

T.C.  
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DOKTORA PROGRAMI  
2022-DR-011

**FOSFORCA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ORGANOMİNERAL  
GÜBRE KOMBİNASYONLARININ KİREÇLİ BİR  
TOPRAKTA YETİŞTİRİLEN EKMEKLİK BUĞDAY  
(*Triticum aestivum* L.)'İN KALİTATİF VE KANTİTATİF  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**SERDAR TOPRAK  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU**

**AYDIN-2022**

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın belirlenmesi, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yol gösterici olan başta tez danışmanım Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU olmak üzere tez savunma jüri üyesi hocalarım, Prof. Dr. Ömer Lütfü ELMACI, Prof. Dr. Osman EREKUL, Dr. Öğretim Üyesi Bülent YAĞMUR ve Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Ali KAPTAN'a, yapılan tüm analizlerde yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen sevgili dostlarım Dr. Özgür ATEŞ, Dr. Halil AYTOP ve Zir. Yük. Müh. Mesut ALTINDAL'a, tarla denemelerinin sağlıklı kurulmasında beni yalnız bırakmayan Zir. Yük. Müh. Yusuf SARICI'ya, deneme süresince pek çok uygulamada yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Mehmet ZAYİM'e ve Zir. Yük. Müh. Buğra OKHAN'a, ayrıca teknik tedarikte yardımcı olan Zir. Yük. Müh. Aydın İMAMOĞLU ve ekibine, çalışmanın gerçekleşmesi için sabır ve desteklerini esirgemeyen Söke Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi yönetimine ve değerli işçi arkadaşlarım Fahri ÜN, Ali KASAP, Ünsal IŞIK ve Kerem ARAS'a, ayrıca bu çalışmaya maddi destek sağlayan ADÜ Bilimsel Araştırma Fonu (Proje No: ZRF-20006)'na teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm eğitim öğretim hayatımda beni destekleyerek bugünlere gelmemde emeği çok büyük olan annem Gülseren TOPRAK ve kardeşim Aslı TOPRAK'a, her koşulda yanımda olarak bana güç veren çok değerli eşim Mehtap TOPRAK ile canım evlatlarım Cansu TOPRAK, Ahmet Rüzgar TOPRAK ve Güneş TOPRAK'a sevgi, saygılarımı sunuyorum.

Ayrıca, bu doktora çalışmasını bütünüyle kendisine ithaf ettiğim, yaşamımın erken sayılabilecek bir diliminde kaybettiğim, bir an bile aklımdan çıkarmadığım, bugünlere gelmemde çok büyük emeği, desteği ve alın teri olan rahmetli babam Ahmet TOPRAK'a sevgi, saygı ve minnetimi bir borç bilirim.

Serdar TOPRAK

# İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	i
TEŞEKKÜR .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
ÖZET .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Buğday Tarımı ve Önemi .....	1
1.2. Toprakta Fosfor Dinamikleri .....	2
1.3. Rizosfer Bölgesindeki Fosfor Dinamiği .....	6
1.4. Bitkideki Fosfor Dinamiği .....	8
1.5. Toprak Özellikleri ve Fosfor İlişkisi .....	10
1.6. Fosfor ve Organik Gübreler .....	11
1.7. Organomineral Gübreler .....	11
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	15
2.1. Toprakta Fosfor Kimyası Çalışmaları .....	15
2.2. Buğdayda Fosforlu Gübreleme Çalışmaları .....	21
2.3. Toprakta Sığır Gübresi Çalışmaları .....	27
2.4. Organomineral Gübreleme Çalışmaları .....	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	44
3.1. Materyal .....	44
3.1.1 Araştırma Alanının Konumu ve Özellikleri .....	44

3.1.2. Araştırma Alanının İklimsel Özellikleri .....	45
3.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri .....	46
3.1.4. Araştırmada Uygulanan Organik Materyalin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	47
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyalinin Bazı Özellikleri.....	47
3.1.6. Araştırmada Kullanılan Kimyasal Gübreler .....	48
3.2. Yöntem .....	48
3.2.1. Araştırma Konusu ve Tarla Deneme Tekniği .....	48
3.2.2. Gübre Kombinasyonlarının Hazırlanması ve Uygulanması .....	50
3.2.3. Ekim Öncesi Tarla Hazırlığı .....	50
3.2.4. Bakım İşlemleri ve Gözlemler .....	51
3.2.5. Hasat İşlemleri .....	52
3.2.6. Toprak Analiz Yöntemleri .....	52
3.2.7. Toprakta Kaldırılan Besin Maddeleri, Gübre Kullanım Etkinlikleri, Bitkinin Fosfor Alımı ve Fosfor Kullanım Etkinliklerinin Hesaplama Yöntemleri .....	55
3.2.8. Organik Gübre Analiz Yöntemleri.....	56
3.2.9. Bitki Analiz Yöntemleri .....	57
3.2.10. Buğday Kalitatif Analiz Yöntemleri .....	57
3.2.11. Buğday Kantitatif Analiz Yöntemleri .....	58
3.2.12. İstatistiksel Analiz Yöntemleri.....	59
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	60
4.1. Toprak Özellikleri .....	60
4.1.1. Toprağın Organik Maddesi.....	60
4.1.2. Toprak Reaksiyonu (pH) .....	62
4.1.3. Toprak Tuzluluğu (EC) .....	63
4.1.4. Toplam Azot İçeriği .....	64

4.1.5. Alınabilir Fosfor İçeriği.....	66
4.1.6. Alınabilir Potasyum İçeriği.....	67
4.1.7. Alınabilir Kalsiyum İçeriği.....	68
4.1.8. Alınabilir Magnezyum İçeriği.....	70
4.1.9. Alınabilir Demir İçeriği.....	71
4.1.10. Alınabilir Çinko İçeriği.....	73
4.1.11. Alınabilir Mangan İçeriği.....	74
4.1.12. Alınabilir Bakır İçeriği.....	75
4.1.13. Alınabilir Bor İçeriği.....	77
4.1.14. Değişebilir Kalsiyum İçeriği.....	78
4.1.15. Değişebilir Magnezyum İçeriği.....	80
4.1.16. Değişebilir Potasyum İçeriği.....	81
4.1.17. Değişebilir Sodyum İçeriği.....	83
4.1.18. Toplam Değişebilir Katyonlar.....	84
4.1.19. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK).....	86
4.1.20. Baz Doygunluğu Kapasitesi.....	87
4.1.21. Fosfor Adsorbsiyon Kapasitesi.....	88
4.1.22. Fosfor Desorpsiyon Kapasitesi.....	90
4.1.23. Fosfor Fiksasyon Kapasitesi.....	91
4.1.24. Suda Çözünür Fosfor Kapasitesi.....	93
4.2. Bitkideki Besin Elementi İçerikleri.....	94
4.2.1. Azot İçeriği.....	94
4.2.2. Fosfor İçeriği.....	96
4.2.3. Potasyum İçeriği.....	97
4.2.4. Kalsiyum İçeriği.....	99
4.2.5. Magnezyum İçeriği.....	101

4.2.6. Demir İçeriği.....	101
4.2.7. Çinko İçeriği .....	102
4.2.8. Mangan İçeriği .....	104
4.2.9. Bakır İçeriği .....	105
4.2.10. Bor İçeriği .....	107
4.3. Buğdayın Kalitatif Özellikleri .....	108
4.3.1. Tane Verimi .....	108
4.3.2. Saman Verimi .....	110
4.3.3. Biyokütle Verimi.....	111
4.3.4. Hasat İndeksi.....	112
4.3.5. Bitki Uzunluğu.....	113
4.3.6. Başak Uzunluğu .....	115
4.3.7. Metrekarede Başak Sayısı.....	115
4.3.8. Başakta Tane Sayısı.....	117
4.3.9. Bin Tane Ağırlığı .....	118
4.3.10. Tek Başak Verimi.....	120
4.4. Buğdayın Kantitatif Özellikleri.....	121
4.4.1. Tane Protein İçeriği.....	121
4.4.2. Yaş Glüten İçeriği .....	123
4.4.3. Glüten İndeksi.....	124
4.4.4. Sedimantasyon Değeri.....	125
4.4.5. Gecikmeli Sedimantasyon Değeri.....	128
4.4.6. Un Randımanı .....	129
4.4.7. Hektolitre Ağırlığı.....	131
4.5. Toprak Kaldırılan Toplam Azot, Fosfor ve Potasyum Miktarları .....	132
4.5.1 Topraktan Kaldırılan Toplam Azot Miktarı .....	132

4.5.2. Topraktan Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarı .....	134
4.5.3. Topraktan Kaldırılan Toplam Potasyum Miktarı.....	135
4.6. Fosfor Alımı ve Fosfor Kullanım Etkinliği .....	136
4.6.1. Fosfor Alımı.....	136
4.6.2. Fosfor Kullanım Etkinliği.....	138
4.7. Gübre Kullanım Etkinlikleri .....	139
4.7.1. Agronomik Etkinlik.....	139
4.7.2. Fizyolojik Etkinlik.....	140
4.7.3. Geri Kullanım Etkinliği .....	142
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	144
KAYNAKLAR.....	159
EKLER .....	212
Ek 1. Çalışmadaki tüm parametrelere ait varyans analiz sonuçları .....	212
Ek 2. Çalışmada incelenen tüm parametrelere ait korelasyon analiz sonuçları .....	232
Ek 3. Deneme alanının uydu görüntüsü (Google Earth) ve denemenin tasarımı .....	246
Ek 4. Gübre kombinasyonlarının hazırlanması ve denemenin kurulması.....	247
Ek 5. Organomineral gübrelerin uygulanması ve buğday ekiminin yapılması .....	248
Ek 6. Buğday çıkışlarının gerçekleşmesi ve buğday yaprak örneklerinin alınması .....	249
Ek 7. Buğday hasatının yapılması ve toprak örneklerinin alınması .....	250
Ek 8. Toprak ve yaprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi .....	251
Ek 9. Buğday bitkisinde kalitatif ölçüm ve gözlemler.....	252
Ek 10. Denemeden farklı zamanlarda drone çekimleri ve deneme konuları.....	253
Ek 11. Türkiye’de uzun yıllar buğdayın ekiliş, üretim ve verimine ait veriler .....	254
Ek 12. Dünyada uzun yıllar fosforlu gübrelere ait üretim miktarları ve fiyatları.....	254
BİLİMSEL ETİK BEYANI .....	255
ÖZGEÇMİŞ.....	256

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat derece
Ads	: Adsorpsiyon
ATY	: Aylık toplam yağış
B	: Bor
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
CaCl <sub>2</sub>	: Kalsiyum klorür
Cu	: Bakır
da	: Dekar (1000 m <sup>2</sup> )
DAP	: Diamonyum fosfat
Des	: Desorpsiyon
Fe	: Demir
Fks	: Fiksasyon
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	: Sekonder orto fosfat
Ha	: Hektar (10000 m <sup>2</sup> )
HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	: Primer orto fosfat
ICP-OES	: İndüktif olarak birleştirilmiş plazma optik emisyon spektrometrisi
K	: Potasyum
kg da <sup>-1</sup>	: Kilogram/dekar
kg kg <sup>-1</sup>	: Kilogram/kilogram
kg	: Kilogram
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	: Potasyum di hidrojen fosfat
KNO <sub>3</sub>	: Potasyum nitrat



LSD	: İstatistiki en küçük önemli fark
me	: Mili ekivalan
mg kg <sup>-1</sup>	: Miligram/kilogram
Mg	: Magnezyum
Mg	: Megagram
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
mM	: Milimol
Mn	: Mangan
N	: Azot
NN	: Nisbi nem
OEDS	: Ortalama en düşük sıcaklık,
OEYS	: Ortalama en yüksek sıcaklık,
OMG	: Organomineral gübre
P	: Fosfor
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	: Fosfor penta oksit
Pi	: İnorganik fosfor
Po	: Organik fosfor
P-OMG	: Fosfor zengini organomineral gübre
SÇ-P	: Suda Çözünür Fosfor
SG	: Süt Sığırı gübresi
TSP	: Triple süperfosfat
VK	: Varyasyon katsayısı
Zn	: Çinko

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Ham fosfat kayasından elde edilen farklı fosforlu gübrelerin üretim akışları.....	2
Şekil 1.2. Toprakta fosfor ve pH ilişkisi .....	4
Şekil 1.3. Çözünür bir kalsiyum monofosfat $[Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O]$ gübresinin nemli bir toprağa ilave edildiğindeki, şekilde yer alan ve a, b, c ve d ile ifade edilen süreçler sonucunda hızlı bir biçimde yarayışsız forma dönüşümü .....	6
Şekil 1.4. Toprak-rizosfer-bitki sürekliliğindeki P dinamikleri .....	7
Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüsü.....	44
Şekil 3.2. Araştırma alanının deneme planı .....	49
Şekil 3.3. Organomineral gübrelerin hazırlanması ve uygulanması.....	51
Şekil 3.4. Araştırmada buğday hasadında kullanılan parsel biçerdöveri (HEGE) .....	52

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Aydın ili uzun yıllar (1941-2021) ve Söke ilçesi deneme yılları (2019-2021) buğday yetiştirme sezonu dönemine ait aylık iklim verileri .....	45
<b>Çizelge 3.2.</b> Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	46
<b>Çizelge 3.3.</b> Denemede kullanılan organik gübrenin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ..	47
<b>Çizelge 3.4.</b> Deneme boyunca her bir parselde uygulanan gübrelerin miktar ve gübreleme dönemleri ile toprağa toplamda sunulan saf inorganik bitki besin maddesi miktarları .....	50
<b>Çizelge 4.1.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın organik madde, pH ve tuz içeriği üzerine etkisi .....	61
<b>Çizelge 4.2.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın toplam azot, alınabilir fosfor ve potasyum içeriği üzerine etkisi .....	65
<b>Çizelge 4.3.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir kalsiyum ve magnezyum içeriği üzerine etkisi.....	69
<b>Çizelge 4.4.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir demir, çinko ve mangan içeriği üzerine etkisi .....	72
<b>Çizelge 4.5.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir bakır ve bor içeriği üzerine etkisi.....	76
<b>Çizelge 4.6.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın değişebilir kalsiyum ve magnezyum içeriği üzerine etkisi .....	79
<b>Çizelge 4.7.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın değişebilir potasyum ve sodyum içeriği üzerine etkisi .....	82
<b>Çizelge 4.8.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın toplam değişebilir katyonlar, katyon değişim ve baz doygunluk kapasitesi üzerine etkisi .	85
<b>Çizelge 4.9.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın fosfor adsorpsiyon ve desorpsiyon kapasitesi üzerine etkisi.....	89
<b>Çizelge 4.10.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın fosfor fiksasyon ve suda çözünür fosfor kapasitesi üzerine etkisi.....	92

<b>Çizelge 4.11.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam azot, fosfor ve potasyum içeriği üzerine etkisi .....	95
<b>Çizelge 4.12.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam kalsiyum ve magnezyum içeriği üzerine etkisi.....	100
<b>Çizelge 4.13.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam demir, çinko ve mangan içeriği üzerine etkisi .....	103
<b>Çizelge 4.14.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam bakır ve bor içeriği üzerine etkisi.....	106
<b>Çizelge 4.15.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın tane, saman, biyokütle verimi ve hasat indeksi üzerine etkisi.....	109
<b>Çizelge 4.16.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın bitki ve başak uzunluğu üzerine etkisi .....	114
<b>Çizelge 4.17.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın metrekarede başak ve başakta tane sayısı üzerine etkisi.....	116
<b>Çizelge 4.18.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın bin tane ağırlığı ve tek başak verimi üzerine etkisi. ....	119
<b>Çizelge 4.19.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın tane protein ve yaş gluten içeriği ile gluten indeksi üzerine etkisi .....	122
<b>Çizelge 4.20.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerleri üzerine etkisi.....	126
<b>Çizelge 4.21.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın un randımanı ve hektolitre ağırlığı üzerine etkisi .....	130
<b>Çizelge 4.22.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının topraktan kaldırılan azot, fosfor ve potasyum miktarı üzerine etkisi.....	133
<b>Çizelge 4.23.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının fosfor alımı ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkisi.....	137
<b>Çizelge 4.24.</b> Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının gübrenin agronomik, fizyolojik ve geri kullanım etkinliği üzerine etkisi .....	141

## ÖZET

### FOSFORCA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ORGANOMİNERAL GÜBRE KOMBİNASYONLARININ KİREÇLİ BİR TOPRAKTA YETİŞTİRİLEN EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.)'IN KALİTATİF VE KANTİTATİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

**Toprak S. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Programı, Doktora Tezi, Aydın, 2022.**

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, farklı oranlarda fosfor ve sütün sığırı gübresi karışımlarından elde edilen fosforca zenginleştirilmiş organomineral (P-OMG) gübrelerin, ekmeçlik buğdayın kalitatif ve kantitatif özelliklerinin gelişimine, kireçli bir toprakta farklı fosfor kinetiklerinin değişimine ve bitkinin dengeli beslenmesi üzerine etkinliğini araştırmaktır.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma, 2019-2021 yılları buğday vejetasyon dönemi boyunca Aydın ili Söke ilçesi ekolojik koşullarında, 5 farklı seviyede sütün sığırı gübresi dozu (SG<sub>0</sub>: kontrol; SG<sub>1</sub>: 1; SG<sub>2</sub>: 2; SG<sub>3</sub>: 3; SG<sub>4</sub>: 4 t da<sup>-1</sup>) ile 5 farklı seviyede fosfor dozu (P<sub>0</sub>: kontrol; P<sub>1</sub>: 2,3 P; P<sub>2</sub>: 4,6 P; P<sub>3</sub>: 6,9 P; P<sub>4</sub>: 9,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) ile organomineral gübre kombinasyonları oluşturularak tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak orta kireçli bir toprakta (%14,8) yürütülmüştür. Bunun yanında, araştırmada iki yıl boyunca buğday yetişme sezonu içerisinde destek gübresi olarak azotlu (Üre) ve potasyumlu (Potasyum nitrat) gübreler de uygulanmıştır.

**Bulgular:** Fosfor zengini organomineral gübre uygulamaları, buğdayın dengeli beslenmesi üzerine etkinliğini arttırmış bu sayede buğdayın bazı kalitatif ve kantitatif özelliklerinde gelişmeler tespit edilmiştir. Bununla birlikte uygulanan gübrelerin toprakların pek çok kimyasal özelliğini iyileştirdiği ve fosfor kinetiklerinde olumlu değişimler gerçekleştirdiği kaydedilmiştir. Denemeden elde edilen bulgulara göre, P-OMG kombinasyonları, buğdayın tane ve biyokütle verimini sırasıyla, %36,8 ve 24,1 oranında, bin tane ve hektolitre ağırlığını sırasıyla, %16,3 ve 5,7; tane protein, yaş glüten ve sedimentasyon değerlerini sırasıyla, %8,3, 6,4 ve 4,8; un randımanını ise, %5,7 oranında arttırmıştır. Bununla birlikte P-OMG

kombinasyonları toprağın organik madde içeriğini %60,1; toplam azot, alınabilir P ve K içeriklerini sırasıyla, %22,1, 140 ve 17,2 oranında arttırmıştır. Ayrıca toprağın toplam değişebilir katyonların miktarı ile katyon değişim kapasitesini sırasıyla %14,0 ve 24,7 oranında arttırmıştır. Denemede, P-OMG uygulamaları toprağın P adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitesini sırasıyla, %10,7 ve 13,7 oranında azaltmış buna karşın P desorpsiyon ve suda çözünür P kapasitesini ise sırasıyla, %54,3 ve 45,0 oranında arttırmıştır. Bitki analiz sonuçlarına göre, P-OMG kombinasyonları, toplam N, P ve K içeriklerini sırasıyla, %8,1, 30,4 ve 13,2 oranında arttırmış, toplam Ca, Mg ve Zn içeriklerini sırasıyla, % 10,2, 14,3 ve 11,2 oranında azaltmıştır.

**Sonuç:** Çalışmanın sonuçlarına göre uygulanan organomineral gübreleme konuları arasında, toprak özelliklerini iyileştiren, bitkideki besin maddesi durumunu uygun sınır değerler arasında koruyan ve topraktaki fosfor kinetiklerini en elverişli seviyelerde tutan uygulamanın  $SG_3+P_2$  olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Süt Sığırı Gübresi, Fosfor, Organomineral Gübreleme, Buğday, Verim, Kalite.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF THE EFFECT OF PHOSPHORUS ENRICHED ORGANOMINERAL FERTILIZER COMBINATIONS ON QUALITATIVE AND QUANTITATIVE PROPERTIES OF BREAD WHEAT (*Triticum aestivum* L.) GROWN IN LIME SOIL

Toprak S. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Science and Technology,  
Soil Science and Plant Nutrition Program, PhD Thesis, Aydın, 2022.

**Objective:** The aim of this study is to investigate the effectiveness of phosphorus enriched organomineral fertilizers (P-OMF) obtained from different ratios of phosphorus and dairy manure mixtures on the improvement of the qualitative and quantitative properties of bread wheat, the change of different phosphorus kinetics in a medium calcareous soil, and the balanced nutrition of the plant.

**Materials and Methods:** This research was carried out on a medium calcareous soil (14,8%) with 3 replications according to random blocks experimental design by creating organomineral fertilizer combinations with 5 different levels of dairy manure doses (DM<sub>0</sub>: control; DM<sub>1</sub>: 1; DM<sub>2</sub>: 2; DM<sub>3</sub>: 3; DM<sub>4</sub>: 4 t da<sup>-1</sup>) and 5 different levels of phosphorus doses (P<sub>0</sub>: control; P<sub>1</sub>: 2.3 P; P<sub>2</sub>: 4.6 P; P<sub>3</sub>: 6.9 P; P<sub>4</sub>: 9.2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) in Aydın province Söke ecological conditions during the wheat vegetation period of 2019-2021. In addition, nitrogen (Urea) and potassium (Potassium nitrate) fertilizers were also applied as support fertilizers during the wheat growing season for two years in the research.

**Findings:** Phosphorus-enriched organomineral fertilizer applications have increased the effectiveness of balanced nutrition of wheat, and thus improvements have been observed in some qualitative and quantitative properties of wheat. Besides, it has been noted that organomineral fertilizers advance many chemical properties of soils and perform positive changes in phosphorus kinetics. According to the findings obtained from the research, P-OMF combinations increased the grain and biomass yield of wheat by 36,8% and 24,1, thousand grain and hectoliter weight by 16,3% and 5,7; grain protein, wet gluten, and

sedimentation values of 8,3%, 6,4 and 4,8, respectively; besides, flour yield increased by 5,7%. However, P-OMF combinations increased the organic matter content of the soil by 60,1%; total nitrogen increased the available P and K contents by 22,1%, 140, and 17,2 respectively. In addition, the total amount of exchangeable cations and the cation exchange capacity of the soil increased by 14,0% and 24,7 respectively. In the research, P-OMF applications decreased the P adsorption and fixation capacity of the soil by 10,7% and 13,7 but increased the P desorption and water-soluble P capacity by 54,3% and 45,0 respectively. According to the plant analysis results, P-OMF combinations increased the total N, P, and K contents by 8,1%, 30,4, and 13,2 but decreased the total Ca, Mg, and Zn contents by 10,2%, 14,3 and 11,2 respectively.

**Conclusion:** According to the results of the study, it has been determined that  $DM_3+P_2$  is the application that improves soil properties, preserves the mineral nutrient concentrations in the plant between sufficient limit values, and keeps the phosphorus kinetics in the soil at the most convenient levels.

**Keywords:** Dairy Manure, Phosphorus, Organomineral Fertilization, Wheat, Yield, Quality.



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Buğday Tarımı ve Önemi

Buğday en eski kültür bitkisi türlerinden biridir ve üretimi antik çağlardan beri devam etmektedir. Buğday, medeniyetlerin gelişmesinde çok önemli roller oynamıştır. Geniş adaptasyon kabiliyeti ile buğday, 40'tan fazla ülkede ve dünya nüfusunun %35'inden fazlası için temel gıda olarak kullanılmaktadır. Beslenme, toplumsal ihtiyaçların karşılanmasının ekonomik öneminin yanı sıra, tarihi ve kültürel değeri de göz ardı edilemeyecek bir gerçektir (Sezgin ve Bülbül, 2017). Tarihi kayıtlarda ilk buğday tarımı yapılan yer İsrail'in Ohalo II yöresidir ve burada 19 bin yıllık köklü bir tarihe sahip yabancı buğday türü olan *Triticum dicoccoides* bulunmaktadır (Chernoff vd., 1992). Verimli hilal bölgesinde bulunan Türkiye, dünya tarım ve tahıl gen merkezinin ilk başlangıç alanları olarak kabul görmektedir. Bunun yanında, buğday bitkisi on bin yıl önce, Neolitik Yakın Doğu'daki en erken kültürü yapılan bitkiler arasında yer almaktadır (Harlan ve Zohary, 1966).

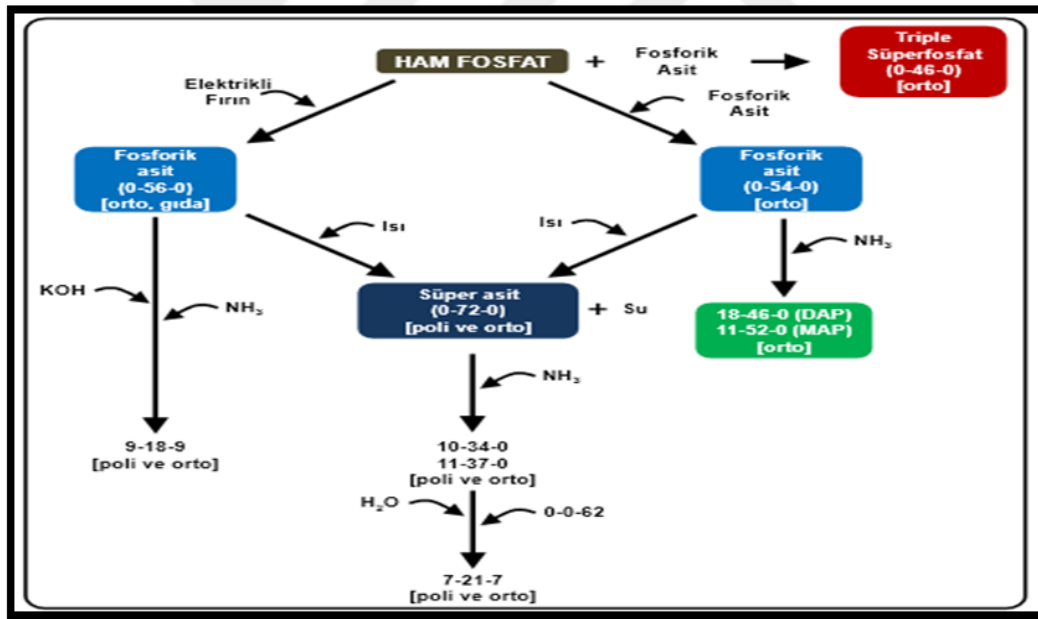
Nüfus, pek çok ülke için gıda tedarikini artırmanın yanı sıra, kalkınma hızını yavaşlatma gibi bazı sorunlara yol açmakta ayrıca ekonomik ve sosyal sorunların da artmasına neden olmaktadır (Çamurcu, 2005). Bazı dünya istatistiklerine göre 7.8 milyar insanın 850 milyonu yetersiz beslenmekte ve açlıktan ölen insan sayısı bir günde 20-25 bine ulaşmaktadır (Anonim, 2021a). Bitkisel üretimde ekolojik koşullarının değişmesi sebebiyle ortaya çıkabilecek sorunlar gıda arzını zorlaştıracaktır. Tahıllar, insan beslenmesindeki önemi ve geniş adaptasyonu nedeniyle gıda ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir yere sahip olan yaygın tarımsal ürün gruplarıdır. Sağlıklı beslenme için tahılların avantajı, zengin besin içeriğinden kaynaklanmaktadır. Buğday tek başına dünyadaki günlük kalori ve protein ihtiyacının %20'sini karşılama gücüne sahiptir (Gençtan vd., 2020).

Ülkemiz tarımsal üretimde dünyada 9. sırada yer almaktadır. İlk sırada ise Çin yer almaktadır. Çin'i Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Endonezya ve Brezilya gibi ülkeler takip etmektedir (Anonim, 2014). Ülkemizde toplam tarım alanı 2020 yılı itibarıyla 231 milyon dekadır. Bu rakamın 156 milyon dekarını tahıllar ve diğer bitkisel üretim alanları oluşturmaktadır. Buğday tarımı ülkemizde yaklaşık 70 milyon dekarlık bir alanda ve 20,5

milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Buğdayı, 31 milyon dekada üretilen arpa, 12 milyon dekada yetiştirilen mısır ve 1.2 milyon dekada yetiştirilen çeltik takip etmektedir. Aydın ilinde 2019, 2020 ve 2021 yıllarında ise sırasıyla yaklaşık 168, 191 ve 260 bin dekar alanda 68, 81 ve 122 bin ton ekmeclik buğday üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2022).

## 1.2. Toprakta Fosfor Dinamikleri

Piyasadaki ticari fosforlu gübrelerin çoğunun hammaddesi fosfat kayasıdır. Dünyada, geçmişte uzun yıllardır asitli topraklar için direkt fosfor kaynağı olarak kullanılmış olmasına rağmen, doğal olarak elde edilen bu maddenin kullanım düzeyi düşük fosfor bulunabilirliği, yüksek nakliye maliyetleri ve düşük bitki tepkileri gibi nedenlerle oldukça düşüktür (Rehm vd., 2002).



Şekil 1.1. Ham fosfat kayasından elde edilen farklı fosforlu gübrelerin üretim akışları (Rehm vd., 2002).

Bu fosfatlı kayalardan, fosforlu gübre elde etmek için ıslak ve kuru olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009). Şekil 1.1'de görüldüğü gibi yaş yöntemde ham fosfat belirli oran ve miktarlarda asitlerle muamele edilirken, kuru yakma yönteminde ise ham fosfatlardan yüksek sıcaklıklarda fırınlarda yakılarak fosforlu gübre

üretir. Fosforun, fosforlu gübrelerde çözünürlüğünü ifade ederken, (a) suda çözünür  $P_2O_5$ , (b) sitratta çözünür  $P_2O_5$ , (c) sitratta çözünmeyen  $P_2O_5$ , (d) kullanılabilir/alınabilir  $P_2O_5$  ve (e) toplam  $P_2O_5$  gibi bazı terimler kullanılmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009).

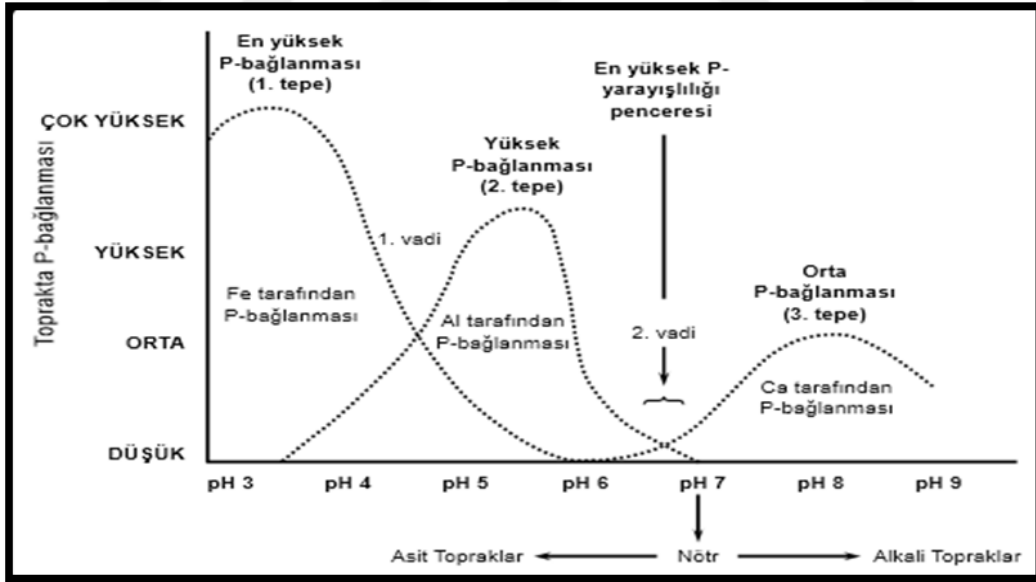
Tarımsal üretime olan talebin artmasıyla ve önümüzdeki on yıllarda küresel üretimde zirve olacağı için, fosfor yenilenemeyen bir kaynak olarak daha fazla ilgi görmektedir (Cordell vd., 2009; Gilbert, 2009). Fosforun en önemli özelliği, topraktaki yavaş difüzyon ve yüksek fiksasyon nedeniyle düşük kullanılabilirliğidir. Tüm bunlar, fosforun bitki büyümesi için önemli bir sınırlayıcı faktör olabileceği anlamına gelmektedir. Tarım arazilerine mineral fosfor gübreleri ve hayvan gübresi uygulamaları, toprak verimliliğini ve mahsul üretimini iyileştirmektedir. Kök bölgesinde uygun fosfor seviyesinin korunması, bitki köklerinin morfolojik ve fizyolojik adaptif stratejilerin entegrasyonu ile rizosferden fosforu harekete geçirme ve alma etkinliğini en üst düzeye çıkarabilmektedir. Ayrıca, bitkiler tarafından fosfor alımı ve kullanımı, nihai ürün veriminin belirlenmesinde hayati bir rol oynamaktadır. Fosfor yönetimini optimize etmek ve fosfor kullanım etkinliğini artırmak, kimyasal fosfor gübre tüketimini azaltmak, etkin mobilizasyon için kök/rizosfer süreçlerinin biyolojik potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için topraktan bitkiye fosfor dinamiklerinin bütüncül bir şekilde anlaşılması ve bitkiler tarafından toprak fosforunun yanı sıra gübre ve atıktan geri dönüşüm fosforunun da etkinliğini arttırmak gerekmektedir (Shen vd., 2011).

Toprak-bitki sistemindeki genel fosfor dinamikleri, toprak, rizosfer ve bitki süreçlerinin neden olduğu fosfor dönüşümünün, kullanılabilirliğinin ve kullanımının bütünleştirici etkilerinin bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprakta fosfor, inorganik P (Pi) ve organik P (Po) dahil olmak üzere çeşitli kimyasal formlarda bulunmaktadır. Bu fosfor biçimleri, topraktaki formları ve hareketleri açısından farklılık göstermektedir (Hansen vd., 2004; Turner vd., 2007). İnorganik fosfor, genellikle topraktaki toplam fosforun %35 ila %70'ini oluşturmaktadır (Harrison, 1987).

Apatitler, strengit ve varisit içeren birincil fosfor mineralleri çok kararlıdır ve bu minerallerden mevcut fosforun ayrışma yoluyla salınması genellikle ürün talebini karşılamak için çok yavaştır, ancak fosfat kayalarının (apatitlerin) doğrudan uygulanmasının asidik topraklarda yetişen ürünler için nispeten verimli olduğu kanıtlanmıştır. Bunun aksine, kalsiyum (Ca), demir (Fe) ve alüminyum (Al) fosfatlar dahil olmak üzere ikincil P mineralleri, mineral partiküllerinin boyutuna ve toprak pH'ına bağlı olarak çözünme hızlarında farklılık göstermektedir (Pierzynski vd., 2005; Oelkers ve Valsami-Jones, 2008).

Azalan toprak pH'ı ile Fe ve Al fosfatların çözünürlüğü artmakta, ancak 8'in üzerindeki pH değerleri dışında Ca fosfatın çözünürlüğü azalmaktadır (Hinsinger, 2001). Çeşitli killer ve Al/Fe oksitler üzerinde adsorbe edilen P, desorpsiyon reaksiyonları ile serbest bırakılabilmektedir. Tüm bu P formları, birbirleriyle karmaşık dengelerde bulunmakta ve çok kararlı, az miktarda elde edilebilen, kararsız P ve çözelti P gibi toprakta bulunan P depoları olarak temsil edilmektedir. Asitli topraklarda P, gibsit, hematit ve gotit gibi Al/Fe oksitler ve hidroksitler tarafından baskın olarak adsorbe edilebilmektedir (Parfitt, 1989).

Fosfor, önce çeşitli kompleksler oluşturarak kil mineralleri ve Fe/Al oksitlerin yüzeyine kolayca adsorbe edilebilmektedir. Kil mineralleri ve Fe/Al oksitler, çok sayıda adsorpsiyon alanı sağlayan geniş spesifik yüzey alanlarına sahiptir. Toprağın P adsorpsiyonu artan iyonik kuvvetle artabilmektedir. Daha fazla reaksiyonla fosfor, Fe/Al oksitlerde sıklıkla meydana gelen nano-gözeneklerde tutunabilmekte ve böylece bitkiler tarafından kullanılmaz hale gelebilmektedir (Havlin vd., 1999; Arai ve Sparks, 2007) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Toprakta fosfor ve pH ilişkisi (Havlin vd., 1999).

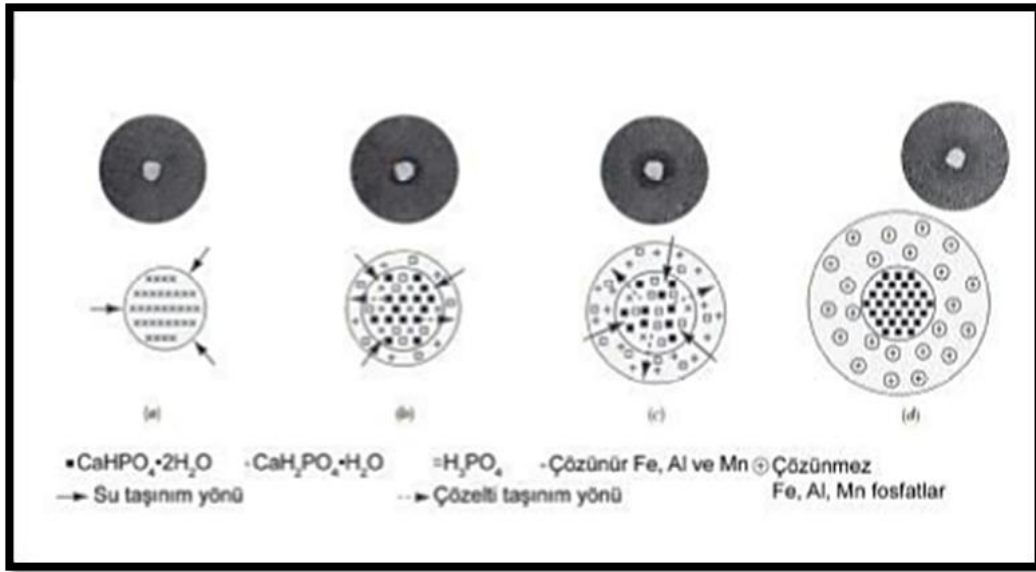
Nötr-kireçli topraklarda, P tutulmasına çökeltme reaksiyonları hakimdir (Lindsay vd., 1989), ancak P aynı zamanda kalsiyum karbonat (Larsen, 1967) ve kil minerallerinin yüzeyinde de adsorbe edilebilir (Devau vd., 2010). Fosfat, bitkiler için mevcut olan

dikalsiyum fosfat oluşturarak Ca ile çökelebilmektedir. Nihayetinde dikalsiyum fosfat, alkali pH'da bitkiler için daha az bulunan okto kalsiyum fosfat ve hidroksiapatit gibi daha stabil formlara dönüştürülebilmektedir (Arai ve Sparks, 2007).

Hidroksiapatit, uzun süreli gübre deneylerinden elde edilen kireçli topraklardaki toplam Pi'nin %50'sinden fazlasını oluşturmaktadır. Hidroksiapatiti çözünmesi, toprak pH'sının düşmesiyle artar, bu da rizosferin asitleştirilmesinin, toprağı P kalkerli topraktan mobilize etmek için etkili bir strateji olabileceğini düşündürmektedir (Wang ve Nancollas, 2008).

Po (organik fosfor) genellikle topraktaki toplam P'nin %30 ila %65'ini oluşturmaktadır (Harrison, 1987). Toprak Po esas olarak inositol fosfatlar ve fosfonatlar (fenil fosfonik asit) olarak stabilize formlarda ve ortofosfat diesterler, kararsız ortofosfat monoesterler ve organik polifosfatlar olarak aktif formlarda bulunmaktadırlar (Turner vd., 2002; Condron vd., 2005). Po, fosfataz salgılanması ile birlikte toprak organizmaları ve bitki köklerinin aracılık ettiği mineralizasyon süreçleri yoluyla salınabilmektedir. Bu süreçler, toprak nemi, sıcaklığı, yüzey fiziksel-kimyasal özellikleri ve toprak pH'sından oldukça etkilenmektedir. Po dönüşümü, topraktaki P'nin genel biyo yararlanımı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Turner vd., 2007). Bu nedenle, fosforun topraktaki mevcudiyeti son derece karmaşıktır ve sistemik olarak değerlendirilmesi gerekmekte çünkü bu, çeşitli P depoları arasındaki P dinamikleri ve dönüşümü ile yüksek oranda ilişkili olabilmektedir (Shen vd., 2011). Modern karasal P döngüsüne tarım ve insan faaliyetleri hakimdir (Oelkers ve Valsami Jones, 2008). Mevcut toprak Pi konsantrasyonu nadiren 10 mM'yi aşmaktadır (Bialeski, 1973); bu, konsantrasyonun yaklaşık 5 ila 20 mM Pi olduğu bitki dokularındakinden çok daha düşük olduğu anlamına gelmektedir (Raghothama, 1999).

Toprakta bitki tarafından temin edilebilen P'nin düşük konsantrasyonu ve zayıf hareketliliği nedeniyle, bitki gelişimini ve verimi iyileştirmek için kimyasal P gübresi uygulamalarına ihtiyaç bulunmaktadır. Fosfatlı gübrelerin başlıca formları arasında monokalsiyum fosfat ve monopotasyum fosfat bulunur. Monokalsiyum fosfat uygulanması, toprak fizikokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Toprağı uygulandıktan sonra, monokalsiyum fosfat bir çözünme işlemine girmekte, büyük miktarlarda proton, fosfat ve dikalsiyum fosfat üretilmekte ve sonunda P toprakta doymuş bir alan oluşturmaktadır (Benbi ve Gilkes, 1987).

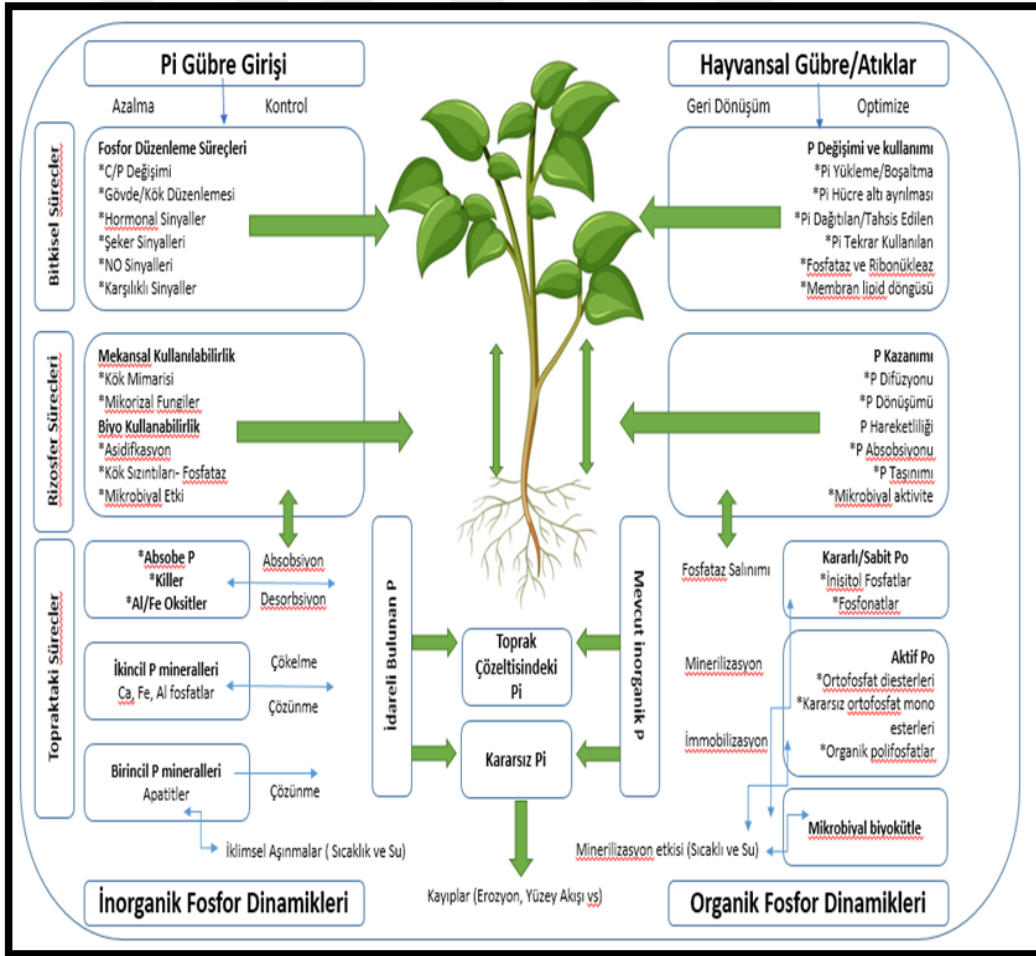


**Şekil 1.3.** Çözünür bir kalsiyum monofosfat [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ] gübresinin nemli bir toprağa ilave edildiğindeki, şekilde yer alan ve a, b, c ve d ile ifade edilen süreçler sonucunda hızlı bir biçimde yarayışsız forma dönüşümü (Brady ve Weil, 2008).

Bu  $\text{P}_i$  ile doymuş alan, doğrudan reaksiyon, çökeltme reaksiyonu ve adsorpsiyon reaksiyon bölgeleri dahil olmak üzere üç farklı reaksiyon bölgesi oluşturmaktadır. Doğrudan reaksiyon bölgesi çok asidiktir (pH: 1,0-1,6), bu da toprak metal iyonlarının hareketliliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu metal iyonları, bölgedeki yüksek  $\text{P}_i$  konsantrasyonları ile reaksiyona girebilmekte ve böylece  $\text{P}_i$ 'nin daha fazla çökeltmesine neden olabilmektedir. Bu şekilde oluşan amorf Fe-P ve Al-P, bitkiler tarafından kısmen alınabilmektedir. Kalkerli toprakta, yeni monokalsiyum fosfat ve dikalsiyum fosfat kompleksleri oluşturulabilir ve zamanla dikalsiyum fosfat kademeli olarak daha stabil Ca fosfat formlarına (oktokalsiyum fosfat veya apatit) dönüştürülebilmektedir.  $\text{P}_i$  konsantrasyonu nispeten düşük olduğu için, dış bölgede toprak mineralleri tarafından P adsorpsiyonuna hakim olmaktadır (Moody vd., 1995). Buna karşılık, monopotasyum fosfat uygulamasının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde çok az etkisi bulunmaktadır (Lindsay vd., 1962). Bu nedenle, P'lu gübre türlerinin toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleriyle eşleştirilmesi, mineral fosforlu gübrenin akılcı kullanımı için etkili bir strateji olabilmektedir (Shen vd., 2011) (Şekil 1.3).

### 1.3. Rizosfer Bölgesindeki Fosfor Dinamiği

Rizosfer, bitkiler, topraklar ve mikroorganizmalar arasındaki kritik etkileşim bölgesidir. Bitki kökleri, çeşitli fizyolojik aktiviteleri, özellikle salgılar, organik asitler, fosfatazlar gibi organik bileşiklerin eksudasyonu ve çeşitli rizosfer işlemlerinin temel itici güçleri olan bazı spesifik sinyalleme maddeleri yoluyla rizosfer ortamını büyük ölçüde değiştirebilmektedir. Rizosferdeki kimyasal ve biyolojik süreçler, yalnızca toprak besin maddelerinin mobilizasyonunu, alımını ve mikrobiyal dinamikleri belirlemekle kalmaz, aynı zamanda bitkilerin besin maddesi kullanım etkinliğini de kontrol etmekte ve böylece bitkinin üretkenliğini derinden etkilemektedir (Hinsinger vd., 2009; Richardson vd., 2009; Wissuwa vd., 2009; Zhang vd., 2010).



Şekil 1.4. Toprak-rizosfer-bitki sürekliliğindeki P dinamikleri (Shen vd., 2011).

Topraktaki düşük çözünürlüğü ve hareketliliği nedeniyle, P kök yüzeyinden uzaklaşan radyal yönde bir P konsantrasyonu gradyanı ile sonuçlanarak rizosferde kök alımıyla hızla tükenebilmektedir. Genel olarak bitki gereksinimlerini aşan toplam toprak P içeriğine rağmen, toprak P'un düşük hareketliliği bitkiler için kullanılabilirliğini de kısıtlayabilmektedir. Bitki talebini karşılamak için rizosfer toprak çözeltisindeki çözünebilir P ile topraktan rizosfere P tedariki günde 20 ila 50 kez yer değiştirmektedir (Marschner, 1995). Bu nedenle, rizosferdeki P dinamikleri, esas olarak bitki kökü büyümesi ve işlevi tarafından kontrol edilmekte ve ayrıca toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleriyle oldukça ilişki halinde bulunmaktadır (Neumann ve Römheld, 2002).

Düşük çözünürlük, düşük hareketlilik ve toprak matrisi tarafından yüksek fiksasyon gibi toprakta P'un benzersiz özellikleri nedeniyle, P'un bitkiler için kullanılabilirliği baskın olarak iki temel süreç tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar; (i) bitki kök yapısı ve mikorizal birleşme açısından P'un mekansal mevcudiyeti ve edinimi ve (ii) rizosferin kimyasal ve biyolojik süreçlerine dayalı olarak P'un biyo yararlanımı ve edinimidir (Shen vd., 2011) (Şekil 1.4).

#### 1.4. Bitkideki Fosfor Dinamiği

Bitki kökleri fosforu ya  $H_2PO_4^-$  ya da  $HPO_4^{2-}$  olarak absorbe etmektedir. Bu iyonların topraktaki konsantrasyonları mikromolar aralıkta olduğundan, kök epidermal ve kortikal hücrelerin plazma membranı boyunca dik bir kimyasal potansiyel gradyanına karşı  $P_i$  (inorganik fosfor) alımı için yüksek afiniteli aktif taşıma sistemleri gerekmektedir. Bu sürece,  $PH_{T1}$  gen ailesine ait yüksek afiniteli  $P_i/H^+$  simporterleri aracılık etmektedir.  $PH_{T1}$  gen ekspresyonunun bozulması, kökler tarafından P alımında önemli bir azalma ile sonuçlanmaktadır (Shin vd., 2004; Ai vd., 2009). Ek olarak, bu ailenin bazı üyeleri, mikorizal mantarların kolonize ettiği köklerde spesifik olarak ifade edilmekte ve yukarı doğru bir taşınım ile düzenlenmektedir, bu da  $P_i$ 'un mikorizal bağımlı bir yolla taşınmasındaki işlevlerini göstermektedir (Bucher, 2007). Kökler tarafından alınan  $P_i$ 'un çoğu ksileme yüklenir ve ardından sürgünlere doğru yer değiştirmektedir. Farklı kinetik özelliklere sahip iki pirinç (*Oryza sativa*) fosfat taşıyıcı  $P_i$ 'un köklerden sürgünlere translokasyonunda rol oynamakta (Ai vd., 2009), ve varsayılan bu düzenleyiciler  $P_i$ 'un



ksileme yüklenmesi yoluyla Pi translokasyonuna da katkıda bulunmaktadır (Hamburger vd., 2002; Stefanovic vd., 2007).

Bitki hücrelerinde P, nükleik asitlerin, zar lipidlerinin ve enerji metabolizmasının fosforile ara maddelerinin önemli bir bileşenidir. Bu nedenle hücresel Pi homeostazı (denge) fizyolojik ve biyokimyasal süreçler için gereklidir. P eksikliği altında bitkiler, yalnızca verimli Pi edinimi ve translokasyonunu kolaylaştırmak için değil, aynı zamanda Pi geri dönüşümünü dahili olarak ayarlayarak, P tüketimini sınırlayarak ve P'yi eski dokulardan genç veya aktif olarak büyüyen dokulara yeniden tahsis edilerek verimli bir şekilde depolanmış P'yi kullanmak için uyarlanabilir yanıtlar geliştirebilmektedir. Hücresel P'nin %85 ila %95'i vakuolde mevcut olmasına rağmen, vakuolden Pi (inorganik fosfor) akışının, P açlığı sırasında sitozolik Pi konsantrasyonundaki hızlı düşüşünü telafi etmek için yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır (Pratt vd., 2009). Bunun aksine, bir fosfat taşıyıcı, hücrede golgi zarında yer almakta ve muhtemelen Pi'u glikosilasyonundan salınan Pi'un geri dönüşümü için golgi lümen boşluğundan dışarı taşırmaktadır (Cubero vd., 2009).

Başka bir fosfat taşıyıcı ise; kloroplastta bulunmakta ve bitki içindeki Pi'un dağılımını etkileyebilmektedir (Versaw ve Harrison, 2002). Pi'un fosfomonoesterler ve nükleik asitler gibi organik kaynaklardan salınması, dahili P'un geri dönüşüm süreçleri için de önemli bir adım olabilmektedir. Pi'u fosfomonoesterlerden serbest bırakmak için fosfatazlara ihtiyaç vardır ve mor renkli fosfataz izozimi, bitkilerin P yoksunluğuna etkili bir şekilde alışması için gereklidir (Hurley vd., 2010). Ribonükleazlar, RNA'da P mobilizasyonundan sorumludur ve iki gen (AtRNS1 ve AtRNS2), P açlığı ile yukarı bir taşınım ile düzenlenmektedir (Bariola vd., 1999). Bu fosfataz ve ribonükleaz genleri aynı zamanda yaprak yaşlanmasıyla da indüklenir ve P'u yeniden hareketlendirme sürecindeki önemli rollerini daha da desteklemektedir (Gepstein vd., 2003).

Birlikte ele alındığında bitkiler, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler dahil olmak üzere P'u verimli bir şekilde almak ve kullanmak için bir dizi uyarlanabilir yanıt geliştirmişlerdir. Bu karmaşık ağ, bitkilerdeki Pi beslemesini yerel veya sistematik olarak kontrol etmek için gereklidir (Doerner, 2008; Lin vd., 2009; Rouached vd., 2010). Ayrıca, şeker sinyali verme ve hormonal ağlar da Pi yanıtında rol oynamaktadır (Hammond ve White, 2008; Vance, 2010). Bitkilerin P ile beslenmesi, ağırlıklı olarak toprak/rizosfer bitki sürekliliğindeki P dinamikleri tarafından kontrol edilmektedir. P'un topraktaki dağılımı ve dinamiği, önemli bir uzay-zamansal değişime sahiptir. P kaynaklarının bulunduğu yere daha fazla kök dağıtan kök mimarisi, bu P kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasında

önemli bir rol oynamaktadır. Bitki adaptasyonlarının kök morfolojisi ve kök fizyolojisindeki P sınırlayıcı ortamlarda koordinasyonu, topraktaki heterojen P arzını ve dağılımını etkili bir şekilde eşleştirebilmekte, bu da toprak P'nin uzaysal mevcudiyeti ve biyo yararlanımının artmasıyla sonuçlanmaktadır (Shen vd., 2011).

### **1.5. Toprak Özellikleri ve Fosfor İlişkisi**

Türkiye'de bitkisel üretim yapılan alanlarda üretimi sınırlandıran en önemli toprak etkenleri düşük organik madde içeriği, yüksek kireç oranı ve buna bağlı olarak yüksek pH'dır. Sürdürülebilir toprak verimliliği ve sağlıklı bir bitki besleme bakımından en uygun toprak pH seviyesinin 6.0-7.5 arasında, toplam kireç içeriğinin %5'in altında, organik madde içeriğinin ise %4-5 civarında olması istenir. Toprakların kireç içeriğinin ve dolayısıyla pH'nın fazla, organik madde içeriğinin az olması topraklarda özellikle fosforun ve mikro besin elementlerinin (demir, çinko, mangan, bor vb.) bitkiler tarafından faydalanılamaz hale dönüşmesine neden olmaktadır. Türkiye'de tarım yapılan alanların %81'nin pH seviyesi 7.0'den fazla (Usta, 1995), %63'nün pH seviyesi ise 7.5'ten büyüktür (Eyüpoğlu, 1999). Toprakların pH seviyesinin fazla olması besin maddelerinin kültür bitkileri tarafından alınımı azaltmakta aynı zamanda makro ve mikro bitki besin maddelerinin topraklarda yararlanamaz forma dönüşmesine sebep olmaktadır. Bununla birlikte Türkiye'de bitkisel üretim yapılan toprakların %25'nin kireç içeriği %5-15, %16,7'sinin kireç içeriği %15-25 ve %16,8'nin kireç içeriği ise %25'ten büyüktür. Özetle, Türkiye topraklarının %58,5'inin kireç içeriği %5'ten yüksektir (Eyüpoğlu, 1999).

Toprakların kireç içeriği arttıkça bitki besleme sorunları başlar ve bitki besin maddelerinin mevcudiyeti azalır. Toprakların aşırı kireç içeriği, azotlu gübrelerin amonyak formuna dönüşerek gaz şeklinde atmosfere uçmasına, fosfor ve mikro elementlerin kireçle reaksiyona girerek bitkiler tarafından faydalanılamaz hale gelmesine neden olmaktadır (Turan ve Horoz, 2012). Türkiye'de Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Merkez Enstitüsü'nün 1990'lı yıllarda yaptıkları çalışmalarda, Türkiye tarım yapılan toprakların %65'nin organik madde içeriğinin %2'nin altında ve %88'nin ise %3'ün altında olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999). Yine 2001-2004 yılları arasında 10 bin adet toprakta gerçekleştirilen kapsamlı analizlerde topraklarımızın %99'nun organik madde içeriğinin %3'ten daha az olduğu rapor edilmiştir (Güçdemir, 2006).

Yüksek pH ve kireç içeriği, yetersiz organik madde miktarına sahip topraklara uygulanan fosforun sadece %10-30'u bitkiler tarafından alınırken, %70-90'ı bitkiler tarafından alınmaz hale gelmektedir. Yüksek pH'lı ( $pH > 7.5$ ) toprakların pH değerinin düşürülmesinin, kireçli topraklara kükürt uygulanmasının ve toprağın organik madde içeriğinin artırılmasının, topraklarda fosfor fiksasyonunu azaltmada ve bitkiler tarafından fosfor alımını artırmada etkili olacağı belirtilmektedir (Güneş vd., 2000). Toprakların organik madde içeriğini artırmak için anız kalıntılarının toprağa karıştırılması, çeşitli organik maddelerin (leonardit, hayvan gübresi, kompost vb.) uygulanması, yeşil gübreleme yapılması ve organomineral gübre kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

### **1.6. Fosfor ve Organik Gübreler**

Fosfor verimliliğini artırmak için toprağa çiftlik gübresi uygulanabilmektedir. Fakat gübredeki toplam P içeriği çok değişkendir ve gübredeki toplam P'nin yaklaşık %70'i karasız olabilmektedir. Gübrede  $P_i$  varlığı, %50 ila %90 oranlarında değişebilmektedir (Dou vd., 2000). Gübre ayrıca fosfolipidler ve nükleik asitler gibi, mineralizasyonla toprak  $P_i$  konsantrasyonlarını artırmak için salınabilen büyük miktarlarda  $P_o$  içermektedir (Turner ve Leytem, 2004).

Ayrıca, gübrede hümik maddelerin mineralizasyonundan elde edilen küçük moleküler organik asitler, Ca fosfatı çözebilir ve özellikle sitrat için, serbest Ca mevcudiyetini ve dolayısıyla çekirdeklenme oranını kontrol ederek hidroksiapatitin nanopartikül stabilitesini verimli bir şekilde zayıflatabilmektedir (Martins vd., 2008). Organik maddeler uygulanarak toprak parçacıklarına P adsorpsiyonu büyük ölçüde azaltılabilmektedir. Organik molekülle kaplanan yüzeyin fosfor fiksasyon düzeyi düşer (Brady ve Weil, 2008). Hümik asitler,  $P_i$  ile adsorpsiyon alanları için güçlü bir şekilde rekabet eden çok sayıda negatif yük, karboksil ve hidroksil gruplarını içermektedir (Shen vd., 2011).

### **1.7. Organomineral Gübreler**

Organomineral gübreler (OMG); Tekniğe uygun olarak kimyasal gübre ile organik maddelerin (kompost veya leonardit) belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir.

Organomineral gübrelerde bazı bitki besin maddelerinin organik maddeye bağlı olmasından dolayı besin kayıplarının ve topraklar tarafından yararlanamaz duruma gelme oranının azaldığı, dolayısıyla organik gübrelerin verimi ve kaliteyi arttırdığı bilinmektedir (Erdal, 2018). Organomineral gübreler hem toprağa hem de bitkiye olan faydaları düşünüldüğünde tarımsal üretime olumlu katkılar sağlamaktadır. Gübre değeri olan ve toprak özelliklerini düzenlemeye yarar sağlayan organik atıklara mineral katılarak oluşturulan organomineral gübreler, özellikleri itibariyle organik ve mineral gübrelerden farklı bir gübre sınıfı olarak benimsenmektedir. Yapılan çalışmalar neticesinde, bitki besin maddelerini sağlama koşulu ve toprak özelliklerine onarıcı etkisi nedeniyle mineral gübrelere en iyi alternatifin organomineral gübreler olduğu ileri sürülmüştür (Florio vd., 2016; Kominko vd., 2017).

Azotlu organomineral gübreler; organik kökenli malzemelerden türetilen beyan edilebilir miktarda organik azot içermesi gerekir. Bununla birlikte, bir veya daha fazla teksele mineral gübreden alınan nitrojenin miktarı, şekli ve çözünürlüğü de beyan edilmelidir. Ayrıca ikincil öğeler ve mikro elementler de içerebilirler. Ancak beyan edilen fosfor pentaoksit miktarı %10'u, potasyum oksit miktarı ise %5'i geçmemesi gerekmektedir. Öte yandan NP organomineral gübreler; organik gübrelerden elde edilen organik nitrojen ve fosfor içermelidir. Ayrıca bu açıkça belirtilmelidir. Öte yandan NP gübrelerinden ve/veya teksele besinli mineral gübrelerden elde edilen azot ve fosfor miktarı, biçim ve çözünürlük olarak beyan edilmesi gerekmektedir. İkincil elementler ve mikro elementler de içerebilirler. Ancak beyan edilen potasyum oksit miktarı %5'i geçmemesi gerekmektedir. NPK organomineral gübreler; organik gübrelerden elde edilen organik nitrojen ve fosfor içermelidir ve bu açıkça beyan edilmelidir. Ayrıca, kompoze mineral gübrelerden veya teksele mineral gübrelerden elde edilen azot ve potasyum miktarının, şeklinin ve çözünürlüğünün beyan edilmesi gerekmektedir. Ayrıca ikincil öğeler ve mikro elementler de içerebilirler. Organomineral gübreler; teksele, ikili veya üçlü bitki besin maddelerinin bir veya birden fazla organik ürünle birleşimi veya reaksiyonu sonucu oluşan gübre çeşididir. Bu gübreler hem mineral besinleri hem de en az %15 organik madde içerir. Organomineral gübreler hem makro besinleri hem de mikro besinleri içerebilmekte, özellikle günümüzde bitkisel üretimde yaygın kullanım alanları bulmaya başlamıştır (Anonim, 2018a).

Bugüne kadar uygulanan gübrelerin yanı sıra genel olarak toprağın bazı özelliklerini iyileştirmek ve toprağın bitkisel üretime en uygun hale gelmesini sağlamak ve bu koşulları korumak amacıyla organomineral gübre geliştirilmiştir. Temelde bu gübreler, mineral gübrelerde olduğu gibi bitkiler için mutlaka gerekli olan makro ve mikro besinleri sağlar,

ancak yağmura ve sulama suyu ile yıkamaya dayanıklı oldukları için yavaş salınım özelliği gösterirler. Tarımsal üretimde önemli olan bu durum gübrelemenin faydasını ve etkin süresini artırmaktadır (Kominko vd., 2017). Mineral ve organik gübre kombinasyonu, ekili bitkilerin verimini artırmada ve toprak verimliliğini korumada etkilidir. Son yıllarda ve özellikle uzun süreli denemelere dayalı olarak ortaya çıkan bulgulara göre, toprak verimliliğini korumak ve verimde olumlu bir artış gözlemlemek için mineral azotlu gübrenin farklı organik gübrelere karışım halinde uygulanmaktadır (Marinari vd., 2000).

Bitkisel üretimde verim üzerine farklı gübre uygulamalarının etkileri incelendiğinde, mineral ve organik gübrelerin birlikte kullanımının bitki türlerinin verimi üzerine %22 ile %53 arasında katkı sağladığı belirtilmiştir. Yakın zamanda yapılan uzun vadeli tarla denemelerine dayanarak, organik ve mineral gübrelerin kombinasyonunun mineral veya sadece organik gübrelemeden daha yüksek verim sağladığı bildirilmektedir (Kautz vd., 2006). Toprakta bulunan fosforun aktivitesi konusunda farklı organik gübre uygulamaları ile yapılan bir çalışmada, topraklara verilen organik maddenin mineralizasyon ile ortaya çıkan organik asitlerin; asit karakterli topraklarda bitkiler tarafından faydalanılamaz konumda olan Al-P ve Fe-P bileşiklerini, alkalın topraklarda ise Ca-P bileşiklerini aktif hale getirdiğini, böylece toprak çözeltisinde bitkilerin faydalanabileceği Pi miktarının artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir (Zhuo vd., 2009; Zhang vd., 2009a).

İnorganik fosfor gübresinin yaklaşık %80-90'ı fosfat kayasından üretilmekte ve tarımsal ürünlere uygulanmaktadır (Ptacek, 2016). Tahminler, önümüzdeki 300-400 yıl içinde gübre üretimi için mevcut fosfat kaya rezervlerini kullanılabilir olarak öngörmekte fakat fosfatın yenilenemez bir kaynak olduğu da vurgulanmaktadır. Yüksek kaliteli fosfat kayası kıtlaştıkça, fosfat kayasının maliyetinin artması kaçınılmazdır (Van Kauwenbergh, 2010). 2008 yılında, küresel ekonomik kriz sırasında, metrik ton başına fosfat kaya fiyatı 242,7 dolara ulaşmıştır. Diamonyum fosfat (DAP) ve triplesüperfosfat (TSP) gibi inorganik fosforlu gübreler, metrik ton malzeme başına sırasıyla 861,6 ve 879,4 dolara kadar yükselmiştir (Anonim, 2020). Türkiye'de son yıllarda özellikle DAP gübresinin maliyeti oldukça artmıştır. 2005-2017 yılları arasında kimyevi gübre fiyatları %150-178 arasında artmış ve en yüksek fiyat artışı DAP gübresinde (%178) gerçekleşmiştir (Anonim, 2018b).

Her yıl, dünya çapında 24 milyar ton toprak kaybedilmekte (Anonim, 2015) ve mono amonyum fosfat (MAP), diamonyum fosfat (DAP) ve triplesüperfosfat (TSP) gibi inorganik gübreler piyasaya sürüldüklerinden bu yana tarım endüstrisinde devrim yaratırken, toprak desteğinin olmaması mikrobiyal yaşam (Yu vd., 2016) ile kırsal ve kentsel alanlarda

(Bennett vd., 2001) aşırı uygulamalar ile ilişkili çevre kirliliği (ötrofikasyon), kaynak bilincine sahip ve çevre dostu bir alternatif önlemin daha gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, inorganik fosforlu gübre tüketimimizi azaltan ve bu değerli kaynağın bitkilerde hem alımını hem de kullanımını artıran stratejileri belirleyen biyozenginleştirme ve/veya organomineral gübre araştırmaları, günümüz tarım dünyasında öncelik taşımaktadır.

Fosfor içerikli organomineral gübrelerin ya da gübre kombinasyonlarının topraklardaki fosfor reaksiyonları ve mevcut inorganik fosfor içeriğinin dinamiği ile ilgili yeterli çalışmalar ülkemizde bulunmamaktadır. Özellikle asidik, alkali ve kireçli topraklarda organomineral gübrelerde fosforun toprak ve bitki dengesindeki dinamiklerinin tespiti, inorganik fosforun topraktaki fiksasyon ve adsorpsiyon kapasitelerinin bu gübrelerin etkinliğine göre belirlenmesi bitki beslenmesi ve ülkemiz gübre ekonomisi ve de politikaları açısından faydalı olacaktır.

Fosfor, bitkinin beslenmesi ve yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmesi için çok önemli bir besin elementidir. Yapılan tarımsal araştırmalarda fosfor içerikli gübreler farklı yöntemlerle uygulanmış ve belli sonuçlar elde edilmiştir. Piyasada çeşitli markalar adı altında fosfor içerikli organomineral gübreler bulunmakta fakat gübre girdisi çok fazla olan ülkemizde çiftçilerimizin bu gübrelere ulaşması zor olabilmektedir. Bu çalışma, bu durumun eksikliğinden kaynaklanarak ele alınmış ve organik gübrelerle çoğunlukla tabana uygulanan fosforlu gübrelerin kombinasyonu ile oluşan organomineral gübrelerin kolay hazırlanışıyla çiftçimizin bu konuda bilinçlenmesi sağlanacaktır.

Bu çalışmanın amaçları, orta kireçli (%14,8), organik madde ve fosfor açısından fakir, killi tınlı toprak yapısına sahip bir toprakta farklı dozlarda mineral fosfor ve süt sığırları gübresi kombinasyonları uygulayarak,

i. oluşturulan bu yeni gübrenin ekmeklik buğdayın kalitatif ve kantitatif özelliklerine etkisini belirlemek,

ii. topraktaki fosfor kinetikleri üzerine etkilerini tespit etmek,

iii. ekmeklik buğday bitkisinin mineral beslenmesine etkilerini belirlemek,

iv. ve toprakların hem doğal hem de mineral beslenmesine etkilerini tespit etmeye çalışmaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Toprakta Fosfor Kimyası Çalışmaları

Akay ve Mikayilov (2003), araştırmalarında, Afyon ili ve ilçelerindeki toprakların fosfor adsorpsiyon kapasiteleri ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir. Çalışmada, 20 farklı noktadan toprak örneği alınmışlar ve toprakların zamana bağlı ve doza bağlı fosfor adsorpsiyon kapasitelerinin matematiksel modelleri çıkarmışlardır. Bu modellere dayanarak Langmuir ve Freundlich izotermine göre regresyon denklemleri belirlemişler, ayrıca Langmuir izotermine dayanarak sorpsiyon parametreleri “b” (maksimum adsorpsiyon kapasitesi) ve “K” (fosforun sorpsiyon enerjisini karakterize eden denge katsayısı) belirlemişlerdir. Bu topraklardan 9 tanesinde Freundlich izotermi, 7 tanesinde ise Langmuir izotermine uygunluk görölmüş, zamana bağlı fosfor adsorpsiyonu ile toprak özellikleri arasında en yüksek R değeri (0,940) 7 günlük tepkime süresinde elde edilmişleridir ayrıca, doza bağlı adsorpsiyon ile toprak özellikleri arasında ise en yüksek R değeri (0,973) 18 ppm P dozundan elde etmişlerdir. Bununla birlikte, topraklarda tepkime süresi ve uygulanan fosfor miktarları arttıkça adsorbe edilen fosfor miktarlarında da önemli artışlar olduğu tespit etmişlerdir.

Ceylan vd. (2003), çalışmalarında, Bitlis ilinde tütün yetiştirilen toprağın P-adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerini ve bunların toprak özellikleri ile ilişkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, 29 ayrı toprak örneği kullanılmış ve P<sub>32</sub> (radyoaktif fosfor) uygulanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarını řu şekilde özetlenmişlerdir:

-Deneysel toprakların genellikle hafif asidik ve nötral reaksiyona sahip olduğu ve toprak yapısının kumlu tınlı ve CaCO<sub>3</sub>, humus içeriği bakımından fakir ve değiştirilebilir Ca ve Mg bakımından yeterli olduğu,

- Toprakların mevcut fosfor içeriğinin yüksek bulunduğu,
- Toprakta kil, değiştirilebilir Ca ve Mg' un fosfor adsorpsiyonu ve fiksasyonu üzerine olumlu etkilerinin olduğu, fakat kum ve mevcut fosforun olumsuz etkilerinin tespit edildiği ayrıca toprağın P fiksasyon kapasitesi ile KDK arasında bir ilişki bulunduğu,

- Toprak örneklerinin P-adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerinin sırasıyla 8,22-9,28 mg 100 g<sup>-1</sup> toprak ve 5,56-8,98 mg 100 g<sup>-1</sup> topraklar arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmanın sonucuna göre, mevcut P içeriği eksikliğinden dolayı Bitlis ilindeki toprakların %20,6'sının fosforlu gübrelemeye cevap verebileceğini ayrıca bu açıdan fosfor ile gübrelenecek topraklarda bazı tedbirler alınarak fiksasyonu azaltmanın çok önemli olacağını belirtmişlerdir.

Lilienfein vd. (2004), organik madde ve besinlerin oluşturduğu bileşiklerin birbirleriyle yıkanmasının gelişen ekosistemin temel sorunları olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, genç Andezitik toprakların gelişimi sırasında PO<sub>4</sub> değişimi ve çözülmüş organik fosfor üzerindeki adsorpsiyonun nasıl gerçekleştiğini ve toprak özelliklerinin bunlar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, araştırmacılar 0, 10, 30, 40 ve 150 cm'den örnekler almışlar ve adsorpsiyon izotermi için değiştirilmiş Langmuir denklemini kullanmışlardır. Araştırmacılar, toprağın yaşı ile adsorpsiyon kabiliyetinin arttığını bildirmişlerdir. Adsorpsiyon kapasitesi sıralamasının çözülmüş organik madde < çözülmüş organik P < PO<sub>4</sub> şeklinde olduğunu bildirmişlerdir.

Nwoke vd. (2004), bitkilerin faydalı fosforunu desteklemek için toprakların fosfor adsorpsiyon kapasitesinin yönetim stratejilerinde bilinmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ovadaki tarlalardan alınan toprak örneklerinde toprak özelliklerini ve topraktaki fosfor dinamiklerini araştırmışlardır. Toprak yüzeyindeki fosfor adsorpsiyonuna ve desorpsiyonu incelemişlerdir. Toprak derinliği arttıkça toprak fosfor içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, toplam fosfor içeriğini 90-198 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuşlar ve bunun %30'unun organik fosfor olduğunu bildirmişlerdir. Reçine fosforunun çoğunlukla düşük olduğunu ve derinlikle birlikte ortalama 5 mg kg<sup>-1</sup> azaldığını belirtmişlerdir. Bu topraklardaki düşük reçine fosfor değerinin faydalı fosfor içeriğinin düşük olduğunu bildirmişlerdir. Langmuir denkleminde bulunan maksimum adsorpsiyonun 36-230 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve bu değerlere göre bitki, mahsul yetiştiriciliğinde fosfor takviyesi ile toprağın adsorpsiyon kapasitesinin, miktarı kadar daha fazla fosfor yüklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Bellitürk vd. (2007), çalışmalarında, Tekirdağ iline ait farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip toprakların fosfor durumunu biyolojik yöntem olarak seçilen Neubauer fide yöntemi (100 g toprakta 100 adet bitki yetiştirerek topraktaki besin elementlerinin kısa sürede sömürülmesi)'ne göre saptamak amacıyla ve bu toprakların bitkiye yararlı fosfor miktarının belirlenmesi temelinde 3 farklı kimyasal ekstraksiyon yöntemleri (1- Suda



çözünebilir P, 2- Asit florürde çözünebilir P, 3- Sodyum bikarbonatta çözünebilir P) içerisinden biyolojik yöntemle en yüksek ilişkiyi verebilen yöntemi seçmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla Tekirdağ ilinden 0-20 cm derinlikte 26 adet toprak örneği toplamışlardır. Sera denemesini, Neubauer fide yöntemine ve tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüşlerdir. Deneme bitkisi olarak çavdar (*Secale cereale* L.) kullanılmışlar ve deneme topraklarının yarayırlı fosfor kapsamını belirlemede kullanılan kimyasal yöntemlerden uygun olanının seçilmesinde biyolojik (standart) ölçüt olarak bitki P içeriği, bitki P alımı ve kuru madde üretimi temel alınmışlardır. Denemede kullanılan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin tümü ile çavdar bitkisinin kuru madde miktarları arasında herhangi bir ilişki bulunamadığını belirtmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, sadece suda çözünebilir fosfor yöntemi ile bitki P içeriği ve bitki P alımı arasında önemli ilişkiler bulunmuş (sırasıyla  $r= 0,374^*$ ,  $r= 0,342$ ) suda çözünebilir P yönteminin Trakya Bölgesi topraklarının fosfor tayini için en uygun yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Korkmaz ve İbrikçi (2010), çalışmalarında Türkiye’de tarım potansiyeli olarak önemli bir yere sahip olan Güney Doğu Anadolu bölgesine ait yaygın olarak tarım yapılan yüksek kil ve kireç içeriğine sahip 3 toprak serisine ait topraklarda P fraksiyonları, toprakların adsorpsiyon dinamikleri ve Langmuir izotermi üzerine araştırmalarda bulunmuşlardır. Yapılan analizlerin sonuçlarına göre bölge topraklarında toplam P’un büyük bir çoğunluğunu Ca-P oluşturmuş sırasıyla CDB-P > CB-P > Al-P+Fe-P şeklinde diziliş gösterdiğini ve adsorpsiyon maksimumu olan b değerleri 263-400  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişirken, adsorpsiyon enerji katsayısı olan k, 0,70 ile 0,76  $\text{ml } \mu\text{g}^{-1}$  arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, özellikle kurak ve yarı kurak iklim kuşağına sahip alanlardaki topraklarda P adsorpsiyonu ile toprakların fiziksel ve kimyasal karakteristikleri arasındaki ilişkinin oldukça karmaşık ve çok yönlü olması sebebiyle istatistiksel olarak önemli ilişkiler bulunmasa da toprakların kireç, kil tipi ve Fe oksit içeriklerinin P adsorpsiyonunu etkileyen önemli faktörler olduğunu saptamışlardır.

Akbaş (2012), bu çalışmada toprakların yarayırlı fosfor (YP) içeriğinin iki farklı jeostatistik metod ile haritalanması ve elde edilen sonuçlardaki farklılıkların ortaya konulması amaçlamıştır. Haritalamada olağan Kriging (OK) ve ardışık Gauss simülasyonu (AGS) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma, Tokat’ın en büyük ve Türkiye’nin önemli tarımsal potansiyele sahip ovalarından biri olan 20656 ha büyüklüğündeki Kazova’da yürütülmüştür. Rastgele örnekleme metodu ile iki derinlikten (0-30 cm ve 30-60 cm) toplam 800 bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Çalışma alanında ortalama yarayırlı fosfor üst

toprakta 14,18 mg kg<sup>-1</sup> ve alt toprakta 8,87 mg kg<sup>-1</sup> olduğu bildirilmiştir. Olağan Kriging yöntemine göre Kazova üst topraklarının %11,56'lık kesiminde yarıyıllı fosfor düzeyi az, %82,16'sında yeterli ve %6,28'inde ise fazla olarak bulunmuştur. On adet simülasyonun ortalamasını alındığı AGS yöntemi ile ovanın %9,98'lik kesiminde az, %86,27'inde yeterli ve %3,75'inde ise fazla olarak sınıflandırılmıştır. Alt toprakta ise (30-60 cm) yarıyıllı fosfor miktarlarını haritalamada kullanılan metotlar arasındaki farklılıklar üst toprağa göre daha fazla olduğu araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Ayrıca, arazi boyunca fosfor seviyelerini ve bu seviyelere karşılık gelen değişimleri gösteren haritalar gübreleme konusunda karar alıcıların gübre miktarı planlaması ve çevre açısından risklerin modellenmesinde potansiyel kullanım alanına sahip olduğu belirtilmiştir.

Arai ve Livi (2013), araştırmalarında, toprak kumu fraksiyonlarında çevresel açıdan önemli fosfor ayrışma mekanizmaları için makroskopik ve spektroskopik kanıtları temel almışlardır. Yüksek fosfor, kumlu topraklarda, kum fraksiyonundan toplam desorbe edilebilir fosfor, tüm topraktan toplam desorbe olabilen P'nin %50'si ve bu biyolojik olarak kullanılabilir fosforun, amonyum oksalatla ekstrakte edilebilir Al ve Fe ile ilişkilendirilmesini değerlendirmişlerdir. Taramalı transmisyon elektron mikroskobu/enerji dağıtıcı X-ışını analizi ile ayrıca P'nin kum tanesi kaplamasında amorf karışık Fe/Al/Si çökeltileri ile ilişkili olduğunu ve gotit gibi kristalin demir oksihidroksitler ile mevcut olmadığını ortaya çıkarmışlardır. Araştırma bulgularında, toprak kumu fraksiyonlarındaki amorf Al/Si/Fe tane kaplamalarının, yüzey ve yüzey altı ortamında kararsız P salınımını tahmin etmede önemli olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, P zengini tarım topraklarındaki kum tanelerinin kolayca fosfor tutabileceğini, kumlu topraklarda P'un salınmasına büyük ölçüde kum fraksiyonunun katkıda bulunduğunu ve fosforun, kum tanesi kaplamalarında Fe açısından zengin amorf alümino silikatlarla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Gürbüz vd. (2016), Trakya yöresinde hem asit ve hem de alkalın reaksiyonlu toprakların bulunduğu 13 farklı noktadan yürüttükleri denemelerden alınan toprak ve bitki örnekleri analiz edilerek değerlendirilmiştir. Rutin fosfor analizinde asit topraklarda Bray ve Kurtz, alkalın reaksiyonlu topraklarda ise Olsen yöntemleri, çoklu ekstraksiyon yöntemlerinde ise bütün topraklarda, Mehlich-3, Amonyum bikarbonat-DTPA (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve Yanai yöntemlerini kullanılmışlardır. Rutin analiz yöntemlerinde elde edilen fosfor analizi sonuçları ile çoklu ekstraksiyon yöntemleri arasında korelasyon katsayısı hesaplamışlar ve aynı şekilde bitkideki fosfor miktarı ile rutin ve çoklu ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişki de belirlenmiştir. Toprak analizlerinde

fosforun belirlenmesi için, çoklu ekstraksiyon yöntemlerinin buğday bitkisinde kullanılabilirliğinin toprak ve bitki analizleri ile değerlendirildiği bu çalışmada, AAAC-EDTA ve AB-DTPA yöntemlerinin rutin analiz yöntemleri ile yüksek korelasyon vermesi nedeniyle kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Horuz vd. (2017), çalışmalarında Samsun ilinin Çarşamba ve Terme ilçelerine ait bazı fındık bahçelerinde toprakların fosfor adsorpsiyon kapasiteleri ve izotermelerinin belirlenmesini amaçlanmışlardır. Araştırma topraklarının fosfor adsorpsiyonları 1,01 ile 234,15  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Fındık bahçesi topraklarında, Freundlich izoterm denklemindeki birim ağırlıktaki toprağın fosforu tutma kapasitesini ifade eden K izoterm parametreleri 3,16 ile 44,98  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişirken, adsorpsiyon entalpisinin ampirik n parametreleri ise 0,69 ile 1,48 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Fosfor adsorpsiyon kapasitesinin belirlenmesi sonucunda, yöre topraklarının Freundlich izoterm denkleminde uyum sağladığını ve Langmuir izoterm denkleminin ise uyum sağlamadığını belirlenmişlerdir.

Yurdakul ve Usta (2017), Ankara-Sarayköy (Düver Serisi) ve Şanlıurfa-Koruklu (Harran Serisi) bölgesinden alınan iki farklı toprakta, toprakların fraksiyonlarında, organik madde ile P-adsorpsiyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, toprakların ve fraksiyonlarının P-adsorpsiyon maksimumları, içerisinde 0-50 mg P ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )  $\text{kg}^{-1}$  konsantrasyonları bulunan 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi ile oda sıcaklığında (25 °C) 24 saat dengeye getirilmesi ve çözeltideki P'un spektrofotometre ile okunması temeline dayanmaktadır. Çalışma sonucunda, P-adsorpsiyonu 124-323 mg P  $\text{kg}^{-1}$  arasında elde edildiğini ve her iki toprak ile bu toprakların fraksiyonlarına ait Langmuir adsorpsiyon izotermelerinde yüksek bir korelasyon ( $p < 0,01$ ) gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre organik maddenin her iki toprakta da adsorpsiyon bölgelerini maskeleyerek P-adsorpsiyonunu azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, toprak mineralojisinin P adsorpsiyonunu kontrol eden önemli bir faktör olduğunu da bildirmektedir.

Saygan ve Sönmez (2018), Harran Ovası topraklarında bitkiye yarayışlı P (Olsen P) ( $P_Y$ ) içeriklerini ortaya koymak için inorganik P ( $P_i$ ), organik P ( $P_o$ ) ve toplam P ( $P_T$ ) içeriklerinin belirlenmesi ile ilgili araştırmalarında, Harran Ovası'nda önceki çalışmalarda belirlenmiş olan 11 farklı seriden olmak üzere toplamda 16 noktadan farklı derinliklerde (0-20, 20-40, 40-60 cm) alınan toprak örnekleri almışlardır. Yapılan analizler sonucunda  $P_T$  içeriği sırası ile 0-20 cm'de 343-894  $\text{mg kg}^{-1}$ , 20-40 cm'de 313-881  $\text{mg kg}^{-1}$ , 40-60 cm'de

298-551 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, P<sub>i</sub>'nin 0-20 cm'de 307-835 mg kg<sup>-1</sup>, 20-40 cm'de 281-847 mg kg<sup>-1</sup>, 40-60 cm'de 280-539 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, P<sub>o</sub>'nın 0-20 cm'de 17-60 mg kg<sup>-1</sup>, 20-40 cm'de 15-38 mg kg<sup>-1</sup>, 40-60 cm' de 7-39 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, P<sub>y</sub>' nin 0-20 cm'de 2-36 mg kg<sup>-1</sup>, 20-40 cm' de 1-23 mg kg<sup>-1</sup>, 40-60 cm' de 0,2-21 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmişlerdir. Sonuç olarak toprak P<sub>T</sub>, P<sub>i</sub> ve P<sub>o</sub> konsantrasyonları derinlik arttıkça azaldığını bildirmişlerdir.

Mahdi vd. (2019), çalışmalarında Atabey Ovası'ndan toplam 71 adet yüzey toprak rneği (0-20 cm) alınmış ve topraklarda kademeli fosfor fraksiyonlamasını incelemişlerdir. İncelenen bu fraksiyonlar; sodyum bikarbonat [NaHCO<sub>3</sub> -P (organik Po, inorganik Pi ve total Pt)], sodyum hidroksit [NaOH-P (organik Po, inorganik Pi ve total Pt)], sitrat bikarbonat dithionit (CBD-P), hidroklorik asit ile ekstrakte edilebilen (Ca-P) ve bakiye (Res-P) fosfor şeklinindedir. Fosfor fraksiyonlarının toprak özellikleri ile olan ilişkileri tanımlayıcı istatistik analizleri, Pearson korelasyon analizi ve kemometrik analizlerle ortaya koymuşlardır. Ova topraklarında fraksiyonların ortalama dağılım sırası büyükten ke doğru Ca-P (%50,36) > Res-P (%19,94) > CBD-P (%12,17) > NaOH-Pt (%6,94) > NaOH-Pi (%6,24) > NaHCO<sub>3</sub>-Pt (%1,82) > NaHCO<sub>3</sub>-Pi (%1,57) > NaOH-Po (%0,71) > NaHCO<sub>3</sub>-Po (%0,25) olarak izlediğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu fraksiyonların oransal dağılımının arazi kullanım şekline bağlı olarak gübreleme miktarına göre de değiştiğini belirtmişlerdir.

imrin (2020), alışmasında, Doğu Anadolu bölgesinde yaygın olan Mollisol ve Entisol olarak sınıflandırılan zemin profillerindeki inorganik fosfor fraksiyonlarının miktar ve dağılımını, inorganik fosfor fraksiyonlarının mevcut toprak fosforuna (Olsen P) katkısını değerlendirmiş ayrıca toprak özelliklerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemiştir. Kalkerli ve hafif alkali reaksiyonlu topraklardaki toplam fosfor miktarını 280-1713 mg kg<sup>-1</sup> ve ortalama 713 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. Toplam fosforun ortalama %80,9'unu oluşturan ve topraklarda ilk fosfor fraksiyonu olarak belirlenen Ca-P: 163,2-951,1 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu belirtmiştir. Bu topraklardaki Ca-P<sub>2</sub>'den sonra miktar olarak ikinci sırada yer alan tıklalı fosfatlar (CDB-P): 2,07-105,6 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu ve üçüncü olarak ilk ekstraksiyon sırasında karbonatların tuttuğu fosfatların (CB-P) 0,76-52,83 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmiştir. Dördüncü ve son sırada ise, bu topraklarda 0,09-5,0 mg kg<sup>-1</sup> arasında en az fosfor fraksiyonu olarak tıkanmamış alüminyum ve demir fosfatlar (Al-P + Fe-P) halinde fosforun olduğunu tespit etmiştir. Sonuç olarak, araştırmacı bu topraklardaki inorganik fosfor fraksiyonlarının sırasının Ca-P > CDB-P > CB-P > Al-P + Fe-P olarak

belirlemiştir. Ayrıca, topraklarda iki fraksiyonun fosfor (Olsen-P), tıkanmamış alüminyum ve demir fosfatlar (Al-P + Fe-P) ve tıkalı fosfatlara (CDB-P) katkı sağladığı da bildirmiştir.

Mazlouzi vd. (2020), farklı biyokütle dağılımına sahip iki durum buğdayı çeşidinde farklı çiçeklenme sonrası fosfor arzının fosfor partasyonu ve fosforun yeniden hareketliliği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Buğday bitkisini, çiçeklenmeye kadar yeterli fosfor ile tam bir besin çözeltisi üzerinde yetiştirmişlerdir. Daha sonra, bitkilerin yarısını fosfordan mahrum bırakmışlar ve diğer yarısını, tam besleyici çözeltide yetiştirmişlerdir. Verim ve tane fosfor ile ilgili alım, tahsis, yeniden hareketlendirme özelliklerini belirlemiştir. Çiçeklenme sonrası fosfor arzındaki modifikasyonların tane verimi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını ve eksik fosfor arzı için sürenin sonunda tahıl fosfor konsantrasyonları 2,2 ila 3,4 mg P g gün<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Fosfor olmadan, tahıllara net fosfor akışları esasen yapraklardan (%35), köklerden (%28) ve saplardan (%17) gelmiş olduğunu ve fosfor ile net fosfor akışları esas olarak çiçeklenme sonrası fosfor alımından ileri geldiğini belirtmişlerdir.

## **2.2. Buğdayda Fosforlu Gübreleme Çalışmaları**

İnal (2001), bu çalışmayı, fosfor etkinliği ve alımı açısından 3 adet makarnalık (Kundur, Çakmak, Kızıltan) ve 3 adet ekmeklik (Bezostaya, Gün 79, Gerek 79) buğday genotiplerini karşılaştırmak üzere 0, 50, 100 ve 200 mg P kg<sup>-1</sup> dozlarında fosforlu gübre uygulanan toprakta sera koşullarında yürütmüştür. Bitkilerin kuru ağırlıkları, fosfor konsantrasyonları, fosfor alımları ve fosfor etkinliklerini belirleyerek genotiplerin karşılaştırılmasını yapmıştır. Buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları, fosfor konsantrasyonları ve alımları, fosfor uygulamasına bağlı olarak artış göstermekle birlikte genotipler arasında önemli farklılıkların tespit edildiğini bildirmiştir. Genellikle ekmeklik buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları ile agronomik fosfor etkinliklerinin makarnalık genotiplerden daha yüksek olduğunu ve benzer şekilde ekmeklik buğday genotiplerinin fosfor konsantrasyonu ve alımlarının da makarnalık genotiplerin P konsantrasyonu ve alımlarından yüksek olduğunu, fosfor konsantrasyonu ve alımlarındaki artışın makarnalık genotiplerde ise daha fazla olduğunu bildirmiştir. Fosfor alımlarına göre fizyolojik fosfor etkinliğinin ekmeklik genotiplerde daha yüksek olduğunu, fosfor konsantrasyonlarına göre fizyolojik etkinliğin fosfor uygulama düzeylerine göre değişkenlik gösterdiğini tespit

etmiştir. Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin fosfor alımı, fosfor konsantrasyonu, agronomik ve fizyolojik fosfor etkinliği açısından kendi içlerinde de farklılıklar göstermiş olduklarını belirlemiştir.

Xu vd. (2008), uzun vadeli (15 yıldan fazla) kışlık buğday (*Triticum aestivum* L.) ve mısır (*Zea mays* L.)'da Çin'deki farklı toprak tipleri ve iklim bölgeleri boyunca beş sahada fizyolojik verimlilik, geri kazanım verimliliği ve kütle (girdi-çıktı) dengesi dâhil olmak üzere fosfor (P) gübre kullanım etkinliğini araştırmak için ürün rotasyon denemeleri yapmışlardır. Çalışmalarında beş uygulama işlemi, N, P ve K gübre uygulamalarının çeşitli kombinasyonlarını temsil eden kontrol, N, NP, NK ve NPK gübrelerini uygulamışlardır. Fosforlu gübrelemenin, 15 yılda ortalama mahsul verimini artırdığını ve bu artışların, beş bölgenin tamamında buğdayda (%206) mısırdan (%85) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Buğday veriminin de iki bölgede (Sincan ve Şanksi) NPK uygulamaları için zamanla önemli ölçüde arttığını, ancak bir bölgede (Hunan) azaldığını bildirmişlerdir.

Rahim vd. (2010), çalışmalarında buğdayın önemi, daha az kullanılabilir ve maliyetli fosfor gübresi ve su kıtlığı nedeniyle, fosfor uygulamasının ve sulama planlamasının buğday verimi ve fosfor kullanım etkinliği üzerindeki etkisini görmek için tarla koşullarında bir çalışma tasarlamışlardır. Fosforlu gübre dozlarını 0, 47, 81 ve 111 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> olarak ve adsorpsiyon izotermi kullanılarak hesaplamışlar ve serpmeye ile banda uygulayarak buğday yetiştiriciliği yapmışlardır. Buğday bitkisinin gelişme dönemlerine göre dört farklı sulama uygulamıştır. Temel olarak N:K gübrelerini ise sırasıyla 130:65 kg ha<sup>-1</sup> uygulamışlardır. Buğday tane verimi 81 kg P ha<sup>-1</sup> uygulamasında 158 kg da<sup>-1</sup>'den 394 kg da<sup>-1</sup> kadar yükseldiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında fosforun banda uygulamasının daha iyi olduğu kanıtlarlarken, taç köklerinde, ön yükleme ve tahıl geliştirme aşamalarında üç sulamanın yapılması gerektiğini, ayrıca maksimum verim elde etmek ve fosfor kullanım verimliliğini artırmak için bu sulamanın yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Ünsal (2012), araştırmasında Şanlıurfa yöresinde ekimi yapılan Seri 82 ve İzmir 85 ekmeklik buğday çeşitleri ile Diyarbakır 81 ve Ege 88 makarnalık buğday çeşitleri kullanmıştır. Denemesinde, Azot saf olarak 0-5-10-15 ve 20 kg da<sup>-1</sup>, fosfor ise, 0-4-8 ve 12 kg da<sup>-1</sup> olarak uygulamıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisinin her üç yılda da önemli olduğu bildirmiştir. Ayrıca artan azot ve fosfor dozlarına bağlı olarak verim ve verim unsurlarına ilişkin değerlerde artış görülmekle birlikte, dekara 8 kg saf fosfor ve 15 kg saf azot uygulamalarının sulu koşullarda daha ekonomik ve uygun olduğu sonucuna varıldığını çalışmasında belirtmiştir.

Fernandez vd. (2014), bu çalışmalarında, fosfor (P) beslenme durumunun, yaprak P absorpsiyonu ve translokasyonu ile ilişkili olarak buğday yaprak yüzey özelliklerine etkisini analiz etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında, *Triticum aestivum* cv. Axe,'ye kontrollü koşullar altında üç oranda fosfor (0, 8 ve 24 kg ha<sup>-1</sup> ) uygulamışlardır. Denemede yaprak P konuları uygulanmış ve damla tutma, P absorpsiyonu ve translokasyon oranları ölçmüşlerdir. Adaaksiyal ve abaksiyal yaprak yüzeylerinin, tarama ve transmisyon elektron mikroskobu ile analizleri yapmışlardır. Su için temas açıları, yüzey serbest enerjisi ve yapışma oranlarını da belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, buğday yapraklarının belirgin bir şekilde ıslatılmaz, abaksiyal yaprak tarafı bir dereceye kadar su damlası yapışmasına karşı adaksiyal taraftan su damlalarının kuvvetli itilmesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Toplam yaprak alanı, gözenek ve trikoma yoğunlukları, kütikül kalınlığı ve temas açıları P eksikliği ile azalırken, su için yapışma fonksiyonlarının arttığını bildirmişlerdir. Fosfor eksikliği olan bitkiler, yapraklara uygulanan fosfor eksikliğini, buğday yapraklarının yüzey yapısını ve işleyişini değiştirdiğini belirtmişler, bu daha ıslanabilir hale gelen ve daha yüksek derecede su damlası yapışmasına sahip olan, ancak yapraktan uygulanan P'ye daha az geçirgen hale gelen fonksiyonel durumun meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Jovic vd. (2014), artan oranlarda fosfor (P) gübrelemesi ile gerçekleştirilen tarla denemelerini, 2011 yılı bahar döneminde Bosna Hersek Federasyonu, Posavian Kantonu'ndaki kalkerli alüvyal bir toprakta yürütmüşlerdir. Amonyum laktat metodu kullanılarak yapılan ön toprak testleri ile bitkiler tarafından kullanılabilir fosfor miktarının düşük olduğu belirlemişlerdir. Fosfor gübrelemesi (monoamonyum fosfat: 13% N + 53 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) a= 75 (temel gübreleme), b= 225, c= 375, d= 525 ve e= 975 kg olacak şekilde hektar başına P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> cinsinden gerçekleştirmişlerdir. Takip eden yıllarda yalnızca temel gübreleme işlemine devam edilmiştir. Ürün döngüsü 2011 yılında soya fasulyesi, 2012 ve 2013 yıllarında da kışlık buğday olarak uygulamışlardır. Soya fasulyesi ürün verimi, 75 kg'dan 375 kg'a çıkarılan gübreleme sonucunda %20'lik bir artış gösterirken (hektar başına 2,11 ve 2,53 ton) gübreleme miktarının daha da artırılması sonucunda kontrol grubuna göre daha az ürün verimi elde edildiğini bildirmişlerdir. Kışlık buğday ekimi yapılan her iki yılda da sadece temel ve artan gübreleme grupları arasında anlamlı bir ürün farklılığı olduğunu tespit edilmişlerdir. Kontrol grubunun ürün düzeyi 2012 ve 2013 yılları için hektar başına sırasıyla 6,21 ve 6,44 ton olarak hesaplamışlardır. Fosfor gübrelemesi ile buğday veriminde 2012 yılı için %13, 2013 yılı için ise %15'lik bir artış elde edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, dört

fosfor uygulaması (b+c+d+e) için ortalama buğday verimi 2012 ve 2013 yılları için hektar başına 6,92 ve 7,21 ton olarak araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Kayın vd. (2015), denemelerinde *Bacillus subtilis* Ch-13'ün (BS0 *Bacillus subtilis* Ch-13 uygulanmayan ve BS1 *Bacillus subtilis* Ch-13 uygulanan) artan dozlarda azot ve fosfor uygulamalarıyla (Kontrol, 5 kg N ve 0,7 kg P da<sup>-1</sup>, 10 kg N ve 1,4 kg P da<sup>-1</sup>, 15 kg N ve 2,1 kg P da<sup>-1</sup>, 20 kg N ve 2,8 kg P da<sup>-1</sup> ) doğal iklim koşullarında kuruda yetiştirilen buğday bitkisinde (*Triticum aestivum* L. cv. Pehlivan) verim, protein ve yaş glüten içeriğine olan etkisini araştırmışlardır. Deneme sonunda artan dozlarda azotlu ve fosforlu gübreleme ve mikrobiyolojik gübre uygulamasının buğday bitkisinde verim ile tanenin yaş glüten ve protein içeriğini istatistiksel olarak önemli düzeyde arttırdığını belirlemişlerdir.

Akhtar vd. (2016), çalışmalarında çözümlü monoamonyum fosfat, zayıf çözümlü kaya fosfat ve yüksek / düşük fosfor kaynağında kalsiyum ile çözümlü kültüründe yetiştirilen 14 farklı ilkbahar buğdayı çeşidinin büyüme tepkisi, fosfor alımı ve fosfor kullanım verimlilik parametrelerini araştırmışlardır. Bitki büyümesi ve fosfor üretkenliği arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulduklarını belirtmişlerdir. Yüksek fosfor kullanım etkinliği, fosfor etkinlik oranı, fosfor alımı, düşük fosfor faktörü ve bitki fosfor konsantrasyonuna sahip buğday çeşitlerinin fosforu verimli kullandıklarını ve bu nedenle stres koşullarında fosfor toleranslarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Da Silva vd. (2016), farklı buğday çeşitlerinin fosfor alımını belirlemek ve fosfor alım kapasitesine dahil olan kök özelliklerini tespit etmek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Fosfor alımının çeşitler arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Fosfor alımının belirlenen çeşitler arasında değeri yüksek olanların, zengin yüzey toprağında kök büyümesindeki fosfor artışının toplam kök yoğunluğunu belirlediğini bildirmişlerdir.

Kara ve Telli (2016), bu araştırmayı; 2014 yılında karabuğdayın verim ve fosfor kullanım etkinliğine farklı fosfor dozlarının (0, 2, 4, 6 ve 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) etkisini belirlemek amacıyla Isparta ekolojik koşullarında gerçekleştirmişlerdir. Denemelerini; Aktaş karabuğday çeşidi kullanarak, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütmüşlerdir. Araştırmalarında farklı fosfor uygulamasında karabuğdayın tane verimi, agronomik etkinlik, fizyolojik etkinlik, agrofizyolojik etkinlik, geri dönüşüm etkinliği ve yararlılık etkinliğinin yanı sıra besin element içeriğini incelemişlerdir. Fosfor dozlarında karabuğdayın en yüksek tane verimi (132,3 kg da<sup>-1</sup>) 8 kg fosfor dozunda belirlemişler, ancak 4, 6 ve 8 kg da<sup>-1</sup> fosfor dozu uygulamaları arasında istatistiksel olarak bir fark



bulamamışlardır. En yüksek agronomik etkinlik (%7,17), fizyolojik etkinlik (%0,51), agro-fizyolojik etkinlik (%0,24) ve yararlılık etkinliği (%21,48) 4 kg da<sup>-1</sup> fosfor dozunda ve en yüksek geri dönüşüm etkinliğini (%48,3) ise 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor dozundan elde etmişlerdir. Ayrıca, araştırmalarında karabuğdayın mineral besin içeriği uygulanan fosfor dozlarının artışına bağlı olarak yükseldiğini, fosfor ve mangan elementi hariç 4, 6 ve 8 kg da<sup>-1</sup> fosfor dozları arasında istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmişlerdir. Karabuğdayda mineral besin elementi içeriklerinin en düşük değerleri ise gübre uygulanmayan parsellerde olduğunu belirtmişlerdir.

Ali vd. (2017), polimer ile kaplanmış gübre uygulamalarının düşük fosfor kullanım etkinliğinin çözümüne potansiyel bir farklılık getirebileceğini belirtmişlerdir. Tarla koşullarında buğday üretimi yetiştiriciliği üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında, polimer ile kaplı DAP ve geleneksel DAP (önerilen dozun %50, %75 ve %100'ü) gübrelere ile deneme kurmuşlardır. Önerilen dozun %50'si düzeyinde polimer kaplı DAP gübresinin sadece önerilen dozun %100'ü oranında kullanılan DAP gübresiyle aynı sonucu verdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, polimer ile kaplı DAP gübre uygulamasında önerilen dozun bitki boyu, kök, uzunluk, kardeş sayısı, boğumlar arası mesafede %100 düzeyinde gelişme, verim, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane ağırlığı, biyolojik verim ve topraktan kaldırılan fosfor miktarının maksimum seviyede olduğunu bildirmişlerdir.

Yossif ve Gezgin (2019), buğday ve mısır bitkileri ile mono-amonyum fosfat ve di-amonyum fosfat gübrelere kullanarak 0, 30, 60 ve 90 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup> fosfor dozlarında ve sera koşullarında fosfor kullanım etkinliği üzerine bazı araştırmalar yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre bitki kuru ağırlığı ve bitkinin fosfor alım değerlerinin her iki bitki ile yürütülen çalışmada da MAP ve DAP gübre dozlarına eş değer oranda arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca fosforlu gübre geri dönüşüm etkinliğinin, mısır bitkisinde DAP kullanımı ile artarken, buğdayda MAP kullanımı ile azaldığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, her iki fosforlu gübre dozları; bitki kuru ağırlığı, bitkinin fosfor alımı ve mısırdaki agronomik fosfor kullanım etkinliği ile buğday bitkisinde fosfor alımı üzerine olumlu etkilerde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bayraklı (2020), bu çalışmada, kaya fosfatı ve TSP (triple süper fosfat) gübresi ile beraber yapılan *Micrococcus luteus* aşılmasının toprakların bazı alınabilir P ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N içerikleri ile toprakların biyolojik özellikleri (toprak solunumu, mikrobiyal biyomas C, dehidrogenaz, fosfataz aktivitesi) üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Denemede materyal olarak kullanılan toprağın fosfor fiksasyon kapasitesi ve topraktaki alınabilir P içeriği

dikkate alınarak, buğday bitkisi özelinde toprağa verilmesi gereken fosforun sırasıyla %0, 25, 50, 75 ve 100'ün kaya fosfat ve TSP'den karşılanması ve *Micrococcus luteus* AR-72 ile toprağın aşılama ve aşılama yapılmamasına göre deneme konularını araştırmasında oluşturmuştur. Deneme konularına göre oluşturulan saksıları 25 °C'de 120 gün inkübasyona bırakmıştır. İnkübasyon denemesi boyunca 30'ar günlük periyotlarda 4 toprak örnekleme yapmış ve her bir inkübasyon döneminde saksılardan alınan toprak örneklerinde alınabilir P ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N ile toprak solunumu (TS), mikrobiyal biyomas C (MBC), dehidrogenaz (DHA) ve alkalen fosfataz (FA) aktivitesi değerlerini belirlemiştir. Çalışmadaki sonuçlara göre, hem kaya fosfat hem de TSP ile beraber yapılan *Micrococcus luteus* AR-72, aşılamanın yapılmadığı uygulamalara göre toprakların alınabilir P ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N içeriğini daha fazla artırdığını belirlemiştir. Bununla beraber TSP gübresi ile beraber yapılan aşılamanın ise kaya fosfata göre alınabilir P ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N içeriğini daha fazla artırdığını belirtmiştir. Ayrıca hem kaya fosfat hem de TSP ile beraber yapılan *Micrococcus luteus* AR-72 aşılması, aşılamanın yapılmadığı uygulamalara göre toprakların toprak solunumu (TS), mikrobiyal biyomas C (MBC), dehidrogenaz (DHA) ve alkalen fosfataz (FA) aktivitesini daha fazla artırmış olduğunu, kaya fosfat gübresi ile beraber yapılan aşılama TSP'ye göre toprakların mikrobiyal biyomas, toprak solunumu ve dehidrogenaz içeriğinde daha fazla artış sağlamış olduğunu fakat alkalen fosfataz değerlerinin TSP gübresi ile beraber yapılan aşılama çok daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir.

Işık vd. (2020), çalışmalarında uzun vadeli deneme koşullarında birkaç dozda fosfor uygulamasının toprak C, N ve P konsantrasyonuna etkisini araştırmışlardır. Denemelerinde, artan fosfor dozları toprak C, N ve P konsantrasyonunu artırarak bitki verimini artırdığını belirtmişlerdir. Denemeyi, 1998 yılından itibaren Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama sahasında Arık toprak serisi üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Kontrol hariç fosfor dozlarını üç adet (50, 100, 200 kg ha<sup>-1</sup>) ve üç tekerrürlü olarak Adana-99 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde uygulamışlardır. Çalışmalarında, farklı derinliklerde (0-15 cm ve 15-30 cm) toprak örnekleri almışlar ve toprakta fosfor konsantrasyonları, organik karbon (OK), inorganik karbon (IK), toplam karbon (TK) ve N analizi yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, özellikle hem rizosfer derinliğinde hem de rizosfer olmayan topraklarda P konsantrasyonunda istatistiksel farklar bulunduğunu bildirmişler, kontrol ile karşılaştırıldığında en iyi uygulamanın 200 kg ha<sup>-1</sup> fosfor uygulamasının olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte fosfor dozu arttıkça, toprak fosfor içeriğinin de doğrusal olarak arttığını, toprak OK içeriği açısından rizosferde ve

rizosfer olmayan topraklarda 15-30 cm derinlikte istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu ve kontrol işlemine göre en iyi uygulamanın 200 kg ha<sup>-1</sup> fosfor uygulamasından elde edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, çalışmalarında artan fosfor uygulama dozlarına bağlı olarak, ortalama toprak organik karbon (OK), toplam N ve C içeriğinin arttığını da tespit etmişlerdir.

### 2.3. Toprakta Sığır Gübresi Çalışmaları

Parham vd. (2002), uzun vadeli yönetim uygulamalarının topraktaki P dönüşümlerinde rol oynayan toprak P ve enzim aktivitelerinin seviyesi ve dağılımı üzerindeki etkilerini araştırmak için çalışmalar yapmışlardır. Bu sebeple konulara dahil olan gübreler; P, NP, NPK ve NPK artı kireç içeren konulardır. Yüzyıl boyunca sığır gübresi 269 kg N ha<sup>-1</sup> her 4 yıl da bir uygulanmış ve kimyasal gübreler ise 69 yıldan fazla bir süre boyunca her yıl hektara 67 kg N, 14,6 kg P ve 28 kg K oranlarında uygulandığı bildirilmiştir. Topraklardaki toplam toprak P artışı yılda 4,5 ila 10,3 kg P ha<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. En yüksek artış P ile muamele edilmiş arazide ve en düşük sığır gübresi ile muamele edilmiş arazide tespit edildiği bildirilmiştir. Son 69-71 yılda uygulanan inorganik gübre P'nin yaklaşık %77-86'sı ya hasat edilen tahılda geri kazanılmış ya da toprağın en üst 30 cm'sinde kalmış, uygulanan gübre P'nin sadece %32'si geri kazanılmıştır. Araştırmacılar, sığır gübresi ile muamele edilmiş toprakta mikrobiyal biyokütle C ve alkalin fosfomonoesteraz, fosfodiesteraz, inorganik pirofosfataz ve dehidrojenaz aktiviteleri önemli ölçüde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, asit fosfomonoesteraz aktivitesinin, kimyasal gübre ile muamele edilmiş topraklarda önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, sığır gübresi + P'nin inorganik gübre P'den nispeten daha hareketli olduğunu ortaya koyulmuştur. Ayrıca sığır gübresinin uzun süreli uygulanması mikrobiyolojik aktiviteleri ve P döngüsünü teşvik ettiği bildirmiştir.

Parham vd. (2003), uzun süreli devam eden kışlık buğday yetiştiriciliği denemesinde farklı yönetim sistemleri altında topraklardaki mikrobiyal popülasyonları ve topluluk yapılarını değerlendirmek için bazı çalışmalar yapmışlardır. Araştırmacılar deneme yapılan toprakların yüzyılı aşkın süredir sığır gübresiyle ve 70 yıldan fazla bir süredir P, NP, NPK veya NPK ve kireçle gübrelendiğini bildirmektedirler. Ayrıca çalışmalarında, sığır gübresi

uygulamasının, kontrol konusuna kıyasla bakteri üremesini teşvik ederken mantarların büyümesinde etkili olmadığı tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, kimyasal gübre uygulamasının, K stratejisti bakteri topluluğunu zenginleştirirken, sığır gübresi uygulaması hem r hem de K stratejistlerini zenginleştirdiğini belirtmişlerdir. Geri kazanılan DNA miktarını, sığır gübresi ile muamele edilmiş toprakta daha fazla miktarda bulunmuşlardır. Ayrıca, araştırmacılar tarafından, bakteri topluluğunun zenginliği ve düzgünlüğü, gübre muamelesi ve toprak verimliliği ile pozitif bir şekilde ilişkili olan N ve P'u içeren muamelelerle artırıldığını bildirmişlerdir.

Zhao vd. (2014), organik gübre uygulamasının sürekli mısır tohumu üretimine etkilerini değerlendirmek için kireçli topraklarda 10 yıl boyunca sığır gübresi ile toprak özellikleri, toprakta ve bitkide ağır metallerin içerilerini incelenmişlerdir. Çalışmalarında kontrol konusu haricinde, NPK+Zn ile Sığır gübresi kombinasyonu olarak dekara 2 ton ve NPK+Zn ile sığır gübresi kombinasyonu olarak dekara 4 ton gübre kullanmışlardır. Gübrelemede azot kaynağı olarak üre (farklı dönemlerde  $92 \text{ kg da}^{-1}$ ), fosfor kaynağı olarak amonyum dihidrojen fosfat ( $66 \text{ kg da}^{-1}$ ), potasyum kaynağı olarak potasyum sülfat ( $9 \text{ kg da}^{-1}$ ), çinko kaynağı olarak çinko sülfat ( $1,5 \text{ kg da}^{-1}$ ) kullandıkları çalışmalarında belirtmişlerdir. Sonuçlara göre, gübre uygulamasının toprak organik maddesini, toplam ve mevcut besin maddelerini, pH'ı ve elektriksel iletkenliği (EC) artırdığını ve en yüksek gübre oranının en yüksek artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Gübre uygulamasının, değiştirilebilir fraksiyonda bir artışa ve ağır metal bulunabilirliğinde bir artışa yol açtığını ve kalıntı fraksiyon ile tüm metaller arasında baskınlığın bulunduğunu, ardından Fe ve Mn oksitlere bağlı fraksiyon geldiğini bildirmişlerdir. Gübre uygulamasıyla mısır üzerinde ağır metal birikiminin söz konusu olduğunu, ancak gövdede birikimin tohumdakinden daha fazla olduğunu çalışmalarında belirtmişlerdir.

Toy ve Ünlü (2015), bu araştırmayı Isparta ekolojik koşullarında 2011 yılında börülce yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, yeşil gübre, konvansiyonel ve kontrol uygulamalarının verim ve kalite üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda taze börülcede toplam verimi kontrol uygulamasında  $606,8 \text{ kg da}^{-1}$  ve geleneksel uygulamada  $709,3 \text{ kg da}^{-1}$ , bakla uzunluğunu kontrol uygulamasında 12,0 cm ve geleneksel uygulamada 15,6 cm, bakla genişliğini kontrolde 6,8 mm ve geleneksel uygulamada 8,3 mm, ayrıca baklalardaki protein oranını kontrol, yeşil gübre ve geleneksel uygulama konularında %17,4 ile çiftlik gübresi uygulamasında %17,6 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışmalarında, kontrol, yeşil gübre, çiftlik gübresi ve konvansiyonel

uygulamaların kuru brlcede toplam dane verimini, bitki başına tohum verimini ve bakla başına tohum sayısı üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak anlamlı bulduklarını bildirmişlerdir.

Akkaya ve Kara (2018), araştırmalarında; fiğ ve karabuğday yeşil gübrelemesine ahır gübre ilavesinin yazlık ekilen buğdayın verim, bazı verim özellikleri ve protein içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla yürütmüşlerdir. Araştırmada, geleneksel gübreleme (kontrol), ahır gübre uygulaması, fiğ yeşil gübreleme, karabuğday yeşil gübreleme, fiğ yeşil gübreleme+ahır gübreleme ve karabuğday yeşil gübreleme+ahır gübreleme uygulamalarını çalışmışlardır. Denemelerinde, buğdayın en uzun bitki boyu (80,7 cm), başak boyu (10,1 cm), m<sup>2</sup>'de başak sayısı (357,7 adet), tane verimi (348,3 kg da<sup>-1</sup>) ve protein oranı (% 14,6) geleneksel gübre uygulamasından, 1000 tane ağırlığı (47,3 g) ise fiğ yeşil gübreleme+ahır gübre uygulamalarından elde ettiklerini belirtmişlerdir. Uygulamalar arasında hektolitre ağırlığı bakımından fark bulunmamış, yeşil gübreleme ve ahır gübre uygulamaları karşılaştırıldığında, en yüksek değerler fiğ yeşil gübreleme + ahır gübre uygulamalarında tespit etmişlerdir. 1000 tane ağırlığı dışında genellikle en düşük değerler ise karabuğday yeşil gübrelemesinden elde edildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Isparta ekolojik koşullarında yazlık olarak yetiştirilen buğdayda daha yüksek tane verimi ve protein oranından dolayı geleneksel gübre uygulamasını önermişlerdir. Bununlar birlikte sürdürülebilir tarım koşullarında, fiğ yeşil gübreleme+ahır gübresi uygulamasının kabul edilebilir verim miktarı ve protein oranı bakımından alternatif olabilecek durumda olduğunu çalışmalarında bildirmişlerdir.

Cevheri ve Yılmaz (2018), organik tarımı yaygınlaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, şanlıurfa ili Akçakale ilçesi ekolojik şartlarında NPK (Kimyasal gübre), Sığır gübresi, Güvercin gübresi ve kontrol parsellerinde ST-468 ve BA-119 pamuk eşitleri kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Kullanılan organik ve kimyasal gübrelere göre bitki boyunun 105,5 cm (kontrol) ile 116,5 cm (güvercin gübresi) arasında değiştiğini; bitki başına koza sayısının 19,1 (kontrol) ile 31,0 (NPK) arasında değiştiğini; ortalama koza ağırlığının 5,4 g (kontrol) ile 6,2 g (sığır gübresi) arasında değiştiğini; ortalama pamuk tohum kozası ağırlığının 4,3 g (kontrol) ile 4,8 g (sığır gübresi) arasında değiştiğini; pamuk veriminin 3240 kg ha<sup>-1</sup> (kontrol) ile 4420 kg ha<sup>-1</sup> (NPK gübre) değiştiğini; monopodial dal sayısının bitki başına 3,5 (güvercin gübresi) ile bitki başına 4,2 (sığır gübresi) arasında değiştiğini; bitki başına koza sayısının 12,1 (kontrol) ile 15,1 (NPK) arasında değiştiğini; ilk sempodiyal dal düğüm sayısının 6,9 (sığır gübresi) ile 9,6 (güvercin gübresi) arasında

değiştiğini; çırçırılama oranının % 40,8 (kontrol) ile % 43,0 (güvercin gübresi) arasında değiştiğini; 100 tohum ağırlığının 9,9 g (kontrol) ile 10,4 g (NPK) arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Organik ve NPK (kimyasal gübre) kullanımının bitki boyu, koza sayısı, koza ağırlığı ve pamuk verimi üzerinde istatistiksel farklılıklar olduğunu çalışmalarında bildirmişlerdir.

Kaya ve Erken (2018), farklı organik kompost gübrelerin domates kalitesinin önemli bileşenlerinden biri olan organik asitler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2013 yılında Balıkesir Gönen ilçesi sınırları içindeki üretici arazilerinde bazı denemeler yapmışlardır. Çalışmada kullanılan kompostlu organik gübreler, parsellere hem tek tek hem de toprak analizi sonucunda elde edilen verilere karşılık gelen kimyasal gübrelerle karıştırılarak uygulanmıştır. Uygulamalı gübreler, biyogaz kompostu (BK), biyogaz kompostu+konvansiyonel uygulama (BK+K), sığır gübresi kompostu (SG), sığır gübresi kompostu+konvansiyonel uygulama (SG+K), konvansiyonel uygulama (K) ve gübrenin olmadığı yerlerde kontrol (C) uygulaması şeklinde kombine edilip hesaplanmıştır. Hasat sonrası meyvelerde askorbik asit, oksalik asit, tartarik asit, malik asit, malonoik asit, laktik asit, asetik asit ve sitrik asit miktarlarını belirlenmişlerdir. Laktik asit dışında diğer organik asit miktarları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, beslenmede önemli antioksidanlardan biri olan askorbik asit miktarı, kontrol uygulamasında  $38,7 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  ve en düşük ise geleneksel olarak yetiştirilen deneysel parsellerde  $25,30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  olarak elde edildiğini bildirmişlerdir.

Mutlu (2018), bu çalışmasında farklı organik gübre uygulamalarının arpanın (*Hordeum vulgare* L.) verimi ve bazı verim bileşenleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Tarla denemeleri 2014-2015 ve 2015-2016 üretim mevsiminde Harran Ovası'nda tamamlayıcı sulanan koşullarda gerçekleştirilmiştir. Denemede, Kontrol konusuna ek olarak 6 çeşit organik gübre uygulaması test edilmiştir (1. tavuk gübresi, 2. kompost, 3. sığır gübresi, 4. tavuk gübresi+sıvı gübre, 5. yığma+sıvı gübre, 6. sığır gübresi+sıvı gübre). Çalışmada, iki yıl üst üste sığır gübresi+sıvı gübreleme uygulamasının,  $\text{m}^2$  başak sayısını önemli ölçüde artırdığını belirlenmiştir. Ayrıca sığır eti+sıvı gübre uygulamaları, başak sayısı, başakta tane sayısı ve tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığını arttırdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, gübre uygulamalarının başaktaki başakcık sayısını,  $\text{m}^2$ 'de başak sayısını, hektolitre ağırlığını, başakta tane sayısını ve başakta tane ağırlığını % 50-56 oranlarında artırdığını belirtmiştir.

Kılıç ve Sönmez (2019), çalışmalarında; organik gübre olarak tavuk gübresinin, 0, 100, 200, 300 kg da<sup>-1</sup>, çiftlik/sığır gübresinin, 0, 100, 200, 300 kg da<sup>-1</sup>, vermikompostun, 0, 100, 200, 300 kg da<sup>-1</sup> ve leonarditin, 0, 50, 100, 200 kg da<sup>-1</sup> dozlarını kullanmışlar ve saksı koşullarında marul yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkileri belirlemişlerdir. Farklı organik gübrelerin topraklarda pH, EC, organik madde, N, P, K, Ca, Zn ve Cu içeriklerinde özellikle tavuk gübresi ve çiftlik/sığır gübresi uygulamalarının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Uygulama dozları bakımından yapılan değerlendirmede ise EC, organik madde, N, P, K, Ca, Fe ve Mn içeriklerinde doz etkilerini önemli olarak belirlemişler ve genel olarak 200 ve 300 kg da<sup>-1</sup> dozlarının çalışmada öne çıktığını tespit etmişlerdir. Farklı organik gübrelerin toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi açısından birlikte uygulamaların yapılmasının en iyi materyal, doz ve kombinasyonların belirlenmesinde avantaj sağlayabileceği de araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Yaman (2019), çalışmasında, Bolu ili ekolojik koşullarda yetiştirilen ıspanakta farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının bitki gelişimi, verimi, kalite özellikleri ve bitki besin içeriği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir dizi denemeler yapmıştır. Çalışmasını, 7 farklı uygulama üzerine gerçekleştirmiştir: 1) Kontrol, 2) Tavuk gübresi, 3) Türkiye gübresi, 4) Koyun gübresi, 5) Sığır gübresi, 6) Solucan gübresi ve 7) Kimyasal gübre. Araştırma sonuçlarına göre uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmiştir. Kontrol ve kimyasal gübrelere kıyasla tüm organik gübre uygulamalarında bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı, kuru madde oranı ve verim açısından daha yüksek değerler elde edildiğini bildirmiştir. En yüksek verim sığır gübresi uygulamasında belirlemiş, sığır gübresi veriminin kontrole göre %88,1, kimyevi gübreye göre ise %41,2 arttığını tespit etmiştir. Genel olarak organik gübre uygulamalarının bitkideki azot, fosfor, kükürt ve selenyum içeriğini kontrol ve kimyasal gübrelere göre önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir. Organik gübrelerin uygulandığı bitkilerde arsenik, kobalt, krom ve nikel gibi ağır metallerin içeriği kontrolden daha düşük olduğunu; alüminyum ve kadmiyum içeriklerinin ise kimyasal gübrelere oranla daha az olduğunu belirtmiştir. Tüm gübre uygulamaları bitkideki nitrat içeriğini arttırdığını, organik gübre uygulamalarının ıspanağın renk özelliklerine önemli bir etkisi olmadığını tespit etmiştir. Çalışmanın sonucunda araştırmacı, ıspanakta uygulanan organik gübrelerin bitki gelişimi, verimi, kalite özellikleri ve bitki besin içeriği üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu ve ıspanak yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılabileceğini bildirmiştir.

Doğan vd. (2020), bu araştırmayı 2015 ve 2016 yıllarında Mardin ili Göllü köyünde yürütmüşlerdir. Çalışmalarında materyal olarak ikinci ürün olarak farklı iki mısır çeşidi (Dekalp-5401 ve LG 30.597) kullanmışlardır. Uygulama olarak; gübresiz kontrol parseli (G0), standart ticari gübre 8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20 kg da<sup>-1</sup> N (G1), tavuk gübresi 1000 kg da<sup>-1</sup> (G2), sığır gübresi 1500 kg da<sup>-1</sup> (G3) ve solucan gübresi 1200 kg da<sup>-1</sup> (G4) olacak şekilde çalışmalarını tasarlamışlardır. Araştırmanın iki yıllık sonuçlarına göre, en yüksek tane verimi 1219,2 kg da<sup>-1</sup> ile Ç1 (Dekalb 5401) çeşidinin G1 (ticari gübre) verilen parsellerinde elde ettiklerini belirtmişlerdir. Organik gübre ortalama değeri ise 1124,4 kg da<sup>-1</sup> ile Ç2 (LG 30.597) çeşidinin G2 (tavuk gübresi) uygulamasında elde edilmiştir. Kalite parametreleri bakımından çeşit ve gübre uygulamalarının hektolitre, yağ oranı ve protein oranına etkisini önemsiz bulurlarken, incelenen diğer parametrelere etkisini ise önemli bulmuşlardır. Organik gübre uygulamaları bakımından yaptıkları değerlendirmede Ç2 çeşidinin (LG 30.597) daha kârlı olduğunu belirtmişlerdir.

Ertekin vd. (2020), çalışmalarında, organik kaba yem üretimi için yetiştirilen bazı fiğ türlerinin yem verimi ve kalitesi üzerine farklı organik gübre kaynaklarının etkisini belirlemek amacıyla denemeler yapmışlardır. Denemelerinde, üç farklı fiğ türü; adi fiğ, Macar fiğ ve tüylü fiğ ile üç farklı organik gübre (zeolit, leonardit ve sığır gübresi) kullanmışlardır. Ayrıca organik gübre uygulamalarının etkilerini karşılaştırmak için kontrol konusunu da dâhil etmişlerdir. Araştırmalarında, organik gübre uygulamaları altında fiğ türlerinin yem verimi ve kalitesinin belirlenmesi, bitki boyu, taze yem verimi, kuru yem verimi, ham kül, ham protein, nötr deterjan lifi (NDF), asit deterjan lifi (ADF), asit deterjan lignin (ADL) ve bağıl besleme değeri özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre fiğ türleri arasında bitki boyu, taze yem verimi, ham protein ve ADF açısından istatistiksel olarak farklılıklar bulurken, etkileşimler arasında sadece ham protein açısından farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Organik gübre uygulamalarının fiğ türlerinin verim ve kalitesine etkisinin sınırlı olduğunu ancak hayvan gübresine uygulanan tüylü fiğlerden 500 kg da<sup>-1</sup> 'in üzerinde kuru yem verimi alınabileceğini belirlemişlerdir. Ayrıca, istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte, hayvan gübresinin Amik Ovası koşullarında fiğ yetiştiriciliğinde zeolit ve leonardite göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Gül ve Arslanoğlu (2020), çalışmalarında bazı organik gübre uygulamalarının (leonardit, sığır gübresi, koyun gübresi, kanatlı gübresi) ikinci mahsul soya tohum verimi ve bazı kalite özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek için bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Araştırma, 2015 yılında Karadeniz ekolojik koşullarında Arısoy ve Nova soya çeşitleri ile



yapılmıştır. Çalışmalarında varyans analiz sonuçlarına göre, gübre uygulamalarının bitki boyu üzerindeki etkisini önemli, ilk bakla yüksekliğini, bitki başına bakla ve gövde sayısını, bitki başına tohum verimini, 1000 tohum ağırlığını, biyolojik verimi, tohum verimini, ham yağ ve protein içeriğini önemsiz bulmuşlardır. En yüksek tohum verimini Arısoy çeşidi için kanatlı gübresi uygulamasından (4659 ton ha<sup>-1</sup>) aldıklarını bildirmişlerdir. Bitki başına bakla sayısı 69,9 ile 78,3 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. En yüksek 1000 tohum ağırlığını kanatlı gübresi uygulamasından (200 g), en düşük (183,9 g) ise inorganik gübre uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Deneme sonucuna göre, kısmen karasal iklim özellikleri gösteren bölgelerde ikinci ürün soya yetiştiriciliğinde yüksek tohum verimi için inorganik gübre yerine kanatlı gübresinin kullanılabilirliği sonucuna varmışlardır.

Müjdecı vd. (2020), çalışmalarında, organik sebze yetiştiriciliği yapılan bir arazide üç yıl boyunca çiftlik gübresi ve yeşil gübre uygulamalarının bazı toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Denemelerinde, kontrol, çiftlik gübresi (35 ton ha<sup>-1</sup>) ve yeşil gübre uygulamalarının 0-10 ve 10-20 cm toprak derinlikleri için bazı toprak fiziksel özellikleri (toprak su karakteristikleri (0.001, 0.1, 0.33, 1, 5, 10 ve 15 bar), yarayışlı su içeriği, gözeneklilik ve hacim ağırlığı) üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmalarında tüm toprak-su tansiyon değerlerindeki, en yüksek hacimsel toprak su içeriği çiftlik gübresi uygulamasında, en düşük değerleri ise kontrol uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. En yüksek toplam toprak gözenekliliği ile makro ve mikro gözenek hacmini çiftlik gübresi uygulamasında, en düşük değerleri ise yine kontrol uygulamasında tespit etmişlerdir. Yarayışlı su içeriğini ise en yüksek yeşil gübreleme uygulamasında en düşük ise kontrol uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca en yüksek hacim ağırlığı kontrol uygulamasında, en düşük hacim ağırlığı ise çiftlik gübresi uygulamasında bulduklarını ve bu sonuçların, farklı organik materyal uygulamalarının toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Şanlı vd. (2020), araştırmalarını 2017 ve 2018 yıllarında Isparta şartlarında geleneksel ve azaltılmış azotlu gübrelemenin yanı sıra çiftlik gübresi ve gül posası uygulamalarının patatesten yumru verimi ve verimini etkileyen bazı parametrelere etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında çiftlik/sığır gübresi ve gül posası uygulamalarını dekar başına 2 ve 4 ton, azot uygulamalarını ise kontrol, 8 ve 16 kg N da<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, organik gübre ve azotlu gübre uygulamaları ocaktaki yumru sayısını, ocaktaki yumru verimini, ortalama yumru ağırlığını, toplam yumru verimini, pazarlanabilir yumru verimini ve pazarlanabilir yumru oranını

önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Azotlu gübrelemenin yarıya indirilmesi ve 4 t da<sup>-1</sup> çiftlik gübresinin uygulanması sonucunda yumru verimi (3511 kg da<sup>-1</sup>) organik gübreleme yapılmadan 16 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasından (3303 kg da<sup>-1</sup>) daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca 8 kg da<sup>-1</sup> azot gübrelemesinin yanı sıra 4 t da<sup>-1</sup> dozunda hem çiftlik gübresi hem de gül posasında yumru verimi 16 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasında elde edilen verime yakın olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında sürdürülebilir patates üretimi açısından inorganik azot uygulamalarının azaltılmasıyla hem çiftlik gübresi ve gül posası uygulamaları ile birim alandaki yumru verimi artırılacağı hem de konumdaki gül posasının ekonomik olarak kullanılabilir olabileceği ve aynı zamanda patates tarımına da katkı sağlanabileceği sonucuna varmışlardır.

#### **2.4. Organomineral Gübreleme Çalışmaları**

Kaya vd. (2005), tohuma çinko ve yapraktan humik asit uygulamalarının ekmeklik buğdayda verim ve bazı özelliklere etkilerini belirleyebilmek amacıyla iki yıl süreyle deneme yürütmüşlerdir. Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve materyal olarak Bezostaja 1 ve Gün 91 ekmeklik buğday çeşidi tohumları kullanılmıştır. Çeşitler ana parsellere, uygulamalar alt parsellere yerleştirilmiştir. Çalışmada çinkolu gübre ekimle tohuma, humik asit içeren yaprak gübresi ise yabancı ot ilacı ile birlikte uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; birinci yıl en yüksek tane verimi çeşitlerin ortalaması olarak 510 kg da<sup>-1</sup> ile çinko ve humik asidin birlikte uygulanmasından elde edilmiş olup, bunu 509,5 kg da<sup>-1</sup> ile humik asit, 503 kg da<sup>-1</sup> ile çinko ve 434 kg da<sup>-1</sup> ile kontrol uygulaması izlemiştir. İkinci yılda da benzer sonuçlar alınmış, kontrol uygulamasında 475 kg da<sup>-1</sup> olan tane verimi çinko uygulaması ile 502 kg da<sup>-1</sup>, humik asit uygulaması ile 528 kg da<sup>-1</sup>, çinko ve humik asit uygulanması ile 538 kg da<sup>-1</sup>'a yükselmiştir. Tane verimi yönünden her iki yılda da Gün-91 çeşidi en iyi sonuçları vermiş ve çinko ile yaprak gübresinin tek başına ya da birlikte uygulanmaları kontrole göre birim alan tane verimini arttırmıştır.

Fallahia vd. (2006), humik bileşik ve azot uygulamasının elmalarda gelişim, verim, kalite ve yaprak beslenme düzenine etkisini araştırdıkları çok yıllık bahçe denemesinde, orta ve yüksek düzeyde azot uygulaması ile birlikte humik asit kaynağı olarak %6 konsantrasyonunda üç farklı humik bileşik uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre tüm

uygulamalar elmalarda verim ve çözünebilir madde miktarını artırmış, humik asit uygulaması ile birlikte kök bölgesinde su kullanım etkinliği de artmıştır. Humik asit uygulaması ile birlikte yapraklarda N, Mn ve Fe kapsamları da artmıştır.

Güneş vd. (2009), bu çalışmada % 20 hümitik asit içeren farklı gübre dozlarının (0, 3, 6, 9, 12 g saksı<sup>-1</sup> kompoze gübre - % 12 N:% 12 P:% 12 K:% 20 Hümitik asit) gülün (*Rosaceae* spp.) agronomik ve floristik (boy, yaprak sayısı, yaprak kuru madde oranı, yaprak kuru madde verimi, gonca çiçek sayısı, kök kuru madde oranı) özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla 2006-2007 yıllarında Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu seralarında bir dizi denemeler gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada gülün agronomik ve floristik özelliklerine etkili en olumlu sonucu 6 g saksı<sup>-1</sup> organomineral gübre dozundan elde etdiklerini belirlemişlerdir. Bununla birlikte 3 g saksı<sup>-1</sup> organomineral gübre dozunun kök kuru madde oranı dışında tüm özellikler üzerinde olumlu etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Khan vd. (2010), humik asidin potansiyelini belirleyebilmek için Kurak Bölge Araştırma Enstitüsü'nde (Pakistan) iki yetiştirme periyodu boyunca ekmeklik buğday bitkisi ile yürütmüş oldukları denemede, farklı düzeylerde humik asit (3 ve 1,5 kg ha<sup>-1</sup>) ve kimyasal gübre (60:40 ve 30:20 kg NP ha<sup>-1</sup>) uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, birinci yılda 3 kg HA ha<sup>-1</sup> ile birlikte 30:20 kg NP ha<sup>-1</sup> uygulaması, ikinci yılda ise 3 kg HA ha<sup>-1</sup> uygulamasından en yüksek verim elde edilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında humik asit düzeylerinin ve kimyasal gübrelerin tek başına ya da kombine şekilde uygulanması bitki boyunu artırmıştır. Bunun yanında 1000 tane ağırlığı birinci yılda kontrole göre uygulamalarla birlikte arttığı bildirilmiştir. Humik asidin düşük maliyetli doğal bir gübre olarak toprağı iyileştirmesinde potansiyelinin yüksek olduğu kanaat getirmişlerdir.

Asri vd. (2011), bu çalışmayı, Antalya'da sera koşullarında hıyar yetiştiriciliğinde bitkisel temelli bazı sıvı organik gübrelerin, mineral gübrelerin ve bunların farklı bileşimlerinin hıyar bitkisinde verim ve meyve kalitesi özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı tasarlanan çalışmada; kontrol, toprak organik gübre, tam doz mineral gübre, tam doz mineral+organik gübre, yarım doz mineral+organik gübre, topraktan mineral+yapraktan organik gübre uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Bütün uygulanan konuların meyvede verim, meyve Ca, K, Mn ve Cu içeriğı, renk bileşenlerinin a ve b değerleri, meyve suyu pH, EC, meyve çapı ve ağırlığı, titre edilebilir asit içeriğı üzerine etkilerini istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır. Özellikle tam doz mineral gübre + organik gübre uygulaması ile verim, titre edilebilir asitlik, meyve suyu EC ve K içeriğinin arttığını bildirmişlerdir.

Organik gübre uygulamalarının, verim ve kalite özellikleri kontrol konusuna kıyasla önemli ölçüde artırmasına rağmen mineral gübre uygulamalarına göre düşük kaldığı sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, organik gübrelerin mineral gübrelerle birlikte uygulandığı denemelerde verimde ve incelenen diğer özelliklerde sadece mineral gübre verilen uygulamalara kıyasla önemli artışlar belirlediklerini bildirmişlerdir.

Çalışkan ve Ayan (2011), bu çalışmayı, 2009-2010 yılında Samsun ekolojik koşullarında farklı dozlarda organik bazlı NPK organomineral gübresinin (0, 10, 15 ve 20 kg da<sup>-1</sup>) ısırgan otunun verimi ve bazı agronomik özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapmışlardır. Bitki boyu, gövde kalınlığı, bitki başına gövde sayısı, yeşil biyokütle verimi ve kuru gövde verimi denemede bitki özellikleri olarak incelemişlerdir. Çalışmalarında, bitki boyu (139,4 cm), gövde kalınlığı (9,1 mm), bitki başına gövde sayısı (10,2 adet), yeşil biyokütle verimi (1956 kg da<sup>-1</sup>) ve kuru gövde verimi (656 kg da<sup>-1</sup>) için en yüksek değerler, 20 kg da<sup>-1</sup> organomineral gübre uygulama dozundan elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Kara (2011), tarafından humik asit ve fosforun ekmeklik buğdayın verim ve verim öğelerine etkisini belirlemek amacıyla yürütmüş olduğu çalışmada, üç farklı humik asit düzeyi (0, 30, 60 kg da<sup>-1</sup>) ve üç farklı fosfor düzeyi (0, 6, 12 kg TSP da<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Humik asit uygulaması ile biyolojik verim, birim alan tane verimi, hasat indeksi, m<sup>2</sup>'de başak sayısı, başakta tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, bitki boyu, hektolitre ve tanede protein içeriği önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir.

Demirtaş vd. (2012), bu çalışmada, Antalya'da sera koşullarında domates yetiştiriciliğinde kullanılan bazı bitkisel kökenli sıvı organik gübrelerin bitkilerinin beslenmesi ve toprak verimliliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede kontrol, organik gübre, mineral gübre, 1/1 mineral+organik gübre, 1/2 mineral gübre+organik gübre ve mineral gübre+yaprak organik gübre konularını karşılaştırmışlardır. Tesadüf blokları tasarımına göre dört tekrarlamalı kurulan çalışma, tek ürün domates yetiştirme döneminde gerçekleştirilmiştir. Mineral ve organik gübrelerin etkilerini görmek için toprak ve bitki örnekleri alınmış ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, analiz sonuçlarına göre topraktan organik gübre ve mineral gübre kombinasyonlarının çoğunlukla çok daha olumlu sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, söz konusu gübrelerin etkilerinin kontrolden farklı olduğunu, organik gübrelerin yapraklar yerine topraktan uygulamanın daha etkili olduğunu ve yalnızca mineral gübre kullanmak yerine mineral gübre ve organik gübre

kombinasyonlarının beraber kullanmanın bitki gelişiminde öne çıkan sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Du vd. (2013), humik asit (HA) ile mono kalsiyum fosfat (MCP) gübresinin kireçli bir toprakta uygulanmasıyla fosforun ve formlarının hareket mesafesini ölçmek için laboratuvar koşullarında inkübasyon denemesi kurmuşlardır. MCP (26,6 kg P ha<sup>-1</sup>) tek başına ve humik asit (254,8 kg HA ha<sup>-1</sup>) ile kombine bir şekilde silindire sıkıştırılan yüzey toprağına uygulanmış, 7 ve 28 günlük periyotluk inkübasyona bırakılmıştır. Yapılan analizler sonucunda HA ve MCP uygulanmasıyla fosforun hareket mesafesi ile birlikte suda çözünebilir, asitte çözünebilir ve alınabilir fosfor konsantrasyonunun arttığını bildirmişlerdir.

Gökmen vd. (2012), farklı dozlarda demir bileşikleri ve humik+fulvik asit kaynağı olarak TKI-Hümas uygulamalarının ıspanak bitkisinin aktif (Fe<sup>+2</sup>) ve toplam (Fe<sup>+2</sup> ve Fe<sup>+3</sup>) demir, klorofil a, klorofil b, klorofil a+b ve kuru madde verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla serada tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak deneme yürütmüşlerdir. Deneme süresince 1. Kontrol, 2. FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (%19 Fe), 3. FeEDDHA (%6 Fe), 4. 250 mg kg<sup>-1</sup> TKI-Hümas ile 5. 500 mg kg<sup>-1</sup> TKI-Hümas, 6. FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O+250 mg kg<sup>-1</sup> TKI-Hümas, 7. FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O+500 mg kg<sup>-1</sup> TKI-Hümas ve 8. %0.96 Fe içeren TKI-Hümas olmak üzere 8 adet uygulama konusu bulunmaktadır. Kontrol (1), 4 ve 5 numaralı uygulamalar hariç diğer uygulamalara 12 mg kg<sup>-1</sup> Fe verilmiştir. Denemede alınabilir demir kapsamı 1,48 mg kg<sup>-1</sup> Fe olan toprak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda değişik demir bileşikleri ve farklı dozlarda TKI-Hümas uygulamalarının ıspanak bitkisinin aktif (Fe<sup>+2</sup>) ve toplam demir, klorofil a, klorofil b, klorofil a+b ve kuru madde verimi üzerine etkileri farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Özkan vd. (2013), bu çalışmada, organik ve mineral gübrelerin sera koşullarında yetiştirilen biber bitkisinin beslenme durumunu ve bitki gelişim özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir deneme kurmuşlardır. Denemede, kontrol, organik, mineral, mineral (1/1) + organik, mineral (1/2)+ organik, mineral + yaprak organik gübre konularının uygulama olarak tasarlamışlardır. Organik ve mineral gübre uygulamaları ile bitkinin azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe) ve mangan (Mn) içeriklerinin arttığı bildirilmiştir. Bitkinin boyu, ana gövde çapı ve yan dal çapı gibi bitki gelişim özellikleri gübre uygulamalarından önemli ölçüde etkilendiği belirtilmiştir. Çalışmada sonuç olarak, organik gübre uygulamalarının, kontrol konusuna kıyasla, bitkinin beslenme durumunu ve biberin bitki gelişim özelliklerini arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla

birlikte, çalışmada mineral gübre uygulamalarına göre mineral + organik gübre kombinasyonlarının bitkilere olumlu bir bitkisel gelişim ve mineral destek sağladığı belirtilmiştir.

Türkmen vd. (2013), bu çalışmada, farklı organik materyaller (torf, perlit, organomineral gübre ve çay atığı) kombine ederek elde edilmiş topraklara solucanların yönelim durumlarını incelemiştir. Bu amaçla, elde edilen bu topraklar ile kontrol toprağı arasına bırakılan solucanların açtıkları kanalların toplam alanlarını ölçmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, solucanların açtıkları tünellerin yüzey alanlarını; organomineral gübreli karışımda 23,5 cm<sup>2</sup>, perlitli karışımda 24,3 cm<sup>2</sup>, çay atıklı karışımda 35,8 cm<sup>2</sup>, torflu karışımda 48,0 cm<sup>2</sup> ve kontrol toprağında ise 84,0 cm<sup>2</sup> olarak tespit etmişlerdir. Bu bulgulara göre, kontrol toprağının diğer organik kombine topraklara göre tercih edilme düzeyinin istatistiksel olarak önemli olduğunu saptanmışlardır.

Günay (2014), Aydın Söke koşullarında yaptığı çalışmada yağlık ayçiçeğinde inorganik gübreleme, organomineral gübre ve bu gübrelerin farklı dozlarını kullanılmıştır. Çalışmada, çiçeklenme ve hasat olmak üzere iki farklı fizyolojik dönemde yaprak örnekleri almıştır. Denemede, farklı gübrelerin bitkideki besin maddesi miktarını etkilediği istatistiksel olarak tespit etmiş ve ayrıca organomineral gübre uygulamasının ayçiçeği bitkilerinde diğer mineral gübrelere göre daha yüksek verim ve kalite sağladığını belirtmiştir.

Doğramacı ve Arabacı (2015), bu çalışmayı, Aydın ekolojik koşullarında 2005 yılı üretim sezonunda organik ve inorganik gübre uygulamalarının Anason (*Pimpinella anisum* L.) çeşitleri ve ekotiplerinin bazı fizyolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Denemede, üç farklı anason ekotipi (Çeşme, Fethiye-Seki, Denizli-Acıpayam) ve bir tescilli çeşit (Göhlhisar) ile altı farklı organik, mineral ve organomineral gübre uygulamasını (kontrol, ticari gübre, ahır gübresi, organik gübre, ticari gübre x organik gübre ve ticari gübre x ahır gübre kombinasyonu) ve etkisini incelemiştir. Çalışmada bitkide en yüksek uçucu yağ oranı (%1,86) mineral gübre+organik gübre kombinasyon uygulaması ile Çeşme ekotipinden, en düşük değeri ise kontrol (%1,27) konusu ile Göhlhisar çeşidinden elde ettiklerini bildirmişlerdir. Uçucu yağın önemli bir bileşeni olan trans-anetol oranının %97,5-98,5 arasında değiştiğini ve organik gübre uygulaması ve organik-mineral gübre uygulamasında uçucu yağ veriminin arttığını, fakat gübre uygulamalarının uçucu yağ bileşenlerini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Tamer vd. (2016), tarafından organik düzenleyicilerin bazı toprak özellikleri ile ayçiçeği bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2005-2006 yetiştirme döneminde Çukurova Tarım İşletmeleri'nde (TİGEM) yürütülmüş çalışmada kontrol düzeyi 42 kg da<sup>-1</sup> 15-15-15 taban gübresi ve 12 kg da<sup>-1</sup> üre üst gübre olarak uygulanmıştır. Bunun yanı sıra kontrol konusu ile karşılaştırmak için bu konunun (kontrol) yanında bazı organik düzenleyiciler de ilave edilmiştir. Deneme sonucuna göre kontrol düzeyi ile birlikte verilen humik asit uygulamalarının bitki boyu, hektolitre ağırlığı ve protein içeriğine etkisi önemli bulunmazken, 1000 tane ağırlık ve verim değerlerinde istatistiksel olarak önemli artışlar olduğu bildirilmiştir.

Ateş ve Tekeli (2017), Edirne ili Keşan ilçesindeki çiftçi tarlasında yapılan çalışmalarını, 2013-2015 yılları arasında 2 yıl süreyle yürütmüşlerdir. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak tasarladıkları araştırmalarında Töre yem bezelyesi çeşidi yetiştiriciliğinde 3 farklı taban gübresi (18-46-0, 20-20-0 ve 8-21-0 organomineral gübre) kullanmışlardır. Yem bezelyesine ait bitki boyu, dal sayısı ve yaprak/sap oranı ve yeşil ot verimleri tam çiçeklenme döneminde ölçülmüş ve daha sonra da kuru ot verimi, ham protein ile ADF ve NDF oranlarını belirlemişlerdir. En yüksek bitki boyunu (135,3 cm), dal sayısını (6 adet), yaprak/sap oranını (0.92), yeşil ot verimini (5214,7 kg/da), kuru ot verimini (1112,5 kg/da), NDF (%42,7) ve ham protein oranı (%18,4) ile en düşük ADF (%31,3) oranını organomineral taban gübresi (8-21-0) uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Bender ve Şenlikoğlu (2017), çalışmalarında, kompost ve azotlu gübre uygulanan topraklarda yetişen ıspanağın (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi üzerine etkilerini sera koşullarında araştırmışlardır. Deneme tesadüf blokları deneme tasarımına göre, iki azotlu gübre uygulaması (gübresiz veya gübresiz), üç kompost materyali (findık küspesi kompostu, hayvan gübresi ve zenginleştirilmiş kompost) ve dört farklı dozda (%0, %2, %4, %8, hacimsel olarak) gerçekleştirilmiştir. Saksılara ekim öncesi ve ekim sonrası dekara 25 kg CAN (%26 N) gübre uygulaması azot gübre konusu olarak belirtilmiştir. Azotlu gübre uygulaması ve toprağa kompost karıştırılması ıspanak bitkisinin büyümesini desteklemiştir. Zenginleştirilmiş kompostun %8 ile kombine edilmesiyle ıspanakta ortalama yaprak sayısının 23,4, gövde uzunluğunun 5,7 cm, yaprak aya genişliğinin 4,4 cm, yaprak ayası uzunluğunun 5,2 cm ve taze ağırlığın 36,2 g olduğunu bildirmişlerdir. Tüm bu elde edilen bulgulara göre %8 zenginleştirilmiş kompostun azotlu gübre uygulanan toprakla karıştırılmasının bitkinin gelişim özelliklerini artırdığı sonucuna varmışlardır.

Namlı vd. (2017), çalışmalarında, Afşin Elbistan Linyit işletme sahasında bulunan linyit pasa malzemelerinden elde edilen organik materyallerin ve bunlardan oluşturulan humik asit, organik toprak düzenleyicisi ve organomineral gübreler ile buğday bitkisi ve toprakların karakteristik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla sera denemesi gerçekleştirmişlerdir. Deneme bulgularına göre; en yüksek pH, 15 kg da<sup>-1</sup> DAP uygulamasında belirlenmiş, inorganik, organik ve organomineral gübrelerin artan seviyelerde uygulanması ile toprakların tuzluluk (EC) değerlerinin kontrol konusuna kıyasla arttığı belirlenmiştir. Denemede uygulamaların hepsinde toprakların organik madde içerikleri kontrol ve inorganik gübre uygulamalarına göre önemli artışlar gösterdiğini bildirmişlerdir. En yüksek alınabilir P içeriği organik materyal ile DAP gübresinin kombinasyonu olan uygulamalarda belirlenmiş, en yüksek N içeriği ise 10.10.10 organomineral gübre uygulamasında tespit edildiği belirtilmiştir. Tüm gübre uygulamalarında bitki boyu kontrol konusuna kıyasla artış gösterdiği tespit edilmiştir. Buğdayda en yüksek yaş ağırlık 10.10.10 organomineral gübre uygulaması ile, kuru ağırlık ise en yüksek 15.15.15 inorganik gübre uygulamasında belirlenmiştir. Buğdayda bitki N ve P konsantrasyonları en fazla 1lt humik asit uygulama konusunda tespit edilmiştir. Sonuç olarak adı geçen işletme sahasında fazla miktarlarda mevcut bu organik materyaller üzerinde çeşitli analizler yapılarak, organomineral gübre, K-humat veya humik asit şeklinde değerlendirilmesinin buğday üretiminde önemli olabileceği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Süzer ve Çulhacı (2017), araştırmalarını, Edirne ekolojik koşullarında ve 2014-2015 sezonunda farklı ticari organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin kışlık ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'ın tane verimi ve bazı verim unsurları üzerindeki etkilerini belirlemek üzere gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada 7 farklı uygulama konusu; 1) Kontrol / gübresiz, 2) 25 kg da<sup>-1</sup> Hexaferm 10N.10P.0K+20S organomineral gübre, 3) 25 kg da<sup>-1</sup> Hexaferm Süper 8N.21P.0K organomineral gübre, 4) 25 kg da<sup>-1</sup> Hexaferm 10N.15P.0K+20S organomineral gübre, 5) 25 kg da<sup>-1</sup> Hexaferm 12N.12P.0K+12S organomineral gübre, 6) 25 kg da<sup>-1</sup> 20N.20N.0K+1Zn inorganik kompoze gübre (çiftçi uygulaması) ve 7) 25 kg/da 18N.46P.0K inorganik kompoze gübre (çiftçi uygulaması) konularını değerlendirip incelemişlerdir. Araştırmalarında, buğday tane veriminin yanı sıra bitki boyunu, metrekaredeki başak sayısını, başakta tane sayısını, bin tane ve hektolitre ağırlıklarını belirlemişlerdir. Buğday tane veriminin, yağış koşullarında farklı organomineral ve inorganik gübre uygulama konularından istatistiki olarak önemli ölçüde



etkilendiğini bildirmişlerdir. İstatistiki analiz sonuçlarına göre; Selimiye kışlık ekmeklik buğday çeşidinde en yüksek tane veriminin, ekim öncesi sonbaharda toprak altına Hexaferm 12N.12P.0K+12S gübresinden dekara 25 kg ve ilkbaharda üste kardeşlenmede 15 kgda<sup>-1</sup> üre ile ayrıca bitkilerin sapa kalkma devresinde 15 kg da<sup>-1</sup> dozunda Amonyum nitrat gübre uygulamasından 636 kg da<sup>-1</sup> ortalamasıyla elde edildiğini bildirmişlerdir.

Namlı vd. (2019), çalışmaları kapsamında, Afşin Elbistan Linyit işletmelerindeki organik materyallerden elde edilen ve bir toprak düzenleyicisi olarak kullanılan humik asit ve bu humik asidin farklı oranlarda kimyasal gübrelerle birleşiminden elde edilen çeşitli organomineral gübrelerin buğday bitkisinin ve bazı toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla bir yıl süreli bazı çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen organik materyalin uygulaması ile bitki boyunun arttığı, ayrıca sadece 20 kg da<sup>-1</sup> DAP gübresinin uygulamasına karşın toprağa uygulanan organik materyallerin ve bunların kimyevi gübrelerle birlikte uygulanmasının buğday verimini de önemli bir seviyede artırdığı da vurgulanmıştır. Tüm uygulamaların kontrol konusuna kıyasla toprağın pH, organik madde ve değişebilir K değerini artırdığı da bildirilmiştir. Sonuçta incelenen özellikler genel olarak değerlendirildiğinde; toprak düzenleyici vasfa sahip bu organik materyallerin organomineral gübre, K-humat ve humik asit olarak değerlendirilmesinin buğday yetiştiriciliğinde önemli bir etkiye sahip olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Toprak (2019), çalışmasında, 2012 ve 2013 yıllarında Eskişehir ekolojik koşullarında kalkerli bir toprakta yetiştiriciliği yapılan elma bahçesinde demir zengin organomineral gübre dozlarının etkisini incelemiştir. Denemede, elma ağaçlarına uygulanan gübre dozlarını, kontrol konusu dışında, Organik gübre (Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç<sup>-1</sup>), FeOMG<sub>1</sub> (FeSO<sub>4</sub>: 100 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç<sup>-1</sup>), FeOMG<sub>2</sub> (FeSO<sub>4</sub>: 200 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç<sup>-1</sup>), FeOMG<sub>3</sub> (FeSO<sub>4</sub>: 400 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç<sup>-1</sup>), FeOMG<sub>4</sub> (FeSO<sub>4</sub>: 800 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç<sup>-1</sup>) olarak belirlemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, artan seviyelerde uygulanan demir zengini organomineral gübrelerin, yaprak N, P, K ve Fe içeriğini artırdığını bildirmiştir. Bununla birlikte, yaprak Ca, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonlarının azaldığını ayrıca yaprak Mg konsantrasyonlarının ise değişmediğini tespit etmiştir. Araştırmacı çalışmasında, elma ağaçlarına bahar ayında uygulanacak Fe içerikli organomineral gübrenin FeOMG<sub>2</sub> (FeSO<sub>4</sub>: 200 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç<sup>-1</sup>) dozunun kullanılabileceğini bildirmiştir.

Ünlükara (2019), farklı şekerpancarı kök bölgesi derinliklerine ve farklı organomineral gübrelere göre sulama suyu uygulamalarının şekerpancarı verimi, kök

kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için 2014 ve 2015 şekerpancarının vegetasyon süresi boyunca iki yıl süreyle Kayseri ekolojik koşullarında şekerpancarının su tüketimi ve su kullanım verimliliği ile ilgili bir dizi denemeler gerçekleştirmiştir. İki sabit kök derinliği (D1= 90 cm ve D2= 60 cm) ve bir aktif su ekstraksiyon kök derinliğini (D3= 40-90 cm) incelemiştir. Üç tekrarlı tesadüf blok bölünmüş parseller tasarımında gerçekleştirdiği çalışmada inorganik gübre (F1), organomineral gübre (F2) ve organik + inorganik gübre (F3) uygulamalarını alt konular olarak tasarlamıştır. Uygulanan daha düşük azot ve fosfor miktarlarına rağmen, F2 konusunun, F1 (8,9 t da<sup>-1</sup>) ve F3 (9,5 t da<sup>-1</sup>) konularıyla aynı şeker pancarı kök verimini (9,5 t da<sup>-1</sup>) ürettiğini bildirmiştir. Ayrıca D1 konusunun iki yıllık sulama suyu gereksiniminin, D2 ve D3 konularından sırasıyla %22,8 ve %27,6 oranında daha fazla olduğu, D2 ve D3 konularının sulama suyu kullanım verimlerinin D1'e göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Gezgin vd. (2020), çalışmalarında, kimyasal ve organomineral gübreler ve K-Humat uygulamalarının dane mısırın fosfor kullanımına etkilerini belirlemiştir. Rastgele blok deneme tasarımına göre üç tekerrürlü yürütülen denemede, U1 (%100 P) kimyasal gübre (13.24.12-10 SO<sub>3</sub>+1 Zn), U2 (%100 P) ve azalan oranlarda U3 (%80 P), U4 (%60 P), U5 (%40 P) organomineral gübre (7.16.10-15 SO<sub>3</sub>+1 Fe+0.5 Zn+20 organik madde) ve 6 lt da<sup>-1</sup> K Humat (%12 Hümik+fulvik asit ) azalan oranlarda kimyasal gübreden U6 (%100 P), U7 (%80 P), U8 (%60 P), U9 (%40 P) fosfor uygulamışlardır. Çalışmalarında, gübreleme uygulamalarının, taç oluşumu döneminde mısır bitkisinin yapraklarındaki besin elementlerinin değişiminde etkili olmadığını, mısır bitkisi için bildirilen sınır değerlere göre ise besin maddelerinin yapraklarda yeterli düzeylerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Gübre uygulamalarının tane verimi üzerindeki etkisini istatistiki açıdan önemsiz ve fosforun agronomik ve yeniden alım etkinliği üzerindeki etkisini anlamlı bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, fosforun agronomik ve geri alım etkinliğinin genellikle kimyasal gübre uygulamasına göre organomineral gübre uygulamalarıyla birlikte azalırken, kimyasal gübrelerle en düşük oranda fosfor ve K-Humat uygulamaları ile arttığını bildirmişlerdir.

İpekeşen vd. (2020), bu çalışmada, farklı gübre uygulamalarının (kontrol, inorganik nitrojen, organik-1, organik-2 ve bakteriyel aşılama) yerel bir bezelye ekotipinin verim bileşenleri üzerindeki etkisini araştırmak için sera koşullarında denemeler gerçekleştirmişlerdir. Araştırmalarında çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası dönemlerde bitki boyu, taze ve kuru bitki, gövde + yaprak, kök, yumru ve yaprakçık ağırlığı, nodül sayısı ve bitki başına yaprak alanlarını incelemiştir. Gübre

uygulamalarının nodül sayısı ve taze nodül ağırlığı üzerindeki etkisi her üç dönemde de istatistiki açıdan anlamlı bulmuşlardır. Çiçeklenme öncesi ve tam çiçeklenme sezonlarında gübre uygulamaları ile nodül sayısı ve taze ağırlık miktarları azaltılmıştır. Çiçeklenme sonrası dönemde ise organik gübre uygulaması ile nodül ağırlığının arttığı ayrıca organik-2 uygulamasının kök uzunluğunu olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.

Mounirou vd. (2020), çalışmalarında, farklı mineral gübre (%100, %50 ve %0) düzeylerinde keçi gübresi ( $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) ve bunların kombinasyonlarından elde edilen biyokömür ( $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) uygulamalarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının soğan bitkisinin gelişimi ile mineral gübreden yararlanma düzeylerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla; 2018 ilkbaharında taze soğan bitkisinde ortalama bitki yaş ve kuru ağırlıklarını, toplam verimi, bitkideki N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerini belirlemişlerdir. Deneme alanında, %100 mineral gübre, biyokömür ve biyokömür+keçi gübresi uygulamalarıyla N içeriği, mineral gübre uygulanmayan bitkilerde ve tüm organik gübre uygulamalarıyla birlikte P içeriği, biyokömür ve biyokömür+keçi gübresi uygulamalarıyla K, Ca ve Mg içeriğinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Biyokömür uygulamasının tek başına bitki Fe ve Cu içeriklerini önemli düzeyde azalttığını, mineral gübre uygulamalarının Zn içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca biyokömür ve biyokömür+keçi gübresi uygulamalarının bitki Mn içeriğini önemli düzeyde arttırdığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak denemelerinde biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulanmasıyla verim ve verim öğelerinin bitki gelişimi açısından daha uygun olduğunu belirlemişlerdir.

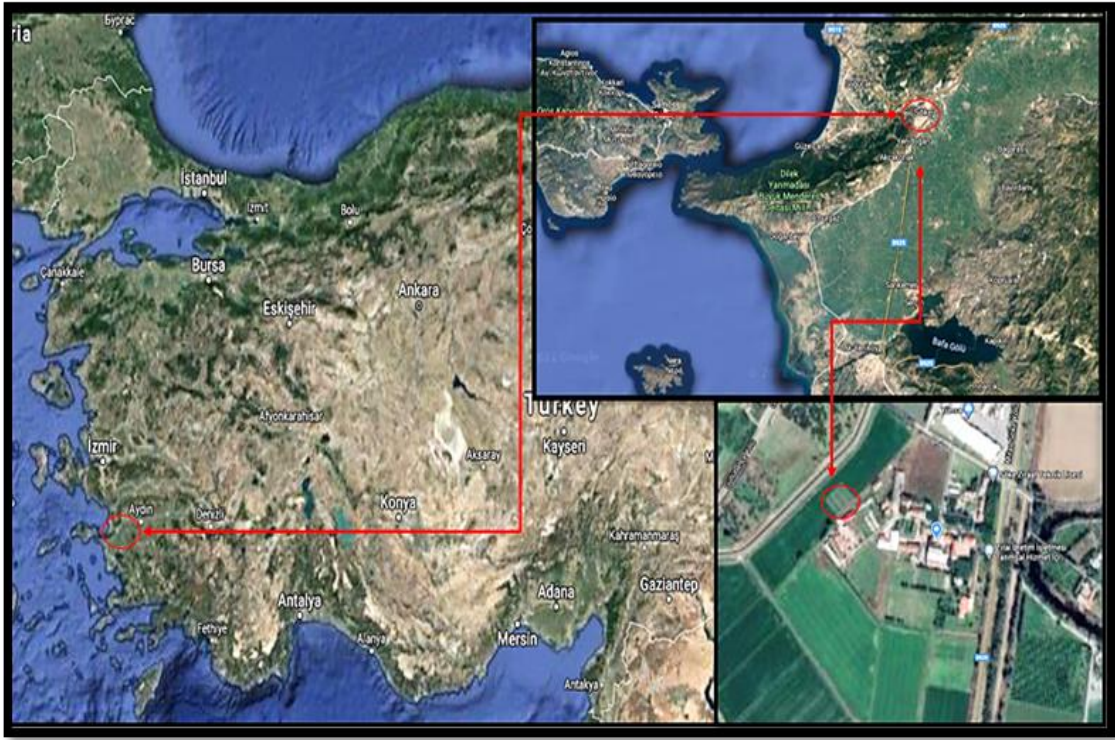
Yossif ve Gezgin (2020), mono amonyum fosfat (MAP) gübresi ve humik asit (K-Humat) uygulamalarının ekmeklik buğdayın tane verimi ve tanenin fosfor alımına etkisini belirlemek amacıyla Bahri Dağdaş Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 2018-2019 yetiştirme döneminde kuru koşullarda fosfor düzeyleri 0, 17,5 ve 35  $\text{kg ha}^{-1}$  (P0, P17,5, P35) ve humik asit düzeyleri 0 ve 12  $\text{kg ha}^{-1}$  (K-H0, K-H12) olacak şekilde deneme yürütmüşlerdir. Denemede fosfor MAP (12-61-0) gübresinden, humik asit (K-Humat) TKİ-Hümas'tan (%12 humik+fulvik asit, %5 organik madde, %2  $\text{K}_2\text{O}$ ) karşılanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre tane verimi, hasat indeksi, başaktaki tane sayısı ve yaprak fosfor içeriğine hem fosfor hem de K-Humat uygulamalarının birlikte etkileri (Fosfor x K-Humat interaksyonu) önemli bulunmuştur. En yüksek tane veriminin P35 ile K-H0 uygulamasından, en yüksek hasat indeksinin P0 ile K-H0 uygulamasından, en yüksek başaktaki tane sayısının P17,5 ile K-H0 uygulamasından ve en yüksek yaprak fosfor içeriğinin P35 ile K-H0 ve P17,5 ile K-H12 uygulamalarından elde edildiği bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1 Araştırma Alanının Konumu ve Özellikleri

Bu çalışma, Aydın ili Söke ilçesinde bulunan, Zirai Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü (Söke Tayem) Bitkisel Üretim Bölümü'ne ait tarım arazilerinin 4 No'lu üretim parselinde 2019-2020 ve 2020-2021 yılları buğday vejetasyon süresince gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanı, Büyük Menderes Havzası, Aydın Söke Alt Havzası (1088 km<sup>2</sup>)'nda, Söke'nin 7 km güneyinde, 37° 48' kuzey enleminde, 27° 28' doğu boylamında yer almakta olup deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 38 m'dir (Göney, 1973) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüsü (Google Earth).

### 3.1.2. Araştırma Alanının İklimsel Özellikleri

Söke ilçesi sıcak ve ılıman bir iklim yapısına sahip olup kış aylarında, yaz aylarından çok daha fazla yağış düşmektedir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Csa (Kış ılık yazı sıcak ve kurak iklim/Akdeniz iklimi) tanımıyla belirtilmektedir (Anonim, 2016a). Aydın ili ve Söke ilçesine ait bazı iklim verileri Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.1.** Aydın ili uzun yıllar (1941-2021) ve Söke ilçesi deneme yılları (2019-2021) buğday yetiştirme sezonu dönemine ait aylık iklim verileri

İklimsel Olay	Yer	Yıllar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Ortalama
OEYS (°C)	Söke	2019-2020	22,5	14,9	13,2	14,8	18,5	21,6	27,8	29,7	20,4
		2020-2021	21,0	17,6	14,8	17,3	16,7	22,0	28,7	30,6	21,1
	Aydın	1941-2021	20,3	14,7	13,5	15,2	18,7	23,2	28,9	34,2	21,1
OEDS (°C)	Söke	2019-2020	12,9	8,1	5,4	6,9	8,7	11,2	15,4	18,3	10,9
		2020-2021	10,7	9,2	7,0	7,4	6,7	10,7	15,1	20,1	10,9
	Aydın	1941-2021	9,0	5,9	4,4	5,5	7,2	10,5	14,9	19,1	9,6
İklimsel Olay	Yer	Yıllar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Toplam
ATY (mm)	Söke	2019-2020	114,6	155,8	90,0	122,4	77,8	65,2	38,4	1,8	666,0
		2020-2021	0,8	180,6	155,6	83,0	89,4	13,2	3,2	7,0	532,8
	Aydın	1941-2021	86,5	110,3	111,3	87,4	70,8	53,4	43,8	14,3	577,8

OEYS: Ortalama En Yüksek Sıcaklık, OEDS: Ortalama En Düşük Sıcaklık, ATY: Aylık Toplam Yağış

Elde edilen meteorolojik verilere göre, 2019-2020 buğday yetiştirme sezonu içinde yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 20,4 °C, yıllık ortalama en düşük sıcaklık 10,9 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 666 mm, 2020-2021 buğday yetiştirme sezonu içinde ise, yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 21,1 °C, yıllık ortalama en düşük sıcaklık 10,9 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 532,8 mm olarak gerçekleşmiştir. Denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yılda buğday yetiştirme sezonu içinde 134 mm daha az yağış kaydedilmiş, yine ilk yıla oranla ikinci yıl sezon ortalamasında 0,7 °C’lik sıcaklık farkı gerçekleşmiştir.

Buğday ekiminin yapıldığı Kasım 2019'da toplam 114,6 mm, Kasım 2020'de ise 0,8 mm yağış düşmüştür. Bu ayın uzun yıllar ortalaması ise 86,5 mm olarak belirtilmiştir. Çalışmanın ilk yılında (2019-2020) buğday ekiminin gerçekleştiği Kasım ayında ortalama en yüksek sıcaklık 22,5 °C, ikinci yılında (2020-2021) ise 21,0 °C olarak kaydedilmiştir. Bu ayın uzun yıllar ortalaması ise 20,3 °C olarak bildirilmiştir. Çalışmanın ilk yılında (2019-2020) buğday hasadının gerçekleştiği Haziran ayında ortalama en yüksek sıcaklık 29,7 °C, ikinci yılında (2020-2021) ise 30,6 °C olarak kaydedilmiştir. Bu ayın uzun yıllar ortalaması ise 34,2 °C olarak gerçekleşmiştir.

### 3.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Çalışmada, deneme kurulmadan önce örneklenen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde; araştırma alanı topraklarının siltli-tın bünyeye sahip ve hafif alkali karakterli olduğu; tuzluluk problemi olmayan toprakların yetersiz organik madde ve orta düzeyde kireç içerdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 3.2.** Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-30 cm).

Analizler	Sonuçlar	Değerlendirme
Kum (%)	25,4	
Silt (%)	52,0	Siltli - Tın
Kil (%)	22,6	
pH (1:2.5)	7,95	Hafif Alkali
Toplam Tuz (dS m <sup>-1</sup> )	0,32	Tuzsuz
Kireç (%)	14,8	Orta Kireçli
Organik Madde (%)	1,81	Yetersiz
Toplam N (%)	0,06	Yetersiz
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	10,3	Yeterli
Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	106	Yetersiz
Alınabilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	2160	Orta
Alınabilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	765	Yüksek
Alınabilir Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	10,9	Yeterli
Alınabilir Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	1,75	Yeterli
Alınabilir Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	7,84	Yetersiz
Alınabilir Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	2,86	Yeterli
Alınabilir B (mg kg <sup>-1</sup> )	1,82	Yeterli

Araştırma öncesi deneme alanı topraklarının analiz sonuçlarına göre, toplam azot ve alınabilir potasyumun yetersiz, alınabilir fosforun yeterli, alınabilir kalsiyumun orta düzeyde, alınabilir magnezyumun ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte,

toprakta mikro bitki besin maddeleri analizlerine göre ise, alınabilir mangan hariç tamamının toprakta yeterli miktarlarda olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990a; 1990b).

### 3.1.4. Araştırmada Uygulanan Organik Materyalin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalışmada mineral fosfor gübresi ile farklı kombinasyonlar elde edilen süt sığırları gübresi Söke Zirai Üretim İşletmesi, Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü (Söke Tayem), Hayvansal Üretim Bölümü Tesislerinden elde edilmiştir. Denemede kullanılan sığır gübrelere bir yıl boyunca ihtimara/çürümeye bırakılmış alanlardan temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan süt sığırları gübresine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.3’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.3.** Denemede kullanılan organik gübrenin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Analizler	Değerler	Analizler	Değerler
pH (1:2.5)	6,92	P (%)	0,45
Toplam Tuz (dS m <sup>-1</sup> )	3,40	K (%)	2,16
Kuru Madde (%)	80,2	Ca (%)	0,85
Nem (%)	19,8	Mg (%)	0,12
Organik Karbon (%)	39,3	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	386,7
Organik Madde (%)	67,9	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	92,4
Organik N (%)	1,98	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	142,0
C/N Oranı	19,8	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	83,3
Humik+Fulvik Asit (%)	16,2 (4,8+12,4)	B (mg kg <sup>-1</sup> )	5,60

### 3.1.5. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyalinin Bazı Özellikleri

Çalışmada Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünde ıslah edilmiş ve piyasaya sunulmuş ekmeklik buğday olan Kayra çeşidi kullanılmıştır. Kayra kırmızı, yarı sert, kılçıklı ve pasa dayanıklı bir ekmeklik buğday çeşididir. Çeşidin, protein oranı, %11,6-14,6, hektolitre ağırlığı, 70,1-81,2 kg 100 lt<sup>-1</sup>, sedim değerleri, 25-60 ml, yaş gluten değeri %32-36, bin tane ağırlığı 30,9-45,6 g civarında olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2016b).

### 3.1.6. Araştırmada Kullanılan Kimyasal Gübreler

Çalışmada, st gübrelemede (kardeşlenme ve sapa kalkma dönemi) kullanılmak üzere azotlu gübre kaynağı olarak, içeriğinde %46 oranında azot ihtiva eden re [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] gübresi, sığır gübresi ile oluşturulan kombinasyonlarda kullanılmak üzere içerisinde %18 oranında azot (N) ve %46 oranında fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ihtiva eden diamonyun fosfat gübresi (DAP) ve buğdayın sapa kalkma döneminde kullanılmak üzere potasyumlu gübre kaynağı olarak, içeriğinde %13 oranında azot (N) ve %46 oranında potasyum (K<sub>2</sub>O) ihtiva eden potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>) gübresi temin edilmiştir.

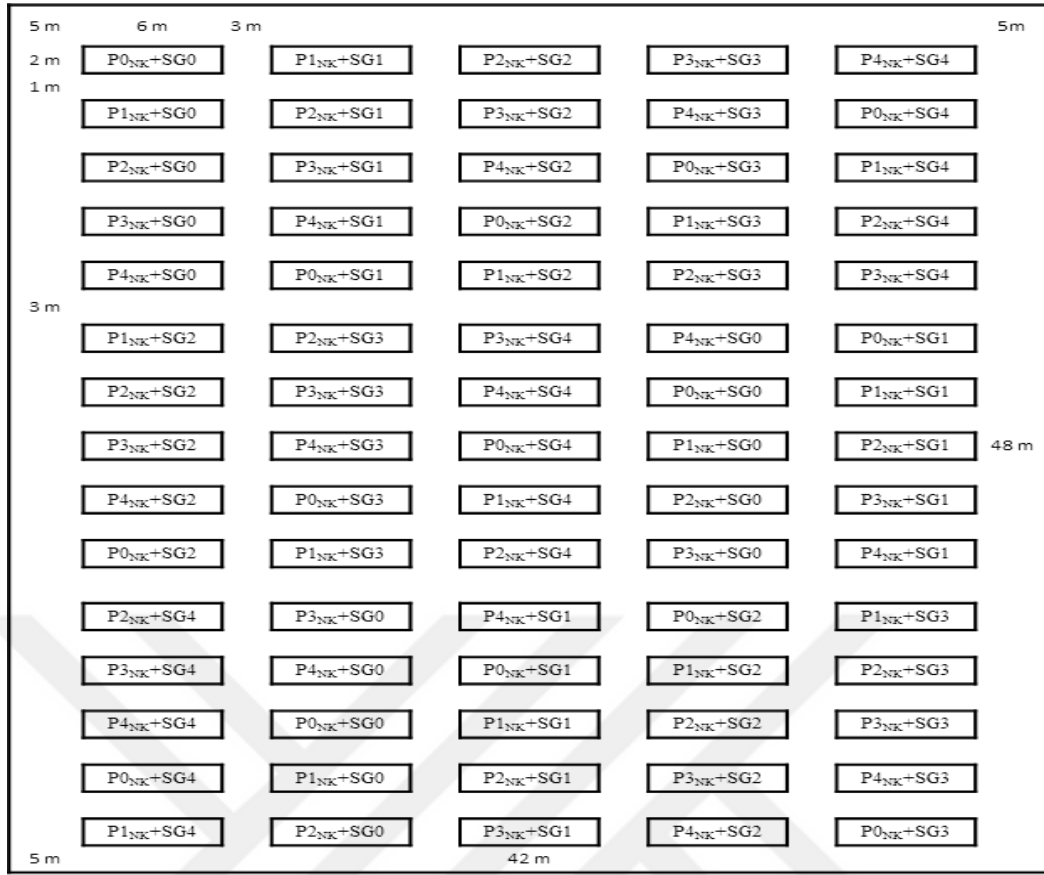
## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Araştırma Konusu ve Tarla Deneme Tekniği

Çalışmada kontrol (SG<sub>0</sub>) hariç dört farklı süt sığır gübresi (SG<sub>1</sub>: 1.0 t, SG<sub>2</sub>: 2 t, SG<sub>3</sub>: 3 t ve SG<sub>4</sub>: 4 t da<sup>-1</sup>) dozu ile kontrol (P<sub>0</sub>) hariç dört farklı fosfor (P<sub>1</sub>: 2,3 kg, P<sub>2</sub>: 4,6 kg, P<sub>3</sub>: 6,9 kg ve P<sub>4</sub>: 9,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) seviyeleri kullanılmıştır. Bu iki farklı gübre ile çeşitli oranlarda kombinasyonlar oluşturulmuş ve gübre kombinasyonları bir aylık bir inkübasyon süresine tabi tutulmuştur. Kombinasyonu oluşturulan gübreler, toprağa buğday ekimi öncesi uygulanmış ve bir gün sonrasında buğday ekim işlemi gerçekleşmiştir. Araştırmaya ait deneme planı Şekil 3.2'de sunulmuştur. Buğday bitkisi, dekara 20 kg ekim normu ile mibzer yardımıyla ekilmiştir. Buğday, 2019 yılında 5 Kasım ve 2020 yılında 7 Kasım tarihinde, parsel boyu 6 m ve eni 2 m olacak Şekilde ekimi gerçekleşmiştir.

Hasat zamanı (tam olum), 1,2 m eninde ve 5 m boyunda olacak Şekilde parsel hasat makinası olan Hege ile hasatlar tamamlanmıştır. Ekimde parsel boyutları 12 m<sup>2</sup>, hasatta parsel boyutları 6 m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Her parsel arasında 1 m, her blok arasında ise 3 m mesafe bırakılmıştır. Araştırmada denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olacak Şekilde tasarlanmış ve kurulmuştur. Deneme akılı olarak iki sene boyunca yrtlmştir.





Şekil 3.2. Araştırma alanının deneme planı.

Denemede destekleyici gübre olarak potasyum nitrat gübresi toprak analiz sonuçlarına göre tüm parsellere  $7,5 \text{ kg da}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$  (Kara, 2014) düşecek şekilde sapa kalkma döneminde ve azotlu gübre kaynağı olarak üre ise tüm parsellere eşit  $16 \text{ kg da}^{-1}$  saf azot (Öztürk ve Gökkuş, 2008) düşecek şekilde hesaplanarak buğdayın kardeşlenme ve sapa kalkma döneminde iki defa toprağa uygulanmıştır.

Uygulanan azot miktarı, organomineral gübrelerde kullanılan DAP ile destek gübresi olan  $\text{KNO}_3$  gübresinin içerdiği azot oranına ve miktarına göre hesaplanıp parsellere homojen azot miktarı düşecek şekilde uygulanmıştır. Deneme süresi boyunca, parsel başına ( $12\text{m}^2$ ) uygulanan tüm kimyasal gübrelerin miktarları ve uygulama dönemlerine ait şablon Çizelge 3.4’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.4.** Deneme boyunca her bir parselde uygulanan gübrelerin miktar ve gübreleme dönemleri ile toprağa toplamda sunulan saf inorganik bitki besin maddesi miktarları.

Tabana Ekim Öncesi		Kardeşlenme Dönemi	Sapa Kalkma Dönemi		Toplam Besin Maddeleri (kg da <sup>-1</sup> )		
DAP (g)	Sığır Gübresi (kg)	ÜRE (g)	ÜRE (g)	KNO <sub>3</sub> (g)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0	0	209	152	200	16	0	7,5
60	12	197	140	200	16	2,3	7,5
120	24	185	128	200	16	4,6	7,5
180	36	174	116	200	16	6,9	7,5
240	48	162	106	200	16	9,2	7,5

### 3.2.2. Gübre Kombinasyonlarının Hazırlanması ve Uygulanması

Denemede farklı mineral kaynaklı fosfor dozları ile organik kaynaklı süt sığırı gübresi dozları değişik kombinasyonlarda hazırlanarak yeni bir organomineral gübre materyali oluşturulmuştur. Bu gübreleme materyallerinde kombinasyon olacak mineral fosfor ve organik sığır gübresi dozları hesaplanarak tartım işlemlerinden geçirilmiş ve karıştırılmıştır. Karıştırılan bu materyaller 50 kg'lık önceden temizlenmiş çuvallara doldurularak ekim öncesi toprağa uygulanmadan önce 30 gün kadar güneş almayan ve ortalama 18-20 °C sıcaklığa sahip bir ortamda bekletilmiştir. İnkübasyon sonunda gübreler kendine ait parsellere dağıtılmış ve toprağın yaklaşık 0-30 cm derinliğine kadar karıştırılmıştır.

### 3.2.3. Ekim Öncesi Tarla Hazırlığı

Fosforlu organomineral gübreleri uygulamadan önce buğday ekimi için uygun bir tarla hazırlığı yapılmıştır. Arazi önce derin toprak işleme mekanizasyon aletleriyle sürülmüş arkasından diskaro çekilmiş, sonrasında ise toprak frezesi ile ekime hazır hale getirilmiştir. Daha sonra hazırlanan organomineral gübreler toprağa karıştırılmış ve bir gün sonra buğday ekim işlemi mibzerle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Organomineral gübrelerin hazırlanması ve uygulanması.

### 3.2.4. Bakım İşlemleri ve Gözlemler

Çalışmada, buğday üreticisinin uyguladığı ölçüde toprak işleme ve tarımsal ilaç kullanımını gerçekleştirmiştir. Ege bölgesinde, buğdayın su isteğine kış ve erken baharda yağın yağışlar fazlasıyla cevap vermektedir. Bununla birlikte organomineral gübre oluştururken hayvansal organik kaynaklı bir gübre kullanımı ile karşılaşılabilecek en büyük darboğaz yabancı ottur. Araştırmada buğday yetiştirme mevsimi boyunca iki defa herbisit kullanılmıştır. Bu ilaçlar buğdayın çimlenme evresi sonrasında kardeşlenme esnasında ve sapa kalkma evresinde geniş yapraklı yabancı otlar için kullanılmak üzere uygulanmıştır. Bununla birlikte sapa kalkma evresinde *Septoria tritici* ve kara pasa (*Puccinia graminis tritici*) karşı da tüm parseller ilaçlanmıştır. Ayrıca deneme alanında, blokların etrafını yabancı otları toprağa karıştırmak ve temizlemek için iki defa dikine toprak frezesiyle toprak işleme yapılmıştır.

### 3.2.5. Hasat İşlemleri

Çalışmada, deneme parsellerini hasat etmek için küçük deneme parsellerini hasat etmek için üretilen parsel biçerdöveri (HEGE) kullanılmıştır (Şekil 3.4). Hasatta, 1.2 m genişliğinde ve 5 m boyunda tüm parseller (6 m<sup>2</sup>) hasat edilmiş ve buğday taneleri önceden yaptırılmış 10 kg'lık bez torbalara doldurulmuştur. Deneme parsellerinde hasat işlemleri, 2019 yılında 2 Haziranda, 2020 yılında ise, 4 Haziranda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Araştırmada buğday hasadında kullanılan parsel biçerdöveri (HEGE).

Bununla birlikte, hasat sonrasında parsellerdeki tüm kenar tesirleri de bu buğday hasat makinasıyla biçilmiştir. Hasat sonrasında deneme parsellerinden alınan örneklerin bazı kalite analizleri için tartımları gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.6. Toprak Analiz Yöntemleri

Buğday hasadından sonra her parselden toprak analizleri yapılmak üzere 0-30 cm derinliğinden toprak örnekleri çelik toprak burgusuyla alınmıştır. Topraklar sap, saman vs artıklardan arındırılmış ve öğütülmüş, 2 mm'lik elekten geçirilip analizlere hazır hale getirilmiştir.

Toprak Tekstürü: Toprakların tekstürleri Bouyoucus Hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee ve Hortage, 1986).

Toprak Reaksiyonu: Toprak pH'sı 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (McLean, 1982).

Toplam Tuz (dS m<sup>-1</sup>): Hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon çözeltilerinde elektriksel kondüktivite aleti ile belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

Toplam Kireç (CaCO<sub>3</sub>) Tayini (%): Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson, 1982).

Organik Madde (%): Toprakların organik madde içerikleri Walkley-Black yöntemiyle belirlenmiştir (Jackson, 1962).

Toplam Azot (% N): Toprak örneklerinin azot içeriği salisilik asit+tuz karışımı ile yağ yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner ve Mulvavey, 1982).

Alınabilir Fosfor (P mg kg<sup>-1</sup>): Sodyum bikarbonatla ekstrakte edilen süzüklerde molibdofosforik mavi renk yöntemine göre oluşturulan mavi renkli çözeltinin ışık absorpsiyonu 660 mm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede (Thermo UV Visible) okunarak belirlenmiştir (Olsen ve Sommers, 1982).

Alınabilir Potasyum (K mg kg<sup>-1</sup>): Pratt (1965), tarafından bildirildiği şekilde, toprak örneği 1,0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>) ile ekstrakte edilerek, süzükteki potasyum Jenway model fleymfotometresinde belirlenmiştir.

Alınabilir Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) (mg kg<sup>-1</sup>): Pratt (1965), tarafından bildirildiği şekilde, toprak örneği 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>) ile ekstrakte edildikten sonra süzükteki kalsiyum ve magnezyum Perkin Elmer Optima 8000 optik emisyon (ICP-OES) spektrofotometresinde belirlenmiştir.

Alınabilir Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn) ve Mangan (Mn) Analizleri (mg kg<sup>-1</sup>): Lindsay ve Norvell (1978), tarafından açıklandığı gibi, toprak-çözelti oranı 1:2 olacak şekilde 0,005 M DTPA (diethilen triamin penta asetik asit)+0,01 M CaCl<sub>2</sub>+0,1 TEA (trietanolamin) karışım çözeltisi (pH: 7.3) ile toprak örneği 2 saat çalkalanarak ekstrakte edilen süzükte demir, bakır, çinko ve mangan Perkin Elmer Optima 8000 optik emisyon (ICP-OES) spektrofotometresinde belirlenmiştir.

Alınabilir Bor (mg kg<sup>-1</sup>): John vd. (1975), tarafından geliştirilen ve daha sonra modifiye edilen Azomethin-H sıcak su ile ekstrakte edilebilir analiz yöntemine göre belirlenmiştir.

Katyon Değişim Kapasiteleri (me 100 g<sup>-1</sup>): Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH: 8.2) sodyum adsorbsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1 N, pH: 7.0) ekstrakstrate edilen solusyonlarda ICP OES spektrofotometresi (Perkin Elmer 8000) ile belirlenmiştir (Rhoades, 1982a)

Değişebilir Katyonlar (me 100 g<sup>-1</sup>): Toprakların değişebilir katyonları (Na ve K, Ca, Mg) Amonyum Asetatla (1 N, pH: 7.0) ekstrakte edildikten sonra süzükte, ICP OES spektrofotometresi (Perkin Elmer 8000) ile belirlenmiştir (Rhoades, 1982b).

Toprakların Fosfor Fiksasyon Kapasitesi (%): 5 g havada kuru toprak tartılmış ve üzerine 3-9-18-30-60 ppm P ihtiva eden KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> çözeltilerinden ayrı ayrı 100'er ml. ilave edilip ve cam baget yardımıyla elle karıştırılan toprak-fosfor çözeltisi karışımı 24 saat süreyle bekletilmiş ve bekletme süresi sonunda santrifüj edilip fosfor tayini yapılmıştır (Murphy ve Riley, 1962; Schouwenburg ve Walinga, 1967; Bayraklı, 1987).

Fosfor Adsorbsiyon Kapasitesi (%): 0.01 M CaCl<sub>2</sub> çözeltisi içerisinde her mililitresinde 5 mg P olan KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> katılarak çalkalama çözeltisi hazırlanıp 250 ml bir şişeye, 5 g toprak ilave edilip ve üzerine 50 ml çalkalama çözeltisi ilave edilerek şişenin ağzı kapatılıp çalkalama cihazında 15 dk çalkalanmıştır. Çalkalama sonunda süspansiyon mavi bantlı filtre kâğıdından süzülüp, süzüntünün berrak olması beklenmiş berrak değilse 15 dk daha santrifüj edilmiştir. Süzüntüde P tayini kolorimetrik olarak yapılmıştır. Çalkalama çözeltisinde bulunan P miktarı (Pi) ve süzüntüde saptanan P miktarı (Ps)'den yararlanarak toprağın adsorbsiyon kapasitesi aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$P \text{ Adsorbsiyon Kap. (\%)}: [ Pi - Ps / Pi ] \times 100$$

Bu formülden adsorbsiyon kapasitesi ilave edilen fosforun %'si olarak hesaplanmıştır. İstenirse 100 g toprakta mg 'a çevrilebilir.

Fosfor Fiksasyon Kapasitesi (%): Adsorbsiyon tayini sırasında filtre kâğıdı üzerinde kalan toprak kurutularak bundan 1 g alınıp deney tüpüne konularak üzerine 10 ml su ilave edilip ağzı kapatılarak 5 dk çalkalanıp ve süzülmüştür. Süzükte P tayini yapılmıştır. Bu miktar, toprağın suda çözünebilir formda tuttuğu P miktarını vermektedir. Söz konusu miktar, adsorbe edilen miktardan çıkarılarak fikse edilen P bulunmuştur.

Suda Çözünür Fosfor Kapasitesi (%): Toprakta hesap edilen fosfor adsorpsiyonu ile fosfor fiksasyonu arasındaki fark suda çözünür fosfor kapasitesini vermektedir (Olsen ve Somers, 1982; Ceylan, vd., 2003; Pierzynski vd., 2005).

$$\text{Suda Çözünür P Kap. (\%)}: P \text{ Adsorpsiyon Kap. (\%)} - P \text{ Fiksasyon Kap. (\%)}$$

Fosfor Desorpsiyon Kapasitesi (%): Suda çözünür fosfor kapasitesinin adsorbe edilen fosfora oranı toprakta desorpsiyon haldeki fosfor kapasitesini vermektedir (Said ve Dekarmanji, 1993; Zhou ve Li, 2001; Pierzynski vd., 2005).

$$P \text{ Desorpsiyon Kap. (\%)}: [\text{Suda Çöz. P Kap. (\%)} / P \text{ Adsorpsiyon Kap. (\%)}] \times 100$$

### **3.2.7. Toprakta Kaldırılan Besin Maddeleri, Gübre Kullanım Etkinlikleri, Bitkinin Fosfor Alımı ve Fosfor Kullanım Etkinliklerinin Hesaplama Yöntemleri**

Organomineral gübre uygulamalarında, kuru madde ilkesine göre topraktan kaldırılan toplam azot, fosfor ve potasyum miktarları aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Korkmaz vd, 2021).

Toprakta kaldırılan toplam azot, fosfor ve potasyum miktarları: [(Toprak üstü kaldırılan ürün miktarı (Tane+sap) x bitkinin besin maddesi içeriği (azot, fosfor, potasyum)) / 100]

Gübre Kullanım Etkinlikleri: Organomineral gübre uygulamalarında, fosfor gübresinin, agronomik, fizyolojik ve geri kullanım etkinliği üzerine etkileri aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Fixen vd., 2015).

Agronomik Etkinlik ( $\text{kg kg}^{-1}$ ): [Tane verimi / (Gübre ile uygulanan fosfor ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) miktarı+Toprakta bulunan fosfor miktarı)]

Fizyolojik Etkinlik ( $\text{kg kg}^{-1}$ ): [Tane verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ )/Kaldırılan  $\text{P}_2\text{O}_5$  miktarı ( $\text{kg da}^{-1}$ )]

Geri Alım Etkinliği (%): [(Kaldırılan  $\text{P}_2\text{O}_5$  miktarı ( $\text{kg da}^{-1}$ )/Gübre ile uygulanan fosfor ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) miktarı ( $\text{kg da}^{-1}$ )) x 100]

Organomineral gübre uygulamalarında, fosfor gübresinin, bitkinin fosfor alımı ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkileri aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Rehim vd, 2012).

Bitkinin Fosfor Alımı (kg da<sup>-1</sup>): [(Bitkinin fosfor içeriği (%) x Tane verimi (kg da<sup>-1</sup>)) / 100]

Fosfor Kullanım Etkinliği (%): [(Fosfor ile gübrelenmiş alanda bitkinin fosfor alımı (kg da<sup>-1</sup>) - Fosfor ile gübrelenmemiş alanda bitkinin fosfor alımı (kg da<sup>-1</sup>))/Uygulanan fosfor dozları (kg da<sup>-1</sup>)]

### 3.2.8. Organik Gübre Analiz Yöntemleri

Bir yıl boyunca ihtimar olmuş süt sığırı gübresi, yılın tamamını temsil edecek şekilde en az on farklı yerinden ve değişik derinliklerinden 500 g'a kadar alt numuneler alınmıştır. Alınan bu alt numuneler temiz ve düz bir zeminde biriktirilerek iyice karıştırılmıştır. Oluşan karışımdan 1 kg kadar esas numune alınıp plastik bir kavanoza ağzı sıkıca kapatılarak muhafaza edilmiştir. Daha sonra bulunduğu kaptan çıkartılarak, öğütülmüş ve 0.5 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Toplam N: Kacar ve İnal (2008), tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

Toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn: Yaş yakılan deneme materyalinden elde edilen ekstraktın argon plazmaya püskürtülerek çözeltinin gaz fazına geçmeleri ile dissasyasyona uğramaları ve uyarılmaları sonucu yayılan ışık intensitesi ile Perkin Elmer 8000 ICP-OES cihazı kullanılarak toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Toplam B: Gübre Piyasa Düzenleme ve Denetimi Yönetmeliği, Ek-3/9.1-10.1'de belirtilen yönteme yapılmıştır.

Nem (%): AOAC 1995'e göre materyalin 70°C'de neminin uçurulmasıyla ağırlık farkından hesaplanmıştır (Anonim, 1995).

pH ve EC (dS m<sup>-1</sup>): Materyalin 1/10 oranındaki süspansiyonunda potansiyometrik olarak belirlenmiştir.



Organik Karbon ve Organik Madde (%): AOAC 1995'e göre materyalin 550°C'de yakılmasıyla belirlenmiştir (TL 5.04-60/Rev No: 02- AOAC-967.03-04-05) (Anonim, 1995).

C/N Oranı: Analiz sonuçlarına göre karbonun azota oranlanması ile elde edilmiştir.

Toplam Humik ve Fulvik Asit: TS 5869 ISO 5073'e göre belirlenmiştir (Anonim, 2003).

### 3.2.9. Bitki Analiz Yöntemleri

Başaklanma döneminde usulüne uygun şekilde yaprak örnekleri alınmıştır. Yaprak örnekleri herhangi bir bulaşmaya izin vermeden kese kâğıtları içerisinde laboratuvara getirilmiş, saf su ile yıkanmış ve 65 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar hava sirkülasyonlu kurutma dolabında kurutulmuştur. Kurutulan taze yaprak örnekleri paslanmaz çelik bıçaklı değirmende öğütülmüştür. Öğütülen yaprak örnekleri mikrodalga fırında nitrik asit ile yaş yakma metodu ile yakılarak analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Toplam Azot (%N): Bitki örneklerinin toplam azot içerikleri salisilik-sülfürik asit ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Anonim, 1990a).

Bitkide Diğer Elementler (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu): Yaprak örnekleri etüvde (48 saat 65°C'de) kurutularak öğütüldükten sonra analize hazır hale getirilmiştir. Bitkide diğer makro ve mikro elementlerin içeriklerinin belirlenmesi amacıyla Nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulmuşlardır. Yaş yakma sonucu, elde edilen bitki çözeltilerinde, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn, ICP OES spektrofotometresinde (Perkin Elmer 8000) okumak suretiyle belirlenmiştir (Mertens, 2005).

Toplam Bor: Kuru yakılan yaprak örneklerinde toplam bor, Azomethin-H yöntemiyle (Wolf, 1971) belirlenmiştir, değerler mg kg<sup>-1</sup> olarak verilmiştir.

### 3.2.10. Buğday Kalitatif Ölçüm Yöntemleri

Denemede buğdayın bazı kalitatif özelliklerini belirlemek amacıyla elde edilen ölçümler aşağıda verilmiştir.

Tane verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Denemede buğday hasadı, parsel biçerdöveri (HEGE) ile gerçekleşmiş, hasat edilen buğday taneleri tartılıp, hesaplama ile dekara verim değerleri elde edilmiştir.

Biyolojik verim (Sap+tane) ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Birim alandaki ( $\text{m}^2$ ) toplam toprak üstü bitki ağırlığı tartılarak belirlendikten sonra hesaplama ile dekara biyolojik verim değerleri elde edilmiştir.

Saman verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Hasat sonrası parsellerde kalan sapların birim alanda ( $\text{m}^2$ ) tartılarak belirlendikten sonra hesaplama ile dekara saman verim değerleri elde edilmiştir.

Hasat indeksi (%): Tane veriminin biyolojik verime oranının 100 ile çarpılmasıyla belirlenmiştir.

Birim alandaki ( $\text{m}^2$ ) başak sayısı (adet): Her parselde  $\text{m}^2$ 'deki başaklar tek tek sayılarak belirlenmiştir.

Başakta tane sayısı (adet): Bitki örneklerinden rastgele alınan 10 başaktaki taneler tek tek sayılarak belirlenmiştir.

Başak Uzunluğu (cm): Bitki boyunun belirlenmesinde kullanılan ve rastgele seçilen 10 bitki örneğinde, en alttaki başakçığın bağlandığı boğumdan başlanarak en üstteki başakçık ucu arasındaki mesafenin ölçülmesi ile başak uzunluğu belirlenmiştir. Elde edilen değerlerin ortalaması alınarak ortalama başak uzunluğu hesaplanmıştır.

Tek Başak Verimi (g): Her bir parselden rastgele seçilen 10 adet başakta, tane sayısını belirlemek için başaklardan elde edilen taneler 0,01 g duyarlı hassas terazide tartılmış ve çıkan sonuçların ortalaması hesaplanarak tek başak verimi gram cinsinden belirlenmiştir.

Bin tane ağırlığı (g): Her parselden elde edilen tanelerden 4 x 100 tane sayılarak ve 2,5 ile çarpılarak ve 0,01 g duyarlılıktaki terazide tartılarak belirlenmiştir.

Bitki boyu (cm): Her parselden rastgele olarak seçilen 10 bitkide ana sapın toprak seviyesi ile en üst başakçığın ucuna kadar olan uzunluk belirlenmiştir.

### 3.2.11. Buğday Kantitatif Analiz Yöntemleri

Belirtilen analizler ve ölçümler için birim alanda bitki örnekleri alındıktan sonra buğdaylar parsel biçerdöveri (HEGE) ile hasat edilmiştir. Hasat sonrasında buğday taneleri değirmende un haline getirilmiştir. Hasat edilen buğday tanelerinde ve elde edilen unda aşağıda belirtilen bazı kalite analizleri ve ölçümler yapılmıştır. Tüm kalite analizleri aynı randıman üzerinde yapılmıştır.

Tanede Protein Oranı (%): ICC- Standart: 105/2 metoduna göre  $N \times 5,7$  faktörü ile çarpılarak hesaplanmıştır (Anonim, 2000).

Un randımanı (%): Laboratuvarında analiz edilen buğday numuneleri, AACC yöntemi 26-95'e göre (%14,5 nem) tavllanmış ve Brabende Junnior değirmeninde AACC yöntemi 26 50'ye göre öğütülmüştür (Anonim, 1990c; Anonim, 1999).

Sedimentasyon (ml): ICC- Standart: 116/1 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2000).

Geç Sedimentasyon (ml): ICC-Standart: 116/1 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2000).

Yaş gluten (%): ICC- Standart : 106/2 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2000).

Gluten İndeksi (%): ICC- Standart: 155 metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2000).

Hektolitre ağırlığı (kg 100 lt<sup>-1</sup>): Hasat edilen parsellerden elde edilen buğday taneleri hektolitre aleti kullanılarak belirlenmiştir.

### 3.2.12. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Çalışmada elde edilen tüm bulguların değerlendirilmesi, JMP7 (Anonim, 2007) istatistik programı ile tesadüf blokları deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Varyans analizlerinde, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemliliği yine aynı paket programlarındaki LSD testi ile belirlenmiştir. Varyans ve korelasyon analizleri faktörlerin önem seviyeleri  $p < 0,05$  ve  $p < 0,01$  olasılık değerine göre en küçük önemli fark belirlenerek oluşturulmuştur.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Toprak Özellikleri

#### 4.1.1. Toprağın Organik Maddesi

Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre kombinasyonlarının (P-OMG), toprağın organik madde içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 1). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının toprağın organik madde içeriğine etkisi denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamaların yıllar arasındaki farklılıkları da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yıl x gübre interaksiyonlarının ise, toprağın organik madde içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 incelendiğinde, toprağın organik madde miktarları, birinci yılda %1,94-3,09; ikinci yılda ise %1,90-3,06 arasında değişmiş olup, en yüksek organik madde miktarı ilk yıl (2020), SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (%3,09); ikinci yıl (2021), SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (%3,06) belirlenmiştir. Her iki deneme yılında da en düşük organik madde miktarları kontrol (SG0+P0<sub>NK</sub>) konusunda sırasıyla %1,94 ve 1,90 olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla toprağın organik madde miktarlarının, ilk yıl %59,3; ikinci yıl ise %61,1 oranında arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada, her iki yılda da SG4+P1<sub>NK</sub>, SG4+P2<sub>NK</sub>, SG4+P3<sub>NK</sub> ve SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamalarının istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir.

Toprağın organik madde miktarını arttırmanın en basit yöntemlerinden birisi hayvansal kaynaklı gübreler kullanmaktır. Denemede beklenildiği üzere toprağa artan dozlarla uygulanan P-OMG (fosfor+sığır gübresi) kombinasyonları, kontrol konusuna kıyasla her iki deneme yılında da toprağın organik madde miktarlarını arttırdığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın organik madde, pH ve tuz içeriği üzerine etkisi.

Konular	Organik Madde		pH		Tuzluluk (EC)	
	%		(1:2.5)		dS m <sup>-1</sup>	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	1,94 h	1,90 j	7,95 ab	7,96 a	0,400 gh	0,395 jk
SG0+P1 <sub>NK</sub>	2,02 h	1,95 ij	7,96 a	7,96 a	0,410 f-h	0,392 k
SG0+P2 <sub>NK</sub>	2,06 h	1,94 ij	7,97 a	7,97 a	0,350 ı	0,403 ı-k
SG0+P3 <sub>NK</sub>	2,05 h	2,01 ı	7,94 a-c	7,96 a	0,380 hı	0,407 h-k
SG0+P4 <sub>NK</sub>	2,02 h	1,99 ij	7,95 ab	7,95 a	0,391 g-ı	0,416 g-k
SG1+P0 <sub>NK</sub>	2,42 fg	2,35 gh	7,90 b-d	7,92 ab	0,410 f-h	0,401 jk
SG1+P1 <sub>NK</sub>	2,48 e-g	2,34 h	7,88 de	7,94 a	0,428 d-h	0,416 g-k
SG1+P2 <sub>NK</sub>	2,45 fg	2,43 f-h	7,87 d-f	7,90 a-d	0,422 e-h	0,422 f-k
SG1+P3 <sub>NK</sub>	2,44 fg	2,44 eg	7,88 de	7,91 a-c	0,404 f-h	0,418 g-k
SG1+P4 <sub>NK</sub>	2,39 g	2,44 eg	7,89 cd	7,91 a-c	0,392 g-ı	0,408 h-k
SG2+P0 <sub>NK</sub>	2,51 d-g	2,54 c-e	7,83 e-g	7,83 ef	0,461 a-e	0,446 a-g
SG2+P1 <sub>NK</sub>	2,50 e-g	2,56 cd	7,81 fg	7,81 e-g	0,450 a-f	0,438 c-h
SG2+P2 <sub>NK</sub>	2,52 c-g	2,56 cd	7,80 g	7,84 c-e	0,482 a-c	0,472 a
SG2+P3 <sub>NK</sub>	2,56 c-f	2,55 cd	7,82 e-g	7,85 b-e	0,461 a-e	0,458 a-d
SG2+P4 <sub>NK</sub>	2,54 c-g	2,53 d-f	7,81 fg	7,84 c-e	0,466 a-e	0,466 a-c
SG3+P0 <sub>NK</sub>	2,68 bc	2,60 b-d	7,72 h	7,76 gh	0,469 a-e	0,440 b-g
SG3+P1 <sub>NK</sub>	2,67 cd	2,63 bc	7,74 h	7,76 gh	0,461 a-e	0,461 a-d
SG3+P2 <sub>NK</sub>	2,61 c-e	2,64 bc	7,74 h	7,76 gh	0,452 a-f	0,444 a-g
SG3+P3 <sub>NK</sub>	2,62 c-e	2,68 b	7,73 h	7,77 fg	0,477 a-c	0,455 a-e
SG3+P4 <sub>NK</sub>	2,52 c-g	2,63 bc	7,70 hı	7,75 gı	0,452 a-f	0,452 a-f
SG4+P0 <sub>NK</sub>	2,84 b	3,01 a	7,65 ij	7,69 ij	0,439 b-g	0,425 e-j
SG4+P1 <sub>NK</sub>	3,03 a	3,02 a	7,65 ij	7,69 ij	0,434 c-g	0,434 d-ı
SG4+P2 <sub>NK</sub>	3,07 a	3,06 a	7,63 j	7,70 h-j	0,487 ab	0,470 ab
SG4+P3 <sub>NK</sub>	3,09 a	3,05 a	7,63 j	7,68 j	0,473 a-d	0,461 a-d
SG4+P4 <sub>NK</sub>	3,03 a	3,03 a	7,64 j	7,67 j	0,490 a	0,471 a
Ortalama	2,52	2,52	7,80 B	7,83 A	0,438	0,435
LSD* (Y)	öd		0,013		öd	
LSD* (G)	0,162	0,099	0,060	0,068	0,049	0,031
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Yapılan pek çok çalışmada araştırmacılar, toprağa uygulanan ve menşei ne olursa olsun organik madde kaynaklarının toprağın organik madde miktarını arttırdığını bildirmişlerdir (Hakerlerler, 1980; Aydeniz ve Brohi, 1991; Kütük vd., 1995; Di Blassi vd., 1997; Sanchez vd., 1997; Saltalı vd., 2000; Özenç, 2004; Benito vd., 2005). Denemede her

iki yılda da, P-OMG uygulamalarının, topraktaki organik madde miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Benzer çalışmalarıyla bazı araştırmacılar toprakta organik maddenin artmasıyla topraktaki minerilizasyonun arttığını bildirmişlerdir (Sözüdoğru vd., 1996; Özen, 2018). Deneme sonunda toprağın organik madde içeriklerinin orta seviyede (%2-3) olduğu tespit edilmiştir (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

#### 4.1.2. Toprak Reaksiyonu (pH)

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, toprak reaksiyonu (pH) üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 1). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının toprak pH'sı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Denemede P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıkların toprak pH'sı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuş, fakat yıl x gübre interaksiyonları ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 incelendiğinde, toprak pH'sı, denemenin ilk yılı 7,63-7,97; ikinci yılı ise, 7,68-7,97 arasında değişmiş olup, en düşük toprak pH'sı ilk yıl, SG4+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (7,63); ikinci yıl, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (7,67) belirlenmiştir. Her iki deneme yılında da en yüksek toprak pH'sı SG0+P2<sub>NK</sub> uygulamasında 7,97 olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla toprak pH'sının, ilk yıl %4,0; ikinci yıl ise %3,6 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Denemede, her iki yılda da en düşük toprak pH'sı tespit edilen iki uygulamanın (SG4+P3<sub>NK</sub> ve SG4+P4<sub>NK</sub>) istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Ayrıca her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, toprak pH'sı denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %0,4 oranında artmıştır. Uygulanan sığır gübrelerinin dozları arttıkça toprağın pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Toprağa uygulanan organik gübrelerin, topraktaki minerilizasyonu arttırdığı bununla birlikte toprakta salgılanan organik asit ve aminoasitlerin toprak pH'sını azalttığı bildirmektedir. (Smith ve Read, 1997; Sundara vd., 2002; Shen vd., 2004; Karlıdağ vd., 2007; Çakmakçı vd., 2009). Bununla birlikte topraktaki organik madde varlığı, toprağın biyolojik yapısının iyileştirmesinin yanında toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini de olumlu etkilemektedir (Tok, 1993; Türker ve Pakmaya, 2008).

Ayrıca, topraktaki organik madde varlığı, toprak katyon değişim kapasitesini arttırmakta ve dolayısıyla karbonik asit salınımı da toprakta artmakta ve organik

gübrelemeyle birlikte toprakların pH'sında toprak yapısına göre değişmekle birlikte azalmalar gerçekleşmektedir (Kpombekou ve Tabatabai, 1994). Elde edilen bulgulara göre, uygulamalarla birlikte deneme sonrasında toprak pH değerinin, hafif alkali (7,3-7,8) toprak reaksiyonu sınıfında olduğu belirlenmiştir (Richard, 1954; Ülgen ve Yurtsever, 1974).

#### 4.1.3. Toprak Tuzluluğu (EC)

Deneme sonunda, P-OMG uygulamalarının, toprak tuzluluğu (EC) üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 1). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının toprak tuzluluğu üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın tuz içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Toprak tuzluluğu, denemenin ilk yılı 0,350-0,490 dS m<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 0,392-0,472 dS m<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en düşük toprak tuzluluğu ilk yıl, SG0+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (0,350 dS m<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (0,392 dS m<sup>-1</sup>) belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Denemede en yüksek toprak tuzluluğu ilk yıl, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (0,490 dS m<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise, SG4+P4<sub>NK</sub> ve SG2+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (sırasıyla, 0,471 ve 0,472 dS m<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla toprak tuzluluğunun, ilk yıl %4,0; ikinci yıl ise %3,6 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Denemede, her iki yılda da en yüksek toprak tuzluluğu tespit edilen iki uygulamanın (SG4+P4<sub>NK</sub> ve SG2+P2<sub>NK</sub>) istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Ayrıca her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, toprak tuzluluğu denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %0,7 oranında azalmıştır.

Topraktaki tuzluluğun yükselmesi, uygulanan sığır gübrelerinin göreceli olarak artması ile birlikte bu durumun uygulanan sığır gübrelerinin içindeki tuzdan ileri geldiği gübre analiz sonuçlarıyla da ilişkilendirilebilir. Topraktaki minerilizasyon kullanılan materyalin içerisindeki tuzların açığa çıkmasına neden olabilmektedir (Havanagi ve Mann, 1970; Şeker ve Karakaplan, 1999; Nyamangara ve vd., 2001; Şeker ve Ersoy, 2005). Hayvansal gübreler pek çok olumlu yönlerinin yanında hayvanın türüne bağlı olarak toprağın tuz içeriğini arttırması gibi olumsuz durumlarda yaratabilmektedir (Demirtaş vd., 2012). Yapılan araştırmaların, toprak analizleriyle elde ettiğimiz bulguları destekler yönde

olduğu belirlenmiştir (Quiquampoix, 1987; Fusi vd., 1989; Tietjen ve Wetzel, 2003; Matijevic vd., 2014). Elde edilen bulgulara göre deneme sonrası toprak tuzluluk değerlerinin, belirtilen sınır değerlerinin ( $< 2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) oldukça altında kaldığı tespit edilmiştir (Richard, 1954; Ülgen ve Yurtsever, 1974).

#### 4.1.4. Toplam Azot (N) İçeriği

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, toprağın toplam azot (N) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 2). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın toplam N miktarı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Denemede, P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar toprağın toplam N içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuş, fakat yıl x gübre interaksyonları ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. incelendiğinde, toprakların toplam N içeriği, denemenin ilk yılı %0,115-0,145; ikinci yılı ise, %0,120-0,143 arasında değişmiş olup, en düşük toplam N içeriği her iki yılda da SG0+P0<sub>NK</sub> (Kontrol) konusunda sırasıyla, %0,115 ve 0,120 olarak belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek toplam N içeriği, ilk yıl SG3+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,145); ikinci yıl ise SG3+P1<sub>NK</sub> ve SG3+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,143) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla toplam N içeriğinin, ilk yıl %26,1; ikinci yıl ise %19,1 oranında arttığı tespit edilmiştir. Denemede, her iki yılda da en yüksek toplam N içeriği tespit edilen iki uygulamanın (SG3+P1<sub>NK</sub>), istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Ayrıca her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, toplam N içeriği, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %3,1 oranında artmıştır.

Elde edilen bulgulara göre toprakta organik maddenin artmasıyla genel olarak topraktaki toplam N miktarları artmıştır. Bununla birlikte deneme süresi boyunca tüm konulara destekleyici gübre olarak N gübrelemesi uygulanmıştır. Toprakta organik maddenin minerilizasyonu ile bitki besin maddeleri ve özellikle N serbest kalmakta ve bitkilerin yararlanabileceği formda toprak çözeltisinde hazır halde bulunmaktadır (Bayer vd., 2002; Haynes, 2005). Ayrıca, organik madde bünyesindeki humik maddeler, topraktaki organik C ve N'un önemli bir bölümünü oluşturan daha kararlı organik madde bileşikleridir (Lal, 1994; Milori vd., 2002).



**Çizelge 4.2.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın toplam azot (N), alınabilir fosfor (P) ve potasyum (K) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Toplam N		Alınabilir P		Alınabilir K	
	%		mg kg <sup>-1</sup>			
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	0,115 ı	0,120 ı	12,1 f (q)	11,8 l (q)	106,2 fg	103,8 ı
SG0+P1 <sub>NK</sub>	0,117 h-ı	0,121 hı	18,2 e (p)	17,7 k (p)	104,5 g	106,7 hı
SG0+P2 <sub>NK</sub>	0,122 d-ı	0,122 g-ı	25,8 cd (h-l)	20,9 j (o)	107,8 e-g	108,6 g-ı
SG0+P3 <sub>NK</sub>	0,118 g-ı	0,123 f-ı	26,5 b-d (e-l)	23,4 hı (mn)	108,8 d-g	109,3 f-ı
SG0+P4 <sub>NK</sub>	0,121 e-ı	0,125 e-ı	29,0 ab (ab)	26,6 a-e (d-k)	104,5 g	111,0 e-h
SG1+P0 <sub>NK</sub>	0,127 c-ı	0,125 e-ı	24,5 d (k-n)	18,7 k (p)	104,8 fg	106,3 hı
SG1+P1 <sub>NK</sub>	0,132 a-e	0,126 e-ı	25,8 cd (h-l)	22,8 hı (no)	111,6 c-f	112,3 e-h
SG1+P2 <sub>NK</sub>	0,131 b-g	0,129 d-ı	28,1 a-c (a-f)	25,9 d-f (g-l)	114,4 b-e	114,9 c-g
SG1+P3 <sub>NK</sub>	0,128 c-ı	0,133 b-f	29,3 a (a)	26,5 b-e (e-l)	115,9 bc	116,6 b-e
SG1+P4 <sub>NK</sub>	0,120 f-ı	0,129 d-ı	28,5 ab (a-e)	27,4 a-d (a-ı)	116,5 a-c	113,8 d-g
SG2+P0 <sub>NK</sub>	0,122 d-ı	0,131 c-h	26,8 a-d (c-j)	22,7 ı (no)	114,2 b-e	111,6 e-h
SG2+P1 <sub>NK</sub>	0,129 b-h	0,131 c-h	27,7 a-c (a-h)	24,4 f-h (l-n)	117,3 a-c	114,6 c-g
SG2+P2 <sub>NK</sub>	0,137 a-c	0,138 a-d	28,2 a-c (a-f)	27,3 a-d (a-ı)	116,6 a-c	120,6 a-d
SG2+P3 <sub>NK</sub>	0,137 a-c	0,139 a-d	28,0 a-c (a-g)	27,7 a-c (a-h)	116,3 a-c	120,5 a-d
SG2+P4 <sub>NK</sub>	0,130 b-g	0,138 a-d	27,3 a-c (a-ı)	26,9 a-e (b-ı)	115,2 b-d	115,8 b-f
SG3+P0 <sub>NK</sub>	0,133 a-e	0,138 a-d	28,0 a-c (a-g)	24,7 fg (j-n)	120,0 ab	119,6 a-d
SG3+P1 <sub>NK</sub>	0,145 a	0,143 a	29,3 a (a)	27,0 a-d (b-ı)	120,8 ab	121,5 a-c
SG3+P2 <sub>NK</sub>	0,142 ab	0,142 ab	29,2 a (a)	28,1 a (a-f)	123,5 a	122,5 ab
SG3+P3 <sub>NK</sub>	0,135 a-d	0,140 a-c	28,9 ab (a-c)	28,1 a (a-f)	121,1 ab	125,2 a
SG3+P4 <sub>NK</sub>	0,131 b-g	0,143 a	28,8 ab (a-d)	27,6 a-c (a-h)	116,8 a-c	117,6 b-e
SG4+P0 <sub>NK</sub>	0,127 c-ı	0,137 a-d	27,6 a-c (a-h)	25,4 ef (ı-m)	114,8 b-d	115,7 b-f
SG4+P1 <sub>NK</sub>	0,130 b-g	0,134 a-e	29,0 ab (ab)	27,2 a-d (a-ı)	115,8 b-d	119,7 a-d
SG4+P2 <sub>NK</sub>	0,126 c-ı	0,132 c-g	28,7 ab (a-d)	27,9 ab (a-g)	116,3 bc	121,1 a-c
SG4+P3 <sub>NK</sub>	0,121 e-ı	0,130 d-ı	28,4 a-c (a-f)	26,9 a-e (b-ı)	118,0 a-c	115,3 c-g
SG4+P4 <sub>NK</sub>	0,124 d-ı	0,130 d-ı	27,4 a-c (a-ı)	26,3 c-e (f-l)	115,8 b-d	115,5 b-g
Ortalama	0,128 B	0,132 A	26,9 A	24,8 B	114,3	115,2
LSD* (Y)	0,002		4,092		öd	
LSD* (G)	0,013	0,010	2,697	1,596	7,093	7,026
LSD* (Y x G)	öd		2,189		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil. Parantez içerisindeki harfler Y x G interaksiyonlarına ilişkin Duncan testi sonuçlarıdır.

Hümk maddeler toprak tamponlama kapasitesini iyileştirebilir, nem tutmayı artırabilir ve bitkilere azot başta olmak üzere mevcut mikro besinleri sağlayabilir (McCarthy, 2001).

Bununla birlikte toprakta organik maddenin artmasıyla mikrobiyal biyokütlenin arttığı ve kararlı haldeki bazı basit C ve N kaynaklarının açığa çıktığı da bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Boone, 1994; Brookes, 2001; Christopher ve Lal, 2007). Elde edilen bulguların, bazı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarla uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Shaffer vd., 2001; Fowler vd., 2007; Zhang vd., 2009b; Lemke vd., 2010; Kirkby vd., 2011; Powlson vd., 2011). Deneme sonucunda, toprakların toplam azot içerikleri belirtilen sınır değerlerin (%0,09-0,017) arasında kaldığı ve yeterli olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### 4.1.5. Alınabilir Fosfor (P) İçeriği

Deneme sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir fosfor (P) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 2). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir P içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın alınabilir P içeriği üzerine etkisi de istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. incelendiğinde, toprakların alınabilir P içeriği, denemenin ilk yılı 12,1-29,3 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 11,8-28,1 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en düşük alınabilir P içeriği her iki yılda da SG0+P0<sub>NK</sub> (Kontrol) konusunda sırasıyla, 12,1 ve 11,8 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek alınabilir P içeriği, ilk yıl 29,2 ve 29,3 mg kg<sup>-1</sup> ile sırasıyla SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG1+P3<sub>NK</sub> ile SG3+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında kaydedilmiştir. Denemenin ilk yılında (2020) elde edilen sonuçlara göre bu üç konu, her iki yılın en yüksek alınabilir P değerleri olup, istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Denemede ikinci yıl en yüksek alınabilir P içeriği ise, 28,1 mg kg<sup>-1</sup> ile SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında belirlenmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla toprakta alınabilir P içeriğinin, ilk yıl %142,1; ikinci yıl ise %138,1 oranında arttığı tespit edilmiştir. Denemede, en yüksek alınabilir P içeriği tespit edilen uygulamanın (SG3+P2<sub>NK</sub>), istatistiki olarak her iki yılda da aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Ayrıca her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir P içeriği, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %7,8 oranında azalmıştır. Elde edilen bulgulara göre, toprağın alınabilir fosfor içeriğine artan dozlarda uygulanan fosforlu gübreler oldukça etkili olmuştur. Bununla birlikte, sığır gübreleriyle

uygulanan fosforun, toprağın alınabilir fosfor içeriğini, sığır gübresi uygulanmayan kimyasal fosforlu gübre uygulamalarına kıyasla %30 arttırdığı belirlenmiştir. Toprağa uygulanan organik gübrelerin toprağın pH değerlerini azaltma eğilimi göstererek, yüksek pH değerlerinde adsorbe edilen ya da güçlü bir biçimde fiksasyona maruz kalan fosforu serbest bırakmak suretiyle ve aynı zamanda organik gübreleme ile birlikte toprakta artan mikrobiyal aktivite ile gerçekleşen P minerilizasyonunun toprakta potansiyel halde bulunan fosforun mevcudiyetinin ve kinetiğinin arttığı farklı araştırmacıların çalışmalarıyla da bildirilmektedir (Dalai, 1977; Borie vd., 1989; Agbenin vd., 1999; Chen ve He, 2004).

Bununla birlikte, organik gübre uygulamalarının etkisiyle topraktaki katyon değişim kapasitesinin arttığı, toprakta Ca'a güçlü bir şekilde bağlı olan P'un Ca elementiyle olan bağının azaldığı ve bitki köklerine doğru P alımının arttığı bildirilmektedir (Himes, 1998; Han vd., 2005; Goller vd., 2006; Angelova vd., 2013). Ayrıca, deneme sonrasında topraktaki alınabilir fosfor içeriklerinin, orta seviyenin (7-20 mg kg<sup>-1</sup>) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 1990b).

#### 4.1.6. Alınabilir Potasyum (K) İçeriği

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir potasyum (K) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 2). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir K içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Gübre uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın alınabilir K içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Toprağın alınabilir K içeriği, denemenin ilk yılı 104,5-123,5 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 103,8-125,2 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir K içeriği ilk yıl, SG0+P1<sub>NK</sub> ve SG0+P4<sub>NK</sub> konularında (104,5 mg kg<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (103,8 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Denemede en yüksek alınabilir K içeriği ilk yıl, SG3+P2<sub>NK</sub> konusunda (123,5 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise SG3+P3<sub>NK</sub> konusunda (125,2 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir K içeriğinin, ilk yıl %16,3; ikinci yıl ise %20,6 oranında arttığı tespit edilmiştir. Denemede, her iki yılda da en yüksek alınabilir K içeriği tespit edilen iki uygulamanın (SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub>) istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Ayrıca her iki

yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir K içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %0,8 oranında artmıştır.

Bununla birlikte deneme süresi boyunca tüm konulara destekleyici gübre olarak K gübrelenmesi uygulanmıştır. Bu sebeple topraktaki alınabilir K içeriğinin artışı uygulanan hem potasyumlu hem de organik gübrenin miktarına göre belli bir dengede artışı belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda sığır gübresi içerisindeki potasyum miktarlarının ortalama %2 civarında olduğu belirtilmiştir (Follet vd., 1981; Tisdale vd., 1985; Gaur, 1992; Kacar ve Katkat, 2010).

Topraktaki organik maddenin artmasıyla ve organik maddeye bağlı potasyumun suda çözünebilir hale gelmesiyle bitkinin alabileceği formlarda katyon değişimine uğramıştır. Dahası topraktaki organik madde varlığı, potasyum elementinin toprağın ince tekstürlü yapısıyla fikse edilen miktarlarını bitkinin kullanabileceği forma dönüştürmekte ve çözünebilir halde toprak suyunda muhafaza edildiği de bildirilmektedir (De Neve vd., 2000; Eigenberg vd., 2002; Officer vd., 2004). Dolayısıyla yüksek organik madde içeren topraklarda potasyum toprakta fikse edilse dahi, organik madde, fiksasyonun azalmasına ve bitki tarafından potasyumun alınabilirliğinin artmasına neden olmaktadır (Olk ve Cassman, 1993). Ayrıca dengeli bir mineral gübreleme topraktaki alınabilir potasyum içeriklerini arttırmaktadır (Singh vd., 2002). Bu sonuçların farklı araştırmacıların sonuçlarıyla da uyumlu olduğu belirlenmiştir (Swarup ve Yaduvanshi, 2000; Khoshgoftarmanesh ve Kalbasi, 2002; Verma vd., 2005). Genel olarak deneme sonrasında topraklardaki alınabilir potasyumun yetersiz (100-200 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.7. Alınabilir Kalsiyum (Ca) İçeriği**

Deneme sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 3). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir Ca içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının da alınabilir Ca içeriği üzerine etkisinin istatistiki açıdan önemli bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Alınabilir Ca		Alınabilir Mg	
	mg kg <sup>-1</sup>			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	2305 cd (e-m)	2456 ab (b-d)	767 k (uv)	792 h (r-t)
SG0+P1 <sub>NK</sub>	2618 a (a)	2521 a (ab)	784 j (r-u)	789 h (r-t)
SG0+P2 <sub>NK</sub>	2537 ab (ab)	2524 a (ab)	761 k (v)	792 h (r-t)
SG0+P3 <sub>NK</sub>	2482 b (bc)	2534 a (ab)	765 k (uv)	795 h (r-t)
SG0+P4 <sub>NK</sub>	2156 f-k (q-x)	2483 ab (bc)	783 j (s-u)	805 gh (o-r)
SG1+P0 <sub>NK</sub>	2209 e-h (m-t)	2373 b-d (d-f)	846 g (jk)	823 fg (l-o)
SG1+P1 <sub>NK</sub>	2343 c (e-h)	2388 bc (c-e)	820 h (m-p)	834 f (k-n)
SG1+P2 <sub>NK</sub>	2359 c (d-g)	2373 b-d (d-f)	824 h (l-o)	845 ef (jk)
SG1+P3 <sub>NK</sub>	2196 e-ı (n-u)	2337 c-e (e-ı)	799 ı (q-t)	836 f (k-n)
SG1+P4 <sub>NK</sub>	2084 kl (v-x)	2288 c-h (f-n)	781 j (t-v)	832 f (k-n)
SG2+P0 <sub>NK</sub>	2136 g-l (r-x)	2308 c-g (e-l)	802 ı (p-s)	828 fg (k-n)
SG2+P1 <sub>NK</sub>	2210 e-h (l-t)	2285 c-h (f-n)	820 h (m-p)	843 f (j-l)
SG2+P2 <sub>NK</sub>	2180 e-j (o-v)	2321 c-f (e-k)	824 h (l-o)	847 ef (jk)
SG2+P3 <sub>NK</sub>	2221 d-g (l-s)	2329 c-e (e-j)	800 ı (p-t)	840 f (j-m)
SG2+P4 <sub>NK</sub>	2097 j-l (v-x)	2245 e-ı (h-q)	800 ı (p-t)	837 f (k-n)
SG3+P0 <sub>NK</sub>	2362 c (d-g)	2243 e-ı (ı-q)	869 ef (h-ı)	870 de (h-ı)
SG3+P1 <sub>NK</sub>	2251 de (h-q)	2231 e-ı (j-r)	876 e (g-ı)	900 bc (d-f)
SG3+P2 <sub>NK</sub>	2202 e-ı (n-t)	2271 d-ı (g-o)	871 e (h-ı)	896 b-d (e-g)
SG3+P3 <sub>NK</sub>	2117 ı-l (t-x)	2256 e-ı (h-p)	858 fg (ı-j)	882 cd (f-h)
SG3+P4 <sub>NK</sub>	2101 j-l (u-x)	2182 h-ı (o-v)	818 h (n-q)	885 cd (f-h)
SG4+P0 <sub>NK</sub>	2163 f-k (p-w)	2163 ı (p-w)	970 a (a)	918 ab (cd)
SG4+P1 <sub>NK</sub>	2077 kl (wx)	2215 f-ı (l-t)	947 b (b)	933 a (bc)
SG4+P2 <sub>NK</sub>	2128 h-l (s-x)	2200 g-ı (n-t)	916 c (c-e)	914 ab (c-e)
SG4+P3 <sub>NK</sub>	2225 d-f (k-s)	2234 e-ı (j-r)	913 c (c-e)	913 ab (c-e)
SG4+P4 <sub>NK</sub>	2064 (l) x	2168 ı (p-w)	900 d (d-f)	917 ab (cd)
Ortalama	2233 B	2317 A	837 B	855 A
LSD* (Y)	184,1		4,113	
LSD* (G)	87,07	110,89	13,21	26,32
LSD* (Y x G)	98,40		20,57	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil. Parantez içerisindeki harfler Y x G interaksiyonlarına ilişkin Duncan testi sonuçlarıdır.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, toprağın alınabilir Ca içeriği, denemenin ilk yılı 2064-2618 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 2163-2534 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir Ca içeriği ilk yıl, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (2064 mg kg<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise,

SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (2163 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek alınabilir Ca içeriği, ilk yıl, SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (2618 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise SG0+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (2534 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Her iki yıl incelendiğinde 2020 yılında SG0+P3<sub>NK</sub> uygulaması en yüksek alınabilir Ca içeriği olarak tespit edilmiştir. Ayrıca denemenin ikinci yılında en yüksek alınabilir Ca içerikleri tespit edilen, SG0+P1<sub>NK</sub>, SG0+P2<sub>NK</sub> ve SG0P3<sub>NK</sub> uygulamaları istatistiki açıdan aynı gruba girmişlerdir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir Ca içeriğinin, ilk yıl %10,5; ikinci yıl ise %11,7 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Denemede, en yüksek alınabilir Ca içeriği tespit edilen uygulamanın (SG0+P1<sub>NK</sub>) her iki yılda da istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir Ca içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %3,8 oranında azalmıştır.

Uygulanan sığır gübrelerinin toprağın alınabilir Ca içeriğinin dozlar arttıkça aynı doğrultuda azalttığı belirlenmiştir. Topraktaki artan organik madde miktarı ve organik mikrobiyal aktivite ve buna bağlı azalan toprak pH'sının etkisi, toprakta adsorbe edilen Ca'un serbest bırakılmasına, dolayısıyla bir yönden Ca'un hızlı bir katyon değişimine uğramasına ve diğer yönden ise topraktaki kinetiği zaten hızlı olan bu elementin rizosfer bölgesindeki varlığının topraktaki nem ile birlikte toprağın alt katmanlarına doğru yıkanarak azalmasına sebep olmuştur. (Hobbie ve Gough, 2002; Hobbie ve Gough, 2004; Reynolds ve Davies, 2007; Harrell ve Wang, 2007; Whittinghill ve Hobbie, 2011). Bununla birlikte topraktaki alınabilir Ca içeriklerinin sınır değerler (1150-3500 mg kg<sup>-1</sup>) arasında kaldığı ve toprakta yeterli olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.8. Alınabilir Magnezyum (Mg) İçeriği**

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 3). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir Mg içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarının, yıllar arasındaki farklılıkları ve yıl x gübre interaksyonlarının da toprakta alınabilir Mg içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 incelendiğinde, toprağın alınabilir Mg içeriği, denemenin ilk yılı 761-970 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 789-933 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir

Mg içeriği ilk yıl, SG0+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (761 mg kg<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (789 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek alınabilir Mg içeriği, ilk yıl, SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (970 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (933 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Her iki yıl incelendiğinde 2020 yılında uygulanan SG4+P0<sub>NK</sub> uygulaması en yüksek alınabilir Mg içeriği olarak tespit edilmiştir. Ayrıca denemenin ikinci yılında en yüksek alınabilir Mg içerikleri tespit edilen, SG4+P0<sub>NK</sub>, SG4+P1<sub>NK</sub>, SG4P2<sub>NK</sub> ve SG4P3<sub>NK</sub> uygulamaları istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir Mg içeriğinin, ilk yıl %23,5; ikinci yıl ise %17,8 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir Mg içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %2,2 oranında artmıştır.

Pek çok çalışmada toprağa uygulanan hayvansal kaynaklı organik gübrelerin toprağın magnezyum içeriklerini arttırdığı bildirilmiştir (Kononova vd., 1966; Stevenson, 1995; Orozco vd., 1996; Ano ve Agwu, 2005; Angelova vd., 2013). Ca elementinde olduğu gibi Mg elementi de organik maddenin yapısında bulunmakta ve değişebilir katyonlar arasında toprakta en hızlı hareket kabiliyetine sahip element olarak karşımıza çıkmaktadır. Elbette bu durum çözünmüş organik karbonun sorbsiyonu ve katyon komplekslerinin oluşumunun toprak pH'sına bağlı olmasından ileri gelmektedir (Temminghoff vd., 1997). Bununla birlikte, toprak pH'sı nötr durumun üzerine çıktıkça, toprağın çözünebilir organik karbon emilimini zayıflatmış ve organik karbon-katyon komplekslerinin oluşum potansiyelini arttırmıştır (Römkens vd., 1996). Deneme sonucunda toprakların alınabilir magnezyum içerikleri belirtilen sınır değerlerin (480-1500 mg kg<sup>-1</sup>) üzerinde bulunduğu ve toprakta fazla olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.9. Alınabilir Demir (Fe) İçeriği**

Deneme sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir demir (Fe) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 4). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir Fe içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarının yıllar arasındaki farklılıkları istatistiki açıdan önemli bulunmasına

rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının toprakta alınabilir Fe içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

**Çizelge 4.4.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Alınabilir Fe		Alınabilir Zn		Alınabilir Mn	
	mg kg <sup>-1</sup>					
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	10,59 g	10,10 j	1,75 e	1,96 j	7,84	7,93 h
SG0+P1 <sub>NK</sub>	10,96 g	10,34 j	2,11 b-d	2,01 ij	7,81	8,01 gh
SG0+P2 <sub>NK</sub>	11,19 g	10,45 j	2,12 b-d	2,02 h-j	7,88	8,05 f-h
SG0+P3 <sub>NK</sub>	11,05 g	10,54 j	2,11 b-d	2,01 ij	8,01	8,06 e-h
SG0+P4 <sub>NK</sub>	11,04 g	10,30 j	2,01 c-e	2,01 ij	7,91	8,02 gh
SG1+P0 <sub>NK</sub>	12,57 f	11,53 ı	2,29 a-d	2,02 h-j	8,04	8,21 d-g
SG1+P1 <sub>NK</sub>	12,71 ef	12,03 hı	2,01 c-e	2,08 f-j	8,14	8,24 c-f
SG1+P2 <sub>NK</sub>	12,80 ef	12,19 gh	1,95 de	2,06 g-j	8,20	8,27 b-e
SG1+P3 <sub>NK</sub>	13,00 d-f	12,28 f-h	1,94 de	2,09 e-j	8,33	8,29 a-d
SG1+P4 <sub>NK</sub>	12,91 d-f	12,08 g-ı	1,96 de	2,03 h-j	8,27	8,29 a-d
SG2+P0 <sub>NK</sub>	13,13 d-f	12,17 gh	2,32 a-c	2,10 e-ı	8,22	8,34 a-d
SG2+P1 <sub>NK</sub>	13,24 d-f	12,53 d-h	2,16 b-d	2,12 d-ı	8,29	8,34 a-d
SG2+P2 <sub>NK</sub>	13,31 d-f	12,49 e-h	1,95 de	2,13 d-ı	8,34	8,36 a-d
SG2+P3 <sub>NK</sub>	13,27 d-f	12,72 d-g	2,04 c-e	2,14 c-h	8,31	8,34 a-d
SG2+P4 <sub>NK</sub>	13,10 d-f	12,61 d-h	2,09 b-e	2,12 d-ı	8,31	8,38 a-d
SG3+P0 <sub>NK</sub>	13,39 d-f	12,89 c-f	2,33 a-c	2,17 b-g	8,35	8,39 a-d
SG3+P1 <sub>NK</sub>	13,52 c-e	13,00 b-e	2,15 b-d	2,20 a-f	8,27	8,37 a-d
SG3+P2 <sub>NK</sub>	13,62 cd	13,06 b-e	2,21 a-d	2,26 a-c	8,28	8,42 a-d
SG3+P3 <sub>NK</sub>	13,67 cd	13,15 a-d	2,28 a-d	2,23 a-d	8,31	8,44 a-c
SG3+P4 <sub>NK</sub>	13,74 b-d	13,12 a-e	2,05 c-e	2,21 a-e	8,36	8,47 ab
SG4+P0 <sub>NK</sub>	14,28 a-c	13,35 a-c	2,55 a	2,29 ab	8,28	8,42 a-d
SG4+P1 <sub>NK</sub>	14,61 a	13,62 ab	2,41 ab	2,32 a	8,46	8,45 a-c
SG4+P2 <sub>NK</sub>	14,68 a	13,70 a	2,23 a-d	2,32 a	8,24	8,45 a-c
SG4+P3 <sub>NK</sub>	14,55 ab	13,55 ab	2,24 a-d	2,30 a	8,28	8,49 a
SG4+P4 <sub>NK</sub>	14,56 ab	13,43 a-c	2,18 b-d	2,27 ab	8,36	8,47 ab
Ortalama	13,02 A	12,29 B	2,14	2,14	8,20 B	8,30 A
LSD* (Y)	0,147		öd		0,080	
LSD* (G)	0,842	0,633	0,359	0,129	öd	0,217
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.



Çizelge 4.4 incelendiğinde, toprağın alınabilir Fe içeriği, denemenin ilk yılı 10,59-14,68 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 10,10-13,70 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir Fe içeriği her iki yılda da, SG0+P0<sub>NK</sub> (sırasıyla, 10,59 ve 10,10 mg kg<sup>-1</sup>) konusunda belirlenmiştir. Denemede en yüksek alınabilir Fe içeriği ise, her iki deneme yılında da, SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (sırasıyla, 14,68-13,70 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Ayrıca, en yüksek alınabilir Fe içerikleri tespit edilen SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında çalışmanın her iki yılında da istatistiki olarak aynı gruba girmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir Fe içeriğinin, ilk yıl %35,8; ikinci yıl ise %35,6 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir Fe içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %5,6 oranında azalmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, uygulanan sığır ve fosfor gübresi kombinasyonlarının toprakta alınabilir Fe içeriğini arttığı tespit edilmiştir. Toprağın organik madde döngüsü, aktif minerallerin, özellikle demir (Fe) oksitler ve hidroksitlerin biyojeokimyasal döngüsüyle güçlü bir şekilde bağlantılıdır (Lalonde vd., 2012; Kramer ve Chadwick, 2018; Hemingway vd., 2019; Nguyen vd., 2019). Organik maddece varsıl topraklarda Fe oksitler/hidroksitler, organik maddenin geniş yüzey alanına tutunurlar ve bununla birlikte organik madde ile yüksek afinitesinden dolayı kilyetler oluşturup bitkinin yararlanabileceği formlara dönüşürler (Schwertmann ve Cornell, 2000; Kaiser vd., 2007; Hochella vd., 2008; Borch vd., 2010). Bununla birlikte, organik gübrelemeyle azalan toprak pH'sı, topraktaki alınabilir Fe miktarlarını da arttırdığı farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Hinsinger, 1998; Lucena, 2000; Duckworth vd., 2009). Ayrıca, topraktaki alınabilir demir (Fe) içeriklerinin yeterli seviyelerde (>4,5 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.10. Alınabilir Çinko (Zn) İçeriği**

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 4). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir Zn içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarının, yıllar

arasındaki farklılıkları ve yıl x gübre interaksiyonlarının toprakta alınabilir Zn içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 incelendiğinde, toprağın alınabilir Zn içeriği, denemenin ilk yılı 1,75-2,55 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 1,96-2,32 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir Zn içeriği her iki yılda da, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (sırasıyla 1,75 ve 1,96 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek alınabilir Zn içeriği, ilk yıl (2020), SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (2,55 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl (2021) ise, SG4+P1<sub>NK</sub> ve SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında (2,32 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Ayrıca, denemenin ikinci yılında en yüksek alınabilir Zn içerikleri tespit edilen, SG4+P1<sub>NK</sub>, SG4+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamaları istatistiki olarak aynı gruba girmişlerdir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir Zn içeriğinin, ilk yıl %37,7; ikinci yıl ise %18,4 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir Zn içeriğinde, ilk yıla kıyasla ikinci yıl oransal bir değişim gerçekleşmemiştir.

Çalışmanın bulgularına göre, toprağın alınabilir çinko içeriklerini sığır gübresi uygulamaları arttırmıştır. Yüksek pH içeriğine sahip topraklarda organik maddenin arttırılmasıyla ve azalan pH ile birlikte topraktaki çinko önce absorbe edilmekte daha sonra toprak çözeltisine geçmek için desorbe edilmeye başlamaktadır. Dolayısıyla topraktaki alınabilir Zn miktarında da artış söz konusu olmaktadır (Sidhu vd., 1976; Kuo ve Mikkelsen, 1980; Çakmak vd., 1996). Farklı araştırmacıların bildirdiği sonuçlar elde edilen verileri desteklemektedir (Khater ve Zaghoul, 2002; Karaca, 2004; Zahedifar vd., 2010; Zahedifar vd., 2012; Çakmak ve Kutman, 2018). Bununla birlikte, topraktaki alınabilir çinko içeriğinin bildirilen sınırlar içerisinde (0,7-2,4 mg kg<sup>-1</sup>) yeterli seviyelerde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.11. Alınabilir Manganez (Mn) İçeriği**

Çalışmanın sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir manganez (Mn) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 4). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir Mn içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemsiz, fakat ikinci yıl istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar

istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının toprakta alınabilir Mn içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 incelendiğinde, toprağın alınabilir Mn içeriği, denemenin ilk yılı 7,81-8,46 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 7,93-8,49 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir Mn içeriği denemenin ilk yıl, SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (7,81 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yılı ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (7,93 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek alınabilir Mn içeriği ise, ilk yıl, SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (8,46 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (8,49 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir Mn içeriğinin, ilk yıl %7,9; ikinci yıl ise %7,1 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir Mn içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %1,2 oranında artmıştır.

Uygulanan P-OMG kombinasyonları ile toprağın alınabilir Mn içeriklerinin, dozlar arttıkça aynı doğrultuda arttırdığı belirlenmiştir. Farklı araştırmacıların çalışmalarında toprağa uygulanan organik maddenin toprakta çeşitli kompleksler oluşturarak Mn'in indirgenmesinde yardımcı olduğunu ve bitkinin topraktaki mangandan kolaylıkla faydalandıklarını bildirmişlerdir (Karimian vd., 2012; Dang vd., 2015; Schneider vd., 2016; Chen vd., 2021). Elde edilen bulgular yapılan çalışmalarla uyum göstermekte ve analiz sonuçlarına göre toprakta alınabilir Mn içeriği yeterli miktarın (14-50 mg kg<sup>-1</sup>) altında bulunduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.12. Alınabilir Bakır (Cu) İçeriği**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 5). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının toprağın alınabilir Cu içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemsiz, fakat ikinci yıl istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksiyonlarının toprakta alınabilir Cu içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir bakır (Cu) ve bor (B) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Alınabilir Cu		Alınabilir B	
	mg kg <sup>-1</sup>			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	2,92	2,86 d	1,82 ı	1,79 ı
SG0+P1 <sub>NK</sub>	2,83	2,90 d	1,84 hı	1,82 hı
SG0+P2 <sub>NK</sub>	2,94	2,98 cd	1,92 e-ı	1,84 hı
SG0+P3 <sub>NK</sub>	3,20	2,91 d	1,88 f-ı	1,84 hı
SG0+P4 <sub>NK</sub>	2,99	2,89 d	1,94 d-ı	1,85 hı
SG1+P0 <sub>NK</sub>	3,37	3,25 ab	1,86 g-ı	1,85 hı
SG1+P1 <sub>NK</sub>	3,47	3,32 ab	1,94 d-ı	1,90 f-h
SG1+P2 <sub>NK</sub>	3,36	3,30 ab	2,01 b-ı	1,94 d-g
SG1+P3 <sub>NK</sub>	3,20	3,32 ab	2,04 b-g	1,92 e-g
SG1+P4 <sub>NK</sub>	3,29	3,26 ab	1,96 c-ı	1,94 d-g
SG2+P0 <sub>NK</sub>	3,38	3,25 ab	1,98 b-ı	1,98 b-f
SG2+P1 <sub>NK</sub>	3,47	3,29 ab	2,04 b-g	2,00 a-e
SG2+P2 <sub>NK</sub>	3,28	3,32 ab	1,99 b-ı	2,01 a-e
SG2+P3 <sub>NK</sub>	3,36	3,40 a	2,14 a-c	2,02 a-d
SG2+P4 <sub>NK</sub>	3,34	3,30 ab	2,07 a-f	1,97 c-f
SG3+P0 <sub>NK</sub>	3,28	3,20 ab	2,02 b-h	2,02 a-d
SG3+P1 <sub>NK</sub>	3,41	3,24 ab	2,04 b-g	2,04 a-c
SG3+P2 <sub>NK</sub>	3,25	3,20 ab	2,18 ab	2,07 ab
SG3+P3 <sub>NK</sub>	3,29	3,23 ab	2,26 a	2,10 a
SG3+P4 <sub>NK</sub>	3,13	3,20 ab	2,09 a-e	2,05 a-c
SG4+P0 <sub>NK</sub>	3,33	3,21 ab	2,13 a-d	2,05 a-c
SG4+P1 <sub>NK</sub>	3,45	3,26 ab	2,14 a-c	2,07 ab
SG4+P2 <sub>NK</sub>	3,31	3,28 ab	2,10 a-e	2,06 a-c
SG4+P3 <sub>NK</sub>	3,15	3,17 bc	2,07 a-f	2,05 a-c
SG4+P4 <sub>NK</sub>	3,14	3,13 bc	2,13 a-d	2,03 a-d
Ortalama	3,24	3,19	2,02 A	1,97 B
LSD* (Y)	öd		0,031	
LSD* (G)	öd	0,214	0,197	0,099
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, toprağın alınabilir Cu içeriği, denemenin ilk yılı 2,83-3,47 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 2,86-3,40 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir Cu içeriği denemenin ilk yıl, SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (2,83 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yılı ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (2,86 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek alınabilir Cu

içeriği ise, ilk yıl, SG1+P1<sub>NK</sub> ve SG2+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında (3,47 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (3,40 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir Cu içeriğinin, ilk yıl %18,8; ikinci yıl ise %18,9 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, alınabilir Cu içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %1,5 oranında azalmıştır.

Uygulanan organomineral gübrelerin, toprağın alınabilir Cu içeriğini kontrol (SG0+P0<sub>NK</sub>) konusuna kıyasla arttırdığı belirlenmiştir. Hümik maddeler, toprak organik maddesinin önemli bir bölümünü oluşturur ve bunların bağlanma kapasiteleri metal kationlarının mevcudiyetini etkiler ve hareketliliklerinde önemli bir rol oynar (Stevenson, 1995). Elde edilen bulgulara göre toprağın organik maddesinin artması ve topraktaki pH'nın azalması ile birlikte alınabilir Cu miktarının arttığı farklı araştırmacılar tarafından çalışmalarında bildirilmiş ve denemeden elde edilen bulgularla uyumlu olduğu belirlenmiştir (Balabane vd., 1999; Karaca, 2004; Gondar vd., 2006; Bernal vd., 2007) . Bununla birlikte, topraktaki alınabilir Cu içeriklerinin yeterli (>0,2 mg kg<sup>-1</sup>) seviyelerde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.13. Alınabilir Bor (B) İçeriği**

Deneme sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın alınabilir bor (B) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 5). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının alınabilir B içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının toprakta alınabilir B içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 incelendiğinde, toprağın alınabilir B içeriği, denemenin ilk yılı 1,82-2,26 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 1,79-2,10 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük alınabilir B içeriği her iki yılda da, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (sırasıyla, 1,82 ve 1,79 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek alınabilir B içeriği ise, her iki deneme yılında da, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (sırasıyla, 2,26-2,10 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Ayrıca, en yüksek alınabilir B içeriği tespit edilen SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında denemenin her iki yılında da

istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla alınabilir B içeriğinin, ilk yıl %24,2; ikinci yıl ise %17,3 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, toprakta alınabilir B içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %2,5 oranında azalmıştır.

Elde edilen verilere göre, topraktaki alınabilir B içeriklerine P-OMG uygulamalarının etkisi yüksek olmuştur. Toprakların alınabilir B miktarı topraktaki organik maddeye bağlı olduğu için topraklardaki artan organik madde miktarı alınabilir B miktarlarını da yükseltmiştir (Demirtaş, 2006). Uygulanan organik gübrenin içinde mevcut bulunan B ve azalan toprak reaksiyon değerleri (pH), topraktaki alınabilir B miktarını arttırmıştır. Toprak çözeltisinde alınabilir B'un bitkiler için yararlanabilir hale gelmesini etkileyen en önemli toprak özelliğinin pH olduğu, toprak pH'sındaki artışların ve bilinçsiz kireç uygulamalarının bitkilerin B alımını azalttığı bilinmektedir (Demirtaş, 2005). Farklı araştırmacıların yaptıkları çalışmalar, elde edilen bulguları destekleyici nitelikte olduğu tespit edilmiştir (Bartlett ve Picarelli, 1973; Demirtaş, 2006; Kacar ve Katkat, 2010). Ayrıca araştırma bulgularına göre topraktaki alınabilir bor seviyelerinin yeterli sınırlar (1,0-2,4 mg kg<sup>-1</sup>) içinde kaldığı tespit edilmiştir (Anonim, 1990b).

#### **4.1.14. Değişebilir Kalsiyum (Ca) İçeriği**

Çalışma sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın değişebilir kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 6). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının değişebilir Ca içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemsiz, fakat ikinci yıl önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonları toprağın değişebilir Ca içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.6).

**Çizelge 4.6.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın değişebilir kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Değişebilir Ca		Değişebilir Mg	
	me 100 g <sup>-1</sup>			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	8,14	7,95 g	1,30 n (yz)	1,27 n (z)
SG0+P1 <sub>NK</sub>	8,45	8,26 d-g	1,34 l-n (t-y)	1,31 l-n (w-z)
SG0+P2 <sub>NK</sub>	8,53	8,37 b-g	1,30 n (yz)	1,30 mn (yz)
SG0+P3 <sub>NK</sub>	8,42	8,32 c-g	1,33 l-n (v-y)	1,31 l-n (w-z)
SG0+P4 <sub>NK</sub>	8,08	8,23 e-g	1,38 j-l (o-u)	1,30 mn (yz)
SG1+P0 <sub>NK</sub>	8,27	8,08 fg	1,46 g-ı (ı-m)	1,34 k-m (t-y)
SG1+P1 <sub>NK</sub>	8,44	8,25 d-g	1,41 ı-k (m-r)	1,36 j-l (s-w)
SG1+P2 <sub>NK</sub>	8,54	8,35 c-g	1,42 ı-k (m-q)	1,39 h-k (o-t)
SG1+P3 <sub>NK</sub>	8,40	8,41 a-g	1,38 j-l (o-u)	1,35 k-m (t-y)
SG1+P4 <sub>NK</sub>	8,40	8,34 c-g	1,33 l-n (v-y)	1,34 k-m (t-y)
SG2+P0 <sub>NK</sub>	8,26	8,07 fg	1,35 l-n (t-y)	1,36 j-l (s-w)
SG2+P1 <sub>NK</sub>	9,05	8,39 b-g	1,45 g-ı (j-n)	1,41 g-j (m-r)
SG2+P2 <sub>NK</sub>	8,63	8,59 a-f	1,42 ı-k (m-q)	1,39 h-k (o-t)
SG2+P3 <sub>NK</sub>	8,62	8,71 a-e	1,43 h-ı (k-o)	1,37 ı-k (q-v)
SG2+P4 <sub>NK</sub>	8,15	8,56 a-f	1,38 j-l (o-u)	1,35 k-m (t-y)
SG3+P0 <sub>NK</sub>	8,68	8,52 a-f	1,50 e-g (f-j)	1,46 e-g (ı-m)
SG3+P1 <sub>NK</sub>	9,08	8,87 ab	1,51 d-f (e-ı)	1,48 d-f (g-k)
SG3+P2 <sub>NK</sub>	9,08	8,87 ab	1,53 de (d-f)	1,50 c-e (f-j)
SG3+P3 <sub>NK</sub>	8,97	8,76 a-d	1,48 f-h (g-k)	1,45 f-h (j-n)
SG3+P4 <sub>NK</sub>	8,51	8,65 a-e	1,46 g-ı (ı-m)	1,42 f-ı (m-q)
SG4+P0 <sub>NK</sub>	8,67	8,71 a-e	1,68 a (a)	1,53 bc (d-f)
SG4+P1 <sub>NK</sub>	8,78	8,78 a-c	1,63 b (b)	1,59 a (bc)
SG4+P2 <sub>NK</sub>	8,92	8,93 a	1,60 bc (bc)	1,57 ab (cd)
SG4+P3 <sub>NK</sub>	9,22	8,80 a-c	1,64 ab (ab)	1,53 bc (d-f)
SG4+P4 <sub>NK</sub>	8,67	8,58 a-f	1,56 cd (c-e)	1,52 b-d (d-h)
Ortalama	8,60	8,49	1,45 A	1,41 B
LSD* (Y)	öd		0,010	
LSD* (G)	öd	0,522	0,052	0,055
LSD* (Y x G)	öd		0,053	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil. Parantez içerisindeki harfler Y x G interaksiyonlarına ilişkin Duncan testi sonuçlarıdır.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, toprağın değişebilir Ca içeriği, denemenin ilk yılı 8,08-9,22 me 100 g<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 7,95-8,93 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Çalışmada, toprakta en düşük değişebilir Ca içeriği denemenin ilk yılı, SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (8,08

me 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yılı ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (7,95 me 100 g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bununla birlikte, en yüksek değişebilir Ca içeriği ise, denemenin ilk yılı, SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (9,22 me 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (8,93 me 100 g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Ayrıca, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla değişebilir Ca içeriğinin, ilk yıl %13,3; ikinci yıl ise %12,3 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, değişebilir Ca içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %1,3 oranında azalmıştır.

Esas olarak, bir baz katyon olan Ca<sup>+2</sup>'un değişimi, kil mineralleri ve/veya organik madde üzerindeki negatif yük arasındaki elektrostatik etkileşimden kaynaklanmaktadır, böylece adsorpsiyon pH ve iyonik güç gibi değişkenlere bağlıdır (Rytwo vd., 2002). Toprakta azalan pH ve artan organik madde miktarı Ca<sup>+2</sup>'un değişim kapasitesini arttırmış ve kolloid yüzeye adsorbansını sağlamıştır. Artan organik madde içeriği ile aynı doğrultuda artan değişebilir Ca miktarları, pek çok çalışmada olduğu gibi denemede elde edilen sonuçları desteklemektedir (Shen, 1999; Andersson vd., 2000; Gustafsson ve Van Schaik, 2003; Meier vd., 2004; Whittinghill ve Hobbie, 2012).

#### 4.1.15. Değişebilir Magnezyum (Mg) İçeriği

Deneme sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın değişebilir magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 6). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının değişebilir Mg içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının toprağın değişebilir Mg içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 incelendiğinde, toprağın değişebilir Mg içeriği, denemenin ilk yılı 1,30-1,68 me 100 g<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 1,27-1,59 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük değişebilir Mg içeriği ilk yıl, SG0+P0<sub>NK</sub> (Kontrol) ve SG0+P2 uygulamasında (1,30 me 100 g<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (1,27 me 100 g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek değişebilir Mg içeriği, ilk yıl, SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (1,68 mg 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (1,59 me 100 g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Her iki yılın sonuçları incelendiğinde, 2020 yılında SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasıyla en yüksek değişebilir



Mg içeriği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla değişebilir Mg içeriğinin, ilk yıl %29,2; ikinci yıl ise %25,2 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, değişebilir Mg içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %2,8 oranında azalmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, topraktaki artan organik madde miktarı, toprağın değişebilir Mg miktarını da aynı doğrultuda arttırmıştır. Magnezyum bir baz katyondur ve yüksek organik madde içeriğine göre kolloid yüzeye elektrostatik yükünden dolayı adsorbansız olduğu fazladır (Angelova vd., 2013). Bununla birlikte yapılan pek çok çalışmada, topraktaki organik maddenin artışı ve topraktaki pH değerlerinin azalmasıyla özellikle Ca ve Mg elementinin değişiminin artış gösterdiği, denemedeki bulgularla da benzerlikler göstermiştir (Noble ve Randall, 1999; Dijkstra, 2003; Reich vd., 2005; Guckland vd., 2009; Whittinghill ve Hobbie, 2012). Ayrıca, uygulanan fosfor dozları arttığu değişebilir Mg kapasitesinin önce arttığını daha sonra azaldığı belirlenmiştir. Topraktaki organik madde artışı ile fosfor mineralizasyonu da artmış topraktaki tutulan Mg elementi katyon değişimi için aktive edilmiştir. Dolayısıyla fosfora bağlı Mg elementinin, bitkinin yararlanması için suda çözülebilir formlarda toprak suyunda depo edildiği bazı çalışmalarda bildirilmektedir (Binkley ve Valentine, 1991; Son ve Lee, 1997; Neirynek vd., 2000; Reich vd., 2005).

#### **4.1.16. Değişebilir Potasyum (K) İçeriği**

Deneme sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın değişebilir potasyum (K) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, izelge 6). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının değişebilir K içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki aından önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın değişebilir K içeriği üzerine etkisi istatistiki aından önemli bulunmuştur (izelge 4.7).

**Çizelge 4.7.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın değişebilir potasyum (K) ve sodyum (Na) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Değişebilir K		Değişebilir Na	
	me 100 g <sup>-1</sup>			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	0,58 ı (q)	0,65 h (n-p)	0,042	0,038
SG0+P1 <sub>NK</sub>	0,64 hı (o-q)	0,68 e-h (h-o)	0,042	0,040
SG0+P2 <sub>NK</sub>	0,69 e-h (g-o)	0,69 d-g (g-o)	0,042	0,041
SG0+P3 <sub>NK</sub>	0,59 ı (pq)	0,68 e-h (h-o)	0,042	0,041
SG0+P4 <sub>NK</sub>	0,64 hı (o-q)	0,67 f-h (k-o)	0,040	0,041
SG1+P0 <sub>NK</sub>	0,66 f-ı (m-o)	0,66 gh (m-o)	0,044	0,039
SG1+P1 <sub>NK</sub>	0,69 e-h (g-o)	0,68 e-h (h-o)	0,040	0,040
SG1+P2 <sub>NK</sub>	0,71 d-h (e-n)	0,71 b-f (e-n)	0,039	0,041
SG1+P3 <sub>NK</sub>	0,73 d-g (d-k)	0,69 d-g (h-o)	0,039	0,040
SG1+P4 <sub>NK</sub>	0,69 e-h (g-o)	0,68 e-h (h-o)	0,039	0,039
SG2+P0 <sub>NK</sub>	0,71 d-h (e-n)	0,66 gh (m-o)	0,046	0,039
SG2+P1 <sub>NK</sub>	0,75 c-e (d-ı)	0,69 d-h (g-o)	0,043	0,042
SG2+P2 <sub>NK</sub>	0,73 d-g (d-k)	0,73 a-d (d-k)	0,039	0,042
SG2+P3 <sub>NK</sub>	0,75 c-e (d-ı)	0,71 b-f (e-n)	0,041	0,043
SG2+P4 <sub>NK</sub>	0,75 c-e (d-ı)	0,70 c-g (f-o)	0,042	0,042
SG3+P0 <sub>NK</sub>	0,68 e-h (h-o)	0,70 c-g (f-o)	0,047	0,043
SG3+P1 <sub>NK</sub>	0,82 bc (bc)	0,73 a-d (d-k)	0,043	0,043
SG3+P2 <sub>NK</sub>	0,77 c-e (c-e)	0,73 a-d (d-k)	0,044	0,043
SG3+P3 <sub>NK</sub>	0,75 c-e (d-ı)	0,74 ab (d-j)	0,046	0,042
SG3+P4 <sub>NK</sub>	0,73 d-g (d-k)	0,74 ab (d-j)	0,041	0,041
SG4+P0 <sub>NK</sub>	0,79 b-d (cd)	0,72 a-e (e-m)	0,051	0,043
SG4+P1 <sub>NK</sub>	0,93 a (a)	0,74 ab (d-j)	0,048	0,045
SG4+P2 <sub>NK</sub>	0,88 ab (ab)	0,76 a (c-f)	0,045	0,045
SG4+P3 <sub>NK</sub>	0,77 c-e (c-e)	0,76 a (c-f)	0,045	0,044
SG4+P4 <sub>NK</sub>	0,75 c-e (d-ı)	0,72 a-e (e-m)	0,044	0,043
Ortalama	0,73 A	0,71 B	0,043	0,042
LSD* (Y)	0,014		öd	
LSD* (G)	0,088	0,041	öd	öd
LSD* (Y x G)	0,068		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil. Parantez içerisindeki harfler Y x G interaksiyonlarına ilişkin Duncan testi sonuçlarıdır.

Çizelge 4.7 incelendiğinde, toprağın değişebilir K içeriği, denemenin ilk yılı 0,58-0,93 me 100 g<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 0,65-0,76 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük değişebilir K içeriği, her iki deneme yılında da, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (sırasıyla, 0,58 ve

0,65 me 100 g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek değişebilir K içeriği, ilk yıl, SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (0,93 mg 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise, SG4+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (0,76 me 100 g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Her iki yıl incelendiğinde, 2020 yılında gerçekleşen SG4+P1<sub>NK</sub> uygulaması en yüksek değişebilir K içeriği olarak tespit edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, SG4+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamalarının istatistiki olarak aynı gruba girdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla değişebilir K içeriğinin, ilk yıl %60,3; ikinci yıl ise %16,9 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, değişebilir K içeriği, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %2,7 oranında azalmıştır.

Denemeden elde edilen bulgulara göre toprakta artan organik madde miktarı değişebilir K içeriklerini arttırmıştır. Organik maddenin artması ve pH'nın azalmasıyla, toprakta adsorbansı yüksek baz bir katyon olan K'un değişiminin arttığı ve bitkinin alabileceği formlarda bulunabileceği bildirilmektedir (Siregar vd., 2005; Whittinghill ve Hobbie, 2012). Yapılan pek çok çalışmada toprakta artan organik maddenin değişebilir K aktivasyonunu arttırdığı belirtilmiştir (Khoshgoftarmanesh ve Kalbasi, 2002; Verma vd., 2005; Çimrin ve Boysan, 2006; Yalçın vd., 2018). Yapılan çalışmaların elde edilen bulgularla uyum gösterdiği tespit edilmiştir.

#### 4.1.17. Değişebilir Sodyum (Na) İçeriği

Çalışma kapsamında P-OMG uygulamalarının, toprağın değişebilir sodyum (Na) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 6). Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın değişebilir Na içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonları da toprağın değişebilir Na içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 incelendiğinde, toprağın değişebilir Na içeriği, denemenin ilk yılı 0,039-0,051 me 100 g<sup>-1</sup>; ikinci yılı ise, 0,038-0,045 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük değişebilir Na içeriği denemenin ilk yılı, SG1+P2<sub>NK</sub>, SG1+P3<sub>NK</sub>, SG1+P4<sub>NK</sub> ve SG2+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında (0,039 me 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yılı ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (0,038 me 100 g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek değişebilir Na içeriği ise, ilk yıl, SG4+P0<sub>NK</sub>

uygulamasında (0,051 me 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yıl SG4+P1<sub>NK</sub> ve SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında (0,045 me 100 g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla değişebilir Na içeriğinin, ilk yıl %21,4; ikinci yıl ise %18,4 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, değişebilir Na içeriği, ilke yıla kıyasla ikinci yıl, %2,3 oranında azalmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, her iki yılda da uygulanan P-OMG kombinasyonları toprakların değişebilir Na içeriğini arttırmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda uygulanan hayvansal kaynaklı gübrelerin hayvanların türüne ve cinsine göre farklı miktarlarda bünyesinde tuz içerdiği bildirilmektedir (Demir vd., 2003; Demirtaş vd., 2012; Erdal vd., 2018). Toprakta organik madde varlığı, Na'un dağılmasına yardımcı olmakta ve çözünür bir formda muhtemelen kolloidal bir formda mobilize edilebilmektedir (Churchman vd., 1993).

#### **4.1.18. Toplam Değişebilir Katyonlar**

Deneme sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, toprağın toplam değişebilir katyonların miktarı üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 7). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının toplam değişebilir katyonların miktarı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın toplam değişebilir katyon miktarı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 incelendiğinde, toprağın toplam değişebilir katyonların miktarı, denemenin ilk yılı 10,06-11,67 me 100 g<sup>-1</sup> ikinci yılı ise, 9,91-11,31 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük toplam değişebilir katyon miktarı, her iki deneme yılında da, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (sırasıyla, 10,06 ve 9,91 me 100 g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek toplam değişebilir katyon miktarı, ilk yıl, SG4+P3<sub>NK</sub> (11,67 mg 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise, SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (11,31 me 100 g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla toplam değişebilir katyonların miktarının, ilk yıl %16; ikinci yıl ise %14,1 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, toplam değişebilir katyonların miktarı, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %1,6 oranında azalmıştır.

**Çizelge 4.8.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toplam değişebilir katyonlar, katyon değişim kapasitesi (KDK) ve baz doygunluğu üzerine etkisi.

Konular	Toplam Değişebilir Katyonlar		Katyon Değişim Kapasitesi		Baz Doygunluğu	
	me 100 g <sup>-1</sup>				%	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	10,06 h	9,91 g	10,66 h <sub>1</sub>	10,53 k	94,4 a-c	94,1 a
SG0+P1 <sub>NK</sub>	10,47 d-h	10,28 e-g	10,95 h <sub>1</sub>	10,89 jk	95,7 ab	94,4 a
SG0+P2 <sub>NK</sub>	10,56 c-h	10,40 d-g	11,16 g- <sub>1</sub>	10,94 jk	94,7 a-c	95,1 a
SG0+P3 <sub>NK</sub>	10,38 f-h	10,35 d-g	10,79 h <sub>1</sub>	10,91 jk	96,2 a	94,9 a
SG0+P4 <sub>NK</sub>	10,14 gh	10,25 e-g	10,55 <sub>1</sub>	10,82 jk	96,2 a	94,7 a
SG1+P0 <sub>NK</sub>	10,44 e-h	10,12 fg	11,52 e-h	11,21 ij	90,6 d-f	90,3 c-f
SG1+P1 <sub>NK</sub>	10,58 c-h	10,33 d-g	11,52 e-h	11,30 h-j	91,8 c-e	91,4 b-e
SG1+P2 <sub>NK</sub>	10,71 b-h	10,48 c-f	11,52 e-h	11,40 g-j	93,0 b-d	92,0 b
SG1+P3 <sub>NK</sub>	10,54 c-h	10,49 c-f	11,42 e- <sub>1</sub>	11,43 g-j	92,3 c-e	91,8 bc
SG1+P4 <sub>NK</sub>	10,45 e-h	10,40 d-g	11,32 f- <sub>1</sub>	11,34 h-j	92,3 c-e	91,7 b-d
SG2+P0 <sub>NK</sub>	10,37 f-h	10,14 fg	11,32 f- <sub>1</sub>	11,27 h-j	91,7 c-e	89,9 e-g
SG2+P1 <sub>NK</sub>	11,29 a-c	10,53 c-f	12,55 a-d	11,66 f- <sub>1</sub>	89,9 d-h	90,3 c-f
SG2+P2 <sub>NK</sub>	10,82 b-h	10,74 b-e	11,97 d-g	11,85 e- <sub>1</sub>	90,4 d-g	90,7 b-f
SG2+P3 <sub>NK</sub>	10,84 b-h	10,84 a-d	11,99 d-g	12,01 d-g	90,4 d-g	90,3 c-f
SG2+P4 <sub>NK</sub>	10,32 f-h	10,65 b-f	11,42 e- <sub>1</sub>	11,90 e-h	90,4 d-g	89,5 fg
SG3+P0 <sub>NK</sub>	10,91 a-g	10,73 b-e	12,38 b-e	12,22 c-f	88,2 f-j	87,8 h- <sub>1</sub>
SG3+P1 <sub>NK</sub>	11,46 ab	11,11 ab	13,01 a-c	12,63 a-d	88,0 f-j	88,0 h
SG3+P2 <sub>NK</sub>	11,42 ab	11,14 ab	12,76 a-d	12,58 a-d	89,6 e- <sub>1</sub>	88,6 gh
SG3+P3 <sub>NK</sub>	11,25 a-d	10,99 a-c	12,71 a-d	12,43 b-e	88,5 f-j	88,4 gh
SG3+P4 <sub>NK</sub>	10,74 b-h	10,86 a-d	12,15 c-f	12,36 b-e	88,5 f-j	87,9 h <sub>1</sub>
SG4+P0 <sub>NK</sub>	11,20 a-e	11,01 a-c	12,80 a-d	12,85 a-c	87,5 g-j	85,6 k
SG4+P1 <sub>NK</sub>	11,39 ab	11,17 ab	13,23 ab	12,92 ab	86,1 j	86,4 <sub>1</sub> -k
SG4+P2 <sub>NK</sub>	11,44 ab	11,31 a	13,33 ab	13,09 a	86,0 j	86,4 <sub>1</sub> -k
SG4+P3 <sub>NK</sub>	11,67 a	11,13 ab	13,38 a	12,95 ab	87,2 h-j	86,0 k
SG4+P4 <sub>NK</sub>	11,01 a-f	10,87 a-d	12,73 a-d	12,68 a-c	86,6 ij	85,7 k
Ortalama	10,82 A	10,65 B	11,97	11,85	90,6 A	90,1 B
LSD* (Y)	0,135		öd		0,480	
LSD* (G)	0,788	0,557	0,960	0,655	3,079	1,524
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Elde edilen bulgulara göre, toprağın toplam değişebilir katyon miktarlarını, P-OMG uygulamalarının arttırdığı belirlenmiştir. Değişebilir katyonların miktarındaki artışın toprağın organik madde miktarına bağlı olduğu birçok araştırmacı tarafından

bildirilmektedir (Brownawell vd., 1990; Tiessen vd., 1994; Torn vd., 1997; Whittinghill ve Hobbie, 2011). Katyonların toprak yüzeyi bileşenlerine bağlanması, organik madde üzerindeki negatif yükün elektrostatik etkileşimden kaynaklanır ve böylece katyon adsorpsiyonu, pH ve iyonik güç gibi değişkenlere bağlıdır (Rytwo vd., 2002).

Elektrostatik yük ve yüksek yüzey alanının kombinasyonu, kil boyutundaki parçacıkların topraklarda mineral-mineral, mineral-organik, mineral-metal ve mineral-su etkileşimlerine hakim olmasına izin vermektedir (Sposito vd., 1999). Bununla birlikte fosfor dozlarının artmasıyla da değişebilir katyon seviyesinde düşük düzeyde artışlar kaydedilmiştir. Bu artışlar, toprakta suda çözünür P'un miktarı arttıkça kolloide bağlı Ca doygunluğunun artmasından ve yine nötr üzeri topraklarda Ca ve Mg'a bağlı P'un, toprak pH'sı azaldıkça kolloide bağlanma gücünün artmasından ileri gelmektedir (Manimel vd., 2013).

#### **4.1.19. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)**

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, toprağın katyon değişim kapasitesi (KDK) üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 7). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının KDK üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Fakat P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının toprağın KDK üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 incelendiğinde, toprağın KDK, denemenin ilk yılı 10,55-13,38 me 100 g<sup>-1</sup> ikinci yılı ise, 10,53-13,09 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, toprakta en düşük KDK ilk yıl, SG0+P4<sub>NK</sub> (10,55 me 100 g<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (10,53 me 100 g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Denemede en yüksek KDK, ilk yıl, SG4+P3<sub>NK</sub> (13,38 mg 100 g<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (13,09 me 100 g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla KDK'nin, ilk yıl %25,5; ikinci yıl ise %24,3 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, KDK, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %1,0 oranında azalmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, toprakta P-OMG uygulamaları artan organik madde miktarına da bağlı olarak, katyon değişim kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir. Organik madde, katyon değişiminin artırılması anlamında toprağa önemli bir güç kazandırmaktadır.

Yüzey alanının genişliği ve elektrostatik durumu neticesinde yüksek miktarda katyonu bünyesine bağlama ve bunların değişim aktivasyonunu artırma özelliğine sahip yegâne maddedir (Oorts vd., 2003). Organik maddece varsıl toprakların katyon değişim kapasitelerinin yüksek olduğu pek çok araştırmacı tarafından çalışmalarında bildirilmiştir (Thompson vd., 1989; Leinweber vd., 1993; Meyer vd., 1994; Francou vd., 2005; Kasongo vd., 2011; Gayathri vd., 2019).

#### 4.1.20. Baz Doygunluğu Kapasitesi

Denemede, P-OMG uygulamalarının, toprağın baz doygunluk kapasitesi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 7). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının baz doygunluğu üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın baz doygunluğu üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 incelendiğinde, toprağın baz doygunluk kapasitesi, denemenin ilk yılı %86-96,2 ikinci yılı ise, %85,6-95,1 arasında değişmiş olup, toprakta en düşük baz doygunluğu ilk yıl, SG4+P2<sub>NK</sub> (%86,0); ikinci yıl ise, SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (%85,6) belirlenmiştir. Denemede en yüksek baz doygunluğu, ilk yıl, SG0+P3<sub>NK</sub> ve SG0+P4<sub>NK</sub> konusunda (%96,2); ikinci yıl ise SG0+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (%95,1) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla baz doygunluk kapasitesinin, ilk yıl %8,9; ikinci yıl ise %9,0 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, baz doygunluk kapasitesi, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %0,6 oranında azalmıştır.

Baz doygunluk kapasitesi, hem toprağın taksonomik sınıflandırması hem de toprak verimliliği için etkileri önemli bir toprak kimyasal özelliğidir. Baz doygunluğu, pH 7.0 veya 8.2'de toplam toprak katyon değişim kapasitesine göre dört temel katyonun (Ca, Mg, K ve Na) toplamı olarak tanımlanır (Bohn vd., 2002). Denemeden elde edilen sonuçlara göre, organomineral gübre uygulamalarının toprağın baz doygunluk kapasitesini azalttığı tespit edilmiştir. Topraktaki bazik katyonların, organik maddenin varsıl olduğu topraklarda değişim kapasitelerinin yüksek olduğu ve toprakta pH değerlerinin azalmasıyla birlikte azaldığı, bazik katyonların bitkinin alınabileceği formlarda toprak çözeltisine geçtiği pek

çok çalışmada araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Ekwue vd.,1993; Havlin vd., 2005; Dengiz ve Özcan, 2006; Dengiz vd, 2007; Wuddivira ve Camps-Roach, 2007; Osman, 2013).

#### **4.1.21. Fosfor Adsorpsiyon (P-Ads) Kapasitesi**

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, toprağın fosfor adsorpsiyon (P-Ads) kapasitesi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 8). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının P-Ads kapasitesi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte gübre uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın P-Ads kapasitesi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 incelendiğinde, toprağın P-Ads kapasitesi, denemenin ilk yılı %87,1-97,1 ikinci yılı ise, %87,5-98,3 arasında değişmiş olup, toprakta en düşük P-Ads kapasitesi her iki deneme yılında da, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, %87,1 ve %87,5 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, denemede en yüksek P-Ads kapasitesi, her iki deneme yılında da, SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla %97,1 ve %98,3 olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, denemenin her iki yılında en yüksek P-Ads kapasitelerinin istatistiki açıdan aynı gruba girdiği belirlenmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla P-Ads kapasitesinin, ilk yıl %10,3; ikinci yıl ise %11,0 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, P-Ads kapasitesi, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %1,4 oranında artmıştır. İlk yıl ortalama P-Ads kapasitesi %91,5 iken, ikinci yıl %92,8 olarak kaydedilmiştir.

Deneme süresince uygulanan P-OMG kombinasyonlarının haricinde, inorganik halde uygulanan fosforlu gübrelerin, toprağın P-Ads kapasitesini %3,3 oranında arttırdığı kaydedilmiştir. Başka bir ifade ile toprakta artan seviyelerde ve sığır gübresi ile kombine edilmeyen fosfor gübresi uygulamaları P-Ads kapasitesini arttırmıştır. Topraktaki P adsorpsiyon oranını, topraktaki kireç oranı ve toprağın kil oranı ile kil tipi ayrıca topraktaki nemin miktarı ile toprak sıcaklığının etkilediği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Lair vd., 2009; Wang ve Liang, 2014; Gerard, 2016; Van der Salm vd., 2017).



**Çizelge 4.9.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının fosfor (P) adsorpsiyon ve desorpsiyon kapasitesi üzerine etkisi.

Konular	P Adsorpsiyon Kapasitesi		P Desorpsiyon Kapasitesi	
			%	
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	94,0 c-e	95,3 c	9,21 m	8,46 n
SG0+P1 <sub>NK</sub>	95,1 bc	96,3 bc	10,45 ı-l	9,47 m
SG0+P2 <sub>NK</sub>	96,3 ab	97,6 ab	10,13 j-m	9,71 m
SG0+P3 <sub>NK</sub>	96,4 ab	97,6 ab	9,61 lm	9,88 lm
SG0+P4 <sub>NK</sub>	97,1 a	98,3 a	9,94 k-m	10,35 j-m
SG1+P0 <sub>NK</sub>	94,7 cd	96,0 bc	10,55 h-l	9,91 lm
SG1+P1 <sub>NK</sub>	93,6 de	95,5 c	11,11 g-j	10,16 k-m
SG1+P2 <sub>NK</sub>	93,5 de	94,8 cd	10,53 h-l	10,66 ı-l
SG1+P3 <sub>NK</sub>	92,7 e	94,9 cd	10,98 g-k	11,07 g-j
SG1+P4 <sub>NK</sub>	93,2 de	94,8 cd	11,26 f-ı	10,96 h-k
SG2+P0 <sub>NK</sub>	90,8 f	93,2 de	11,19 g-j	10,75 ı-l
SG2+P1 <sub>NK</sub>	90,9 f	93,0 d-f	11,15 g-j	10,75 ı-l
SG2+P2 <sub>NK</sub>	90,1 f-h	91,8 e-g	11,74 e-g	11,37 f-ı
SG2+P3 <sub>NK</sub>	90,5 fg	91,4 e-h	11,62 e-h	11,71 e-h
SG2+P4 <sub>NK</sub>	89,9 f-ı	91,1 f-h	12,07 d-g	11,85 d-g
SG3+P0 <sub>NK</sub>	89,7 f-k	91,7 e-h	11,79 e-g	11,38 f-ı
SG3+P1 <sub>NK</sub>	89,8 f-j	91,0 f-h	13,03 b-d	11,99 d-f
SG3+P2 <sub>NK</sub>	89,6 f-k	90,2 hı	12,31 c-f	12,42 b-e
SG3+P3 <sub>NK</sub>	89,6 f-k	90,8 gh	12,35 c-f	12,01 d-f
SG3+P4 <sub>NK</sub>	89,0 g-k	90,2 hı	11,92 d-g	12,25 c-f
SG4+P0 <sub>NK</sub>	88,8 h-k	89,7 hı	12,66 b-e	11,98 d-f
SG4+P1 <sub>NK</sub>	88,3 ı-l	89,8 g-ı	14,62 a	12,65 a-d
SG4+P2 <sub>NK</sub>	88,2 kl	88,4 ij	13,50 b	13,39 a
SG4+P3 <sub>NK</sub>	88,3 ı-l	88,4 ij	13,37 bc	13,20 ab
SG4+P4 <sub>NK</sub>	87,1 l	87,5 j	13,56 ab	12,93 a-c
Ortalama	91,5 B	92,8 A	11,63 A	11,25 B
LSD* (Y)	0,349		0,198	
LSD* (G)	1,537	1,970	1,109	0,881
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Bu durumun aksine, sığır gübrelere ile birlikte kombine halde uygulanan P'un toprakta adsorpsiyon oranının azaldığı tespit edilmiştir. Toprakta P, toprağın organik maddesine bağlanabilir ve P'un organik maddeye bağlanma derecesi, mevcut P formlarından ve çeşitli

biyojeokimyasal ve çevresel faktörlerden (toprak nemi, organik madde ve kil içeriği gibi) etkilenmektedir (Zhang vd., 2014). Bazı çalışmalarda, organik maddenin topraktaki P kapasitesini doğrudan zenginleştirebildiği ve çeşitli mekanizmalar yoluyla toprakta P'un adsorpsiyonunu ve desorpsiyonunu etkileyen önemli bir faktör olduğu bildirilmektedir (Ye vd., 2006; Wang ve Liang, 2014). Toprakta yeterli organik madde miktarının bulunması, varsıl P mevcudiyetini ve kinetiğini arttırmakta ve dolayısıyla P'un biyoyararlanımını da arttırmaktadır (Hua vd., 2008; Du vd., 2013; Yan vd., 2013). Organik maddenin azalmasıyla birlikte, toprakların çoğunda P için adsorpsiyon kapasitesinin azaldığı ve P'un desorpsiyonunun arttığı, bu durumun, organik maddenin eksikliği kapsamında mevcut P miktarını da azalttığı bildirilmiştir (Halajnia vd., 2009; Fekri vd., 2011; Debicka vd., 2016).

#### **4.1.22. Fosfor Desorpsiyon (P-Des) Kapasitesi**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, toprağın fosfor desorpsiyon (P-Des) kapasitesi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 8). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının P-Des kapasitesi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın P-Des kapasitesi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 incelendiğinde, toprağın P-Des kapasitesi, denemenin ilk yılı %9,21-14,62 ikinci yılı ise, %8,46-13,39 arasında değişmiş olup, toprakta en düşük P-Des kapasitesi her iki deneme yılında da, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda sırasıyla, %9,21 ve %8,46 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, denemede en yüksek P-Des kapasitesi, denemenin ilk yılında, SG4+P1<sub>NK</sub> (%14,62); ikinci yılında ise, SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (%13,39) kaydedilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla P-Des kapasitesinin, ilk yıl %58,7; ikinci yıl ise %58,3 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, P-Des kapasitesi, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %2,6 oranında azalmıştır. İlk yıl ortalama P-Des kapasitesi %11,63 iken, ikinci yıl %11,25 olarak kaydedilmiştir.

P-OMG uygulamalarıyla toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin toprağın P-Des kapasitesini arttırdığı tespit edilmiştir. Topraktaki organik maddenin varlığı topraktaki

fosfor minerilizasyonunu olumlu etkilemekte ve fosfor desorpsiyonu ile birlikte suda çözünür P miktarını da arttırmaktadır (Nagarajah vd., 1968; Elkhatib ve Hern, 1988; Hiradate ve Uchida, 2004; Ohno vd., 2005; Halajnia vd., 2009; Kang vd., 2009; Fink vd., 2016). Kalkerli topraklar, genellikle asitli topraklardan daha fazla P absorbe etmektedir (Raven ve Hossner, 1994). P'un desorpsiyonu, toprak P konsantrasyonu ile ilgilidir ve bu nedenle, gübrelerin ve gübrelerin P ilavelerinden güçlü bir şekilde etkilenir (McDowell ve Sharpley, 2001). Toprağa organik madde eklenmesi gibi toprak yönetimi uygulamaları, toprakta bulunan mevcut P miktarını değiştirebilmektedir (Sing ve Jones, 1976; Fekri vd., 2011). Toprakta P desorpsiyonunun birçok çalışmada, reaksiyon hızının önce çok hızlı olduğu ve daha sonra görünen dengeye yaklaştıkça yavaş yavaş azaldığı bildirilmektedir (Amer vd., 1955; Evans ve Jurinak, 1976; Chien ve Clayton, 1980; Toor ve Bahl, 1999; Shariatmadari vd., 2006). Desorpsiyon miktarı ve hızı, toprak ve fosfat arasındaki temas zamanına bağlıdır (Barrow ve Shaw, 1975). Toprakta, P desorpsiyon ve absorpsiyonu kinetiği çok karmaşıktır. Birçok araştırmacı, topraklardan P desorpsiyon kinetiğini ve kinetik modellerin P desorpsiyonunu tanımlama kabiliyetini kapsamlı bir şekilde incelemiştir (Chien ve Clayton, 1980; Elkhatib ve Hern, 1988; Yang ve Skogley, 1992; Toor ve Bahl, 1999; Fekri vd., 2011).

#### **4.1.23. Fosfor Fiksasyon (P-Fks) Kapasitesi**

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, toprağın fosfor fiksasyon (P-Fks) kapasitesi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 8). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının P-Fks kapasitesi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte gübre uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksyonları toprağın P-Fks kapasitesi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 incelendiğinde, toprağın P-Fks kapasitesi, denemenin ilk yılı %75,3-87,5 ikinci yılı ise, %76,2-88,2 arasında değişmiş olup, toprakta en düşük P-Fks kapasitesi her iki deneme yılında da, SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, %75,3 ve %76,2 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, denemede en yüksek P-Fks kapasitesi, denemenin her iki yılında da, SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (sırasıyla, %87,5 ve %88,2) kaydedilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının fosfor (P) fiksasyon ve suda çözünür P kapasitesi üzerine etkisi.

Konular	P Fiksasyon Kapasitesi		Suda Çözünür P Kapasitesi	
			%	
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	85,4 b-d	87,3 ab	8,66 j	8,07 k
SG0+P1 <sub>NK</sub>	85,2 b-e	87,2 ab	9,94 f-1	9,13 j
SG0+P2 <sub>NK</sub>	86,5 a-c	88,1 a	9,75 g-1	9,48 ij
SG0+P3 <sub>NK</sub>	87,1 ab	88,0 ab	9,27 ij	9,64 ij
SG0+P4 <sub>NK</sub>	87,5 a	88,2 a	9,65 h-1	10,18 f-1
SG1+P0 <sub>NK</sub>	84,7 c-e	86,5 a-c	9,99 f-1	9,51 ij
SG1+P1 <sub>NK</sub>	83,2 ef	85,8 bc	10,40 d-h	9,71 h-j
SG1+P2 <sub>NK</sub>	83,7 d-f	84,7 cd	9,84 g-1	10,11 f-1
SG1+P3 <sub>NK</sub>	82,5 f-h	84,4 cd	10,18 e-1	10,50 d-g
SG1+P4 <sub>NK</sub>	82,7 fg	84,4 cd	10,49 d-h	10,38 e-h
SG2+P0 <sub>NK</sub>	80,6 h-j	83,1 de	10,16 e-1	10,01 g-1
SG2+P1 <sub>NK</sub>	80,8 g-1	83,0 de	10,14 e-1	9,99 g-1
SG2+P2 <sub>NK</sub>	79,6 i-k	81,3 ef	10,58 d-h	10,43 e-g
SG2+P3 <sub>NK</sub>	80,0 i-k	80,7 fg	10,51 d-h	10,70 c-g
SG2+P4 <sub>NK</sub>	79,0 i-l	80,3 f-h	10,84 c-f	10,79 c-f
SG3+P0 <sub>NK</sub>	79,1 i-l	81,2 ef	10,58 d-h	10,43 e-g
SG3+P1 <sub>NK</sub>	78,1 k-n	80,1 f-h	11,70 bc	10,92 c-e
SG3+P2 <sub>NK</sub>	78,6 j-l	79,0 gh	11,02 b-e	11,20 a-d
SG3+P3 <sub>NK</sub>	78,5 kl	79,9 f-h	11,06 b-e	10,91 c-e
SG3+P4 <sub>NK</sub>	78,4 k-m	79,1 f-h	10,61 d-g	11,04 b-e
SG4+P0 <sub>NK</sub>	77,6 l-n	79,0 gh	11,24 b-d	10,75 c-f
SG4+P1 <sub>NK</sub>	75,4 o	78,4 h1	12,90 a	11,35 a-c
SG4+P2 <sub>NK</sub>	76,3 no	76,6 ij	11,90 b	11,83 a
SG4+P3 <sub>NK</sub>	76,5 m-o	76,7 ij	11,81 b	11,67 ab
SG4+P4 <sub>NK</sub>	75,3 o	76,2 j	11,81 b	11,31 a-c
Ortalama	80,9 B	82,4 A	10,60 A	10,40 B
LSD* (Y)	0,415		0,167	
LSD* (G)	1,968	2,223	0,956	0,720
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla P-Fks kapasitesinin, ilk yıl %13,9; ikinci yıl ise %13,6 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, P-Fks kapasitesi, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %1,9 oranında

artmıştır. İlk yıl ortalama P-Fks kapasitesi %80,9 iken, ikinci yıl %82,4 olarak kaydedilmiştir.

Denemenin her iki yılında da, gübre uygulamalarının (P-OMG), toprağın fosfor fiksasyon kapasitesini azalttığı tespit edilmiştir. Organomineral gübre uygulamalarıyla birlikte toprağın organik madde miktarının arttığı ve toprak pH'sının azaldığı tespit edilmiştir. P fiksasyonu, topraktaki organik maddenin varlığı ve azalan toprak pH'sı ile de yakından ilgilidir (Baskaran vd., 1994; Anghiononi vd., 1996; Bolan ve Baskaran, 1997; Halajnia vd., 2009; Mehmood vd., 2010; Fekri vd., 2011; Muindi vd., 2015; Mbene vd., 2017). Fosfor fiksasyonu, birçok araştırmacı tarafından fosfat iyonlarının toprak partikül yüzeylerinin aktif bölgelerinde tutulduğu bir süreç olarak tanımlanmıştır (Mehmood vd., 2010; Idris ve Ahmed, 2012; Melenya vd., 2015). Fosfat iyonları toprak çözeltisinde kimyasal olarak kararsızdır ve asidik topraklar için killi yüzeylerde bulunan alüminyum ve demirin oksitleri ve hidroksitleri ve kalkerli topraklarda kalsiyumun hidroksitleri ile şekilsiz ve daha kararlı bileşiklere kolayca reaksiyona girmektedir (Bolan ve Baskaran, 1997; Bolland vd., 2003; Fekri vd., 2011).

#### **4.1.24. Suda Çözünür Fosfor (SÇ-P) Kapasitesi**

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, toprağın suda çözünür fosfor (SÇ-P) kapasitesi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 8). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının SÇ-P kapasitesi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte P-OMG uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının toprağın SÇ-P kapasitesi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 incelendiğinde, toprağın SÇ-P kapasitesi, denemenin ilk yılı %8,66-12,90 ikinci yılı ise, %8,07-11,83 arasında değişmiş olup, toprakta en düşük SÇ-P kapasitesi her iki deneme yılında da, SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, %8,66 ve %8,07 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, denemede en yüksek SÇ-P kapasitesi, denemenin ilk yılında, SG4+P1<sub>NK</sub> (%12,90); ikinci yıl ise, SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (%11,83) kaydedilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla SÇ-P kapasitesinin, ilk yıl %49,0; ikinci yıl ise %46,6 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre,

her iki yılın ortalamaları incelendiğinde, SÇ-P kapasitesi, ilk yıla kıyasla ikinci yıl %2,0 oranında azalmıştır. İlk yıl ortalama SÇ-P kapasitesi %10,6 iken, ikinci yıl %10,4 olarak kaydedilmiştir.

Çalışma boyunca, uygulanan organomineral gübrelerin (P-OMG), suda çözünür fosfor kapasitesini arttırdığı tespit edilmiştir. Yapılan pek çok çalışmada, organik maddenin ve dolayısıyla toprakta mikroorganizmalar tarafından salgılanan organik asitlerin, kalkerli topraklarda bağlı haldeki fosforu desorbe edebildiği ve fosforun topraktaki kinetiğini arttırdığı, bunun yanında P'un toprak çözeltisine geçerek P mevcudiyetini oluşturduğu, böylece topraktaki P'un bitkilerin alabileceği formlara dönüşebildiği bildirilmiştir (Helal ve Sauerbeck, 1987; Yanai, 1992; Tyler ve Ström, 1995; Toor ve Bahl, 1997; McDowell ve Sharpley, 2003; Ström vd., 2005; Plassard ve Dell, 2010; Vitousek vd., 2010). Bununla birlikte toprağa artırılarak verilen P, yavaş bir salınım izlemesine rağmen, artış oranlarına bağlı olmak üzere suda çözünür P miktarında artışlar tespit edilmiştir. Toprağa uygulanan P'un, toprakta inorganik ya da organik halde olsun azalan pH seviyelerine bağlı olmak üzere toprak çözeltisine geçme eğilimini yavaşta olsa gösterdiği bildirilmektedir (Tyler ve Ström, 1995; McDowell ve Sharpley, 2003; Ström vd., 2005; Halajnia vd., 2009; Fekri vd., 2011).

## **4.2. Bitkinin Besin Elementi İçerikleri**

### **4.2.1. Azot (N) İçeriği**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam azot (N) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 9). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin N içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemsiz, ikinci yıl önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının bitkinin N içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Bitki Toplam N		Bitki Toplam P		Bitki Toplam K	
	%					
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	2,41	2,40 g	0,33 h	0,34 g	1,93	2,00 f
SG0+P1 <sub>NK</sub>	2,49	2,44 f-1	0,37 g	0,36 f	1,95	2,06 d-g
SG0+P2 <sub>NK</sub>	2,57	2,48 c-h	0,40 c-f	0,38 cd	2,00	2,09 c-g
SG0+P3 <sub>NK</sub>	2,54	2,49 b-h	0,43 a-c	0,40 b-d	1,91	2,11 b-g
SG0+P4 <sub>NK</sub>	2,52	2,46 d-1	0,44 ab	0,42 a-c	1,93	2,06 d-g
SG1+P0 <sub>NK</sub>	2,50	2,44 f-1	0,38 fg	0,36 f	2,08	2,04 e-g
SG1+P1 <sub>NK</sub>	2,52	2,46 d-1	0,41 b-e	0,40 b-d	2,09	2,17 a-e
SG1+P2 <sub>NK</sub>	2,52	2,49 b-h	0,41 b-e	0,41 a-d	2,03	2,19 a-d
SG1+P3 <sub>NK</sub>	2,55	2,50 a-g	0,41 b-e	0,41 a-d	2,21	2,22 ab
SG1+P4 <sub>NK</sub>	2,58	2,52 a-e	0,43 a-c	0,42 a-c	2,07	2,15 a-f
SG2+P0 <sub>NK</sub>	2,50	2,45 e-1	0,40 c-f	0,37 e-f	2,06	2,12 b-g
SG2+P1 <sub>NK</sub>	2,57	2,48 c-h	0,41 b-e	0,40 b-d	2,08	2,18 a-e
SG2+P2 <sub>NK</sub>	2,55	2,51 a-f	0,41 b-e	0,41 a-d	2,15	2,21 a-c
SG2+P3 <sub>NK</sub>	2,56	2,52 a-e	0,42 a-e	0,42 a-c	2,17	2,23 ab
SG2+P4 <sub>NK</sub>	2,51	2,54 a-c	0,41 b-e	0,43 ab	2,11	2,17 a-e
SG3+P0 <sub>NK</sub>	2,51	2,45 e-1	0,44 ab	0,40 b-d	2,07	2,16 a-f
SG3+P1 <sub>NK</sub>	2,51	2,52 a-e	0,45 a	0,42 a-c	2,04	2,22 ab
SG3+P2 <sub>NK</sub>	2,58	2,53 a-d	0,44 ab	0,44 a	2,17	2,24 ab
SG3+P3 <sub>NK</sub>	2,62	2,57 a	0,44 ab	0,43 ab	2,21	2,23 ab
SG3+P4 <sub>NK</sub>	2,62	2,56 ab	0,44 ab	0,42 a-c	2,16	2,16 a-f
SG4+P0 <sub>NK</sub>	2,52	2,46 d-1	0,43 a-c	0,41 a-d	2,04	2,24 ab
SG4+P1 <sub>NK</sub>	2,56	2,54 a-c	0,43 a-c	0,43 ab	2,16	2,28 a
SG4+P2 <sub>NK</sub>	2,53	2,52 a-e	0,44 ab	0,42 a-c	2,19	2,26 a
SG4+P3 <sub>NK</sub>	2,55	2,51 a-f	0,45 a	0,41 a-d	2,21	2,17 a-e
SG4+P4 <sub>NK</sub>	2,60	2,50 a-g	0,45 a	0,41 a-d	2,13	2,13 b-g
Ortalama	2,54 A	2,49 B	0,42 A	0,41 B	2,09 B	2,16 A
LSD* (Y)	0,021		0,006		0,040	
LSD* (G)	öd	0,076	0,033	0,025	öd	0,127
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Çalışma kapsamında, bitkideki toplam N içerikleri incelendiğinde birinci yılda %2,41-2,62 ikinci yılda ise %2,40-2,57 arasında değişmiş olduğu, en yüksek toplam N içeriği, denemenin birinci yılında SG3+P3<sub>NK</sub> ve SG3+P4<sub>NK</sub> uygulamalarında (%2,62), ikinci yılda ise SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (%2,57) belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Bununla birlikte, 2020 ve 2021 yıllarında bitkideki en düşük toplam N içeriği SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda sırasıyla %2,41 ve 2,40 olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde bitkideki toplam N içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,0 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam N içeriği bitkide %2,54 iken ikinci yıl %2,49 olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki N içeriğinin, ilk yıl %8,7; ikinci yıl ise %7,1 oranında arttığı belirlenmiştir.

Deneme süresinde toprağa buğdayda üst gübreleme için, kardeşlenme ve sapa kalkma dönemi başlangıcında N içerikli gübre (Üre) uygulanmıştır. Çalışmanın her iki yılında da organomineral gübre uygulamalarının bitkinin N içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Toprakta varıl organik madde miktarı mikrobiyolojik aktiviteyi faaliyete geçirip N'un minerilizasyon oranını arttırmaktadır (McGill ve Cole, 1981; Parton vd., 1987; Paul ve Clark, 1996). Bununla birlikte, hem gübredeki organik azotun ortaya çıkması hem de toprağa belli bir oranda N içerikli gübreleme yapılması topraktaki mineral azottan bitkilerin kolaylıkla faydalanabilmesini sağlamaktadır (Reicosky vd, 1995; Brye vd., 2003). Çoğu araştırmacı, bitkideki dengeli fosfor miktarının bitkinin azot alımını kolaylaştırdığını çalışmalarında belirtmişlerdir (Kerkhoff vd., 2006; Niklas, 2006 ; Niklas ve Cobb, 2006; Elser vd., 2007; Agren 2008; Harpole vd., 2011). Bununla birlikte, deneme sonuçlarına göre bitkideki toplam azot içeriklerinin, araştırmacılar tarafından bildirilen yeterli sınır değerler (%1,75-3,00) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker and Pilbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### **4.2.2. Fosfor (P) İçeriği**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam fosfor (P) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 9). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin P içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının bitkinin P içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 incelendiğinde, bitkide toplam P içerikleri, birinci yıl için %0,33-0,45 ikinci yıl için %0,34-0,44 arasında değişmiş olup, en yüksek P içeriği, 2020 yılında



SG3+P1<sub>NK</sub>, SG4+P3<sub>NK</sub> ve SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamalarında (%0,45), 2021 yılında ise, SG3+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,44) belirlenmiştir. Bununla birlikte, 2020 ve 2021 yıllarında bitkideki en düşük P içeriği SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (sırasıyla, %0,33 ve 0,38) kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde bitkideki toplam P içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %3,3 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam P içeriği bitkide %0,42 iken ikinci yıl %0,41 olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki P içeriğinin, ilk yıl %36,4; ikinci yıl ise %26,4 oranında arttığı belirlenmiştir.

Her iki yılda da deneme süresince fosforlu gübreler, hem mineral formda, hem de sığır gübresi ile kombinasyon oluşturularak toprağa uygulanmıştır. Bu sayede, bitkideki fosfor içeriklerinin artışının gübre kombinasyonları ile birlikte daha hızlı arttığı belirlenmiştir. Bunun sebebinin toprağa organik madde girişi ile topraktaki fosfor mineralizasyonunun artması ve toprakta kuvvetle tutulan fosforun bitki tarafından rahatlıkla alınması olarak açıklanabilir (Barber, 1995; Valladares vd., 2003; Sposito, 2008; Fink vd., 2014). Bilindiği üzere sığır gübresi uygulamalarıyla toprağın organik madde miktarı artmakta ayrıca bu gübrenin bünyesinde bulunan fosforda topraktaki mineral fosforla birleşip geniş bir fosfor kapasitesi oluşturduğu farklı araştırmacılar tarafından da çalışmalarında belirtilmektedir (Hinsinger, 2001; Santos vd., 2008; Shen vd., 2011; Tiecher vd., 2012).

Ayrıca organik gübre uygulamalarıyla birlikte toprak pH'sının azalması, topraktaki fosforun bitki tarafından kolaylıkla alınmasının sağlamaktadır (Lindsay vd, 1989; Hinsinger, 2001). H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> ve HP0<sub>4</sub><sup>-2</sup> gibi ortofosforik asitten (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) türetilen inorganik P türleri, tercihen bitkiler tarafından absorbe edilmektedir. P'un toprak çözeltisinde ne ölçüde kaldığı, adsorblanma, desorbe edilme ve mineralleşme derecesine bağlıdır (Hinsinger, 2001; Fink vd., 2016). Bununla birlikte, deneme sonuçlarına göre bitkideki mineral fosfor içeriklerinin, belirtilen yeterli sınır değerler (%0,21-0,50) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker and Pilbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.2.3. Potasyum (K) İçeriği

Denemede, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam potasyum (K) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 9). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin K içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında

istatistiki açıdan önemsiz, ikinci yıl ise önemli bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunurken yıl x gübre interaksiyonlarının bitkinin K içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 incelendiğinde, bitkide toplam K içerikleri, birinci yıl için %1,93-2,21 ikinci yıl için %2,00-2,28 arasında değişmiş olup, en yüksek K içeriği, 2020 yılında SG3+P3<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (%2,21), 2021 yılında ise, SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (%2,28) belirlenmiştir. Bununla birlikte, 2020 ve 2021 yıllarında bitkideki en düşük K içeriği SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (sırasıyla, %1,93 ve 2,00) kaydedilmiştir. Ayrıca denemenin ikinci yılında en yüksek bitki K içeriği tespit edilen SG4+P1<sub>NK</sub> ve SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamaları, istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde bitkideki toplam K içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %3,3 oranında artmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam K içeriği bitkide %2,09 iken ikinci yıl %2,16 olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki K içeriğinin, ilk yıl %14,5; ikinci yıl ise %14,0 oranında arttığı belirlenmiştir.

Her iki yılda da deneme süresince toprağa potasyum içerikli gübreler (KNO<sub>3</sub>) buğdayın sapa kalkma döneminde destek amaçlı uygulanmıştır. Denemeden elde edilen bulgulara göre, uygulanan P-OMG kombinasyonlarının bitkinin K içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Çoğu araştırmacı, bitkideki dengeli P içeriğinin bitkinin K alımını kolaylaştırdığını çalışmalarında belirtmişlerdir (Malvi, 2011; Bader vd., 2021). Organik madde, kation değişim kapasitesi nedeniyle topraktaki potasyum reaksiyonunu etkilemektedir (Al-Jabori vd., 2011). Topraklara organik gübre uygulamasının potasyum salınımını arttırdığını ve potasyum fiksasyonunu azalttığını ayrıca salınan K ile bitkinin K alımı arasında pozitif bir ilişki olduğu da belirtilmektedir (Taiwo vd., 2018). Bununla birlikte sığır gübreleri yüksek miktarda potasyum ihtiva ettiğinden dolayı ayrıca organik gübrelemeyle birlikte toprak pH değerlerindeki azalışlarla birlikte bitkinin potasyum alımının arttığı, buna ek olarak çoğu araştırmacının da benzer bulguları çalışmalarında elde ettikleri belirlenmiştir (Boateng vd., 2006; Abu-Zahra ve Tahboub, 2008; Al-Jabori vd., 2011; Taiwo vd., 2018; Purbajanti vd., 2019). Ayrıca, deneme sonuçlarına göre bitkideki toplam K içeriklerinin, belirtilen yeterli sınır değerler (%1,51-3,00) arasında olduğu tespit edilmiştir (Barker and Pilbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.2.4. Kalsiyum (Ca) İçeriği

Deneme kapsamında, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam kalsiyum (Ca) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 10). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin Ca içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının bitkinin Ca içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 incelendiğinde, bitkide toplam Ca içerikleri, birinci yıl için %0,80-0,90 ikinci yıl için %0,81-0,89 arasında değişmiş olup, en yüksek Ca içeriği, 2020 yılında SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (%0,90), 2021 yılında ise, SG0+P0<sub>NK</sub> ve SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,89) belirlenmiştir. Bununla birlikte, 2020 ve 2021 yıllarında bitkideki en düşük Ca içeriği denemenin ilk yılı SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,80); ikinci yıl ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,81) kaydedilmiştir. Ayrıca denemenin ikinci yılında en yüksek bitki Ca içerikleri tespit edilen SG0+P1<sub>NK</sub> ve SG0+P2<sub>NK</sub> uygulamaları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde bitkideki toplam Ca içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %0,8 oranında artmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam Ca içeriği bitkide %0,85 iken ikinci yıl %0,86 olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki Ca içeriğinin, ilk yıl %10,0; ikinci yıl ise %9,0 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Sığır ve fosfor gübresi ile oluşturulan kombinasyonlar topraktaki alınabilir P miktarını ve dolayısıyla bitkinin fosfordan yararlanmasını olumlu etkilemiş ve bu durum yaprak analizlerinde fosfor düzeylerinin artmasıyla sonuçlanmıştır. Bu durumun aksine bitkide Ca içeriği azalmıştır. Yapılan çeşitli araştırmalarda da yaprak içeriğinde artan P miktarına kıyasla Ca içeriklerinin azaldığı belirtilmiştir (Mengel ve Kirkby, 1987; Kacar ve Katkat, 2010; Malvi, 2011). Ayrıca toprakta azalan pH ve katyonik aktivasyon topraktaki Ca kinetiğini arttırdığı, bu durumun kolloidlere bağlı Ca'un azalmasına ve H<sup>+</sup> ile yer değiştirmesine neden olduğu da bildirilmektedir (Buckman ve Brady, 1971; Litynski ve Jurkowska, 1982; Treder, 2005). Bununla birlikte deneme sonuçlarına göre, bitkideki toplam Ca içeriklerinin, belirtilen yeterli sınır değerler (%0,21-1,00) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker ve Pillbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

**Çizelge 4.12.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Bitki Toplam Ca		Bitki Toplam Mg	
			%	
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	0,90 a	0,89 a	0,42	0,41
SG0+P1 <sub>NK</sub>	0,88 ab	0,89 a	0,39	0,39
SG0+P2 <sub>NK</sub>	0,87 a-c	0,88 ab	0,39	0,38
SG0+P3 <sub>NK</sub>	0,84 c-e	0,85 b-e	0,37	0,37
SG0+P4 <sub>NK</sub>	0,80 g	0,83 d-f	0,36	0,36
SG1+P0 <sub>NK</sub>	0,88 ab	0,85 b-e	0,43	0,40
SG1+P1 <sub>NK</sub>	0,88 ab	0,88 ab	0,43	0,42
SG1+P2 <sub>NK</sub>	0,86 b-d	0,87 a-c	0,41	0,42
SG1+P3 <sub>NK</sub>	0,86 b-d	0,86 a-d	0,42	0,41
SG1+P4 <sub>NK</sub>	0,84 c-e	0,85 b-e	0,42	0,39
SG2+P0 <sub>NK</sub>	0,86 b-d	0,86 a-d	0,40	0,42
SG2+P1 <sub>NK</sub>	0,85 b-e	0,87 a-c	0,42	0,41
SG2+P2 <sub>NK</sub>	0,86 b-d	0,87 a-c	0,43	0,40
SG2+P3 <sub>NK</sub>	0,85 b-e	0,86 a-d	0,42	0,40
SG2+P4 <sub>NK</sub>	0,83 d-f	0,84 c-e	0,41	0,39
SG3+P0 <sub>NK</sub>	0,85 b-e	0,87 a-c	0,42	0,41
SG3+P1 <sub>NK</sub>	0,86 b-d	0,88 ab	0,42	0,41
SG3+P2 <sub>NK</sub>	0,85 b-e	0,87 a-c	0,40	0,40
SG3+P3 <sub>NK</sub>	0,84 c-e	0,84 c-e	0,41	0,38
SG3+P4 <sub>NK</sub>	0,83 d-f	0,83 d-f	0,40	0,38
SG4+P0 <sub>NK</sub>	0,83 d-f	0,84 c-e	0,39	0,38
SG4+P1 <sub>NK</sub>	0,83 d-f	0,84 c-e	0,41	0,40
SG4+P2 <sub>NK</sub>	0,83 d-f	0,83 d-f	0,41	0,40
SG4+P3 <sub>NK</sub>	0,82 e-g	0,82 e-j	0,40	0,38
SG4+P4 <sub>NK</sub>	0,81 fg	0,81 f	0,40	0,37
Ortalama	0,85	0,86	0,41 A	0,40 B
LSD* (Y)	öd		0,008	
LSD* (G)	0,036	0,034	öd	öd
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

#### 4.2.5. Magnezyum (Mg) İçeriği

Deneme kapsamında, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam magnezyum (Mg) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 10). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin Mg içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksyonlarının bitkinin Mg içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 incelendiğinde, bitkide toplam Mg içerikleri, birinci yıl için %0,36-0,43 ikinci yıl için %0,36-0,42 arasında değişmiş olup, en yüksek Mg içeriği, 2020 yılında SG1+P0<sub>NK</sub>, SG1+P1<sub>NK</sub> ve SG2+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında (%0,43), 2021 yılında ise, SG1+P1<sub>NK</sub>, SG1+P2<sub>NK</sub> ve SG2+P0<sub>NK</sub> uygulamalarında (%0,42) belirlenmiştir. Bununla birlikte, 2020 ve 2021 yıllarında bitkideki en düşük Mg içeriği denemenin her iki yılında da SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,36) kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde bitkideki toplam Mg içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,9 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında, toplam Mg içeriği bitkide %0,41 iken ikinci yıl %0,40 olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki Mg içeriğinin, ilk yıl %14,3; ikinci yıl ise %12,2 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Pek çok çalışmada, toprakta organik madde artışının, toprakta Mg elementinin katyon değişimi ile kinetiğinin arttığı ve bitkiler tarafından Mg'un kolaylıkla alınmasını sağladığı belirtilmektedir (Kononova vd., 1966; Stevenson, 1995; Orozco vd., 1996; Ano ve Agwu, 2005; Angelova vd., 2013). Deneme sonuçlarına göre, bitkideki toplam Mg içeriklerinin, belirtilen yeterli sınır değerler (%0,16-1,00) arasında olduğu tespit edilmiştir (Barker and Pilbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.2.6. Demir (Fe) İçeriği

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam demir (Fe) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 11). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin Fe içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında

istatistiki açıdan önemsiz, ikinci yıl ise önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının bitkinin Fe içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 incelendiğinde, bitkide toplam Fe içerikleri, birinci yıl için 100,4-111,5 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 98,8-110,5 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek Fe içeriği, 2020 ve 2021 yılında SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 111,5 ve 110,5 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında bitkideki en düşük Fe içeriği SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (100,4 mg kg<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (98,8 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde bitkideki toplam Fe içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %1,3 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam Fe içeriği bitkide 105,9 mg kg<sup>-1</sup> iken ikinci yıl 104,5 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki Fe içeriğinin, ilk yıl %11,1; ikinci yıl ise %10,7 oranında arttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, toprağa uygulanan P-OMG kombinasyonları, toprağın organik madde miktarını arttırmış ve toprakta bitkiye alınabilir Fe içeriklerini dolayısıyla da bitkiye geçen Fe miktarını arttırmıştır. Çoğu araştırmacı, toprakta artan organik maddenin ve mikrobiyal aktivite ile azalan toprak pH'sının ve artan kök salgılarının, topraktaki Fe oksitlerin veya hidroksitlerinin indirgenerek bitki rizosfer bölgesinde yoğunlaştığını ve bitkilerin bu bölgedeki şelatize olmuş Fe'den kolaylıkla faydalanabildiklerini ifade etmişlerdir (Neilands, 1984; Norton ve Firestone, 1991; Marschner, 1995; Soderberg ve Baath, 1998; De Nobili vd., 2001; Demoling vd., 2007; Robin vd., 2008; Lemanceau vd., 2009). Bununla birlikte deneme sonuçlarına göre bitkideki mineral demir içeriklerinin, belirtilen yeterli sınır değerler (10-300 mg kg<sup>-1</sup>) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker ve Pillbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.2.7. Çinko (Zn) İçeriği

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam çinko (Zn) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 11). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin Zn içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki

farklılıkların istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının bitkinin Zn içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13).

**Çizelge 4.13.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Bitki Toplam Fe		Bitki Toplam Zn		Bitki Toplam Mn	
	mg kg <sup>-1</sup>					
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	100,4	99,8 ij	56,8 a	53,3 a-c	80,6	81,8 b-1
SG0+P1 <sub>NK</sub>	104,2	101,7 g-j	54,9 a-d	53,6 a-c	85,6	83,6 b-g
SG0+P2 <sub>NK</sub>	102,2	102,2 f-j	53,8 b-g	52,9 a-d	85,0	82,4 b-1
SG0+P3 <sub>NK</sub>	101,7	101,0 h-j	53,6 c-g	52,6 b-e	79,6	80,7 d-1
SG0+P4 <sub>NK</sub>	100,7	98,8 j	53,7 c-g	50,3 e-1	77,9	78,6 g-1
SG1+P0 <sub>NK</sub>	104,4	101,9 g-j	56,6 ab	55,2 a	81,1	78,9 f-1
SG1+P1 <sub>NK</sub>	103,1	105,3 b-h	55,6 a-c	54,3 ab	82,5	82,0 b-1
SG1+P2 <sub>NK</sub>	108,3	105,7 b-g	55,0 a-d	53,4 a-c	80,9	84,7 a-e
SG1+P3 <sub>NK</sub>	107,4	104,8 c-h	54,0 b-f	52,7 b-e	86,9	86,1 a-c
SG1+P4 <sub>NK</sub>	106,4	103,9 d-1	52,3 d-h	50,7 d-h	87,0	82,8 b-h
SG2+P0 <sub>NK</sub>	104,3	102,8 e-j	54,6 a-e	54,1 ab	82,5	83,9 b-f
SG2+P1 <sub>NK</sub>	108,6	104,0 c-1	53,5 c-g	53,3 a-c	88,4	89,2 a
SG2+P2 <sub>NK</sub>	106,9	106,8 a-e	51,8 f-h	53,7 a-c	85,6	86,8 ab
SG2+P3 <sub>NK</sub>	106,2	105,9 b-g	52,1 d-h	51,5 c-g	88,3	86,0 a-d
SG2+P4 <sub>NK</sub>	105,1	104,2 c-1	51,2 gh	49,2 g-1	85,9	83,9 b-f
SG3+P0 <sub>NK</sub>	104,5	104,2 c-1	54,6 a-e	52,3 b-e	83,6	85,2 a-e
SG3+P1 <sub>NK</sub>	106,6	108,5 a-c	53,7 c-g	53,8 a-c	82,7	85,9 a-d
SG3+P2 <sub>NK</sub>	109,1	106,8 a-e	53,4 c-h	53,4 a-c	84,0	83,3 b-g
SG3+P3 <sub>NK</sub>	108,0	104,7 c-h	51,3 f-h	50,8 d-h	82,7	80,9 c-1
SG3+P4 <sub>NK</sub>	105,1	103,8 d-1	51,3 f-h	48,6 h1	80,9	77,9 h1
SG4+P0 <sub>NK</sub>	108,9	109,4 ab	54,9 a-d	51,6 c-f	80,0	81,5 c-1
SG4+P1 <sub>NK</sub>	111,5	110,5 a	51,2 gh	52,8 b-d	79,6	80,1 e-1
SG4+P2 <sub>NK</sub>	108,8	108,2 a-d	51,8 f-h	50,6 d-1	81,7	83,1 b-g
SG4+P3 <sub>NK</sub>	107,6	104,0 c-1	50,6 h	49,4 f-1	77,9	80,9 c-1
SG4+P4 <sub>NK</sub>	107,9	102,3 e-j	51,1 gh	48,2 1	82,0	77,5 1
Ortalama	105,9 A	104,5 B	53,3 A	52,1 B	82,9	82,7
LSD* (Y)	1,199		0,512		öd	
LSD* (G)	öd	4,547	2,776	2,397	öd	5,172
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Çizelge 4.13 incelendiğinde, bitkide toplam Zn içerikleri, ilk yıl 50,6-56,8 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl ise 48,2-55,2 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek Zn içeriği, denemenin ilk yılında SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (56,8 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise, SG1+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (55,2 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında bitkideki en düşük Zn içeriği SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (50,6 mg kg<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (48,2 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde, bitkideki toplam Zn içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,2 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam Zn içeriği bitkide 53,3 mg kg<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 52,1 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki Zn içeriğinin, ilk yıl %10,9; ikinci yıl ise %9,6 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Deneme süresince fosforlu gübreler, hem mineral formda hem de sıgır gübresi ile kombinasyon oluşturularak toprağa uygulanmıştır. Her iki yılda da bitkideki Zn içeriklerinin gübre kombinasyonları ile birlikte daha hızlı azaldığı belirlenmiştir. Bunun sebebinin, topraktaki artan fosfor miktarının, organik gübrelerinde vasıtasıyla bitkiye geçişlerinin kolay olması ve Zn ile bitkide bir yarış halinde olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir (Barben vd., 2010a). Bilindiği üzere, bitki içerisinde, Zn ve P antagonistik ilişkiye sahip bitki besin elementleridir (Sharma vd., 1986; Marschner vd., 1990; Stukenholtz vd., 1996; Das vd., 2005; Salimpour vd., 2010) ve bitkide artan P miktarı bitkinin Zn alımını sınırlı tutmaya çalışmaktadır (Hopkins ve Ellsworth, 2003; Khorgamy ve Farnis, 2009; Barben vd., 2010b; Salimpour vd., 2010). Bununla birlikte, deneme sonuçlarına göre bitkideki toplam Zn içeriklerinin, yeterli sınır değerler (21-70 mg kg<sup>-1</sup>) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker ve Pillbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.2.8. Mangan (Mn) İçeriği

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam mangan (Mn) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 11). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin Mn içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemsiz, ikinci yıl ise önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının bitkinin Mn içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13).



Çizelge 4.13 incelendiğinde, bitkide toplam Mn içerikleri, birinci yıl için 77,9-88,4 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 77,5-89,2 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek Mn içeriği, denemenin her iki yılında da SG2+P1<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 88,4 ve 89,2 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında bitkideki en düşük Mn içeriği SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (77,9 mg kg<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (77,5 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Çalışmada, ilk yılın ortalamasında toplam Mn içeriği bitkide 82,9 mg kg<sup>-1</sup> iken ikinci yıl 82,7 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki Mn içeriğinin, ilk yıl %9,7 oranında; ikinci yıl ise, %9,0 oranında arttığı belirlenmiştir. Bitkinin Mn alımı ile toprağın organik madde miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunmakta toprakta artan organik madde miktarıyla birlikte bitkide Mn alımı da artmaktadır. Bununla birlikte, toprak pH'sının azalmasıyla da bitkideki Mn içeriği artmaktadır (Liu vd., 2003; Wang vd., 2016; Moreno-Jimenez vd., 2019). Ayrıca, P'un mangan (Mn), demir (Fe) ve bakır (Cu) gibi diğer katyonik mikro besinlerle etkileşime girdiği de farklı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Brown ve Tiffin, 1962; Beer vd., 1972; Safaya, 1976; James vd., 1995, Malvi, 2011). Deneme sonuçlarına göre, bitkideki toplam Mn içeriklerinin, yeterli sınır değerler (16-200 mg kg<sup>-1</sup>) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker ve Pillbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.2.9. Bakır (Cu) İçeriği

Deneme kapsamında, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam bakır (Cu) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 12). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin Cu içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemli, ikinci yıl ise önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli fakat yıl x gübre interaksiyonlarının bitkinin Cu içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 incelendiğinde, bitkide toplam Cu içerikleri, ilk yıl 28,9-33,8 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl ise 30,6-34,5 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek Cu içeriği, denemenin her iki yılında da SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 33,8 ve 34,5 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında bitkideki en düşük Cu içeriği SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (28,9 mg kg<sup>-1</sup>); ikinci yıl ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (30,4 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Denemede, ilk yıla kıyasla ikinci yıl bitkideki Cu içeriği %4,4 oranında

artmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam Cu içeriği bitkide 31,8 mg kg<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 33,2 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki Cu içeriğinin, ilk yıl %15,0; ikinci yıl ise %12,7 oranında arttığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.14.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkinin toplam bakır (Cu) ve bor (B) içeriği üzerine etkisi.

Konular	Bitki Toplam Cu		Bitki Toplam B	
	mg kg <sup>-1</sup>			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	29,4 e-g	30,6	6,97 a-e	7,02 b-h
SG0+P1 <sub>NK</sub>	31,6 a-e	32,2	6,72 c-j	7,06 a-g
SG0+P2 <sub>NK</sub>	31,0 c-g	32,5	6,41 g-m	6,73 f-ı
SG0+P3 <sub>NK</sub>	29,1 fg	32,4	6,29 j-m	6,61 h-j
SG0+P4 <sub>NK</sub>	28,9 g	32,1	5,98 m	6,28 j
SG1+P0 <sub>NK</sub>	31,7 a-d	32,3	6,90 a-f	7,14 a-f
SG1+P1 <sub>NK</sub>	31,2 b-f	32,6	6,54 e-l	6,97 b-h
SG1+P2 <sub>NK</sub>	32,8 a-d	33,5	6,55 e-l	6,86 d-ı
SG1+P3 <sub>NK</sub>	31,9 a-d	32,9	6,38 h-m	6,70 g-j
SG1+P4 <sub>NK</sub>	30,9 c-g	32,4	6,16 lm	6,47 ij
SG2+P0 <sub>NK</sub>	31,9 a-d	32,6	7,16 a-c	7,17 a-e
SG2+P1 <sub>NK</sub>	32,9 a-d	33,8	6,81 b-h	7,32 ab
SG2+P2 <sub>NK</sub>	32,4 a-d	33,9	6,72 c-j	7,24 a-d
SG2+P3 <sub>NK</sub>	32,2 a-d	33,5	6,34 ı-m	7,14 a-f
SG2+P4 <sub>NK</sub>	31,9 a-d	33,2	6,22 k-m	6,75 e-ı
SG3+P0 <sub>NK</sub>	33,3 ab	33,7	7,33 a	7,20 a-d
SG3+P1 <sub>NK</sub>	33,0 a-c	34,0	7,14 a-c	7,37 ab
SG3+P2 <sub>NK</sub>	33,1 a-c	34,4	6,87 a-g	7,21 a-d
SG3+P3 <sub>NK</sub>	32,0 a-d	34,3	6,83 b-h	7,18 a-e
SG3+P4 <sub>NK</sub>	31,8 a-d	33,8	6,65 d-k	6,99 b-h
SG4+P0 <sub>NK</sub>	33,3 ab	34,0	7,19 ab	7,30 a-c
SG4+P1 <sub>NK</sub>	33,8 a	34,5	7,10 a-d	7,46 a
SG4+P2 <sub>NK</sub>	33,0 a-c	33,7	6,79 b-ı	7,13 a-f
SG4+P3 <sub>NK</sub>	31,3 b-f	33,5	6,59 e-l	6,88 c-ı
SG4+P4 <sub>NK</sub>	30,6 d-g	32,5	6,46 f-l	6,75 e-ı
Ortalama	31,8 B	33,2 A	6,68 B	7,00 A
LSD* (Y)	0,426		0,087	
LSD* (G)	2,270	öd	0,460	0,427
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, P-OMG uygulamaları, bitkinin Cu içeriğine etkisi ilk yıl etkili olmasına rağmen ikinci yıl aynı etki tespit edilmemiş, ancak kontrol konusuna kıyasla her iki yılda da bitkinin Cu içeriklerinde artışlar gerçekleşmiştir. Organik madde içerisindeki humus ile toprakta Cu elementi ilişkilidir (Bolt ve Van Riemsdijk, 1987; Shen, 1999), çünkü bunlar suda metal kompleksleri (Fe, Zn, Mn, Cu) oluşturabilirler. (Abumaizar ve Khan, 1996; Wu vd., 2001). Bununla birlikte, organik madde ilavesiyle toprakta oluşan asitlik, metallerin topraktaki hareketliliğini arttıran ve bitkiye geçişini kolaylaştıran faktörlerdendir (Howard ve Sova, 1993). Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, bitkideki Cu içeriklerinin, yeterli sınır değerler (5-50 mg kg<sup>-1</sup>) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker and Pilbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.2.10. Bor (B) İçeriği

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, bitkinin toplam bor (B) içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 12). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının bitkinin B içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının bitkinin B içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 incelendiğinde, bitkide toplam B içerikleri, ilk yıl 5,98-7,33 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl ise 6,28-7,46 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek B içeriği, denemenin ilk yılında SG3+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (7,33 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise, SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (7,46 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında da bitkideki en düşük B içeriği SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 5,98 ve 6,28 mg kg<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde, bitkideki toplam B içeriği denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %4,8 oranında artmıştır. İlk yılın ortalamasında toplam B içeriği bitkide 6,68 mg kg<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 7,00 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Organomineral gübre uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla bitki B içeriğinin, ilk yıl %5,2; ikinci yıl ise %6,3 oranında arttığı belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen bulgulara göre genel olarak P-OMG kombinasyonları, bitkinin toplam B içeriğini arttırmıştır. Toprakta artan organik madde miktarı, bitkinin B alımını

arttırmaktadır (Gu ve Lowe, 1990; Lehto, 1995; Yermiyahu vd, 1995). Çalışmadan elde edilen bulguların, diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarıyla da uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Wear ve Patterson, 1962; Elrashidi ve O'Connor, 1982; Goldberg ve Glaubig, 1986; Lehto, 1995). Bununla birlikte, yapılan bazı çalışmalarda, toprağa artan dozlarla uygulanan ve bitkide hâkim duruma geçen P elementi bitkinin B alımını sınırlamakta ve hatta bitkinin B eksikliği çekmesine sebep olabileceği bildirilmektedir (Mengel ve Kirkby, 2001; Barker ve Pilbeam, 2007; Rietra vd., 2017). Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, bitkideki toplam B içeriklerinin, yeterli sınır değerler (2,1-10,1 mg kg<sup>-1</sup>) arasında olduğu belirlenmiştir (Barker ve Pilbeam, 2007; Kacar ve Katkat, 2010).

### 4.3. Buğdayın Kalitatif Özellikleri

#### 4.3.1. Tane Verimi

Deneme kapsamında, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğday bitkisinin tane verimi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 13). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın tane verimi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksyonlarının buğday tane verimi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 incelendiğinde, buğday tane verimi, birinci yıl için 678-938 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 619-855 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek buğday tane verimi, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (938 kg da<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (855 kg da<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında da en düşük tane verimi SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, 678 ve 619 kg da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday tane verimi denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %6,8 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında buğday tane verimi 823 kg da<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 767 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday verimlerinin, ilk yıl %38,3; ikinci yıl ise %38,1 oranında arttığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.15.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın tane, saman, biyokütle verimi ve hasat indeksi üzerine etkisi.

Konular	Tane Verimi		Saman Verimi		Biyokütle Verimi		Hasat İndeksi	
	kg da <sup>-1</sup>							
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	678 f	619 h	694	769	1372	1388	49,5	44,6
SG0+P1 <sub>NK</sub>	756 d-f	694 g	792	760	1549	1454	48,9	47,8
SG0+P2 <sub>NK</sub>	776 c-f	712 fg	806	773	1582	1485	49,3	48,2
SG0+P3 <sub>NK</sub>	839 a-e	770 b-f	802	804	1641	1574	52,2	49,6
SG0+P4 <sub>NK</sub>	850 a-e	784 a-f	736	772	1587	1556	53,5	50,4
SG1+P0 <sub>NK</sub>	735 ef	690 gh	749	770	1484	1460	49,6	47,3
SG1+P1 <sub>NK</sub>	817 b-e	747 e-g	787	792	1603	1539	51,0	48,5
SG1+P2 <sub>NK</sub>	809 b-e	784 a-f	849	807	1658	1590	50,0	50,1
SG1+P3 <sub>NK</sub>	918 ab	824 a-d	751	812	1669	1636	56,4	50,9
SG1+P4 <sub>NK</sub>	881 a-c	831 a-c	810	756	1690	1587	52,2	52,5
SG2+P0 <sub>NK</sub>	780 c-f	716 fg	851	749	1631	1465	48,2	48,9
SG2+P1 <sub>NK</sub>	845 a-e	775 b-f	815	783	1660	1559	51,0	49,9
SG2+P2 <sub>NK</sub>	827 a-e	814 a-e	875	784	1702	1598	48,6	51,0
SG2+P3 <sub>NK</sub>	938 a	836 ab	831	759	1769	1595	53,1	52,5
SG2+P4 <sub>NK</sub>	809 b-e	825 a-d	980	812	1789	1637	45,7	50,5
SG3+P0 <sub>NK</sub>	807 b-e	728 fg	838	784	1645	1511	49,4	48,6
SG3+P1 <sub>NK</sub>	839 a-e	770 b-f	827	794	1665	1564	50,7	49,5
SG3+P2 <sub>NK</sub>	882 a-c	836 ab	843	783	1725	1619	51,6	52,1
SG3+P3 <sub>NK</sub>	880 a-c	855 a	880	764	1760	1619	50,3	53,1
SG3+P4 <sub>NK</sub>	797 c-f	832 a-c	899	761	1697	1593	47,2	52,6
SG4+P0 <sub>NK</sub>	764 c-f	731 fg	819	755	1583	1486	48,8	49,6
SG4+P1 <sub>NK</sub>	866 a-d	762 c-g	765	770	1631	1531	53,1	49,8
SG4+P2 <sub>NK</sub>	849 a-e	746 e-g	841	808	1691	1554	50,9	48,2
SG4+P3 <sub>NK</sub>	850 a-e	754 d-g	848	840	1698	1594	50,0	47,3
SG4+P4 <sub>NK</sub>	785 c-f	739 fg	890	835	1675	1573	46,9	46,9
Ortalama	823 A	767 B	823	784	1646 A	1551 B	50,3	49,6
LSD* (Y)	19,72		öd		45,64		öd	
LSD* (G)	119,87	74,58	öd	öd	öd	öd	öd	öd
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Elde edilen bulgulara göre, denemede ikinci yıl buğday verimleri ilk yıla kıyasla azalmıştır. Bu durumun muhtemel sebebi dane dolun zamanında yeterli yağışın düşmemesinden kaynaklanabilir (Fischer vd., 1979; Monti, 1986; Steduto vd., 1986).

Buğday verimindeki farklılıklar iklim ve toprak özelliklerindeki değişimlerden kaynaklanabilmektedir (Gençtan ve Sağlam, 1987; Ereku vd., 2016). Her iki deneme yılında da gübre uygulamalarının (P-OMG) buğdayın tane verimini arttırdığı tespit edilmiştir. Çok sayıda organik besin kaynağı ile entegre edilerek sürdürülebilir gübre yönetimi uygulamaları geliştirmek, toprak verimliliğini ve kalitesini dolayısıyla ürün verimini iyileştirebilmektedir (Lampkin, 2000; Girmay vd., 2008; Manqiang vd., 2009; Quilty ve Cattle, 2011; Kara ve Gül, 2013; Ali vd., 2015; Arif vd., 2015; Erdem vd., 2020).

Bununla birlikte, bitkiler için düşük P mevcudiyeti, özellikle dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde, mahsul üretimini sınırlayan küresel bir sorundur (Richardson ve Simpson, 2011; Syers vd., 2011). Sonuç olarak, çeşitli iklim koşullarında P mevcudiyetini ve bitkiler tarafından kullanımını artırmak için bir dizi agronomik uygulama önerilmektedir (Shenoy ve Kalagudi, 2005; Simpson vd., 2011). Elde edilen bulgular, bazı araştırmacıların çalışmalarında kaydettikleri sonuçlarla uyumlu olduğu belirlenmiş ve toprakta menşei ne olursa olsun artan organik madde ile fosfor uygulamalarının mahsul verimini arttırdığı bildirilmiştir (Hiltbrunner vd., 2005; Olesen vd., 2009; Khan vd 2010, Zengin vd. 2010, Kara, 2011, Öztürk vd., 2011; Rehim vd., 2012; Bashir vd., 2015; Radwan vd. 2015; Namlı vd., 2019; Yossif ve Gezgin, 2020).

#### 4.3.2. Saman Verimi

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğday bitkisinin saman verimi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 13). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın saman verimi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının buğdayın saman verimi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 incelendiğinde, saman verimi, birinci yıl için 694-980 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 749-840 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek saman verimi, denemenin ilk yılında SG2+P4<sub>NK</sub> (980 kg da<sup>-1</sup>), ikinci yıl ise, SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (840 kg da<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında en düşük saman verimi SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda (694 kg da<sup>-1</sup>), ikinci yılda ise, SG2+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (749 kg da<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde saman verimi denemenin ilk

yılına kıyasla ikinci yıl %4,7 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında saman verimi, 823 kg da<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 784 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla saman verimlerinin, ilk yıl %41,2; ikinci yıl ise %9,2 oranında arttığı belirlenmiştir.

Denemede uygulanan P-OMG kombinasyonları, buğday bitkisinin biyokütle verimini arttırmış dolayısıyla bitkinin saman veriminde de artışlar elde edilmiştir. P ve organik gübrelerin birlikte kullanılması, bitkilerde fotosentetik ürünlerin daha iyi depolanmasını dolayısıyla bitkide enzimatik, katalitik ve mikrobiyal aktivitenin artmasını, sonuç olarak ta buğdayda biyokütle ve saman verimi gibi özelliklerin iyileşmesini sağlamaktadır (Kaleem vd., 2009). Bazı araştırmacılar çalışmalarında, topraktaki yeterli organik madde miktarına ek olarak fosforlu gübreleme yapılmasının buğdayda saman verimini arttırdığını bildirmişlerdir (Sardana vd., 2002; Camara vd., 2003; Alam vd., 2005; Kaleem vd., 2009; Rehim vd., 2012; Bashir vd., 2015; Arshad vd., 2016; Izhar vd., 2020).

#### 4.3.3. Biyokütle Verimi

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğday bitkisinin biyokütle verimi üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 13). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın biyokütle verimi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının buğdayın biyokütle verimi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çalışma sonuçlarına göre, buğday biyokütle verimi, birinci yıl için 1372-1789 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 1388-1637 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek biyokütle verimi, denemenin her iki yılında da SG<sub>2</sub>+P<sub>4</sub><sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 1789 ve 1637 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, en düşük biyokütle verimi ise, denemenin her iki yılında da SG<sub>0</sub>+P<sub>0</sub><sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla 1372 ve 1388 kg da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.15). Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday biyokütle verimi denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl, %5,8 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında biyokütle verimi, 1646 kg da<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 1551 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Buğdayda biyokütle verimini iklim özellikleri doğrudan etkilemektedir (Gençtan

ve Sağlam, 1987; Ünal, 1991). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla saman verimlerinin, ilk yıl %30,4; ikinci yıl ise %17,9 oranında arttığı belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, P-OMG uygulamaları, genel anlamda buğdayın biyokütle verimi üzerine etkili olmuştur. Artan dozlarda uygulanan organomineral gübre dozları buğdayın biyokütle verimini arttırmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda, toprakta organik madde düzeyinin iyileştirilmesi ile birlikte fosfor desteğinin artırılmasının buğdayın biyokütle verimini de arttığı belirtilmiştir (Sardana vd., 2002; Camara vd., 2003; Kaya ve Haktanır, 2005; Kara, 2011; Rehim vd., 2012; Kara ve Gül, 2013; Radwan vd., 2015; Bashir vd., 2015; Süzer ve Çulhacı, 2017).

#### 4.3.4. Hasat İndeksi

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın hasat indeksi değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 13). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın hasat indeksi değerleri üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının buğdayın hasat indeksi değerleri üzerine etkisi de istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 incelendiğinde, hasat indeksi değerleri, birinci yıl için %48,2-56,4, ikinci yıl için %44,6-53,1 arasında değişmiş olup, en yüksek hasat indeksi değeri, denemenin ilk yılında SG1+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (%56,4), ikinci yıl ise, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (%53,1) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında en düşük hasat indeksi değeri SG2+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (%48,2), ikinci yılda ise, SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda (%44,6) kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde hasat indeksi değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %1,4 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında hasat indeksi değeri %50,3 iken, ikinci yıl %49,6 olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla hasat indeksi değerlerinin, ilk yıl %13,9; ikinci yıl ise %19,1 oranında arttığı belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre organomineral gübre uygulamaları, buğdayın hasat indeksi değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, uygulanan P-OMG kombinasyonlarının buğdayın hasat indeksi değerlerini arttırdığı



tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar çalışmalarında, fosfor uygulamalarının hasat indeksi üzerine etkilerini önemli bulurken (Alam, 2003; Alam vd., 2005; Rehim vd., 2012; Bashir vd., 2015) bazı araştırmacılar önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir (Hussain vd., 2008; Namlı vd., 2019).

#### 4.3.5. Bitki Uzunluğu

Deneme kapsamında, organomineral gübre uygulamalarının, buğdayın bitki uzunluğu değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 14). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın bitki uzunluğu üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının buğday bitki uzunluğu üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 incelendiğinde, bitki uzunluğu değerleri, birinci yıl için 101,7-115,3 cm, ikinci yıl için 100,5-110,9 cm arasında değişmiş olup, en yüksek bitki uzunluğu, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 115,3 ve 115,1 cm) belirlenmiş ve bu iki uygulama istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Denemenin ikinci yılı ise, en yüksek bitki uzunluğu yine SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında 110,9 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulaması her iki deneme yılında da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük bitki uzunluğu SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, 101,7 ve 100,5 cm olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday bitki uzunluğu değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %3,8 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında bitki uzunluğu değerleri 110 cm iken, ikinci yıl 105,8 cm olarak tespit edilmiştir. Buğday bitkisinde bitki boyu, çeşidin genetik yapısı, ekim sıklığı, ekim zamanı, gübreleme, yağış miktarı ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Doğan ve Yürür, 1992; Nacar, 1995; Kün, 1996). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday bitki uzunluğu değerleri, ilk yıl %13,2; ikinci yıl ise %10,3 oranında arttığı belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, buğdayın bitki uzunluğunu arttırdığı tespit edilmiştir. Yaptıkları çalışmalarda bazı araştırmacılar, fosforlu gübreleme ile birlikte organik gübre uygulamalarının buğdayın bitki uzunluğunu arttırdığını bildirmişlerdir

(Zahir vd., 2007; Bayram vd., 2008; Khan vd., 2010; Zengin vd., 2010; Kara, 2011; Poureidi, 2015; Erdem vd., 2020; Karaman vd., 2020). Çalışmada elde edilen bulgular ile araştırmacıların çalışma sonuçlarının uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.16.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın bitki ve başak uzunluğu değerleri üzerine etkisi.

Konular	Bitki Uzunluğu		Başak Uzunluğu	
	cm			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	101,7 f	100,5 j	8,60	8,39
SG0+P1 <sub>NK</sub>	109,5 a-e	101,3 ij	9,10	8,91
SG0+P2 <sub>NK</sub>	109,6 a-e	104,0 e-j	8,90	8,91
SG0+P3 <sub>NK</sub>	109,5 a-e	107,2 a-g	9,60	9,26
SG0+P4 <sub>NK</sub>	109,5 a-e	107,5 a-g	9,63	9,29
SG1+P0 <sub>NK</sub>	103,9 ef	100,6 j	8,97	9,33
SG1+P1 <sub>NK</sub>	109,2 a-e	103,6 f-j	9,50	9,50
SG1+P2 <sub>NK</sub>	110,9 a-d	105,1 d-j	10,03	9,73
SG1+P3 <sub>NK</sub>	112,1 a-d	106,3 b-h	9,77	9,76
SG1+P4 <sub>NK</sub>	111,4 a-d	108,5 a-e	9,40	9,79
SG2+P0 <sub>NK</sub>	105,1 d-f	102,9 g-j	9,17	9,40
SG2+P1 <sub>NK</sub>	113,6 ab	107,8 a-f	10,33	9,96
SG2+P2 <sub>NK</sub>	112,8 a-c	109,3 a-d	10,03	10,02
SG2+P3 <sub>NK</sub>	115,3 a	110,1 ab	11,17	10,09
SG2+P4 <sub>NK</sub>	112,6 a-c	109,1 a-d	10,50	10,24
SG3+P0 <sub>NK</sub>	106,3 c-f	103,0 g-j	9,37	9,74
SG3+P1 <sub>NK</sub>	110,9 a-d	106,5 a-h	9,73	10,03
SG3+P2 <sub>NK</sub>	112,7 a-c	109,3 a-d	10,63	9,89
SG3+P3 <sub>NK</sub>	115,1 a	110,9 a	10,33	9,96
SG3+P4 <sub>NK</sub>	112,8 a-c	109,7 a-c	10,20	9,84
SG4+P0 <sub>NK</sub>	106,8 b-f	102,6 h-j	9,83	9,82
SG4+P1 <sub>NK</sub>	108,7 a-e	103,1 f-j	9,77	9,76
SG4+P2 <sub>NK</sub>	110,9 a-d	105,2 c-ı	9,63	9,59
SG4+P3 <sub>NK</sub>	112,5 a-c	108,4 a-e	10,77	9,67
SG4+P4 <sub>NK</sub>	107,9 b-f	102,4 h-j	8,77	9,39
Ortalama	110,0 A	105,8 B	9,75	9,61
LSD* (Y)	1,162		öd	
LSD* (G)	6,971	4,532	öd	öd
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

#### 4.3.6. Başak Uzunluğu

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, buğdayın başak uzunluğu değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 14). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın başak uzunluğu üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının buğday başak uzunluğu üzerine etkisi de istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 incelendiğinde, başak uzunluğu değerleri, birinci yıl için 8,60-11,17 cm, ikinci yıl için 8,34-10,24 cm arasında değişmiş olup, en yüksek başak uzunluğu, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (11,17 cm), ikinci yıl ise, SG2+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (11,24 cm) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük başak uzunluğu değeri SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, 8,60 ve 8,34 cm olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday başak uzunluğu değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %1,4 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında başak uzunluğu değerleri 9,75 cm iken, ikinci yıl 9,61 cm olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday başak uzunluğu değerleri, ilk yıl %29,9; ikinci yıl ise %22,1 oranında arttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, gübre uygulamalarının (P-OMG) bitkinin başak uzunluk değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Yapılan pek çok çalışmada, toprağa organik kaynaklı gübrelerle birlikte uygulanan fosforun, bitkiler tarafından kolay alındığı, organik gübrelerin toprağın bazı fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerini geliştirdiği dolayısıyla buğday bitkisinde başak uzunluklarını arttırdığı bildirilmiştir (Alam, 2003; Afzal vd., 2005; Khan vd., 2007; Kara ve Gül, 2013; Radwan vd., 2015; Rasul, 2016; Izhar vd., 2020).

#### 4.3.7. Metrekarede Başak Sayısı

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğday bitkisinin metrekarede başak sayısı değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 14). Varyans analiz sonuçlarına göre, gübre uygulamalarının buğdayın metrekarede başak sayısı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Ayrıca,

gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre etkilerinin buğdayın metrekarede başak sayısı üzerine etkisi de istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.17).

**Çizelge 4.17.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın metrekarede (m<sup>2</sup>) başak ve başakta tane sayısı üzerine etkisi.

Konular	Metrekarede Başak Sayısı		Başakta Tane Sayısı	
	adet			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	361	395	36	37
SG0+P1 <sub>NK</sub>	436	421	38	38
SG0+P2 <sub>NK</sub>	438	425	44	40
SG0+P3 <sub>NK</sub>	444	428	43	40
SG0+P4 <sub>NK</sub>	454	440	41	39
SG1+P0 <sub>NK</sub>	401	420	40	38
SG1+P1 <sub>NK</sub>	450	444	39	38
SG1+P2 <sub>NK</sub>	490	466	43	41
SG1+P3 <sub>NK</sub>	476	455	42	41
SG1+P4 <sub>NK</sub>	464	448	42	42
SG2+P0 <sub>NK</sub>	429	450	40	38
SG2+P1 <sub>NK</sub>	489	459	41	41
SG2+P2 <sub>NK</sub>	491	464	43	41
SG2+P3 <sub>NK</sub>	485	471	46	42
SG2+P4 <sub>NK</sub>	468	459	42	42
SG3+P0 <sub>NK</sub>	417	444	41	40
SG3+P1 <sub>NK</sub>	459	443	45	43
SG3+P2 <sub>NK</sub>	490	459	44	43
SG3+P3 <sub>NK</sub>	489	474	44	42
SG3+P4 <sub>NK</sub>	475	465	45	43
SG4+P0 <sub>NK</sub>	422	440	41	39
SG4+P1 <sub>NK</sub>	479	462	43	40
SG4+P2 <sub>NK</sub>	474	460	45	42
SG4+P3 <sub>NK</sub>	470	456	41	40
SG4+P4 <sub>NK</sub>	477	462	42	40
Ortalama	457	448	42 A	40 B
LSD* (Y)	öd		0,941	
LSD* (G)	öd	öd	öd	öd
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Çizelge 4.17 incelendiğinde, metrekarede başak sayısı değerleri, birinci yıl için 361-491 adet, ikinci yıl için 395-474 adet arasında değişmiş olup, en yüksek metrekarede başak sayısı, denemenin ilk yılında SG2+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (491 adet), ikinci yıl ise, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (474 adet) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük metrekarede başak sayısı SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, 361 ve 395 adet olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday metrekarede başak sayısı değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,0 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında metrekarede başak sayısı 457 adet iken, ikinci yıl 448 adet olarak tespit edilmiştir. Buğdayda metrekareye düşen bitki sayısındaki artış veya azalışlar bazı çevresel faktörlere göre farklılık gösterebilmektedir (Erdem vd., 2020). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday metrekarede başak sayısı değerleri, ilk yıl %36; ikinci yıl ise %20 oranında arttığı belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayda metrekareye düşen bitki sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Toprakta dengeli bir fosforlu gübreleme buğdayın fosfor alımını arttırmakta dolayısıyla güçlü bir kök yapısıyla bitkide kardeşlenmeyi arttırmaktadır (Marschner, 1995; Otto ve Kilian, 2001). Bununla birlikte, elde edilen bulguların pek çok araştırmacının çalışmalarıyla uyum gösterdiği ve toprakta artan organik madde miktarının buğdayın metrekaredeki başak sayısını arttırdığı belirtilmektedir (Elliott vd., 1997; Delfine 2005; Bayram vd., 2008; Zengin vd., 2010; Kara, 2011; Rehim vd., 2012; Uzun, 2012; Poureidi, 2015; Radwan vd., 2015; Erdem vd., 2020).

#### **4.3.8. Başakta Tane Sayısı**

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğday bitkisinin başakta tane sayısı değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 15). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın başakta tane sayısı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunurken, yıl x gübre interaksiyonlarının buğdayın başakta tane sayısı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 incelendiğinde, başakta tane sayısı değerleri, birinci yıl için 36-46 adet, ikinci yıl için 37-43 adet arasında değişmiş olup, en yüksek başakta tane sayısı, denemenin

ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (46 adet), ikinci yıl ise, SG3+P1<sub>NK</sub>, SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P4<sub>NK</sub> uygulamalarında (43 adet) belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük başakta tane sayısı SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, 36 ve 37 adet olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde, başakta tane sayısı değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %4,8 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında başakta tane sayısı 42 adet iken, ikinci yıl 40 adet olarak tespit edilmiştir. Özellikle tahıllarda verim ve verim ile ilgili özelliklerin çevre ve iklim farklılıklarından oldukça etkilendiği ve her yıl farklı sonuçlar verebileceği bildirilmiştir (Krejcirova vd., 2007). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday başakta tane sayısı değerleri, ilk yıl %27,8; ikinci yıl ise %16,2 oranında arttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, denemede her iki yılda da P-OMG uygulamalarının, buğdayın başakta tane sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Toprakta artan organik madde ve fosfor miktarı, bitkideki fotosentetik ürünlerin artmasını ve dolayısıyla başaktaki tane sayısı ve ağırlıklarının da artmasını sağlamaktadır (Kaleem vd., 2009). Bazı araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarda, fosfor uygulamaları ve organik gübrelerin buğdayın başakta tane sayısını arttırdığını bildirmişlerdir (Zhang vd., 1999; Ibrahim vd., 2008; Rahim vd., 2010; Rehim vd., 2012; Bashir vd., 2015; Izhar vd., 2020).

#### **4.3.9. Bin Tane Ağırlığı**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın bin tane ağırlığı değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 15). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın bin tane ağırlığı değerleri üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksyonlarının buğdayın bin tane ağırlığı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 incelendiğinde, bin tane ağırlığı değerleri, birinci yıl için 39,0-45,4 g, ikinci yıl için 37,4-43,5 g arasında değişmiş olup, en yüksek bin tane ağırlığı değerleri, denemenin ilk yılında SG1+P2<sub>NK</sub> ve SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 45,4 ve 45,3 g) belirlenmiş ve bu iki uygulama istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

**Çizelge 4.18.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın bin tane ağırlığı ve tek başak verimi üzerine etkisi.

Konular	Bin Tane Ağırlığı		Tek Başak Verimi	
	g			
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	39,0 h	37,4 h	1,76 e	1,72 h
SG0+P1 <sub>NK</sub>	42,0 fg	40,3 fg	2,00 de	1,93 gh
SG0+P2 <sub>NK</sub>	42,8 c-f	41,1 d-g	2,14 a-d	2,06 e-g
SG0+P3 <sub>NK</sub>	44,4 a-e	42,5 a-d	2,16 a-d	2,17 a-g
SG0+P4 <sub>NK</sub>	42,6 d-f	42,4 a-d	2,31 a-d	2,22 a-f
SG1+P0 <sub>NK</sub>	39,9 gh	39,3 g	2,10 b-e	1,98 fg
SG1+P1 <sub>NK</sub>	43,1 b-f	41,3 c-f	2,25 a-d	2,12 c-g
SG1+P2 <sub>NK</sub>	45,4 a	43,5 a	2,29 a-d	2,17 a-g
SG1+P3 <sub>NK</sub>	44,6 a-d	42,8 a-c	2,28 a-d	2,16 a-g
SG1+P4 <sub>NK</sub>	43,4 a-f	42,5 a-d	2,18 a-d	2,29 a-e
SG2+P0 <sub>NK</sub>	42,4 ef	40,7 e-g	2,26 a-d	2,18 a-g
SG2+P1 <sub>NK</sub>	43,7 a-f	42,6 a-d	2,28 a-d	2,27 a-e
SG2+P2 <sub>NK</sub>	44,4 a-e	42,7 a-d	2,37 ab	2,37 a-c
SG2+P3 <sub>NK</sub>	45,3 a	43,4 ab	2,44 ab	2,41 a
SG2+P4 <sub>NK</sub>	43,9 a-f	43,2 a-c	2,39 ab	2,41 a
SG3+P0 <sub>NK</sub>	42,7 d-f	41,6 b-f	2,12 b-d	2,13 c-g
SG3+P1 <sub>NK</sub>	45,2 ab	43,3 ab	2,27 a-d	2,14 b-g
SG3+P2 <sub>NK</sub>	45,1 ab	43,5 a	2,47 a	2,34 a-d
SG3+P3 <sub>NK</sub>	44,7 a-d	43,5 a	2,37 ab	2,40 ab
SG3+P4 <sub>NK</sub>	44,8 a-c	43,0 a-c	2,19 a-d	2,27 a-e
SG4+P0 <sub>NK</sub>	43,4 a-f	42,2 a-e	2,15 a-d	2,10 d-g
SG4+P1 <sub>NK</sub>	44,2 a-e	42,9 a-c	2,35 a-c	2,26 a-e
SG4+P2 <sub>NK</sub>	44,0 a-f	42,8 a-c	2,34 a-c	2,29 a-e
SG4+P3 <sub>NK</sub>	43,0 c-f	41,8 a-f	2,31 a-d	2,22 a-f
SG4+P4 <sub>NK</sub>	43,1 b-f	41,7 a-f	2,01 c-e	2,09 d-g
Ortalama	43,5 A	42,1 B	2,23	2,19
LSD* (Y)	0,392		öd	
LSD* (G)	2,122	1,871	0,342	0,261
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Denemenin ikinci yılı ise, en yüksek bin tane ağırlığı SG1+P2<sub>NK</sub>, SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında 45,3 g olarak belirlenmiştir. Belirtilen bu üç uygulama denemenin ikinci senesinde istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Ayrıca, SG1+P2<sub>NK</sub> uygulamasının her iki deneme yılında da istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı tespit

edilmiştir. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük bin tane ağırlığı, SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, 39,0 ve 37,4 g olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday bin tane ağırlığı değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %3,2 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında bin tane ağırlığı değerleri, 43,5 g iken, ikinci yıl 42,1 g olarak tespit edilmiştir. Buğdayda bin tane ağırlıklarına iklim ve toprak özellikleri doğrudan etki edebilmektedir (Monti, 1986; Gençtan ve Sağlam, 1987). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday bin tane ağırlığı değerlerinin, ilk yıl %16,2; ikinci yıl ise %16,3 oranında arttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, P-OMG uygulamalarının buğdayda bin tane ağırlığı değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Özellikle toprakta dengeli bir fosforlu gübreleme, tanede fitik asit miktarını düzenlemekte tanenin şişmesini ve olgunlaşmasını sağlamaktadır (Fana vd., 2012; Bilal vd., 2019). Yapılan pek çok çalışmada araştırmacılar, uygun fosfor dozları ile birlikte toprağın organik maddesini arttırmanın buğdayda bin tane ağırlığının arttığını bildirmişlerdir (Tejada vd., 2005; Jamil vd., 2006; Ibrahim vd., 2008; Khan vd., 2010; Kara, 2011; Kara ve Gül, 2013; Bashir vd., 2015; Rasul 2016; Rehim vd., 2012; Süzer ve Çulhacı, 2017; Erdem vd., 2020; Izhar vd., 2020).

#### **4.3.10. Tek Başak Verimi**

Deneme kapsamında, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın tek başak verimi değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 15). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın tek başak verimi üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının buğdayın tek başak verimi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 incelendiğinde, tek başak verimi değerleri, birinci yıl için 1,76-2,47 g, ikinci yıl için 1,72-2,41 g arasında değişmiş olup, en yüksek tek başak verimi, denemenin ilk yılında SG3+P2<sub>NK</sub> uygulamasında 2,47 g olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılı ise, en yüksek tek başak verimi, SG2+P3<sub>NK</sub> ve SG2+P4<sub>NK</sub> uygulamalarında 2,41 g olarak tespit edilmiştir. Belirtilen bu iki uygulama denemenin ikinci senesinde istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük tek başak verimi, SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, 1,76 ve 1,72 g olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl



ortalamları ayrı ayrı incelendiğinde buğday tek başak verimi değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %1,8 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında tek başak verimi değerleri 2,23 g iken, ikinci yıl 2,19 g olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday tek başak verimi değerlerinin, ilk yıl %40,3; ikinci yıl ise %40,1 oranında arttığı belirlenmiştir.

Çalışmanın bulgularına göre, P-OMG uygulamaları, her iki deneme yılında da buğdayda tek başak verimi değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar toprakta dengeli fosforlu gübrelemenin ve yeterli organik madde miktarının buğdayın tek başak verimini arttırdığı ve bu artışın bitkideki inorganik ve organik fosfor bileşiklerinin tanede fitik asit miktarı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Egle vd., 1999; Fana vd., 2012; Bilal vd., 2019). Elde edilen bulguların, araştırmacıların yaptıkları çalışmaların sonuçlarıyla uyum gösterdiği tespit edilmiştir (Afzal vd., 2005; Jamil vd., 2006; Mahmoud ve Mohamed, 2008; Lazaro vd., 2010; Fana vd., 2012; Bashir vd., 2015; Arshad vd., 2016; Cheraghi vd., 2016; Erdem vd., 2020; Izhar vd., 2020).

#### **4.4. Buğdayın Kantitatif Özellikleri**

##### **4.4.1. Tane Protein İçeriği**

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın tane protein içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 16). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın tane protein içeriği üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemsiz, ikinci yıl ise önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının buğdayın tane protein içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 incelendiğinde, tane protein içeriği, birinci yıl için %13,7-15,0; ikinci yıl için %13,0-14,2 arasında değişmiş olup, en yüksek tane protein içeriği, denemenin ilk yılında SG2+P<sub>2NK</sub> uygulamasında %15,0 olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılı ise, en yüksek tane protein içeriği, SG3+P<sub>2NK</sub> ve SG4+P<sub>3NK</sub> uygulamalarında %14,2 olarak tespit

edilmiştir. Belirtilen bu iki uygulama denemenin ikinci senesinde istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

**Çizelge 4.19.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın tane protein ve yaş glüten içeriği ile glüten indeksi üzerine etkisi.

Konular	Tane Protein		Yaş Glüten		Glüten İndeksi	
			%			
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	13,7	13,0 e	33,0 i	32,4 j	93,8	91,4
SG0+P1 <sub>NK</sub>	13,7	13,4 c-f	33,1 hi	32,9 ij	94,6	91,6
SG0+P2 <sub>NK</sub>	13,6	13,6 b-e	33,4 g-1	33,2 hi	94,4	92,1
SG0+P3 <sub>NK</sub>	14,0	13,6 b-e	33,6 e-1	33,3 g-1	94,4	92,1
SG0+P4 <sub>NK</sub>	14,0	13,6 b-e	33,5 f-1	33,7 d-h	94,1	92,5
SG1+P0 <sub>NK</sub>	14,1	13,3 d-f	33,8 d-1	33,4 f-1	94,7	91,8
SG1+P1 <sub>NK</sub>	14,5	13,7 a-e	34,4 a-e	33,6 e-h	94,8	92,3
SG1+P2 <sub>NK</sub>	14,4	13,8 a-e	34,4 a-e	33,8 c-h	95,1	92,5
SG1+P3 <sub>NK</sub>	14,5	13,8 a-e	34,5 a-d	34,1 a-e	95,0	92,5
SG1+P4 <sub>NK</sub>	14,1	14,0 a-c	34,1 b-g	34,2 a-e	94,0	92,2
SG2+P0 <sub>NK</sub>	14,2	13,7 a-e	34,0 c-h	33,6 e-h	94,5	91,5
SG2+P1 <sub>NK</sub>	14,5	13,8 a-e	34,7 a-c	33,8 c-h	94,4	91,7
SG2+P2 <sub>NK</sub>	15,0	14,0 a-c	34,9 ab	34,0 b-g	94,6	91,9
SG2+P3 <sub>NK</sub>	14,9	14,0 a-c	35,0 a	34,5 ab	94,1	92,0
SG2+P4 <sub>NK</sub>	14,4	13,9 a-d	34,6 a-d	34,4 a-c	93,9	91,4
SG3+P0 <sub>NK</sub>	14,7	13,9 a-d	34,5 a-d	33,7 d-h	93,1	91,2
SG3+P1 <sub>NK</sub>	14,9	14,0 a-c	34,7 a-c	34,1 a-e	93,2	91,3
SG3+P2 <sub>NK</sub>	14,7	14,2 a	35,0 a	34,3 a-d	94,1	91,3
SG3+P3 <sub>NK</sub>	14,8	14,1 ab	34,8 a-c	34,7 a	93,7	91,7
SG3+P4 <sub>NK</sub>	14,6	14,0 a-c	34,9 ab	34,4 a-c	93,1	92,0
SG4+P0 <sub>NK</sub>	14,3	13,9 a-d	34,7 a-c	33,9 b-g	92,4	90,4
SG4+P1 <sub>NK</sub>	14,3	14,1 ab	34,5 a-d	34,1 a-e	92,7	90,6
SG4+P2 <sub>NK</sub>	14,6	14,1 ab	35,0 a	34,2 a-e	92,7	90,8
SG4+P3 <sub>NK</sub>	14,4	14,2 a	34,7 a-c	33,8 c-h	92,5	91,4
SG4+P4 <sub>NK</sub>	14,7	14,0 a-c	34,4 a-e	33,9 b-g	92,4	91,4
Ortalama	14,4 A	13,8 B	34,3 A	33,9 B	93,9 A	91,7 B
LSD* (Y)	0,152		0,161		0,353	
LSD* (G)	öd	0,544	0,961	0,652	öd	öd
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük tane protein içeriği, SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, %13,7 ve %13,0 olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday tane protein içeriği değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %4,2 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında tane protein içeriği %14,4 iken, ikinci yıl %13,8 olarak tespit edilmiştir. Buğdayda tane protein içeriği, çevresel varyasyonun fazla olması nedeniyle yıllara göre farklılık göstermektedir (Tosun vd., 1997). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday tane protein içeriği değerlerinin, ilk yıl %9,5; ikinci yıl ise %9,2 oranında arttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, uygulanan gübre kombinasyonları (P-OMG) buğdayın tane protein içeriğini her iki yılda da arttırdığı tespit edilmiştir. Toprağa uygulanan organik gübre, P'un mineralizasyonunu hızlandırmakta ve bitkinin topraktaki P'dan yararlanmasını kolaylaştırmaktadır. Bunun sonucunda, bitkide enerji metabolizması üst düzeye çıkmakta, fotosentetik ürünler depolanmaya başlamaktadır (Chen ve He, 2004; Syers vd., 2008). Bununla birlikte, çalışmanın her iki yılında da tüm parsellerde buğdayın kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde N'lu üst gübreleme (Üre) yapılmıştır. Toprakta N'lu gübreleme ile birlikte bitki metabolizmasında N kinetiğinin artmasıyla tanede protein sentezinde artış gerçekleşmektedir (Groot vd., 2003; Agren vd., 2012; Bolan vd., 2013; Fana vd., 2012; Bilal vd., 2019). Bununla birlikte, toprakta varsıl organik madde miktarıyla birlikte buğdayda dengeli azot ve fosforlu gübre uygulamaları buğdayın tane protein içeriğini arttırmaktadır (Tejada vd., 2005; Rehim vd., 2012; Kara, 2015; Radwan vd., 2015; Rasul 2016; Holik vd., 2018; Ali vd., 2020; Orekhovskaya ve Klyosov, 2021).

#### **4.4.2. Yaş Glüten İçeriği**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın yaş gluten içeriği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 17). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın yaş gluten içeriği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının buğdayın yaş gluten içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 incelendiğinde, yaş glüten içeriği, birinci yıl için %33,0-35,0; ikinci yıl için %32,4-34,7 arasında değişmiş olup, en yüksek yaş glüten içeriği, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> ve SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında %35,0 olarak belirlenmiştir. Denemenin ilk senesinde belirtilen bu iki uygulama istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Denemenin ikinci yılı ise, en yüksek yaş glüten içeriği, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında %34,7 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, denemenin her iki yılında en düşük yaş glüten içeriği, SG0+P0<sub>NK</sub> (kontrol) konusunda sırasıyla, %33,0 ve %32,4 olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday yaş glüten içeriği değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %1,2 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında yaş glüten içeriği %34,3 iken, ikinci yıl %33,9 olarak tespit edilmiştir. Yıllar itibariyle değişebilen iklimsel koşullar ve özellikle tane doldurma dönemindeki yüksek sıcaklıklar buğdayda yaş glüten içeriğini değiştirebilmektedir (Ünal, 1991; Tosun vd, 1997; Branlard vd., 2001; Shewry vd., 2001). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday yaş glüten içeriği değerlerinin, ilk yıl %6,1; ikinci yıl ise %7,1 oranında arttığı belirlenmiştir.

Glüten tahıllar içerisinde en yüksek buğday bitkisinde bulunan bir depo proteindir. Ekmek yapımında yaş glüten miktarı ve kalitesi buğdayın önemli kalite göstergelerinden birisidir. Yaş glüten içeriği %35'in üzerindeki unun glüten kalitesi “yüksek” düzeyde olarak sınıflandırılmıştır (Ünal, 1991). Glüten miktarı yüksek ve kaliteli olan unların sedimentasyon değeri de yüksek çıkmaktadır (Paliwal ve Singh, 1986). Buğdayda glüten ve glüten indeksi tane oluşum aşamasında çeşide, yetiştiricilik koşullarına ve hava şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Köksel vd., 2000). Elde edilen bulgulara göre, genel anlamda organomineral gübre (P-OMG) uygulamaları buğdayın yaş glüten içeriğini arttırmıştır. Yapılan pek çok çalışmada, toprakta yeterli organik madde ile birlikte dengeli bir fosforlu gübrelemenin buğday glüten içeriğini arttırdığı bildirilmektedir (Hiltbrunner vd., 2005; Olesen vd., 2009; Öztürk vd., 2011; Tamer, 2011; Zhu vd., 2012; Kara, 2015; Çakıl, 2018; Holik vd., 2018; Arduç vd., 2020).

#### **4.4.3. Glüten İndeksi**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın glüten indeksi değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 17). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın glüten indeksi üzerine etkisi,

denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının buğdayın glüten indeksi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 incelendiğinde, glüten indeksi, birinci yıl için %92,4-95,1; ikinci yıl için %90,4-92,5 arasında değişmiş olup, en yüksek glüten indeksi, denemenin ilk yılında SG1+P3<sub>NK</sub> ve SG1+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında sırasıyla %95,0 ve %95,1 olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılı ise, en yüksek glüten indeksi, SG0+P4<sub>NK</sub>, SG1+P2<sub>NK</sub> ve SG1+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında %92,5 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, en düşük glüten indeksi, denemenin ilk yılında SG4+P0<sub>NK</sub> ve SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamalarında (%92,4), ikinci yılda ise yine SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (%90,4) kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday glüten indeksi değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,3 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında glüten indeksi %93,9 iken, ikinci yıl %91,7 olarak tespit edilmiştir. Buğdayda tane verimi ve kalite özellikleri üzerine ekolojik koşulların etkisi çok önemlidir ve yıllara göre farklılıklar oluşabilmektedir (Köksel vd., 2000; Korkut ve Bilgin, 2005). P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday glüten indeksi değerlerinin, ilk yıl %1,5; ikinci yıl ise %1,1 oranında azalttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, P-OMG uygulamaları genel olarak, glüten indeksi değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çalışmalarında bazı araştırmacılar organik gübrelemenin buğdayın glüten indeksi üzerine etkisini önemli bulurken (Mazzoncini vd., 2007; Hildermann vd., 2009; Kara, 2015), bazıları önemsiz bulmuş (Namlı vd., 2019), bazıları ise glüten indeksi değerlerini azalttığını bildirmişlerdir (Holik vd., 2018).

#### **4.4.4. Sedimentasyon Değeri**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın sedimentasyon değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 17). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın sedimentasyon değerleri üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına

rağmen yıl x gübre interaksiyonlarının buğdayın sedimantasyon değerleri üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.20).

**Çizelge 4.20.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değeri üzerine etkisi.

Konular	Sedimantasyon		Gecikmeli Sedimantasyon	
	ml		ml	
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	42,6	41,6	48,5	48,0 d
SG0+P1 <sub>NK</sub>	42,6	41,7	49,0	48,2 cd
SG0+P2 <sub>NK</sub>	43,6	42,2	49,4	48,8 b-d
SG0+P3 <sub>NK</sub>	44,3	42,6	50,1	49,5 a-c
SG0+P4 <sub>NK</sub>	44,6	42,5	50,4	49,2 a-d
SG1+P0 <sub>NK</sub>	43,3	42,3	49,2	47,9 d
SG1+P1 <sub>NK</sub>	43,9	42,8	49,9	49,3 a-c
SG1+P2 <sub>NK</sub>	44,6	43,2	50,4	49,6 ab
SG1+P3 <sub>NK</sub>	44,3	43,3	50,1	49,6 ab
SG1+P4 <sub>NK</sub>	44,3	43,3	50,1	49,6 ab
SG2+P0 <sub>NK</sub>	43,9	42,7	49,7	48,7 b-d
SG2+P1 <sub>NK</sub>	44,0	42,8	49,8	49,9 ab
SG2+P2 <sub>NK</sub>	44,3	43,2	50,3	50,1 ab
SG2+P3 <sub>NK</sub>	44,5	43,3	50,6	50,0 ab
SG2+P4 <sub>NK</sub>	44,6	43,3	50,4	49,8 ab
SG3+P0 <sub>NK</sub>	44,3	42,8	50,1	49,4 a-c
SG3+P1 <sub>NK</sub>	44,7	43,5	50,5	49,9 ab
SG3+P2 <sub>NK</sub>	44,5	43,4	50,6	50,0 ab
SG3+P3 <sub>NK</sub>	44,3	43,3	50,4	50,2 a
SG3+P4 <sub>NK</sub>	44,4	43,2	50,5	49,9 ab
SG4+P0 <sub>NK</sub>	44,0	42,7	49,8	49,0 a-d
SG4+P1 <sub>NK</sub>	44,3	42,9	50,5	49,5 a-c
SG4+P2 <sub>NK</sub>	44,5	43,0	50,4	49,4 a-c
SG4+P3 <sub>NK</sub>	44,2	43,2	50,4	49,6 ab
SG4+P4 <sub>NK</sub>	43,6	42,8	50,0	49,6 ab
Ortalama	44,1 A	42,9 B	50,0 A	49,4 B
LSD* (Y)	0,283		0,271	
LSD* (G)	öd	öd	öd	1,320
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Çizelge 4.20 incelendiğinde, sedimantasyon değerleri, birinci yıl için 42,6-44,7 ml, ikinci yıl için 41,6-43,5 ml arasında değişmiş olup, en yüksek sedimantasyon değeri, denemenin her iki yılında da SG3+P1<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 44,7 ve 43,5 ml olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, en düşük sedimantasyon değeri, denemenin ilk yılında SG0+P0<sub>NK</sub> ve SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında 42,6 ml, ikinci yılda ise yine SG0+P0<sub>NK</sub> uygulamasında 41,6 ml olarak kaydedilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday sedimantasyon değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,7 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında sedimantasyon değeri 44,1 ml iken, ikinci yıl 42,9 ml olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday sedimantasyon değerlerinin, ilk yıl %4,9; ikinci yıl ise %4,6 oranında arttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, denemenin her iki yılında da, uygulanan gübre kombinasyonlarının, buğdayın sedimantasyon değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte deneme süresince tüm uygulama konularına ek olarak dengeli bir azotlu ve potasyumlu gübre uygulaması da yapılmıştır. Dolayısıyla buğdayda elde edilen sedimantasyon değerlerinin belli bir dengede olduğu ve bu durumun dengeli bir gübrelemeden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Buğdayda kalite özellikleri, çeşitlerin genetik kapasitelerine (Krejcirova vd., 2007), yetiştirme koşullarına, tane doldurma dönemindeki iklim verileri ve tarımsal faaliyetlere (Branlard vd., 2001; Shewry vd., 2001), azot kullanım etkinliğine (Baresel vd., 2008) ve yabancı otlarla rekabet gücüne (Kaut vd., 2008) göre değiştiğini, düşük verim ve kalitedeki çeşitlerin adaptasyon kabiliyetlerinin, rizosfer bölgesindeki alınabilir bitki besin maddelerinin ve kullanım etkinliklerinin daha düşük olduğunu bildirilmişlerdir (Baresel vd., 2008).

Buğdayda sedimantasyon değerleri arttıkça ekmeğin hacim değeri artacağından, ekmeçlik buğdaylarda sedimantasyon değerlerinin yüksek olması istenilen bir durumdur (Yazar vd., 2013). Sedimantasyon değeri sonuçlarının değerlendirilmesinde; 33 > (çok iyi), 28-33 (iyi), 22-27 (orta), 16-21 (kötü), < 15 (çok kötü) ölçeğinde parametreler kullanılmaktadır (Mut vd., 2017). Bazı araştırmacılar topraktaki organik maddenin arttırılmasının buğday sedimantasyon değerlerini arttırdığını tespit ederken (Hildermann vd., 2009; Kara, 2011; Karakurt vd., 2016; Çakıl, 2018), bazı araştırmacılar ise sedimantasyon değerini azalttığını belirtmişlerdir (Arduç vd., 2020).

#### 4.4.5. Gecikmeli Sedimentasyon Değeri

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeçlik buğdayın gecikmeli sedimentasyon değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 17). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının buğdayın gecikmeli sedimentasyon değerleri üzerine etkisi, denemenin ilk yılında istatistiki açıdan önemsiz fakat ikinci yıl istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan önemli bulunmuş, yıl x gübre interaksyonlarının buğdayın gecikmeli sedimentasyon değerleri üzerine etkisi ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 incelendiğinde, gecikmeli sedimentasyon değerleri, birinci yıl için 48,5-50,6 ml, ikinci yıl için 47,9-50,2 ml arasında değişmiş olup, en yüksek gecikmeli sedimentasyon değeri, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> ve SG3+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında sırasıyla, 50,6 ml olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, en yüksek gecikmeli sedimentasyon değeri SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında 50,2 ml olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte, en düşük gecikmeli sedimentasyon değeri, denemenin ilk yılında SG0+P0<sub>NK</sub> ve SG0+P0<sub>NK</sub> uygulamasında 48,5 ml, ikinci yılda ise yine SG0+P0<sub>NK</sub> ve SG1+P0<sub>NK</sub> uygulamalarında sırasıyla, 48,0 ve 47,9 ml olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday gecikmeli sedimentasyon değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %1,2 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında gecikmeli sedimentasyon değeri 50 ml iken, ikinci yıl 49,4 ml olarak tespit edilmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday gecikmeli sedimentasyon değerlerinin, ilk yıl %4,3; ikinci yıl ise %4,6 oranında arttığı belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen bulgulara göre, her iki yılda da uygulanan gübre kombinasyonlarının (P-OMG) buğdayın gecikmeli sedimentasyon değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar, uygulanan organik gübrelerin buğdayın geç sedimentasyon değerlerine etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir (Babulicova, 2008, Köycü, 2010; Hlisnikovsky vd., 2014; Holik vd., 2018). Bununla birlikte bazı araştırmacılar ise, buğdayda sedimentasyon ve geç sedimentasyon değerleri arasındaki ilişkinin pozitif ve anlamlı olduğunu kaydetmişlerdir (Polat ve Yağdı, 2017).



#### 4.4.6. Un Randımanı

Denemede, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın un randıman değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 16). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, buğdayın un randıman değerleri üzerine etkisinin, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının buğdayın un randıman değerleri üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 incelendiğinde, un randıman değerleri, birinci yıl için %68,0-70,7 ikinci yıl için %66,0-69,5 arasında değişmiş olup, en yüksek un randıman değeri, denemenin ilk yılında SG2+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%70,7) belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, en yüksek un randıman değeri SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (%69,5) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, en düşük un randıman değeri, denemenin her iki yılında da SG0+P0<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, %68,0 ve %66,0 olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday un randıman değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,4 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında un randıman değeri %69,6 iken, ikinci yıl %67,9 olarak tespit edilmiştir. Un randıman değerlerindeki bu değişiklikler yıllar arasındaki bazı iklimsel veri farklılıklarından ileri gelebilmektedir (Tosun vd., 1997). Gübre uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday un randıman değerlerinin, ilk yıl %4,0 ikinci yıl ise %5,3 oranında arttığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, çalışmada gübre uygulamalarının buğdayda tane protein ve yaş glüten içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Protein ve glüten içeriği temel olarak unun ekmeklik kalitesini belirlemektedir, dolayısıyla tanede protein ve glüten içeriğindeki artışlar un randımanını da arttırabilmektedir (Bruckner vd., 2001; Gelinas vd., 2009). Ayrıca, un verimi %60'tan fazla ise iyi, %50-60 arası orta ve %50'den az ise düşük olarak kabul edilmektedir (Ünal, 1991). Bununla birlikte, bazı araştırmacılar çalışmalarında organik gübrelemenin ve fosfor uygulamalarının buğdayın un randıman değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir (Tang vd., 2008; Gelinas vd., 2009; Fana vd., 2012; Rakszegi vd., 2016).

**Çizelge 4.21.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğdayın un randımanı ve hektolitre ağırlığı üzerine etkisi.

Konular	Un Randımanı		Hektolitre Ağırlığı	
	%		kg 100 l <sup>-1</sup>	
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	68,0 g	66,0 ı	76,8 e	77,1 d
SG0+P1 <sub>NK</sub>	68,1 fg	66,5 hı	79,8 cd	78,7 c
SG0+P2 <sub>NK</sub>	68,6 e-g	67,3 f-h	80,7 a-d	79,6 a-c
SG0+P3 <sub>NK</sub>	69,1 b-g	67,8 d-g	81,2 a-d	80,0 a-c
SG0+P4 <sub>NK</sub>	69,0 c-g	67,5 e-h	80,6 a-d	79,9 a-c
SG1+P0 <sub>NK</sub>	69,3 a-g	67,1 gh	80,9 a-d	79,4 a-c
SG1+P1 <sub>NK</sub>	69,5 a-f	67,3 f-h	79,9 b-d	79,3 a-c
SG1+P2 <sub>NK</sub>	69,9 a-e	67,7 d-g	80,8 a-d	79,7 a-c
SG1+P3 <sub>NK</sub>	70,0 a-e	68,3 b-e	81,9 a	80,4 ab
SG1+P4 <sub>NK</sub>	70,4 a-c	68,5 b-e	81,1 a-d	80,1 ab
SG2+P0 <sub>NK</sub>	69,9 a-e	67,6 d-g	80,2 a-d	79,1 bc
SG2+P1 <sub>NK</sub>	69,9 a-e	68,1 b-g	80,4 a-d	79,6 a-c
SG2+P2 <sub>NK</sub>	70,2 a-c	68,4 b-e	81,3 a-d	80,1 ab
SG2+P3 <sub>NK</sub>	70,5 ab	68,6 a-d	81,6 ab	80,4 ab
SG2+P4 <sub>NK</sub>	70,7 a	68,8 a-c	81,6 ab	80,4 ab
SG3+P0 <sub>NK</sub>	69,8 a-e	67,9 c-g	81,7 a	80,0 a-c
SG3+P1 <sub>NK</sub>	70,3 a-c	68,4 b-e	81,0 a-d	80,5 ab
SG3+P2 <sub>NK</sub>	70,2 a-c	69,0 ab	81,6 ab	80,4 ab
SG3+P3 <sub>NK</sub>	70,1 a-d	69,5 a	81,5 a-c	80,5 ab
SG3+P4 <sub>NK</sub>	69,3 a-g	68,3 b-e	81,2 a-d	80,0 a-c
SG4+P0 <sub>NK</sub>	68,7 d-g	67,8 d-g	80,7 a-d	79,6 a-c
SG4+P1 <sub>NK</sub>	69,8 a-e	67,9 c-g	80,8 a-d	80,0 a-c
SG4+P2 <sub>NK</sub>	69,8 a-e	68,3 b-e	81,9 a	80,7 a
SG4+P3 <sub>NK</sub>	69,5 a-f	67,6 d-g	81,3 a-d	80,1 ab
SG4+P4 <sub>NK</sub>	69,4 a-g	67,5 d-g	79,7 d	79,5 a-c
Ortalama	69,6 A	67,9 B	80,8 A	79,8 B
LSD* (Y)	0,262		0,324	
LSD* (G)	1,532	1,026	1,763	1,421
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

#### 4.4.7. Hektolitre Ağırlığı

Deneme kapsamında, P-OMG uygulamalarının, ekmeklik buğdayın hektolitre ağırlığı değerleri üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 16). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, buğdayın hektolitre ağırlığı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksyonlarının buğdayın hektolitre ağırlığı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 incelendiğinde, hektolitre ağırlığı değerleri, birinci yıl için 76,8-81,9 kg 100 l<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 77,1-80,7 kg 100 l<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek hektolitre ağırlığı değeri, denemenin ilk yılında SG3+P3<sub>NK</sub>, SG1+P3<sub>NK</sub> ve SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 81,7 ve 81,9 kg 100 l<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bu belirtilen üç uygulama denemenin ilk yılında istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Denemenin ikinci yılında ise, en yüksek hektolitre ağırlığı değeri SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (80,7 kg 100 l<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, en düşük hektolitre ağırlığı değeri, denemenin her iki yılında da SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda sırasıyla, 76,8 ve 77,1 kg 100 l<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde buğday hektolitre ağırlığı değerleri denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %1,2 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında hektolitre ağırlığı değeri 80,8 kg 100 l<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 79,8 kg 100 l<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla buğday hektolitre ağırlığı değerlerinin, ilk yıl %6,4 ikinci yıl ise %4,7 oranında arttığı tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, organomineral gübre (P-OMG) uygulamaları, buğdayda önemli bir verim ögesi olan hektolitre ağırlığını arttırmıştır. Elde edilen sonuçlar, bazı araştırmacıların çalışmalarıyla uyum göstermektedir (Özseven ve Bayram, 2003; Kara, 2011; Kara ve Gül, 2013; Bashir vd., 2015; Süzer ve Çulhacı, 2017; Akkaya ve Kara, 2018).

## 4.5. Toprakta Kaldırılan Azot, Fosfor ve Potasyum Miktarları

### 4.5.1. Toprakta Kaldırılan Toplam Azot Miktarı

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, topraktan kaldırılan toplam N miktarı üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 19). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, topraktan kaldırılan toplam N miktarı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş, yıl x gübre etkileşimlerinin ise topraktan kaldırılan toplam N miktarı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 incelendiğinde, topraktan kaldırılan toplam N miktarları, birinci yıl için 23,0-32,9 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 21,5-30,3 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek kaldırılan toplam N miktarı, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında 32,9 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, en yüksek kaldırılan toplam N miktarları, SG3+P4<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında sırasıyla, 29,5 ve 30,3 kg da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Ayrıca belirtilen bu iki uygulama, istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, en düşük topraktan kaldırılan toplam N miktarları, denemenin her iki yılında da SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda sırasıyla, 23,0 ve 21,5 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde kaldırılan toplam N miktarı, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %8,2 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında topraktan kaldırılan toplam N miktarı 29,3 kg da<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 26,9 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Gübre uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla kaldırılan toplam N miktarının, ilk yıl %43,0 ikinci yıl ise %40,9 oranında arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, uygulanan fosfor zengini organomineral gübre kombinasyonları (P-OMG) topraktan kaldırılan N miktarını kontrol konusuna kıyasla her iki deneme yılında da arttırdığı belirlenmiştir. Toprakta var olan organik madde miktarı ile uygulanan dengeli bir azotlu ve fosforlu gübreleme toprakta N mineralizasyonunu aktif duruma geçirmekte dolayısıyla bitkinin kaldırdığı N miktarlarında artış görülebilmektedir (Smith vd, 2020). Elde edilen sonuçlar, organomineral gübrelerin bitkinin N alımını arttırması ile ilgili farklı araştırmacıların çalışmalarıyla uyum göstermektedir (Makinde vd, 2011; Olaniyi vd, 2010; Ayeni vd, 2012; Deeks vd, 2013).

**Çizelge 4.22.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının topraktan kaldırılan azot, fosfor ve potasyum miktarı üzerine etkisi.

Konular	Kaldırılan N		Kaldırılan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Kaldırılan K <sub>2</sub> O	
	kg da <sup>-1</sup>					
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	23,0 h	21,5 m	3,17 e	3,02 j	18,4 j	18,0 j
SG0+P1 <sub>NK</sub>	26,6 fg	24,0 kl	3,96 d	3,57 ı	20,8 ij	20,3 ij
SG0+P2 <sub>NK</sub>	28,0 e-g	25,0 ı-l	4,36 cd	3,80 hı	21,9 g-j	21,1 hı
SG0+P3 <sub>NK</sub>	29,7 a-f	27,0 d-ı	5,02 a-c	4,37 e-g	22,3 f-ı	22,9 d-h
SG0+P4 <sub>NK</sub>	29,5 b-f	26,9 d-ı	5,12 ab	4,56 c-g	22,6 e-ı	22,5 e-ı
SG1+P0 <sub>NK</sub>	25,8 gh	23,9 ı	3,90 d	3,55 ı	21,4 h-j	20,0 ij
SG1+P1 <sub>NK</sub>	28,7 c-g	26,0 f-k	4,70 bc	4,25 fg	23,8 c-ı	22,9 d-h
SG1+P2 <sub>NK</sub>	28,7 c-g	27,4 b-f	4,72 bc	4,52 c-g	23,0 d-ı	24,1 a-f
SG1+P3 <sub>NK</sub>	31,9 a-c	28,8 a-d	5,13 ab	4,68 a-f	27,6 ab	25,6 a-c
SG1+P4 <sub>NK</sub>	31,5 a-d	28,9 a-d	5,25 ab	4,82 a-e	25,2 a-g	24,7 a-f
SG2+P0 <sub>NK</sub>	27,7 e-g	24,7 j-l	4,38 cd	3,77 hı	22,8 e-ı	21,4 g-ı
SG2+P1 <sub>NK</sub>	30,2 a-e	27,0 d-ı	4,82 a-c	4,34 f-g	24,5 a-ı	23,7 b-g
SG2+P2 <sub>NK</sub>	29,8 a-f	28,4 a-e	4,83 a-c	4,64 b-f	25,1 a-h	25,1 a-d
SG2+P3 <sub>NK</sub>	32,9 a	29,1 a-c	5,45 a	4,85 a-d	28,0 a	25,8 a-c
SG2+P4 <sub>NK</sub>	29,3 b-f	29,3 ab	4,83 a-c	4,91 a-c	24,5 a-ı	24,9 a-e
SG3+P0 <sub>NK</sub>	28,5 d-g	25,2 h-l	4,96 a-c	4,16 gh	23,5 c-ı	22,3 f-ı
SG3+P1 <sub>NK</sub>	29,5 b-f	27,2 c-g	5,28 ab	4,54 c-g	23,9 b-ı	24,1 a-f
SG3+P2 <sub>NK</sub>	31,7 a-d	29,4 ab	5,35 ab	5,06 ab	26,5 a-d	25,9 ab
SG3+P3 <sub>NK</sub>	32,3 ab	30,3 a	5,42 a	5,11 a	27,2 a-c	26,3 a
SG3+P4 <sub>NK</sub>	29,8 a-f	29,5 a	4,99 a-c	4,86 a-d	24,5 a-ı	24,9 a-e
SG4+P0 <sub>NK</sub>	27,2 e-g	25,3 g-l	4,68 bc	4,25 fg	22,1 f-j	23,0 d-h
SG4+P1 <sub>NK</sub>	30,4 a-e	27,1 d-h	5,09 ab	4,55 c-g	25,7 a-f	24,4 a-f
SG4+P2 <sub>NK</sub>	30,1 a-e	26,7 e-j	5,25 ab	4,43 d-g	26,0 a-e	23,9 a-f
SG4+P3 <sub>NK</sub>	30,3 a-e	27,0 d-ı	5,34 ab	4,43 d-g	26,3 a-e	23,3 c-h
SG4+P4 <sub>NK</sub>	29,2 b-f	26,3 f-j	5,01 a-c	4,35 fg	23,9 b-ı	22,4 e-ı
Ortalama	29,3 A	26,9 B	4,84 A	4,38 B	24,1 A	23,3 B
LSD* (Y)	0,539		0,114		0,636	
LSD* (G)	3,286	2,018	0,684	0,449	3,798	2,514
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

#### 4.5.2. Toprakdan Kaldırılan Toplam Fosfor Miktarı

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, topraktan kaldırılan toplam P miktarı üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 19). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, topraktan kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının topraktan kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 incelendiğinde, topraktan kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarları, birinci yıl için 3,17-5,42 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 3,02-5,11 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı, denemenin her iki yılında da SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 5,42 ve 5,11 kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca belirtilen bu iki uygulama, istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, en düşük topraktan kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarları, denemenin her iki yılında da SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda sırasıyla, 3,17 ve 3,02 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %9,5 oranında azalmıştır. Çalışmada, ilk yılın ortalamasında topraktan kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı 4,84 kg da<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 4,38 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla kaldırılan toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarının, ilk yıl %71,9 ikinci yıl ise %69,2 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, sığır gübresi ile birlikte uygulanan fosforlu gübrelerin topraktan kaldırılan fosfor miktarını kontrol konusuna kıyasla arttırdığı belirlenmiştir. Yapılan pek çok çalışmada, toprakta mevcut yeterli halde bulunan organik madde ile birlikte dengeli bir fosforlu gübrelemenin toprakta P minerilizasyonunu aktive ettiği dolayısıyla suda çözünür halde bulunan P miktarının da arttığı ve böylece bitkinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarının da arttığı bildirilmiştir (Makinde vd, 2011; Ayeni vd, 2012; Rehim vd, 2012; Korkmaz vd, 2020; Korkmaz vd, 2021).

#### 4.5.3. Topraktan Kaldırılan Toplam Potasyum Miktarı

Denemede, P-OMG uygulamalarının, topraktan kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarı üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 19). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, topraktan kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş, yıl x gübre interaksiyonlarının topraktan kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarı üzerine etkisi ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 incelendiğinde, topraktan kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarları, birinci yıl için 18,4-28,0 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 18,0-26,3 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarı, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında 28,0 kg da<sup>-1</sup> olarak, ikinci yılında ise, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında 26,3 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, en düşük topraktan kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarları, denemenin her iki yılında da SG0+P0<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 18,4 ve 18,0 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarı, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %3,3 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında topraktan kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarı 24,1 kg da<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 23,3 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarının, ilk yıl %52,2 ikinci yıl ise %46,1 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Deneme süresince uygulanan organomineral gübrelerin (P-OMG), kontrol konusuna kıyasla topraktan kaldırılan toplam  $K_2O$  miktarını arttırdığı belirlenmiştir. Yapılan pek çok çalışmada araştırmacılar, toprağa uygulanan organik ya da organomineral gübrelerin topraktaki K minerilizasyonunu arttırdığı dolayısıyla bitkinin potasyum alımında önemli artışlar kaydedildiğini bildirmişlerdir. Denemede elde edilen bulguların, bahsedilen çalışmalarla uyum gösterdiği tespit edilmiştir (McLean, 1961; Makinde vd, 2011; Ayeni vd, 2012; Leye ve Omotayo, 2014; Korkmaz vd, 2020).

## 4.6. Fosfor Alımı ve Fosfor Kullanım Etkinliği

### 4.6.1. Fosfor (P) Alımı

Denemede, P-OMG uygulamalarının, bitkinin fosfor (P) alımı üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 18). Varyans analiz sonuçlarına göre, gübre uygulamalarının, P alımı üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmasına rağmen yıl x gübre interaksyonlarının P alımı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 incelendiğinde, P alımı, birinci yıl için 2,26-3,96 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 2,08-3,70 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek P alımı, denemenin ilk yılında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında 3,96 kg da<sup>-1</sup> olarak, ikinci yılında ise, SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında 3,70 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, en düşük P alımı, denemenin her iki yılında da SG0+P0<sub>NK</sub> konusunda sırasıyla, 2,26 ve 2,08 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde bitkinin P alımı, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %3,3 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında bitkinin P alımı 3,46 kg da<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 3,12 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. P-OMG uygulamalarıyla, kontrol konusuna kıyasla P alımı, ilk yıl %75,2 ikinci yıl ise %77,9 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Deneme süresince uygulanan artan dozlarda uygulanan sığır ve fosforlu gübre kombinasyonları (P-OMG), bitkideki ve topraktaki P miktarını arttırmış dolayısıyla bitkinin P alımında da artışlar tespit edilmiştir. Kireç içeriği yüksek bir toprakta fosfor uygulamaları ile birlikte organik madde içeriğinin artırılması toprakta Ca'a tutunmuş halde bulunan fosforun bitkiler tarafından alımını kolaylaştırmaktır (Otto ve Kilian, 2001; Rouached vd, 2010; Shen vd, 2011). Elde edilen sonuçlar, bahsedilen çalışmalarla uyum göstermektedir (Agbenin vd, 1999; Makinde vd, 2011; Rehim vd, 2012; Angelova vd, 2013; Kara ve Telli, 2016; Korkmaz vd, 2020; Korkmaz vd, 2021).



**Çizelge 4.23.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının fosfor ( $P_2O_5$ ) alımı ve fosfor kullanım etkinliği (PKE) üzerine etkisi.

Konular	Fosfor ( $P_2O_5$ ) Alımı		Fosfor Kullanım Etkinliği (PKE)	
	kg da <sup>-1</sup>		%	
	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	2,26 f	2,08 h	0,0 g	0,0 h
SG0+P1 <sub>NK</sub>	2,82 d-f	2,52 g	24,4 d-f	19,0 d-g
SG0+P2 <sub>NK</sub>	3,10 c-e	2,68 fg	18,3 f	12,9 fg
SG0+P3 <sub>NK</sub>	3,62 a-c	3,11 de	19,7 ef	14,8 e-g
SG0+P4 <sub>NK</sub>	3,73 ab	3,27 c-e	16,0 f	12,9 fg
SG1+P0 <sub>NK</sub>	2,78 ef	2,49 g	0,0 g	0,0 h
SG1+P1 <sub>NK</sub>	3,37 a-e	3,01 d-f	48,5 bc	40,3 ab
SG1+P2 <sub>NK</sub>	3,34 b-e	3,21 c-e	23,6 d-f	24,5 c-e
SG1+P3 <sub>NK</sub>	3,76 ab	3,35 a-d	21,8 d-f	18,4 d-g
SG1+P4 <sub>NK</sub>	3,79 ab	3,49 a-c	16,7 f	15,3 e-g
SG2+P0 <sub>NK</sub>	3,09 c-e	2,68 fg	0,0 g	0,0 h
SG2+P1 <sub>NK</sub>	3,46 a-c	3,10 de	52,5 ab	44,2 ab
SG2+P2 <sub>NK</sub>	3,42 a-d	3,33 b-d	25,3 d-f	27,2 cd
SG2+P3 <sub>NK</sub>	3,96 a	3,51 a-c	24,7 d-f	20,7 d-g
SG2+P4 <sub>NK</sub>	3,35 a-e	3,52 a-c	14,5 fg	15,6 e-g
SG3+P0 <sub>NK</sub>	3,53 a-c	2,93 ef	0,0 g	0,0 h
SG3+P1 <sub>NK</sub>	3,78 ab	3,23 c-e	66,3 a	49,7 a
SG3+P2 <sub>NK</sub>	3,85 ab	3,65 ab	34,7 cd	34,1 bc
SG3+P3 <sub>NK</sub>	3,87 ab	3,70 a	23,4 d-f	23,5 c-f
SG3+P4 <sub>NK</sub>	3,50 a-c	3,52 a-c	13,5 fg	15,6 e-g
SG4+P0 <sub>NK</sub>	3,31 b-e	3,02 d-f	0,0 g	0,0 h
SG4+P1 <sub>NK</sub>	3,70 a-c	3,25 c-e	67,7 a	50,6 a
SG4+P2 <sub>NK</sub>	3,76 ab	3,13 de	32,6 de	22,7 d-f
SG4+P3 <sub>NK</sub>	3,82 ab	3,11 de	22,6 d-f	14,9 e-g
SG4+P4 <sub>NK</sub>	3,51 a-c	3,05 de	13,1 fg	10,5 gh
Ortalama	3,46 A	3,12 B	28,6 A	24,4 B
LSD* (Y)	0,099		2,469	
LSD* (G)	0,616	0,354	14,045	10,727
LSD* (Y x G)	öd		öd	

\*:  $p < 0,05$ . Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

#### 4.6.2. Fosfor Kullanım Etkinliği (PKE)

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, bitkinin fosfor kullanım etkinliği (PKE) üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 18). Varyans analiz sonuçlarına göre, gübre uygulamalarının, PKE üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, gübre uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının PKE üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 incelendiğinde, PKE, fosfor uygulanmayan kontrol konuları hariç, birinci yıl için %11,9-66,3; ikinci yıl için %10,5-50,6 arasında değişmiş olup, en yüksek PKE denemenin her iki yılında da SG3+P1<sub>NK</sub> ve SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında 2020 yılı için sırasıyla, %66,3 ve %62,7 olarak, 2021 yılı için ise %49,7 ve %50,6 olarak belirlenmiştir. Belirtilen bu uygulamalar her iki yılda da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, en düşük PKE, denemenin her iki yılında da yılında SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla %13,1 ve 10,5 olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde PKE, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %14,9 oranında azalmıştır. İlk yılın ortalamasında PKE %28,6 iken, ikinci yıl %24,4 olarak belirlenmiştir. Deneme sonucunda P-OMG uygulamaları, inorganik uygulanan P'lu gübre uygulamalarına kıyasla PKE değerlerini, ilk yıl %76 oranında, ikinci yıl ise %106 oranında arttırmıştır. Denemenin ilk yılı inorganik P'lu gübre uygulamalarında PKE, ortalama %19,6 iken, P-OMG gübre uygulamalarında PKE %34,5 olarak kaydedilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, inorganik P'lu gübre uygulamalarında PKE ortalama %14,9 iken, P-OMG gübre uygulamalarında PKE %30,7 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, fosfor ve sığır gübresi kombinasyonları ile oluşturulan organomineral gübrelerde, sığır gübresiyle kombine edilmeyen mineral fosforlu gübre dozlarına kıyasla daha fazla fosfor kullanım etkinliği değerleri saptanmıştır. Bununla birlikte, deneme sonucunda en yüksek PKE etkinlikleri daha düşük fosfor ve daha yüksek sığır gübresi uygulamalarında tespit edilmiştir. Daha yüksek fosfor ve daha düşük organik madde uygulama oranlarında bitkiler, düşük minerilizasyon oranına göre daha düşük fosfor kullanım etkinliği sonucunda, daha düşük seviyelerde gübredeki fosforu kullanabilmektedir (Shen vd, 2011; Rehim vd, 2012). Elde edilen sonuçların, bazı

araştırmacıların elde ettiği sonuçlarla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Sultani vd, 2004; Rehim vd, 2012; Uzun, 2014; Özkutlu vd., 2019; Korkmaz vd, 2020).

#### 4.7. Gübre Kullanım Etkinlikleri

##### 4.7.1. Agronomik Etkinlik

Çalışmada, P-OMG uygulamalarının, agronomik gübre kullanım etkinliği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 20). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, agronomik gübre kullanım etkinliği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksiyonlarının agronomik gübre kullanım etkinliği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 incelendiğinde, agronomik gübre kullanım etkinliği, denemede ilk yıl için 21,0-37,1 kg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 20,8-34,9 kg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek agronomik gübre kullanım etkinliği denemenin her iki yılında da SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 37,1 ve 34,9 kg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Belirtilen bu uygulamalar her iki yılda da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, en düşük agronomik gübre kullanım etkinliği, denemenin ilk yılında SG3+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (21,0 kg kg<sup>-1</sup>) ve ikinci yılda ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (20,8 kg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde agronomik gübre kullanım etkinliği, ilk yıl 20,5 kg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl ise 20,2 kg kg<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir.

Deneme sonucunda P-OMG uygulamaları, mineral P'lu gübre uygulamalarına kıyasla agronomik gübre kullanım etkinliğini, ilk yıl %11,0 oranında, ikinci yıl ise %16,7 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Denemenin ilk yılı inorganik P'lu gübre uygulamalarında agronomik gübre kullanım etkinliği, ortalama 27,5 kg kg<sup>-1</sup> iken, P-OMG gübre uygulamalarında en düşük agronomik gübre kullanım etkinliği 24,5 kg kg<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, inorganik P'lu gübre uygulamalarında agronomik gübre kullanım etkinliği, ortalama 27,6 kg kg<sup>-1</sup> iken, P-OMG gübre uygulamalarında en düşük agronomik gübre etkinliği, 23,0 kg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.

Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, agronomik gübre kullanım etkinliğinin, ilk yıl %43,4 ikinci yıl ise %40,4 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, denemede her iki sene boyunca, fosforun agronomik etkinliği, artan dozlarda uygulanan sıgır ve fosforlu gübre kombinasyonlarının (P-OMG) artmasıyla azalış göstermiştir. Başka bir ifadeyle, en yüksek seviyedeki P-OMG uygulamasıyla üretilen ürün miktarındaki artış, en düşük mineral P uygulama dozunda bir birim üretim için ihtiyaç duyulan gübre dozuna göre göreceli olarak azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, pek çok araştırmacının çalışmalarıyla da benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Uzun, 2014; Kara ve Telli, 2016; Korkmaz vd, 2020; Işık vd., 2021; Korkmaz vd, 2021).

#### **4.7.2. Fizyolojik Etkinlik**

Çalışma kapsamında, P-OMG uygulamalarının, gübrenin fizyolojik etkinliği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 20). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının, fizyolojik etkinlik üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuş fakat yıl x gübre interaksiyonlarının fizyolojik etkinlik üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 incelendiğinde, fizyolojik etkinlik, denemede ilk yıl için 156,8-192,2 kg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl için 165,2-195,8 kg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek fizyolojik etkinlik, denemenin her iki yılında da SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, 192,5 ve 195,8 kg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Belirtilen bu uygulamalar her iki yılda da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, en düşük fizyolojik etkinlik, denemenin ilk yılında SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (156,8 kg kg<sup>-1</sup>) ve ikinci yılda ise, SG3+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (165,2 kg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde fizyolojik etkinlik, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %2,8 oranında artmıştır. Fizyolojik etkinlik, denemenin ilk yılı 135,1 kg kg<sup>-1</sup> iken, ikinci yıl 138,9 kg kg<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir.

**Çizelge 4.24.** Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının agronomik, fizyolojik ve geri kullanım etkinliği üzerine etkisi.

Konular	Agronomik Etkinlik		Fizyolojik Etkinlik		Geri Kullanım Etkinliği	
	kg kg <sup>-1</sup>				%	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
SG0+P0 <sub>NK</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>e</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>1</sub>
SG0+P1 <sub>NK</sub>	37,1 <sub>a</sub>	34,9 <sub>a</sub>	192,2 <sub>a</sub>	195,8 <sub>a</sub>	19,5 <sub>a</sub>	18,0 <sub>a</sub>
SG0+P2 <sub>NK</sub>	25,6 <sub>b-f</sub>	28,0 <sub>b-d</sub>	177,9 <sub>bc</sub>	187,1 <sub>ab</sub>	14,4 <sub>b-g</sub>	14,9 <sub>c-e</sub>
SG0+P3 <sub>NK</sub>	25,2 <sub>b-g</sub>	25,4 <sub>d-ı</sub>	166,8 <sub>b-g</sub>	175,6 <sub>b-d</sub>	15,1 <sub>b-g</sub>	14,4 <sub>d-g</sub>
SG0+P4 <sub>NK</sub>	22,2 <sub>f-h</sub>	21,9 <sub>jk</sub>	166,4 <sub>b-g</sub>	172,4 <sub>cd</sub>	13,4 <sub>e-g</sub>	12,7 <sub>gh</sub>
SG1+P0 <sub>NK</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>e</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>1</sub>
SG1+P1 <sub>NK</sub>	29,1 <sub>b</sub>	29,8 <sub>b</sub>	174,3 <sub>b-e</sub>	175,7 <sub>b-d</sub>	16,8 <sub>b</sub>	17,0 <sub>ab</sub>
SG1+P2 <sub>NK</sub>	24,8 <sub>c-h</sub>	25,8 <sub>d-f</sub>	172,2 <sub>b-f</sub>	174,5 <sub>cd</sub>	14,4 <sub>b-g</sub>	14,8 <sub>c-f</sub>
SG1+P3 <sub>NK</sub>	25,4 <sub>b-g</sub>	24,8 <sub>e-j</sub>	179,6 <sub>ab</sub>	176,2 <sub>b-d</sub>	14,2 <sub>c-g</sub>	14,1 <sub>d-h</sub>
SG1+P4 <sub>NK</sub>	23,4 <sub>e-h</sub>	22,7 <sub>h-k</sub>	168,3 <sub>b-g</sub>	172,5 <sub>cd</sub>	13,9 <sub>d-g</sub>	13,2 <sub>e-h</sub>
SG2+P0 <sub>NK</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>e</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>1</sub>
SG2+P1 <sub>NK</sub>	28,2 <sub>bc</sub>	29,1 <sub>bc</sub>	175,1 <sub>b-d</sub>	178,4 <sub>bc</sub>	16,1 <sub>b-d</sub>	16,3 <sub>a-c</sub>
SG2+P2 <sub>NK</sub>	25,2 <sub>b-g</sub>	25,5 <sub>d-h</sub>	171,4 <sub>b-f</sub>	175,4 <sub>b-d</sub>	14,7 <sub>b-g</sub>	14,6 <sub>c-f</sub>
SG2+P3 <sub>NK</sub>	26,9 <sub>b-e</sub>	24,2 <sub>e-j</sub>	171,9 <sub>b-f</sub>	172,6 <sub>cd</sub>	15,7 <sub>b-f</sub>	14,0 <sub>d-h</sub>
SG2+P4 <sub>NK</sub>	22,2 <sub>f-h</sub>	22,8 <sub>g-k</sub>	167,5 <sub>b-g</sub>	167,9 <sub>cd</sub>	13,3 <sub>fg</sub>	13,6 <sub>e-h</sub>
SG3+P0 <sub>NK</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>e</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>1</sub>
SG3+P1 <sub>NK</sub>	26,5 <sub>b-e</sub>	26,2 <sub>c-e</sub>	158,9 <sub>fg</sub>	169,7 <sub>cd</sub>	16,7 <sub>bc</sub>	15,5 <sub>b-d</sub>
SG3+P2 <sub>NK</sub>	26,1 <sub>b-f</sub>	25,6 <sub>d-g</sub>	164,7 <sub>c-g</sub>	165,2 <sub>d</sub>	15,8 <sub>b-e</sub>	15,5 <sub>b-d</sub>
SG3+P3 <sub>NK</sub>	24,5 <sub>c-h</sub>	24,4 <sub>e-j</sub>	162,4 <sub>d-g</sub>	167,8 <sub>cd</sub>	15,1 <sub>b-g</sub>	14,6 <sub>c-f</sub>
SG3+P4 <sub>NK</sub>	21,0 <sub>h</sub>	22,6 <sub>ı-k</sub>	159,6 <sub>fg</sub>	171,1 <sub>cd</sub>	13,1 <sub>g</sub>	13,2 <sub>e-h</sub>
SG4+P0 <sub>NK</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>1</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>e</sub>	0,0 <sub>h</sub>	0,0 <sub>1</sub>
SG4+P1 <sub>NK</sub>	27,6 <sub>b-d</sub>	25,8 <sub>d-f</sub>	170,4 <sub>b-g</sub>	167,4 <sub>cd</sub>	16,2 <sub>b-d</sub>	15,5 <sub>b-d</sub>
SG4+P2 <sub>NK</sub>	25,5 <sub>b-f</sub>	23,0 <sub>f-k</sub>	161,0 <sub>e-g</sub>	168,0 <sub>cd</sub>	15,8 <sub>b-e</sub>	13,6 <sub>e-h</sub>
SG4+P3 <sub>NK</sub>	24,1 <sub>d-h</sub>	22,3 <sub>jk</sub>	159,0 <sub>fg</sub>	170,2 <sub>cd</sub>	15,2 <sub>b-g</sub>	13,1 <sub>f-h</sub>
SG4+P4 <sub>NK</sub>	21,5 <sub>gh</sub>	20,8 <sub>k</sub>	156,8 <sub>g</sub>	169,9 <sub>cd</sub>	13,7 <sub>d-g</sub>	12,2 <sub>h</sub>
Ortalama	20,5	20,2	135,1 <sub>B</sub>	138,9 <sub>A</sub>	12,1 <sub>A</sub>	11,6 <sub>B</sub>
LSD* (Y)	öd		2,593		0,435	
LSD* (G)	4,026	2,958	13,801	12,413	2,537	1,806
LSD* (Y x G)	öd		öd		öd	

\*: p<0,05. Y: Yıl, G: Gübre, Y x G: Yıl ve Gübre İnteraksiyonu, öd: Önemli değil.

Deneme sonucunda P-OMG uygulamaları, mineral P'lu gübre uygulamalarına kıyasla fizyolojik etkinliği, ilk yıl %6,5 oranında, ikinci yıl ise %7,8 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Denemenin ilk yılı mineral P'lu gübre uygulamalarında fizyolojik etkinlik, ortalama 175,8 kg kg<sup>-1</sup> iken, P-OMG gübre uygulamalarında en düşük fizyolojik etkinlik,

164,4 kg kg<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, mineral P'lu gübre uygulamalarında fizyolojik etkinlik ortalama 182,6 kg kg<sup>-1</sup> iken, P-OMG gübre uygulamalarında en düşük fizyolojik etkinlik, 168,4 kg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, gübrenin fizyolojik etkinliği, ilk yıl %18,4 ikinci yıl ise, %15,6 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, deneme süresince, fosforun fizyolojik etkinliği, organomineral gübre (P-OMG) uygulamalarıyla azalmıştır. Gübre ile uygulanan fosfordan bitkinin aldığı birim fosforun üründe sağladığı artış, en düşük gübre dozunda en yüksek seviyede iken, en yüksek gübre dozunda en düşük seviyelerde olmaktadır (Akhtar vd., 2008; Yaseen ve Malhi, 2009). Elde edilen bulgular, pek çok araştırmacının çalışmalarıyla da benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Uzun, 2014; Kara ve Telli, 2016; Korkmaz vd, 2020; Işık vd., 2021; Korkmaz vd, 2021).

#### **4.7.3. Geri Kullanım Etkinliği**

Denemede, P-OMG uygulamalarının, gübre geri kullanım/alım etkinliği üzerine etkisi varyans analizleri ile değerlendirilmiştir (Ek 1, Çizelge 20). Varyans analiz sonuçlarına göre, P-OMG uygulamalarının geri kullanım etkinliği üzerine etkisi, denemenin her iki yılında da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarında, yıllar arasındaki farklılıklar ve yıl x gübre interaksyonlarının geri kullanım etkinliği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 incelendiğinde, gübre geri kullanım etkinliği, denemede ilk yıl için %13,1-19,5, ikinci yıl için %12,2-18,0 arasında değişmiş olup, en yüksek gübre geri kullanım etkinliği denemenin her iki yılında da SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında sırasıyla, %19,5 ve %18,0 olarak belirlenmiştir. Belirtilen bu uygulamalar her iki yılda da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, en düşük gübre geri kullanım etkinliği, denemenin ilk yılında SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (%13,1) ve ikinci yılda ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%12,2) tespit edilmiştir. Her iki yıl ortalamaları ayrı ayrı incelendiğinde gübre geri kullanım etkinliği, denemenin ilk yılına kıyasla ikinci yıl %4,1 oranında azalmıştır. Gübre geri kullanım etkinliği, denemenin ilk yılı %12,1 iken, ikinci yıl %11,6 olarak kaydedilmiştir.

Deneme sonucunda, organomineral gübre (P-OMG) uygulamalarının, mineral formda uygulanan P'lu gübre uygulamalarına kıyasla gübre geri kullanım etkinliği değerlerini, ilk yıl %5,1 oranında, ikinci yıl ise %9,3 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Denemenin ilk yılı mineral formda P'lu gübre uygulamalarında gübre geri kullanım etkinliği, ortalama %15,6 iken, P-OMG gübre uygulamalarında gübre geri kullanım etkinliği, %14,8 olarak kaydedilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise, mineral P'lu gübre uygulamalarında gübre geri kullanım etkinliği ortalama %15,0 iken, P-OMG gübre uygulamalarında ise, gübre geri kullanım etkinliği, %13,6 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, P-OMG uygulamalarıyla, gübre geri kullanım etkinliğinin, ilk yıl %32,8 ikinci yıl ise %32,2 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, organomineral gübre (P-OMG) uygulamaları, mineral P'lu gübre uygulamalarına kıyasla geri kullanım etkinliğini azaltmıştır. Mineral formda fosforlu gübrelerin geri kullanım etkinliği bitkinin fosforu daha rahat alması ve kullanmasından kaynaklanabilmektedir (Uzun, 2014). Elde edilen bulgular, pek çok araştırmacının çalışmalarıyla da benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Uzun, 2014; Kara ve Telli, 2016; Korkmaz vd, 2020; Işık vd., 2021; Korkmaz vd, 2021).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, kireçli bir toprakta farklı oranlarda sütün sığırı gübresi (1, 2, 3, 4 ton da<sup>-1</sup>) ve fosfor (2,3, 4,6, 6,9, 9,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) seviyelerinde oluşturulan organomineral gübre kombinasyonları (P-OMG), 2019-2020 ve 2020-2021 yılı buğday vejetasyon süresi boyunca Aydın ili Söke ilçesinde yer alan Zirai Üretim İşletmesi, Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü bünyesinde bulunan üretim ve uygulama alanlarında gerçekleştirilmiştir. İki yıl süren çalışma sonucunda oluşturulan bu yeni organomineral gübre kombinasyonlarının buğday bitkisinin bazı kalitatif ve kantitatif özellikleri, toprak ve bitki besin maddesi içerikleri ve alımı, ayrıca kireçli bir toprakta fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon ile desorpsiyon kapasitesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın iki yıl boyunca aynı koordinatlarda (çakılı) yapılması ve değişken iklim koşulları nedeniyle birçok etkenin denemenin ikinci yılında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bu değişikliklerin araştırma boyunca buğdayın genel anlamda gelişimini olumsuz yönde etkilemediği belirlenmiştir.

Deneme süresi sonunda elde edilen iki senelik sonuçların ortalamaları ve bunlara ait kapsamlı değerlendirmeler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

### A. Buğdayın kalitatif özellikleri üzerine P-OMG uygulamalarının etkisi

1. Çalışmanın sonuçlarına göre, en yüksek tane verimi her iki yılın ortalamasında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasından (887 kg da<sup>-1</sup>) elde edilirken en düşük tane verimi kontrol (SG0+N0<sub>PK</sub>) konusunda (649 kg da<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Denemede organomineral gübre kombinasyonları tane verimini, kontrol konusuna kıyasla %36,8 oranında arttırmıştır.

2. Denemede, en yüksek biyokütle verimi her iki yılın ortalamasında SG2+P4<sub>NK</sub> uygulamasından (1713 kg da<sup>-1</sup>) elde edilirken en düşük biyokütle verimi kontrol konusunda (1380 kg da<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Çalışmada, organomineral gübre kombinasyonları biyokütle verimini kontrol konusuna kıyasla %24,1 oranında arttırmıştır.

3. Bulgulara göre, en yüksek saman verimi her iki yılın ortalamasında SG2+P4<sub>NK</sub> uygulamasından (896 kg da<sup>-1</sup>) elde edilirken en düşük saman verimi kontrol konusunda (732



kg da<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Organomineral gübre kombinasyonları saman verimini kontrol konusuna kıyasla %22,5 oranında arttırmıştır.

4. Araştırmada, en yüksek hasat indeks değeri her iki yılın ortalamasında SG1+P3<sub>NK</sub> uygulamasından (%53,7) elde edilirken en düşük hasat indeksi değeri kontrol konusunda (%47,0) kaydedilmiştir. Uygulanan organomineral gübre kombinasyonları, hasat indeks değerini kontrol konusuna kıyasla %14,1 oranında arttırmıştır.

5. Elde edilen bulgulara göre, en yüksek bin tane ağırlığı değeri her iki yılın ortalamasında SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasından (44,4 g) elde edilirken, en düşük bin tane ağırlığı değeri kontrol (SG0+N0<sub>PK</sub>) konusunda (38,2 g) kaydedilmiştir. Uygulanan organomineral gübre kombinasyonları buğdayın bin tane ağırlığını kontrol konusuna kıyasla %16,3 oranında arttırmıştır.

6. Çalışmada, en yüksek bitki uzunluğu her iki yılın ortalamasında SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasından (113 cm) elde edilirken en düşük bitki uzunluğu kontrol konusunda (101,1 cm) kaydedilmiştir. Denemede her iki yılın ortalama değerlerine göre organomineral gübre kombinasyonları bitki uzunluk değerlerini kontrol konusuna kıyasla %11,7 oranında arttırmıştır.

7. Deneme sonunda elde edilen iki senelik ortalama verilere göre, en yüksek başak uzunluğu SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasından (10,6 cm) elde edilirken, en düşük başak uzunluğu kontrol konusunda (8,5 cm) belirlenmiştir. Uygulanan organomineral gübreler her iki senenin ortalama sonuçlarına göre başak uzunluk değerlerini kontrol konusuna kıyasla %25,1 oranında arttırmıştır.

8. Elde edilen bulgulara göre, en yüksek başak sayısı SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (482 adet) belirlenirken, en düşük başak sayısı kontrol konusunda (378 adet) kaydedilmiştir. Sonuç olarak, uygulanan organomineral gübre kombinasyonları buğdayın metrekaredeki başak sayısını her iki yılın ortalama değerlerine göre ve kontrol konusuna kıyasla %27,5 oranında arttırmıştır.

9. Çalışmada, en yüksek tek başakta tane sayısı değeri her iki yılın ortalamasında SG2+P3<sub>NK</sub>, SG3+P1<sub>NK</sub>, SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P4<sub>NK</sub> uygulamalarından (44 adet) elde edilirken en düşük tek başakta tane sayısı değeri kontrol konusunda (36 adet) kaydedilmiştir. Her iki yıldan elde edilen ortalama sonuçlara göre, organomineral gübre kombinasyonları tek başakta tane sayısı değerini kontrol konusuna kıyasla %21,2 oranında arttırmıştır.

10. Araştırma kapsamında, en yüksek tek başak verimi SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (2,42 g) kaydedilirken, en düşük ise, kontrol konusunda (1,36 g) tespit edilmiştir. Kontrol konusuna kıyasla uygulanan gübrelerle birlikte tek başak verimi değerleri %39,2 oranında artış göstermiştir.

### **B. Buğdayın kantitatif özellikleri üzerine P-OMG uygulamalarının etkisi**

1. Denemeden elde edilen sonuçlara göre, en yüksek tane protein içeriği SG2+P2<sub>NK</sub>, SG2+P3<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (%14,5) kaydedilirken, en düşük protein içeriği kontrol konusunda (%13,4) gerçekleşmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre, oluşturulan organomineral gübreler kontrol konusuna kıyasla buğday bitkisinde tane protein içeriğini %8,3 oranında arttırmıştır.

2. Deneme sonuçlarına göre, en yüksek yaş glüten SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (%34,8) kaydedilirken, en düşük yaş glüten kontrol konusunda (%32,7) tespit edilmiştir. Genel itibariyle her iki yılın verileri değerlendirildiğinde sığır ve fosforlu gübre kombinasyonları, buğdayın yaş glüten içeriğini %6,4 oranında arttırmıştır.

3. P-OMG gübrelerinin ilk dozunda kontrol konusuna göre bir düşük bir artış (%2,6) kaydedilse de sonraki uygulamalarda glüten indeks değerinde düşük oranda azalmalar (%2,0) meydana gelmiştir. Her iki yılın ortalama glüten indeks değerleri incelendiğinde, en yüksek glüten indeks değeri SG1+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (%93,8), en düşük glüten indeks değeri ise, SG4+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (%91,4) kaydedilmiştir.

4. Çalışmada, sedimentasyon değerleri incelendiğinde en yüksek buğday sedimentasyon değeri SG3+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (44,1 ml) kaydedilmiştir. En düşük sedimentasyon değeri ise kontrol konusunda (42,1 ml) tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre gübre uygulamaları, buğdayın sedimentasyon değerini kontrol konusuna kıyasla %4,8 oranında arttırmıştır.

5. Deneme kapsamında, her iki yılın ortalama değerleri incelendiğinde, en yüksek gecikmeli sedimentasyon değeri SG2+P3<sub>NK</sub>, SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (50,3 ml), en düşük gecikmeli sedimentasyon değeri ise kontrol (SG0+N0<sub>PK</sub>) konusunda (48,2 ml) tespit edilmiştir. Tüm bu veriler ışığında, organomineral gübre uygulamalarının kontrol konusuna kıyasla buğdayın geç sedimentasyon değerini %4,4 oranında arttırdığı kaydedilmiştir.

6. Organomineral gübre uygulamalarında, en yüksek un randımanı SG2+P4<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (%69,8) kaydedilmiş, en düşük un verimi ise kontrol

konusunda (%67,0) tespit edilmiştir. Uygulanan organomineral gübreler, un randımanını %4,2 oranında arttırmıştır.

7. Çalışmada, en yüksek hektolitre ağırlığı, her iki yılın ortalamasında SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasından (81,3 kg 100 lt<sup>-1</sup>) elde edilirken, en düşük hektolitre ağırlığı kontrol konusunda (76,9 kg 100 lt<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Araştırmada, organomineral gübre kombinasyonları hektolitre ağırlığını kontrol konusuna kıyasla %5,7 oranında arttırmıştır.

### **C. Toprak özellikleri üzerine P-OMG uygulamalarının etkisi**

1. Çalışmadan, elde edilen iki senelik deneme sonuçlarına göre, en yüksek organik madde içeriği, SG4+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (%3,07) gerçekleşmiş, en düşük organik madde içeriği ise kontrol konusunda (%1,92) tespit edilmiştir. Tüm veriler ışığında uygulanan fosfor zengini organomineral gübreler toprağın organik madde içeriği %60,1 oranında arttırmıştır.

2. Gübre uygulamalarıyla (P-OMG), en düşük toprak pH'sı, SG4+P3<sub>NK</sub> ve SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamalarında (7,65) belirlenirken, en yüksek toprak pH'sı SG0+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (7,97) kaydedilmiştir. Denemede uygulanan fosfor zengini organomineral gübreler toprak pH'sını %4,0 oranında azaltmıştır.

3. Elde edilen bulgulara göre, toprakta en düşük tuz içeriği SG0+P2<sub>NK</sub> (0,376 dS m<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en yüksek tuz içeriği ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (0,480 dS m<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Bu bağlamda uygulanan fosfor zengini organomineral gübreler her iki yılın ortalama sonuçlarına göre toprağın tuzluluk değerini ortalama %20,9 oranında arttırmasına rağmen toprakta belirlenen tuzluluk, sınır değerlerinin (<2,0 dS m<sup>-1</sup>) altında kalmıştır.

4. Çalışmada, her iki yılın ortalama toprakta en yüksek toplam N içeriği, SG3+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,144), en düşük ise, kontrol konusunda (%0,118) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, organomineral gübre kombinasyonlarının toprağın toplam N içeriğini kontrol konusuna kıyasla ortalama %22,1 oranında arttırdığı kaydedilmiştir.

5. Sığır gübresi ile birlikte toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin toprağın alınabilir P içeriğine etkisinin mineral halde uygulanan fosforlu gübrelerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, en yüksek alınabilir P içeriği SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (28,6 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük alınabilir P içeriği kontrol konusunda (11,9 mg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki senenin ortalama

sonuçlarına göre uygulanan organomineral gübre kombinasyonlarının kontrol konusuna kıyasla toprağın alınabilir P içeriğini ortalama %140 (2,4 kat) oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

6. Çalışmada, en yüksek alınabilir K içeriği, SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 123,0 ve 123,1 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük ise, kontrol konusunda (105 mg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, uygulanan fosfor zengini organomineral gübreler kontrol konusuna kıyasla toprağın alınabilir K içeriğini ortalama %17,2 oranında arttırmıştır.

7. Deneme sonunda iki yıllık ortalama bulgulara göre, toprakta en yüksek alınabilir Ca içeriği SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (2569 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (2116 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte uygulanan organomineral gübrelerin, toprağın alınabilir Ca içeriğini ortalama %17,6 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

8. Denemede, en yüksek alınabilir Mg içeriği SG4+P0<sub>NK</sub> (944 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük ise, SG0+P2<sub>NK</sub> konusunda (776 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Tüm bu veriler ışığında, sığır ve fosforlu gübre kombinasyonlarının toprağın alınabilir Mg içeriğini ortalama %21,6 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

9. Çalışma sonucunda, en yüksek alınabilir Fe içeriği SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (14,2 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük ise, kontrol konusunda (10,3 mg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Bununla birlikte genel anlamda uygulanan P-OMG kombinasyonları toprağın alınabilir Fe içeriğini kontrol konusuna kıyasla %37,2 oranında arttırmıştır.

10. Toprakta en yüksek alınabilir Zn içeriği SG4+P0<sub>NK</sub> ve SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 2,42 ve 2,37 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük ise, kontrol konusunda (1,86 mg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Deneme sonucunda organomineral gübreler, toprağın alınabilir Zn içeriğini kontrol konusuna kıyasla %30,4 oranında arttırmıştır.

11. İki yıllık deneme sonuçlarının ortalama değerlerine göre, uygulanan P-OMG kombinasyonları toprağın alınabilir Mn içeriğini %7,2 oranında arttırmıştır. Bununla birlikte, deneme sonucuna göre toprakta en yüksek alınabilir Mn içeriği SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (8,45 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük Mn içeriği kontrol konusunda (7,88 mg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir.

12. Araştırma sonunda elde edilen bulgulara göre, toprakta en yüksek alınabilir Cu içeriği SG1+P1<sub>NK</sub> uygulamasından (3,39 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilirken, en düşük Cu içeriği SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (2,86 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Uygulanan organomineral gübreler

her iki senenin ortalama verilerine göre toprağın alınabilir Cu içeriğini %18,5 oranında arttırmıştır.

13. Çalışmada toprakta en yüksek alınabilir B içeriği SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 2,13 ve 2,18 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük B içeriği ise kontrol (SG0+P0<sub>NK</sub>) konusunda (1,81 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bu veriler ışığında, hazırlanan organomineral gübrelerin toprağın alınabilir B içeriğini kontrol konusuna kıyasla %20,8 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

14. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, en yüksek değişebilir Ca değeri SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamasında (9,01 me 100g<sup>-1</sup>), en düşük ise, kontrol konusunda (8,04 me 100g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bu sonuçlara göre, uygulanan organomineral gübre kombinasyonları toprağın değişebilir Ca değerini %12,1 oranında arttırmıştır.

15. Toprakta en yüksek değişebilir Mg değeri, SG4+P0<sub>NK</sub> ve SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında (1,61 me 100g<sup>-1</sup>), en düşük ise, kontrol konusunda (1,28 me 100g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre gübre kombinasyonları kontrol konusuna kıyasla toprağın değişebilir Mg değerini %25,6 oranında arttırmıştır.

16. Araştırma sonuçlarına göre, toprakta en yüksek değişebilir K değeri, SG4+P1<sub>NK</sub> ve SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 0,84 ve 0,82 me 100g<sup>-1</sup>), en düşük ise, kontrol konusunda (0,62 me 100g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Bununla birlikte, kontrol konusuna kıyasla organomineral gübre kombinasyonlarının toprağın değişebilir K değerini %35,5 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

17. Denemede, en yüksek değişebilir Na değeri SG4+P0<sub>NK</sub> ve SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 0,047 ve 0,046 me 100g<sup>-1</sup>), en düşük ise, kontrol konusunda (0,040 me 100g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Bununla birlikte kontrol konusuna kıyasla toprağın değişebilir Na değerini organomineral gübreler %19,9 oranında arttırmıştır.

18. Çalışma sonuçlarına göre, en yüksek toplam değişebilir katyon değeri, SG4+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (11,4 me 100g<sup>-1</sup>), en düşük ise, kontrol konusunda (10,0 me 100g<sup>-1</sup>) kaydedilmiştir. Uygulanan gübre kombinasyonlarının, toplam değişebilir katyonların miktarını %14,0 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

19. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, en yüksek KDK değeri SG4+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (13,2 me 100g<sup>-1</sup>), en düşük ise, kontrol konusunda (10,6 me 100g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, organomineral gübreler toprağın KDK değerlerini iki yılın sonunda ortalama %24,7 oranında arttırmıştır.

20. Denemenin sonunda iki senelik veri ortalamalarına dayanarak, toprakta en yüksek baz doygunluk değeri  $SG0+P3_{NK}$  uygulamasında (%95,6), en düşük ise,  $SG4+P4_{NK}$  uygulamasında (%86,1) kaydedilmiştir. Sonuç olarak uygulanan organomineral gübrelerin toprağın baz doygunluk değerlerini %10,9 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

#### **D. Toprakların fosfor kinetiği üzerine P-OMG uygulamalarının etkisi**

1. Araştırmanın sonunda, en yüksek fosfor adsorpsiyon kapasitesi  $SG0+P4_{NK}$  uygulamasında (%97,7) gerçekleşmiştir. Bununla birlikte toprakta en düşük fosfor adsorpsiyonu ise  $SG4+N4_{PK}$  uygulamasında (%87,3) tespit edilmiştir. Uygulanan organomineral gübreler topraktaki fosfor adsorpsiyonunu %10,7 oranında azaltmıştır.

2. İki yıllık sonuçlara göre, en yüksek suda çözünür fosfor kapasitesi  $SG4+P1_{NK}$  uygulamasında (%12,1) kaydedilmiş, en düşük ise, kontrol konusunda (%8,4) tespit edilmiştir. Tüm bu verilere göre, uygulanan sığır ve fosforlu gübre kombinasyonlarının, suda çözünür fosfor kapasitesini %45,0 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

3. Uygulanan organomineral gübreler içerisinde en düşük fosfor fiksasyonu  $SG4+P4_{NK}$  uygulamasında (%75,7), en yüksek fosfor fiksasyonu ise,  $SG0+P4_{NK}$  uygulamasında (%87,8) kaydedilmiştir. Deneme sonucunda organomineral gübrelerin topraktaki fosfor fiksasyonunu ortalama %13,7 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

4. Elde edilen bulgulara göre, organomineral gübre kombinasyonları fosfor desorpsiyon kapasitesini %54,2 oranında arttırmıştır. Toprakta en yüksek desorpsiyon kapasitesi  $SG4+P1_{NK}$  uygulamasında (%13,6) gerçekleşmiş, en düşük desorpsiyon kapasitesi ise, kontrol konusunda (%8,8) kaydedilmiştir.

#### **E. Buğdayın bitki besin elementi içerikleri üzerine P-OMG uygulamalarının etkisi**

1. Çalışmada en yüksek bitki toplam N içeriği  $SG3+P2_{NK}$ ,  $SG3+P3_{NK}$  ve  $SG3+P4_{NK}$  uygulamalarında (sırasıyla, %2,56, %2,60 ve %2,59) kaydedilirken, en düşük toplam N içeriği kontrol konusunda (%2,40) belirlenmiştir. Uygulanan organomineral gübreler kontrol konusuna kıyasla bitkinin toplam N içeriğini ortalama %8,2 oranında arttırmıştır.

2. Sığır ve fosforlu gübre kombinasyonlarında, mineral formda uygulanan fosfor uygulama konularına kıyasla bitkinin P içeriğinde, ortalama %10'luk bir fark elde edilmiştir. Uygulanan organomineral gübreler içerisinde en yüksek bitki toplam P içeriği  $SG3+P2_{NK}$  ve  $SG3+P3_{NK}$  uygulamalarında (%0,437) gerçekleşmiş, en düşük P içeriği ise

kontrol konusunda (%0,335) kaydedilmiştir. Organomineral gübrelerin, kontrol konusuna kıyasla bitkinin toplam P içeriğini %30,4 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

3. Uygulanan organomineral gübreler içerisinde en yüksek bitki K içeriği, SG4+P2<sub>NK</sub> uygulamasında (%2,23) kaydedilmiş, en düşük K içeriği ise kontrol konusunda (%1,97) gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, organomineral gübreler kontrol konusuna kıyasla bitki K içeriğini %13,2 oranında arttırmıştır.

4. Bitkideki en yüksek Ca içeriği kontrol konusunda (%0,90), en düşük Ca içeriği ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,81) kaydedilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, fosfor zengini organomineral gübrelerin kontrol konusuna kıyasla bitki Ca içeriğini %10,2 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

5. Deneme sonucunda, bitkide en yüksek Mg içeriği, SG1+P1<sub>NK</sub>, SG1+P2<sub>NK</sub> ve SG1+P2<sub>NK</sub> uygulamalarında (%0,42) kaydedilirken, en düşük Mg içeriği SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%0,36) tespit edilmiştir. Çalışmada, organomineral gübreler, bitkinin Mg içeriğini %14,3 oranında azalttığı belirlenmiştir.

6. Çalışmada elde edilen bulgular ışığında, en yüksek Fe içeriği, SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (111 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük Fe içeriği ise, SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (99,8 mg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Organomineral gübrelerin (P-OMG) bitkinin Fe içeriklerini ortalama %11,3 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

7. Bitkide en yüksek Zn içerikleri SG1+P0<sub>NK</sub> uygulamasında (55,9 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (49,6 mg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Bununla birlikte fosfor zengini organomineral gübrelerin bitkinin Zn içeriğini %11,2 oranında azalttığı belirlenmiştir.

8. Çalışmada, bitkide en yüksek Mn içeriği SG2+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (88,8 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük Mn içeriği ise SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (78,3 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Fosfor zengini organomineral gübreler, bitkinin Mn içeriğini ortalama %13,5 oranında arttırmıştır.

9. Deneme sonucunda, en yüksek Cu içeriği SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla, 33,7 ve 34,1 mg kg<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük Cu içeriği kontrol konusunda (30,0 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre organomineral gübreler bitkinin Cu içeriğini ortalama %13,8 oranında arttırmıştır.

10. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, bitkide en yüksek B içeriği SG4+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (7,28 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük ise, SG0+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (6,13 mg kg<sup>-1</sup>)

belirlenmiştir. Bununla birlikte, organomineral gübrelerin bitkinin B içeriğini ortalama %18,7 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

#### **F. Gübrenin kullanım etkinlikleri üzerine P-OMG uygulamalarının etkisi**

1. Denemede her iki yılın veri ortalamaları incelendiğinde, en yüksek agronomik etkinlik, SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (36,0 kg kg<sup>-1</sup>), en düşük agronomik etkinlik ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (21,1 kg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Genel anlamda, organomineral gübreler, agronomik etkinliği ortalama %41,3 oranında azaltmıştır.

2. Uygulanan organomineral gübreler ile birlikte fizyolojik etkinlik, %15,8 oranında azalmıştır. Denemede en yüksek fizyolojik etkinlik, SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (194,0 kg kg<sup>-1</sup>) belirlenirken, en düşük ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (163,3 kg kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir.

3. Çalışmadan elde edilen iki senelik sonuçlara göre, en yüksek geri kullanım etkinliği SG0+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (%18,7) belirlenirken, en düşük geri kullanım etkinliği ise, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%13,0) kaydedilmiştir. Deneme sonucunda organomineral gübre uygulamaları, geri kullanım etkinliğini ortalama %30,8 oranında azaltmıştır.

#### **G. Bitkinin Fosfor Alımı ve Fosfor Kullanım Etkinliği**

1. Çalışma sonuçlarına göre, bitkide en düşük fosfor alımı kontrol konusunda (2,17 kg da<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en yüksek fosfor alımı ise, SG2+P3<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (3,75 ve 3,79 kg da<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kontrol konusuna kıyasla bitkide fosfor alımı %74,5 oranında artmıştır.

2. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, bitkide en düşük fosfor kullanım etkinliği, SG4+P4<sub>NK</sub> uygulamasında (%12,1) kaydedilirken, en yüksek fosfor kullanım etkinliği SG3+P1<sub>NK</sub> uygulamasında (%58,0) tespit edilmiştir. Bununla birlikte P-OMG uygulamalarının, bitkinin fosfor kullanım etkinliğini %67,0 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

#### **H. Topraktan Kaldırılan Toplam Azot, Fosfor ve Potasyum Miktarları**

1. Deneme sonuçlarına göre, topraktan kaldırılan en yüksek toplam N miktarı, SG3+P2<sub>NK</sub>, SG2+P3<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla 30,5, 31,0, 31,3 kg da<sup>-1</sup>) kaydedilirken en düşük ise, kontrol (SG0+P0<sub>NK</sub>) konusunda (22,2 kg da<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. P-OMG uygulamaları, bitkinin topraktan kaldırdığı toplam N miktarını ortalama %41,0 oranında arttırmıştır.



2. Deneme sonuçlarına göre, bitkinin kaldırdığı  $P_2O_5$  miktarını, P-OMG uygulamalarının %70,1 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, bitkinin kaldırdığı en düşük  $P_2O_5$  miktarı, kontrol konusunda ( $3,09 \text{ kg da}^{-1}$ ) kaydedilirken, kaldırdığı en yüksek  $P_2O_5$  miktarı ise, SG3+P2<sub>NK</sub> ve SG3+P3<sub>NK</sub> uygulamalarında (sırasıyla,  $5,21$  ve  $5,26 \text{ kg da}^{-1}$ ) tespit edilmiştir.

3. Araştırma sonucunda, bitkinin kaldırdığı en yüksek  $K_2O$  miktarı SG2+P3<sub>NK</sub> uygulamasında ( $26,9 \text{ kg da}^{-1}$ ) belirlenirken, en düşük ise, kontrol konusunda ( $18,2 \text{ kg da}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. P-OMG uygulamaları, elde edilen veriler ışığında bitkinin  $K_2O$  alımını %47,8 oranında arttırmıştır.

Deneme süresince, orta kireçli (%14,8) bir toprağa uygulanan fosfor ve sıgır gübrelerinin farklı miktarlarda oranlarıyla oluşturulan P-OMG kombinasyonları, elde edilen çeşitli analiz, ölçüm ve hesaplamaları ışığında, buğday bitkisinin kalitatif ve kantitatif özelliklerini arttırdığı, bunun yanında toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini de geliştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, P-OMG gübre uygulamalarıyla birlikte toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerinin azaldığı buna karşın desorpsiyon ve suda çözünür fosfor kapasitelerinin arttığı kaydedilmiştir. Dolayısıyla bitkinin topraktan kaldırdığı bitki besin maddesi miktarları da artmış, gelişimi için ihtiyaç duyduğu makro ve mikro bitki besin maddelerinin de bitkinin bünyesinde dengeli miktarlarda olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, iki sene boyunca Aydın ili Söke ilçesi ekolojik koşulları içerisinde, orta kireçli ve siltli tınlı bir toprak tekstüründe yetiştiriciliği yapılan Kayra buğday çeşidinde uygulanan P-OMG kombinasyonları içerisinde en dikkat çekici uygulamanın, tüm bu sayılan olumlu özellikleri de kapsayacak biçimde gözönüne alındığında SG3+P2<sub>NK</sub> [(Sıgır gübresi:  $3 \text{ t da}^{-1} + 10 \text{ kg DAP da}^{-1}$  ( $4,6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ )] kombinasyonu olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, bahsedilen şartlar altında gerçekleşmesine rağmen, canlı ve büyüleyici bir ekosistem olan topraktaki P kinetiği ve dinamiği hala karmaşıklığını koruyan bir konudur. Dolayısıyla, farklı toprak tekstürlerinde ve kireç içeriklerinde ayrıca, farklı mineral fosforlu gübreler ya da organik gübrelerin kombinasyonlarıyla gerçekleştirilecek daha kapsamlı çalışmalara gelecekte ihtiyacın olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

## KAYNAKLAR

- Abumaizar, R., Khan, L.I. (1996). Laboratory investigation of heavy metal removal by soil washing. *Journal of Air and Waste Management Association*, 46: 765-768.
- Abu-Zahra, T.R., Tahboub, A.B. (2008). Effect of organic matter sources on chemical properties of the soil and yield of strawberry under organic farming conditions. *World Applied Science Journal*, 5 (3): 383-388.
- Afzal, A.F.T.A.B., Ashraf, M., Asad, S.A., Farooq, M. (2005). Effect of phosphate solubilizing microorganisms on phosphorus uptake, yield and yield traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) in rainfed area. *International Journal of Agricultural and Biology*, 7 (2): 207-209.
- Agbenin, J.O., Iwuafor, E.N.O., Ayuba, B. (1999). A critical assessment of methods for determining organic phosphorus in savanna soils. *Biology and Fertility of Soils*, 28 (2): 177-181.
- Agren, G.I. (2008). Stoichiometry and nutrition of plant growth in natural communities. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 39: 153-170.
- Agren, G.I., Wetterstedt, M., Billberger, M.F. (2012). Nutrient limitation on terrestrial plant growth. Modeling the interaction between nitrogen and phosphorus. *New Phytology*, 194 (4): 953-60.
- Ai, P., Sun, S., Zhao, J., Fan, X., Xin, W., Guo, Q., Yu, L., Shen, Q., Wu, P., Miller, A.J. (2009). Two rice phosphate transporters, OSPH<sub>T1</sub>;2 and OSPH<sub>T1</sub>;6, have different functions and kinetic properties in uptake and translocation. *The Plant Journal*, 57 (5): 798-809.
- Akay, A., Mikayilov, F. (2003). Afyon iline ait bazı toprak örneklerinin fosfor adsorpsiyon karakteristikleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (31): 138-153.
- Akbaş, F. (2012). Modelling and mapping available phosphorus level of Tokat Kazova soils with geostatistical estimation and simulation methods. *Journal of Agricultural Sciences*, 18 (1): 63-76.

- Akhtar, M.S., Oki, Y., Adachi, T. (2008). Genetic variability in phosphorus acquisition and utilization efficiency from sparingly soluble p-sources by brassica cultivars under P-stress environment. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194 (5): 380-392.
- Akhtar, M.S., Oki, Y., Nasashima, Y., Adachi, T., Nishigaki, M. (2016). Phosphorus Stress-induced differential growth, and phosphorus acquisition and use efficiency by spring wheat cultivars. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47: 15-27.
- Akkaya, S., Kara, B. (2018). Ekmeklik buğdayda ahır ve yeşil (karabuğday, fiğ) gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (1):1-8.
- Alam, S.M. (2003). Wheat yield and P fertilizer efficiency as influenced by rate and integrated use of chemical and organic fertilizers. *Pakistan Journal of Soil Science*, 22 (2): 72-76.
- Alam, S.M., Shah, S.A., Ali, S., Iqbal, M.M. (2005). Yield and phosphorus-uptake by crops as influenced by chemical fertilizer and integrated use of industrial by-products. *Songklanakarın Jorunal of Science and Technology*, 27(1): 9-16.
- Ali, A., Asif, M., Adnan, M., Aziz, A., Hayyat, M.S., Saleem, M.W., Ali, S.M. (2020). Effect of different levels of phosphorus on growth, yield and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Botany Studies*, 5 (3): 64-68.
- Ali, I., Mustafa, A., Yaseen, M., İmran, M. (2017). Polymer coated DAP helps in enhancing growth, yield and phosphorus use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 40 (18): 2587-2594.
- Ali, K., Arif, M., Jan, M.T., Khan, M.J., Jones, D.L. (2015). Integrated use of biochar: a tool for improving soil and wheat quality of degraded soil under wheat-maize cropping pattern. *Pakistan Jorunal of Botany*, 47: 233-240.
- Al-Jabori, J.S.J., Al-Obaed, B.S.O., Al-Amiri, A.H.F. (2011). Effect of soil gypsum content and kind of organic matter on status and behavior of potassium. *Tikrit Jorunal of Agricultural Science*, 11 (4): 299-310.
- Amer, F., Buldin, D.R., Black, C.A., Duke, F.R. (1955). Characterization of soil phosphorus by anion exchange resin adsorption and equilibration. *Plant and Soil*, 6 (4): 391-408.

- Andersson, S., Nilsson, S.I., Saetre, P. (2000). Leaching of dissolved organic carbon (DOC) and dissolved organic nitrogen (DON) in mor humus as affected by temperature and pH. *Soil Biology and Biochemistry*, 32 (1): 1-10.
- Angelova, V.R., Akova, V.I., Artimova N.S., Ivanov, K.I. (2013). The effect of organic amendments on soil chemical characteristics. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (5): 958-971.
- Anghiononi, I., Baligar, V.C., Wright, R.J. (1996). Phosphate sorption isotherm characteristics and availability parameters of Appalachian acidic soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27 (9-10): 2033-2048.
- Annett, L.E., Spaner, D., Wismer, W.V. (2007). Sensory profiles of bread made from paired samples of organic and conventionally grown wheat grain. *Journal of Food Science*, 72 (4): 254-260.
- Ano, A.O., Agwu, J.A. (2005). Effect of animal manures on selected soil chemical properties. *Nigerian Journal of Soil Science*, 15: 14-19.
- Anonim, (1990a). Association of Official Analytical Chemists-International, In: Helrich, K. (Ed.), *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC.
- Anonim, (1990b). United Nations Food and Agricultural Organization (FAO). *Macronutrients and micronutrients. Assessment at the country leaves an international study*. FAO Soils Bulletin 63. Rome.
- Anonim, (1990c). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist*, AACC (Standart no: 26-95). St. Paul, MN, USA.
- Anonim, (1995). *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis*, JAOAC 50, 394 (1967).
- Anonim, (1999). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists International (AACCI)* , Metot No: 26-50.01, 44-15.02, 46- 30.02, 54-40.02. St. Paul, MN, USA.
- Anonim, (2000). AACC, *Approved Methods of American Association for Cereal Chemistry*, ICC Standard No:105-106-116-155. St. Paul, MN, USA.

- Anonim, (2003). *Kahverengi Kömürler ve Linyitler-Hüyük Asitlerin Tayini*, Ocak 2003. TSE Yayınları. Yayın No: TS 5869 ISO 5073. Ankara.
- Anonim, (2007). *JMP7*, SAS Statistics Institute 7.0 for Windows. Armonk, NY.
- Anonim, (2014). *Rakamlarla Dünya Tarımı*. İzmir Ticaret Borsası Arge Müdürlüğü. <https://İtb.Org.Tr/Dosya/Rapordosya/Rakamlarla-Dunya-Tarimi.Pdf> (Erişim Tarihi: 23.03.2021).
- Anonim, (2015). *Soil Atlas: Facts and Figures about Earth, Land and Fields*, Heinrich Böll Foundation and Institute for Advanced Sustainability Studies, Germany. [https://www.boell.de/sites/default/files/soilatlas2015\\_ii.pdf](https://www.boell.de/sites/default/files/soilatlas2015_ii.pdf) (Erişim tarihi: 03.01.2022).
- Anonim, (2016a). *Köppen İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/koppen.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf) Erişim Tarihi: 25.03.2021.
- Anonim, (2016b). *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Buğday Çeşitleri*. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/Haberler/Bu%C4%9Fday%20Yeni%20%C3%87e%C5%9Fitler%202016.pdf> Erişim Tarihi: 20.03.2021.
- Anonim, (2018a). *Resmi Gazete. Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik*. Tarih; 23.02.2018, Sayı; 30341.
- Anonim, (2018b). *TAGEM Gübre Sektör Politika Belgesi 2018-2022*. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, p: 1-100.
- Anonim, (2020). *World Bank Commodity Price Data (The Pink Sheet) Annual Prices*. <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets> (Erişim tarihi: 04.01.2022).
- Anonim, (2021a). *Gerçek Zamanlı Dünya İstatistikleri (Worldometers)*. <https://www.Worldometers.Info/> (Erişim Tarihi: 23.03.2021).
- Anonim, (2021b). *Söke İlçesi Meteorolojik Kayıtları (2019-2021)*, Aydın Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü.
- Anonim, (2021c). *Aydın İli Uzun Dönem Meteorolojik Kayıtları (1991-2020)*, Aydın Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=AYDIN> (Erişim tarihi: 20.01.2022).

- Anonim, (2022). *Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK)*, <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Medas/?Locale=Tr> (Erişim Tarihi: 23.03.2021).
- Arai, Y., Livi, K.J. (2013). Underassessed phosphorus fixation mechanisms in soil sand fraction. *Geoderma*, 192: 422–429.
- Arai, Y., Sparks, D.L. (2007). Phosphate reaction dynamics in soils and soil minerals: A multiscale approach. *Advance Agronomy*, 94: 135-179.
- Arduç, S., Mut Z., Erbaş Köse, Ö.D. (2020). *İki ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşidinde hümik/fulvik asit uygulamasının tane verimi ve bazı kalite özelliklerine etkisi*. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7 (100. Yıl Özel Sayı): 217-228.
- Arif, M., Jalal, F., Jan, M.T., Muhammad, D., Quilliam, R.S. (2015). Incorporation of biochar and legumes into the summer gap: improving productivity of cereal-based cropping systems in Pakistan. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(4): 391-398.
- Arshad, M., Adnan, M., Ahmed, S., Khan, A.K., Ali, I., Ali, M., Khan, M.A. (2016). Integrated effect of phosphorus and zinc on wheat crop. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment Science*, 16 (3): 455-459.
- Asri, F., Demirtaş, E., Özkan, C., Arı, N. (2011). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının hıyar bitkisinin verim, kalite ve mineral içeriklerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 139-143.
- Ateş, E., Tekeli, A. (2017). Farklı taban gübresi uygulamalarının yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin ot verimi ve kalitesine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (Özel Sayı): 13-16.
- Aydeniz, A., Brohi, A. (1991). *Gübreler ve Gübreleme*. C.Ü. Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları:10, Ders Kitabı: 3, Tokat.
- Ayeni, L.S., Adeleye, E.O., Adejumo, J.O. (2012). Comparative effect of organic, organomineral and mineral fertilizers on soil properties, nutrient uptake, growth and yield of maize (*Zea mays*). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2 (11): 493-497.
- Babulicova M., (2008). Influence of fertilization on winter wheat in crop rotations and in long-term monoculture. *Plant Soil Environment*, 54 (5): 190-196.

- Bader, B.R., Taban, S.K., Fahmi, A.H., Abood, M.A., Hamdi, G.J. (2021). Potassium availability in soil amended with organic matter and phosphorous fertiliser under water stress during maize (*Zea mays* L) growth. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20 (6): 390-394.
- Said, M.B., Dakermanji, A. (1993). Phosphate adsorption and desorption by calcareous soils of Syria. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24 (1-2), 197-210.
- Balabane, M., Faivre, D., Van Oort, F., Dahmani-Muller, H. (1999). Mutual effects of soil organic matter dynamics and heavy metals fate in a metallophyte grassland. *Environment Pollution*, 105 (1): 45-54.
- Baldi, E., Miotto, A., Ceretta, C.A., Quartieri, M., Sorrenti, G., Brunetto, G., Toselli, M. (2018). Soil-applied phosphorous is an effective tool to mitigate the toxicity of copper excess on grapevine grown in rhizobox. *Scientia Horticulturae*, 227: 102-111.
- Barben, S.B., Hopkins, B.G., Jolley, V.D., Webb, B.L., Nichols, B.A. (2010a). Phosphorus and zinc interactions in chelator-buffered solution grown Russet Burbank potato. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 587–601.
- Barben, S.B., Hopkins, B.G., Jolley, V.D., Webb, B.L., Nichols, B.A. (2010b). Optimizing phosphorus and zinc concentrations in hydroponic chelator-buffered nutrient solution for Russet Burbank potato. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 557-570.
- Barber, S.A. (1995). *Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach*. New York: John Wiley and Sons, 414p.
- Baresel, J.P., Zimmermann, E.G., Reents, E.H.J. (2008). Effects of genotype and environment on N uptake and N partition in organically grown winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in Germany. *Euphytica*, 163 (3): 347-354.
- Bariola, P.A., Macintosh, G.C., Green, P.J. (1999). Regulation of s-like ribonuclease levels in *Arabidopsis*: antisense inhibition of RNS1 or RNS2 elevates anthocyanin accumulation. *Plant Physiology*, 119: 331-342.
- Barker, A.V., Pilbeam, D.J. (2007). *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor and Francis Group. Boca Raton, FL, USA, Pp: 613.
- Barrow, N.J., Shaw, T.C. (1975). The slow reactions between soil and anions: 2. Effects of time and temperature on the decrease in phosphate concentration in the soil solution. *Soil Science*, 119 (2):167–177.

- Bartlett, R.J., Picarelli, C.J. (1973). Availability of boron and phosphorus as affected by liming on acid potata soil. *Soil Science*, 116 (2): 77-83.
- Bashir, S., Anwar, S., Ahmad, B., Sarfraz, Q., Khatk, W., Islam, M. (2015). Response of wheat crop to phosphorus levels and application methods. *Journal of Environment and Earth Science*, 5 (9): 151-155.
- Baskaran, S., Bolan, N.S., Rahman, A., Tillman, R.W., Macgregor, A.N. (1994). Effect of drying of soils on the adsorption and leaching of phosphate and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Soil Research*, 32 (3): 491-502.
- Baudoin, E., Benziri, E., Guckert, A. (2001). Metabolic fingerprint of microbial communities from distinct maize rhizosphere compartments. *European Journal of Soil Biology*, 37: 85-93.
- Bayer, C., Mielniczuk, J., Martin-Neto, L., Ernani, P.R. (2002). Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. *Plant and Soil*, 238 (1): 133–140.
- Bayraklı, B. (2020). Kaya fosfat ve TSP gübresi ile yerine *Micrococcus luteus* AR-72'nin toprağın bazı biyolojik özellikleri, NO<sub>3</sub> ve alınabilir P içeriğine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8 (2): 157-166.
- Bayraklı, F. (1987). *Toprak ve Bitki Analizleri*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:17, s. 200, Samsun.
- Bayram, M.E., Demir, L., Orhan, S., (2008). *Doğu ve Güney Marmara Bölgesinde Buğday Tarımında Farklı Yetiştirme Tekniği Çalışmaları*. Ülkesel Tahıl Sempozyumu 25 Haziran, Konya. 651s.
- Beer, K., Durst, C., Grundler, C., Willing, A., Witter, B. (1972). Effect of lime and of physiologically different N and P fertilizers on the dynamics of manganese fractions in soil, and on manganese uptake by arable crops in various locations in the German Democratic Republic, in relation to the efficiency of manganese fertilizers applied for the production of high yields. *Archiv Fuer Acker-und Pflanzenbau und Bodenkunde*, 16: 471-481.
- Bellitürk, K., Danisman, F., Pakdil, N., Yılmaz, F. (2007). Trakya bölgesi topraklarının bitkiye yararışlı fosfor durumunun belirlenmesinde değişik kimyasal ekstraksiyon



- yöntemlerinin karşılaştırılması. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8 (1): 41-47.
- Benbi, D.K., Gilkes, R.J. (1987). The movement into soil of P from superphosphate grains and its available to plants. *Fertilizer Research*, 12: 21-36.
- Bender Özenç, D., Şenlikoğlu, G. (2017). Kompost ve azotlu gübre uygulamasının ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6 (Özel Sayı): 227-234.
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R., Moliner, A. (2005). Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, 96 (5): 597–603.
- Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Caraco, N.F. (2001). Human impact on erodable phosphorus and eutrophication: A global perspective: Increasing accumulation of phosphorus in soil threatens rivers, lakes, and coastal oceans with eutrophication. *BioScience*, 51 (3): 227-234.
- Bernal, M.P., Clemente, R., Walker, D.J. (2007). *The Role of Organic Amendments in The Bioremediation of Heavy Metal-Polluted Soils*. In: Gore RW (eds.) Environmental Research at the Leading Edge. Nova Science Publishers Inc., New York, Pp: 1–57.
- Bielecki, R.L. (1973). Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. *Annual Review Plant Physiology*, 24: 225-252.
- Bilal, H.M., Aziz, T., Maqsood, M.A., Farooq, M. (2019). Grain phosphorus and phytate contents of wheat genotypes released during last 6 decades and categorization of selected genotypes for phosphorus use efficiency. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65 (6): 727-740.
- Binkley, D., Valentine, D. (1991). Fifty-year biogeochemical effects of green ash, white pine, and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest Ecology and Management*, 40 (1-2): 13-25.
- Boateng, S, Zickermann, J., Kornahrens, M. (2006). Poultry manure effect on growth and yield of maize. *West African Journal of Applied Ecology*, 9 (1): 1-11.
- Bohn, H.L., Myer, R.A., O'Connor, G.A. (2002). *Soil Chemistry*. 3rd. Edt. Pp. 303. John Wiley and Sons. USA.

- Bolan, N.S., Mahimairaja, S., Kunhikrishnan, A., Choppala, G. (2013). Phosphorus–Arsenic interactions in variablecharge soils in relation to arsenic mobility and bioavailability. *Science of the Total Environment*, 463: 1154–1162.
- Bolan, N.S., Baskaran, S. (1997). Sorption and degradation of phosphate as influenced by soil depth. *Soil Research*, 35 (4): 763-775.
- Bolland, M.D., Allen, D.G., Barrow, N.J. (2003). *Sorption of Phosphorus by Soils: How It is Measured in Western Australia*. Department of Primary Industries and Regional Development, Western Australia, Perth. Bulletin 4591. Pp. 33.
- Bolt, G.H., Van Riemsdijk, W.H. (1987). *Surface chemical process in soil*. In Aquatic Surface Chemistry, Edited by: Stumm, W. 127–161. New York: Wiley-Interscience.
- Boone, R.D. (1994). Light-fraction soil organic matter: origin and contribution to net nitrogen mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 26 (11): 1459–1468.
- Borch, T., Kretzschmar, R., Kappler, A., Van Cappellen, P., Ginder-Vogel, M., Voegelin, A., Campbell, K. (2010). Biogeochemical redox processes and their impact on contaminant dynamics. *Environment Science and Technology*, 44 (1): 15–23.
- Borie, F., Zunino, H., Martinez, L. (1989). Macromolecule-P associations and inositol phosphates in some Chilean volcanic soils of temperate regions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 20 (17-18): 1881-1894.
- Brady, N.C., Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. by Prenticehall, Inc, New Jersey.
- Branlard, G., Dardevet, M., Saccomano, R., Lagoutte, F., Gourdon, J. (2001). Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica*, 119 (1): 59-67.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. (1982). *Nitrogen Total. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 597-622.
- Brookes, P. (2001). The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil ecosystem research. *Microbes and Environments*, 16 (3): 131–140.
- Brown, J.C., Tiffin, L.O. (1962). Zinc deficiency and iron chlorosis dependent on the plant species and nutrient-element balance in Tulare clay. *Agronomy Journal*, 56: 356-358.

- Brownawell, B.J., Chen, H., Collier, J.M., Westall, J.C. (1990). Adsorption of organic cations to natural materials. *Environment Science and Technology*, 24 (8): 1234–1241.
- Bruckner, P.L., Habernicht, D., Carlson, G.R., Wichman, D.M., Talbert, L.E. (2001). Comparative bread quality of white flour and whole grain flour for hard red spring and winter wheat. *Crop Science*, 4 (6): 1917-1920.
- Brye, K.R., Norman, J.M., Gower, S.T., Bundy, L.G. (2003). Effects of management practices on annual net N-mineralization in a restored prairie and maize agroecosystems. *Biogeochemistry*, 63: 135-160.
- Bucher, M. (2007). Functional biology of plant phosphate uptake at root and *Mycorrhiza* interfaces. *New Phytologist*, 173: 11-26.
- Buckman, H.C., Brady, N.C. (1971). *Soil and Its Properties*. PWRiL, Warszawa, Poland. p: 529.
- Bulut, S. (2012). Ekmeklik Buğdayda Kalite. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28 (5): 441-446.
- Camara, K.M., Payne, W.A., Rasmussen, R.A. (2003). Long term effect of tillage, nitrogen and rainfall on winter wheat yield in the Pacific Northwest. *Agronomy Journal*, 95 (4): 828-835.
- Cevheri, C., Yılmaz, A. (2018). Research on the effects of NPK (chemical fertilizer) and organic fertilizers used for some cotton species (*Gossypium hirsutum* L.) grown in semi-arid climate conditions on growing crops, growing crop elements and sustainable agriculture. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (2): 1-17.
- Ceylan, Ş., Kılınç, R., Karakaş, D. (2003). Bitlis yöresi topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon durumlarının nükleer yöntem ile belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1):71-78.
- Chen, G.C., He, Z.L. (2004). Determination of soil microbial biomass phosphorus in acid red soils from southern China. *Biology and Fertility Soils*, 39 (6): 446–451.
- Chen, M., Ding, S., Li, C., Tang, Y., Fan, X., Xu, H., Zhang, C. (2021). High cadmium pollution from sediments in a eutrophic lake caused by dissolved organic matter complexation and reduction of manganese oxide. *Water Research*, 190, 116711: 1-10.

- Cheraghi, Y., Mohyedi, F. A., Kalhor, M. (2016). Effects of organic and chemical fertilizers on yield components of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Islamic Azad University, Cheraghi IIOABJ*, 7(8): 82-86.
- Chernoff, M., Plitmann, U., Kislev, M. E. (1992). Seed characters and testa texture in species of the *Viciae*: Their taxonomic significance. *Israel Journal of Plant Sciences*, 41(3), 167-186.
- Chien, S.H., Clayton, W.R. (1980). Application of Elovich equation to the kinetics of phosphate release and sorption in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44 (2): 265–268.
- Christopher, S.F., Lal, R. (2007). Nitrogen management affects carbon sequestration in North American cropland soils. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 26 (1): 45-64.
- Churchman, G.J., Skjemstad, J.O., Oades, J.M. (1993). Influence of clay minerals and organic matter on effects of sodicity on soil. *Australian Journal of Soil Research*, 31 (6): 779-800.
- Condon, L.M., Turner, B.L., Cade-Menun, B.J. (2005). *Chemistry and Dynamics of Soil Organic Phosphorus*. In J.T. Sims, A.N. Sharpley, Eds, Phosphorus: Agriculture and the Environment. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, Pp 87–121.
- Cordell, D., Drangert, J.O., White, S. (2009). The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environmental Change*, 19: 292–305.
- Cubero, B., Nakagawa, Y., Jiang, X.Y., Miura, K.J., Li, F., Raghothama, K.G., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., Pardo, J.M. (2009). The phosphate transporter PHT4;6 is a determinant of salt tolerance that is localized to the golgi apparatus of *Arabidopsis*. *Molecular Plant*, 2: 535-552.
- Çakıl, E. (2018). *Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Organik ve İnorganik Kökenli Sıvı Gübrelere Buğday Verimi ve Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi*. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 23 s.
- Çakmak, I., Kutman, U.Á. (2018). Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. *European Journal of Soil Science*, 69 (1): 172-180.

- Çakmak, I., Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Erenoglu, B., Braun, H.J. (1996). Zinc deficiency as a critical nutritional problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant and Soil*, 180 (2): 165– 172.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdoğan, Ü., Şahin, F. (2009). Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84 (4): 375-380.
- Çalışkan, Ö., Ayan, A. (2011). Isırganda (*Urtica dioica* L.) farklı dozlarda NPK'lı organomineral gübrenin verim ve bazı verim komponentlerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3): 217-220.
- Çamurcu, H. (2005). Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (13): 87-105.
- Çimrin, K.M. (2020). Relationship between some soil characteristics and contribution on available phosphorus of inorganic phosphorus fractions in calcareous soils. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (2): 138-144.
- Çimrin, M.K, Boysan, S. (2006). Van Yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 16 (2): 105-111.
- Da Silva, A. Bruno, I.P., Frazini, V.I., Marcante, N.C., Benitez, L., Muraoka, T. (2016). Phosphorus uptake efficiency, root morphology and architecture in Brazilian wheat cultivars. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 307: 1055-1063.
- Dalai, R.C. (1977). Soil organic phosphorus. *Advances in Agronomy*, 29: 83-117.
- Dang, D. H., Lenoble, V., Durrieu, G., Omanović, D., Mullot, J. U., Mounier, S., Garnier, C. (2015). Seasonal variations of coastal sedimentary trace metals cycling: insight on the effect of manganese and iron (oxy) hydroxides, sulphide and organic matter. *Marine Pollution Bulletin*, 92 (1-2): 113-124.
- Das, K., Dang, R., Shivananda, T.N., Sur, P. (2005). Interaction between phosphorus and zinc on the biomass yield and yield attributes of the medicinal plant stevia (*Stevia rebaudiana*). *The Scientific World Journal*, 5: 390-395.
- De Neve, S., Van De Steene, J., Hartman, R., Hofman, G. (2000). Using time domain reflectometry for monitoring mineralization of nitrogen from soil organic matter. *European Journal of Soil Science*, 51 (2): 295-304.

- De Nobili, M., Contin, M., Mondini, C., Brookes, P.C. (2001). Soil microbial biomass is triggered into activity by trace amounts of substrate. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 1163-1170.
- Debicka, M., Kocowicz, A., Weber, J., Jamroz, E. (2016). Organic matter effects on phosphorus sorption in sandy soils. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62 (6): 840-855.
- Deeks, L.K., Chaney, K., Murray, C., Sakrabani, R., Gedara, S., Le, M.S., Smith, G.H. (2013). A new sludge-derived organo-mineral fertilizer gives similar crop yields as conventional fertilizers. *Agronomy for Sustainable Development*, 33 (3): 539-549.
- Delfine, S., Roberto, T., Ersilio, D., Arturo, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable*, 25 (2):183-191.
- Demir, H., Topuz, A., Gölükçü, M., Polat, E., Özdemir, F., Şahin, H. (2003). Ekolojik Üretimde farklı organik gübre uygulamalarının domatesin mineral madde içeriği üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 19-25.
- Demiralay, İ. (1993). *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143: 13-19, Erzurum.
- Demirtaş, A. (2005). Bitkide bor ve etkileri. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (2): 217-225.
- Demirtaş, A. (2006). Bor bileşikleri ve tarımda kullanımı. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37 (1): 111-115.
- Demirtaş, E.I., Asri, F., Özkan, C.F., Arı, N. (2012). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 29 (1): 9-22
- Demoling, F., Figueroa, D., Baath, E. (2007). Comparison of factors limiting bacterial growth in different soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2485-2495.
- Dengiz, O., Göl, C., Başkan, O. (2007). Büyükçay Havzası (Çankırı) toprak özellikleri ve haritalanması, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 46-58.

- Dengiz, O., Özcan, H. (2006). Samsun-Bafra Ovası topraklarının CBS yardımıyla verimlilik indekslerinin (Pi) belirlenmesi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20 (38): 136-142.
- Devau, N., Le Cadre, E., Hinsinger, P., Gerard, F. (2010). A mechanistic model for understanding root-induced chemical changes controlling phosphorus availability. *Annals of Botany*, 105: 1183-1197.
- Dhillon, J., Torres, G., Driver, E., Figueiredo, B., Raun, W.R. (2017). World phosphorus use efficiency in cereal crops. *Agronomy Journal*, 109 (4): 1670-1677.
- Di Blassi, C., Tanzi, V., Lanzetta, M. (1997). A study of the production of agricultural residues in Italy. *Biomass and Bioenergy*, 12 (5): 321–331.
- Dijkstra, F.A. (2003). Calcium mineralization in the forest floor and surface soil beneath different tree species in the northeastern US. *Forest Ecology and Management*, 175 (1-3): 185–194.
- Doerner, P. (2008). Phosphate starvation signaling: a threesome controls systemic P(i) homeostasis. *Current Opinion Plant Biology*, 11: 536-540.
- Doğan, R., Yürür, N., (1992). Bursa yöresinde yetiştirilen buğday çeşitlerinin verim komponentleri yönünden değerlendirilmesi. *Uludağ üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 37-46.
- Doğan, S., Acıbuca, V., Doğan, Y. (2020). II. ürün mısır çeşitlerinde organik ve inorganik gübre uygulamasının verim ve kaliteye etkisi ile ekonomik analizi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3): 592-604.
- Doğramacı, S., Arabacı, O. (2015). Anason (*Pimpinella anisum* L.) çeşit ve ekotiplerinin bazı teknolojik özellikleri üzerine organik ve inorganik gübre uygulamalarının etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1): 41-47.
- Dou, Z., Toth, J.D., Galligan, D.T., Ramberg Jr, C.F., Ferguson, J.D. (2000). *Laboratory procedures for characterizing manure phosphorus*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Vol. 29, No. 2, pp. 508-514.
- Du, Z.Y., Wang, Q.H., Liu, F.C., Ma, H.L., Ma, B.Y., Malhi, S.S. (2013). Movement of phosphorus in a calcareous soil as affected by humic acid. *Pedosphere*, 23 (2): 229-235.

- Duckworth, O.W., Holmstrom, S.J.M., Pena, J., Sposito, G. (2009). Biogeochemistry of iron oxidation in a circumneutral freshwater habitat. *Chemical Geology*, 260 (3-4): 149–158.
- Egle, K., Manske, G., Römer, W., Vlek, P.L. (1999). Improved phosphorus efficiency of three new wheat genotypes from CIMMYT in comparison with an older Mexican variety. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 162(3): 353-358.
- Eigenberg, R. A., Doran, J.W., Nienabar, J.A., Ferguson, R.B., Woodbury, B.L. (2002). Electrical conductivity monitoring of soil condition and available N with animal manure and a cover crop. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 88 (2): 183-193.
- Ekwue, E.I., Ohu, J.O., Wakawa, I.H. (1993). Effects of incorporation of two organic materials at varying levels on splash detachment of some soils from Borno State, Nigeria. *Earth Surface Processes and Landforms*, 18 (5): 399-406.
- El Mazlouzi, M., Morel, C., Robert, T., Bofang Y., Molier A. (2020). Phosphorus uptake and partitioning in two durum wheat cultivars with contrasting biomass allocation as affected by different P supply during grain filling. *Plant and Soil*, 449 (1): 179-192.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. (2001). *Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü*. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları. No.2. 112 s. Konya.
- Elkhatib, E.A., Hern, J.L. (1988). Kinetics of phosphorus desorption from Appalachian soils. *Soil Science*, 145 (3): 222-229.
- Elliott, D.E., Reuter, D.J., Reddy, G.D., Abbott, R.J. (1997). Phosphorus nutrition of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). 1. Effects of phosphorus supply on plant symptoms, yield, components of yield, and plant phosphorus uptake. *Australian Journal Agricultural Research*, 48: 855–867.
- Elrashidi, M.A., O'Connor, G.A. (1982). Boron sorption and desorption in soils. *Soil Science Society of American Journal*, 46 (1): 27-31.
- Elser, J.J., Bracken, M.E.S., Cleland, E.E., Gruner, D.S., Harpole, W.S., Hillebrand, H., Ngai, J.T., Seabloom, E.W., Shurin, J.B., Smith, J.E. (2007). Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 10: 1135-1142.



- Erdal, İ. (2018). *Türkiye’de Organomineral Gübrelerin Kullanıldığı Araştırma Çalışmaları ve Elde Edilen Sonuçlar*. Organomineral Gübre Çalıştayı. Bildiriler. Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık San. s: 156-165. İstanbul.
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Şimşek, K., Basır, M., Baysal, G. (2018). Farklı hayvan gübrelere uygulanan domatesin gelişimi ve mineral beslenmesine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi, I. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı*, 295-302.
- Erdem, M., Özdemir, B., Oral, E., Altuner, F., Ülker, M. (2020). Alternatif gübrelerin bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4 (3): 522-541.
- Ereku, O., Yiğit, A., Koca, Y.O., Ellmer, F., Wei, K. (2016). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin kalite potansiyelleri ve beslenme fizyolojisi açısından önemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı-1): 31-36.
- Ertekin, İ., Atış, İ., Yılmaz, Ş. (2020). Bazı fiğ türlerinin yem verim ve kalitesi üzerine farklı organik gübrelere uygulanan etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (2): 243-255.
- Evans, R.L., Jurinak, J.J. (1976). Kinetics of phosphate release from a desert soil. *Soil Science*, 121 (4): 205-211.
- Eyüpoğlu, F. (1999). *Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No; 220. Ankara.
- Fallahia E., Fallahia B., Seyedbagherib M. (2006). Influence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality and leaf mineral elements on ‘Early Spur Rome’ apple. *Journal of Plant Nutrition*, 29 (10): 1819-1833.
- Fana, G., Deressa, H., Dargie, R., Bogale, M., Mehadı, S., Getachew, F. (2012). Grain hardness, hectolitre weight, nitrogen and phosphorus concentrations of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. Durum) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilisation. *World Applied Sciences Journal*, 20 (10): 1322-1327.
- Fekri, M., Gorgın, N., Sadegh, L. (2011). Phosphorus desorption kinetics in two calcareous soils amended with P fertilizer and organic matter. *Environmental Earth Sciences*, 64 (3): 721-729.

- Fernandez, V., Guzmán, P., Peirce, C.A.E., Mcbeath M.T., Khayet, M., Mclaughlin, M.C. (2014). Effect of wheat phosphorus status on leaf surface properties and permeability to foliar-applied phosphorus. *Plant and Soil*, 384 (1): 7-20.
- Fink, J.R., Inda, A.V., Bavaresco, J., Barrón, V., Torrent, J., Bayer, C. (2016). Adsorption and desorption of phosphorus in subtropical soils as affected by management system and mineralogy. *Soil and Tillage Research*, 155: 62-68.
- Fink, J.R., Inda, A.V., Bayer, C., Torrent, J., Barrón, V. (2014). Mineralogy and phosphorus adsorption in soils of south and central-west Brazil under conventional and no-tillage systems. *Acta Scientiarum, Agronomy*, 36: 379-387.
- Fischer, R.A., Wood, J.T. (1979). Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield associations with morphophysiological traits. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30 (6): 1001-1020.
- Fixen, P., Brentrup F, Bruulsema T, Garcia F, Norton R, Zingore S, (2015). Nutrient and fertilizer use efficiency: Measurement, current situation and trends. *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification*, 270.
- Florio, A., Maienza, A., Dell'Abate, M.T., Stazi, S.R., Benedetti, A. (2016). Changes in the activity and abundance of the soil microbial community in response to the nitrification inhibitor 3, 4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP). *Journal of Soils and Sediments*, 16 (12): 2687-2697.
- Follett, R.H., Murphy L.S., Donahue, R.L. (1981). *Fertilizers and Soil Amendments*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, USA. Pp. 557.
- Fowler, D., Smith, R., Muller, J., Cape, J.N., Sutton, M., Erisman, J.W., Fagerli, H. (2007). *Long Term Trends in Sulphur and Nitrogen Deposition in Europe and the Cause of Non-linearities*. In: Brimblecombe P., Hara H., Houle D., Novak M. (eds) Acid Rain - Deposition to Recovery. Springer, Pp. 41-47. Dordrecht, Holland.
- Francou, C., Poitrenaud, M., Houot, S. (2005). Stabilization of organicmatter during composting. Influence of process and feed stocks. *Compost Science and Utilization*, 13(1):72-83.
- Fusi, P., Ristori, G.G., Calamai, L., Stotzky, G. (1989). Adsorption and binding of protein on clean (homoionic) and dirty (coated with Fe oxyhydroxides) montmorillonite, illite and kaolinite. *Soil Biology and Biochemistry*, 21: 911-920.

- Gaur, A.C., (1992). *In Fertilizers, Organic Manures, Recyclable Wastes and Bio Fertilizers*. ed. H.L.S. Tanden. New Delhi, India, Pp. 36-51.
- Gayathri, B., Srinivasamurthy, C.A., Vasanthi, B.G., Naveen, D.V., Prakash, N.B., Bhaskar, S. (2019). Extraction and charactrisation of humic acid from different organic wastes and its physicochemical properties. *International Journal of Chemical Studies*, 7 (6): 769-775.
- Gee, G.W., Hortage, K.H. (1986). *Particle- Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Minerological Methods Secand Edition*. Agronomy No: 9. 2. Edition 383-441.
- Gelinas, P., Morin, C., Reid, J.F., Lachance, P. (2009). Wheat cultivars grown under organic agriculture and the bread making performance of stone-ground whole wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 44 (3): 525-530.
- Gençtan, T., Akar, T., Öktem, A., Soylu, S., Hurma, H., Balkan, A., Sürek, H. (2020). *Tahıl Üretimimizin Mevcut Durumu ve Geleceği*. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, s. 371.
- Gençtan, T., Sağlam, N. (1987). *Ekim Zamanı ve Ekim Sıklığının Üç Ekmeklik Buğday Çeşidinde Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi*. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim, Bursa, 171-183.
- Gepstein, S., Sabehi, G., Carp, M.J., Hajouj, T., Neshet, M.F.O., Yariv, I., Dor, C., Bassani, M. (2003). Large-scale identification of leaf senescence-associated genes. *Plant Journal*, 36: 629-642.
- Gerard, F. (2016). Clay minerals, iron/aluminum oxides, and their contribution to phosphate sorption in soils - A myth revisited. *Geoderma*, 262: 213-226.
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmanakaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soylu, S., Akgün, N., Yorgancılar, M., Ceyhan, E., Çiftçi, N., Acar, B., Gültekin, İ., Işık, Y., Şeker, C. ve Babaoğlu, M. (2001). *Determination of B Contents of Soils in Central Anatolian Cultivated Lands and its Relations Between Soil and Water Characteristics, Boron in Plant and Animal Nutrition*. Edited by Goldbach et al., Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York.

- Gezgin, S., Korkmaz, A., Yılmaz, F. (2020). Organomineral gübre ve K-Humat'ın tane mısırın verim ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkilerinin kimyasal gübreyle karşılaştırması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8 (2): 137-144.
- Gilbert, N. (2009). Environment: The disappearing nutrient. *Nature*, 461: 716-718.
- Girmay, G., Singh, B.R., Mitiku, H., Borresen, T., Lal, R. (2008). Carbon stocks in Ethiopian soils in relation to land use and soil management. *Land Degradation and Development*, 19 (4): 351-367.
- Goldberg, S., Glaubig, R.A. (1986). Boron adsorption on California soils. *Soil Science Society of American Journal*, 50 (5): 1173-1176.
- Goller, R., Wilcke, W., Fleischbein, K., Valerezo, C., Zech, W. (2006). Dissolved nitrogen, phosphorus, and sulphur forms in the ecosystem fluxes of a montane forest in Ecuador. *Biogeochemistry*, 77 (1): 57-89.
- Gondar, D., López, R., Fiol, S., Antelo, J.M., Arce, F. (2006). Copper binding by peat fulvic and humic acids extracted from two horizons of an ombrotrophic peat bog. *Chemosphere*, 63 (1): 82-88.
- Gökmen, F.Y., Harmankaya, M., Gezgin S. (2012). Farklı demir bileşikleri ve TKİ-Hümas uygulamalarının ıspanak bitkisinin demir alımı ve gelişimine etkileri. *Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Dergisi*, 2012 (1): 217-231.
- Gökmen, F.Y., Hamurcu, M., Gezgin, S. (2020). Determination of nitrogen use efficiencies of some bread wheat grown in the Central Anatolia region. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (4): 689-695.
- Göney, S. (1973). Büyük Menderes Deltası. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 18/19: 339-354.
- Groot, C.C., Marcelis, L.F.M., Van Den Boogard, R., Kaiser, W.N., Lambers, H. (2003). Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. *Plant and Soil*, 248 (1): 257-68.
- Gu, B., Lowe L.E. (1990). Studies on the adsorption of boron on humic acids. *Canadian Journal of Soil Science*, 70 (3): 305-311.
- Guckland, A., Jacob, M., Flessa, H., Thomas F.M., Leuschner, C. (2009). Acidity, nutrient stocks, and organic-matter content in soils of a temperate deciduous forest with

- different abundance of European beech (*Fagus sylvatica* L.), *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172: 500–511.
- Gustafsson, J.P., Van Schaik, J.W.J. (2003). Cation binding in a mor layer: batch experiments and modelling. *European Journal of Soil Science*, 54 (2): 295-310.
- Güçdemir, İ.H. (2006). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Güncelleştirilmiş ve Genişletilmiş 5. Baskı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 231, Teknik Yayın No: T.69, Ankara.
- Gül, S., Arslanoğlu, F. (2020). The influence of organic fertilizer applications on seed yield and some quality properties of soybean grown as second crop. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (2): 114-126.
- Günay, A. (2014). *Organomineral Gübre Uygulamalarının Ayçiçeğinin Verim ve Kimi Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 48 s.
- Güneş, A., Alparslan, M., İnal, A. (2000). *Bitki Besleme ve Gübreleme*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı; 467. Ankara.
- Güneş, A., Salman, A., Avcıoğlu, R., Çakar, H. (2009). Değişik hüyük asitli kompoze gübre dozu uygulamalarının gül fidanlarının büyüme ve gelişme özelliklerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 19 (2): 73-84.
- Gürbüz, M., Kardeş, T., Çebi, U. (2016). Fosforun belirlenmesinde çoklu ekstraksiyon yöntemlerinin buğday bitkisinde kullanılabilirliğinin toprak ve bitki analizleri ile değerlendirilmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (3): 229-233.
- Hakerlerler, H. (1980). Kentsel atıkların gübre olarak değerlendirilmeleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (3): 113–131.
- Halajnia, A., Haghnia, G.H., Fotovat, A., Khorasani, R. (2009). Phosphorus fractions in calcareous soils amended with P fertilizer and cattle manure. *Geoderma*, 150 (1-2): 209-213.
- Hamburger, D., Rezzonico, E., Macdonald-Comber Pete Tot, J., Somerville, C., Poirier, Y. (2002). Identification and characterization of the *Arabidopsis* PHO1 gene involved in phosphate loading to the xylem. *Plant Cell*, 14: 889-902.

- Hammond, J.P., White, P.J. (2008). Sucrose transport in the phloem: Integrating root responses to phosphorus starvation. *Journal of Experimental Botany*, 59: 93-109.
- Han, X.Z., Tang, C., Song, C.Y., Wang, S.Y., Qiao, Y.F. (2005). Phosphorus characteristics correlate with soil fertility of albic luvisols. *Plant and Soil*, 270 (1): 47–56.
- Hansen, J.C., Cade-Menun, B.J., Strawn, D.G. (2004). Phosphorus speciation in manure-amended alkaline soils. *Journal of Environmental Quality*, 33: 1521–1527.
- Harlan, J.R., Zohary, D. (1966). Distribution of wild wheats and barley. *Science*, 153 (3740): 1074-1080.
- Harpole, S., Ngai, J.T., Cleland, E.E., Seabloom, E.W., Borer, E.T., Bracken, M.E.S., Elser, J.J., Gruner, D.S., Hillebrand, H., Shurin, J.B. (2011). Nutrient co-limitation of primary producer communities. *Ecology Letters*, 14: 852-862.
- Harrell, D.L., Wang, J.J. (2007). Evaluation of three- and five-step inorganic phosphorus chemical fractionation procedures along with inductively coupled plasma determination for calcareous soils. *Soil Science*, 172 (1): 55-67.
- Harrison, A.F. (1987). *Soil Organic Phosphorus: A Review of World Literature*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, P 257.
- Havanagi, G.M., Mann, H.S. (1970). Effect of rotation and continuous application of manures and fertilizers on soil properties under dry farming conditions. *Indian Society of Soil Science*, 18: 45-50
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. (1999). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Sixth Edition, New Jersey, 07458. (154-195).
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. (2005). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. 7th ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Haynes, R.J. (2005). Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils. *Advances in Agronomy*, 85: 221–268.
- Helal, H.M., Sauerbeck, D.R. (1987). Direct and indirect influence of plant roots on organic matter and phosphorus turnover in soil. *Intecol Bulletin*, 15: 49-58.

- Hemingway, J.D., Rothman, D.H., Grant, K.E., Rosengard, S.Z., Eglinton, T.I., Derry, L.A., Galy, V.V. (2019). Mineral protection regulates long-term global preservation of natural organic carbon. *Nature*, 570 (7760): 228-231.
- Hildermann, I., Thommen, A., Dubois, D., Boller, T., Wiemken, A., Mäder, P. (2009). Yield and baking quality of winter wheat cultivars in different farming systems of the DOK long-term trial. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (14): 2477-2491.
- Hiltbrunner, J., Liedgens, M., Stamp, P., Streit, B. (2005). Effects of row spacing and liquid manure on directly drilled winter wheat in organic farming. *European Journal Agronomy*, 22 (4): 441-447.
- Himes, F.L., (1998). *Nitrogen, Sulfur, and Phosphorus and The Sequestering of Carbon*. In: Lal, R., et al. (Ed.), *Soil Processes and the Carbon Cycle*. CRC Press, Boca Raton, FL, Pp. 315-319.
- Hinsinger, P. (1998). How do plant roots acquire mineral nutrients? Chemical processes involved in the rhizosphere. *Advances in Agronomy*, 64: 225-265.
- Hinsinger, P. (2001). Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*, 237:173-195.
- Hinsinger, P., Bengough, A.G., Vetterlein, D., Young, I.M. (2009). Rhizosphere: Biophysics, biogeochemistry, and ecological relevance. *Plant and Soil*, 321: 117-152.
- Hiradate, S., Uchida, N. (2004). Effects of soil organic matter on pH-dependent phosphate sorption by soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50 (5): 665-675.
- Hlisnikovsky, L., Kunzová, E. (2014). Effect of mineral and organic fertilizers on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on illimerized Luvisol. *Polish Journal of Agronomy*, 17: 18-24.
- Hobbie, S.E., Gough, L. (2002). Foliar and soil nutrients in tundra on glacial landscapes of contrasting ages in northern Alaska. *Oecologia*, 131 (3): 453-462.
- Hobbie, S.E., Gough, L. (2004). Litter decomposition in moist acidic and non-acidic tundra with different glacial histories. *Oecologia*, 140 (1): 113–124.
- Hochella, M.F., Lower, S.K., Maurice, P.A., Penn, R.L., Sahai, N., Sparks, D.L., Twining, B.S. (2008). Nanominerals, mineral nanoparticles, and earth systems. *Science*, 319 (5870): 1631-1635.

- Holik, L., Hlisnikovský, L., Kunzová, E. (2018). The effect of mineral fertilizers and farmyard manure on winter wheat grain yield and grain quality. *Plant, Soil and Environment*, 64 (10): 491-497.
- Hopkins, B., Ellsworth, J. (2003). *Phosphorus nutrition in potato production*. In Proceedings of the University of Idaho Winter Commodity Schools, 35: 75–85.
- Horuz, A., Ekberli, İ., Korkmaz, A., Akınoğlu, G., Özdemir, N. (2017). Terme ve Çarşamba'daki bazı fındık bahçelerinde toprakların fosfor adsorpsiyon sınırlarının çoğaltılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (2): 249-257.
- Howard, J.L., Sova, J.E. (1993). Sequential extraction analysis of lead in Michigan road side soils: Mobilization in the vadose zone by deicing salts? *Soil and Sediment Contamination*, 2 (4): 361-367.
- Hua, Q.X., Li, J.Y., Zhou, J.M., Wang, H.Y., Du, C.W., Chen, X.Q. (2008). Enhancement of phosphorus solubility by humic substances in Ferrosols. *Pedosphere*, 18 (4): 533-538.
- Hurley, B.A., Tran, H.T., Marty, N.J., Park, J., Snedden, W.A., Mullen, R.T., Plaxton, W.C. (2010). The dual-targeted purple acid phosphatase isozyme ATPAP26 is essential for efficient acclimation of *Arabidopsis* to nutritional phosphate deprivation. *Plant Physiology*, 153: 1112-1122.
- Hussain, N., Khan, M.B., Ahmad, R. (2008). Influence of phosphorus application and sowing time on performance of wheat in calcareous soils. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10 (4): 399-404.
- Ibrahim, M., Hassan, A.U., Iqbal, M., Valeem, E.E. (2008). Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. *Pakistan Journal of Botany*, 40: 2135–2141.
- Idris, A.O.A., Ahmed, H.S. (2012). Phosphorus sorption capacity as a guide for phosphorus availability. *African Crop Science Journal*, 20 (1): 59-65.
- Işık, M., Öztürk, F., Akşahin, V., Demirkol, B., Ortaş İ. (2020). Impact of long term phosphorus doses application on soil carbon, nitrogen and phosphorus concentration. *Turkish Journal of Agriculture, Food Science and Technology*, 8 (1): 150-154.



- Işık, M., Öztürk, F., Karadere, Ş., Ortaş, İ. (2021). Uzun Süreli Farklı Dozlarda Fosfor Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Fosfor Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, Özel Sayı, 25-30.
- Izhar Shafi, M., Adnan, M., Fahad, S., Wahid, F., Khan, A., Yue, Z., Datta, R. (2020). Application of single superphosphate with humic acid improves the growth, yield and phosphorus uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) in calcareous soil. *Agronomy*, 10(9): 1224.
- İnal, A. (2001). Fosfor alımı ve fosfor etkinliği yönünden bazı ekmeklik (*Triticum aestivum*) ve makarnalık (*Triticum durum*) buğday genotipleri arasındaki farklılıkların belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (2): 135-140.
- İnan, İ.H. (2008). *Tarımsal İşletme Yönetimi ve Planlaması*. Ders Kitabı. Tekirdağ. 89 s.
- İpekeşen, S., Tunç, M., Eliş, S., Başdemir, F., Bicer, B. (2020). Organik ve inorganik azotlu gübre uygulamalarının farklı dönemlerde bezelyenin verim kriterlerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25 (1): 41-48.
- James, D.W., Hurst, C.J., Tindall, T.A. (1995). Alfalfa cultivar response to phosphorus and potassium deficiency: Elemental composition of the herbage. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 2447-2464.
- Jamil, M., Qasim, M., Umar, M. (2006). Utilization of sewage sludge as organic fertilizer in sustainable agriculture. *Journal of Applied Science*, 6 (3): 531-535.
- Jackson, M.L. 1962. *Soil Chemical Analysis*, Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs, Newyork, U.S.A., Pp: 183-187.
- John, M.K., Chuah, H.H., Neufeld, J.H. (1975). Application of improved azomethine-H method to the determination of boron in soils and plants. *Analytical Letters*, 8 (8): 559-568.
- Jovic, J, Antunovic, M, Rastija, M., Varga, I. (2014). Response of soybeans and wheat to phosphorus fertilization on calcareous alluvial soil of Sava Valley area in Bosnia and Herzegovina. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 15 (1): 37-39.
- Kacar, B., İnal A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın, Yayın No: 1241, Fen Bilimleri: 63, 892 s. Kızılay-Ankara.

- Kacar, B., Katkat, A.V. (1998). *Bitki Besleme*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127. Vıpaş Yayınları: 3, 595 s. Bursa.
- Kacar, B., Katkat, A.V. (2009). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Nobel Yayın Dağıtım. 559 s. Kızılay-Ankara.
- Kacar, B., Katkat, V. (2010). *Bitki Besleme*. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Őti, 678 s. Kızılay-Ankara.
- Kaiser, K., Mikutta, R., Guggenberger, G. (2007). Increased stability of organic matter sorbed to ferrihydrite and goethite on aging. *Soil Science Society of America Journal*, 71 (3): 711-719.
- Kaleem, S., Ansar, M., Ali, M.A., Sher, A., Ahmad, G., Rashid, M. (2009). Effect of phosphorus on the yield and yield components of wheat variety “ Inqlab-91 ” under rainfed conditions. *Sarhad Journal of Agriculture*, 25 (1): 21-24.
- Kang, J.H., Hesterberg, D., Osmond, D.L. (2009). Soil organic matter effects on phosphorus sorption: a path analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 73 (2): 360-366.
- Kara, B. (2014). Potassium use efficiency of some bread wheat cultivars. *Biological Diversity and Conservation*, 7 (2): 105-109.
- Kara, B. (2015). Alternatif gübrelerin buğday ununda bazı fizikokimyasal özelliklere etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (2): 34-39.
- Kara, B., Gül, H. (2013). Alternatif gübrelerin farklı ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi, verim komponentleri ve kalite özelliklerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2): 88-97.
- Kara, B., Telli, M. (2016). Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) fosfor kullanım etkinliği. *Derim*, 33 (2): 327-336.
- Kara, N. (2011). *Buğdayda (Triticum aestivum L. Var. Leucospermum (Körn.) Farw.) Humik Asit ve Fosfor Uygulamasının Verim ve Verim Öğelerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı. 61s.
- Karaca, A. (2004). Effect of organic wastes on the extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in soil. *Geoderma*, 122 (2-4): 297-303.

- Karakurt, E., Evlice, A. K., Pehlivan, A., Sürek, D. (2016). Bitki artıkları ve yeşil gübrelemenin makarnalık buğday verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2016, 25 (Özel sayı-1): 6-11.
- Karaman, M., Seydoşoğlu, S., Çam, B. (2020). Diyarbakır ili koşullarında augmented deneme deseninde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tarımsal özellikler yönünden incelenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences*, 8 (9): 195-205.
- Karimian, N., Kalbasi, M., Hajrasuliha, S. (2012). Effect of converter sludge, and its mixtures with organic matter, elemental sulfur and sulfuric acid on availability of iron, phosphorus and manganese of 3 calcareous soils from central Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 7(4): 568-576.
- Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., Sahin, F. (2007). Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of apple. *Scientia Horticulturae*, 114 (1): 16-20.
- Kasarcı, R. (1996). Türkiye’de nüfus gelişimi. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, (5): 248-266.
- Kasongo, R.K., Verdoodt, A., Kanyankagote, P., Baert, G., Ranst, E.V. (2011). Coffee waste as an alternative fertilizer with soil improving properties for sandy soils in humid tropical environments. *Soil Use and Management*, 27 (1): 94-102.
- Kaut, A.H.E., Mason, H.E., Navabi, A., Donovan, T.T.O., Spaner, D. (2008). Organic and conventional management of mixtures of wheat and spring cereals. *Agronomy for Sustainable Development*, 28 (3): 363- 371.
- Kautz, T., López-Fando, C., Ellmer, F. (2006). Abundance and biodiversity of soil microarthropods as influenced by different types of organic manure in a long-term field experiment in central Spain. *Applied Soil Ecology*, 33: 278-285.
- Kaya, M., Atak M., Çiftçi C.Y., Ünver S. (2005). Çinko ve humik asit uygulamalarının ekmeklik buğdayda verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (3): 1-8.
- Kaya, P., Haktanır, K. (2005). *Gıda, Linyit ve Bunlardan Elde Edilecek Humik Asit Uygulamalarının Buğday Verimi ile Toprağın Biyolojik Aktivitesi Üzerine Etkisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Lisans Bitirme Tezi.

- Kaya, S., Erken, O. (2018). Kompostlaştırılmış farklı organik gübrelerin domateste bazı organik asitlerin değişimi üzerine etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2): 123-130.
- Kayın, G, Öztüfekçi, S, Akın, H, Karaata, E, Katkat, A., Turan, M. (2015). *Bacillus subtilis* Ch-13, Azot ve Fosfor Uygulamalarının Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) verim, protein ve glüten miktarına etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (1): 19-28.
- Kerckhoff, A.J., Fagan, W.F., Elser, J.J., Enquist, B.J. (2006). Phylogenetic and growth form variation in the scaling of nitrogen and phosphorus in the seed plants. *American Naturalist*, 168: (E)103-122.
- Khan, R.U., Rashid A., Khan M.S., Ozturk E. (2010). Impact of humic acid and chemical fertilizer application on growth and grain yield of rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 23 (3-4): 113-121.
- Khan, R., Gurmani, A.R., Gurmani, A.H., Zia, M.S. (2007). Effect of phosphorus application on wheat and rice yield under wheat-rice system. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(4): 851-855.
- Khater, A.H., Zaghoul, A.M. (2002). *Copper and Zinc Desorption Kinetics from Soil: Effect of pH*. Symposium no. 47, Soil and Water Use Dept., National Res. Centre Dokki. Cairo, Egypt. Pp: 2001–2009.
- Khorgamy, A., Farnis, A. (2009). Effect of phosphorus and zinc fertilisation on yield and yield components of chick pea cultivars. In 9th African Crop Science, Conference Proceedings, Cape Town, South Africa, 28 September-2 October 2009, *African Crop Science Society*, p: 205-208.
- Khoshgoftarmanesh, A.H., Kalbasi, M. (2002). Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33 (13-14): 2011-2020.
- Kılıç, B., Sönmez, İ. (2019). Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (Özel Sayı): 91-96.
- Kirkby, C.A., Kirkegaard, J.A., Richardson, A.E., Wade, L.J., Blanchard, C., Batten, G. (2011). Stable soil organic matter: a comparison of C:N:P:S ratios in Australian and other world soils. *Geoderma*, 163 (3-4): 197–208.

- Kominko, H., Gorazda, K., Wzorek, Z. (2017). The possibility of organo-mineral fertilizer production from sewage sludge. *Waste and Biomass Valorization*, 8: 1781–1791.
- Kononova, M.M. (1966). *Soil Organic Matter. It's Nature, It's Role in Soil Formation and in Soil Fertility*. 2nd English Edition, Pergamon Press. Inc., Elmsford M.V., Pp. 544.
- Kopittke, P.M., Menzies, N.W. (2006). Effect of Cu toxicity on growth of cowpea (*Vigna unguiculata*). *Plant and Soil*, 279: 287-296.
- Korkmaz, A., Gezgin, S., Yılmaz, F. (2020). Organomineral gübre ve K-humat'ın tane mısırın verim ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkilerinin kimyasal gübreyle karşılaştırması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8 (2): 137-144.
- Korkmaz, A., Yılmaz, F., Gezgin, S. (2021). Organomineral ve kimyasal gübre ile farklı fosfor uygulamalarının silaj mısırın verimi ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36 (2): 268-275.
- Korkmaz, K., İbrikçi, H. (2010). Kireçli topraklarda fosfor dinamiğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (1): 44-52.
- Korkut, O., Bilgin, K.Z. (2005). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 58-65.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karacan, H. (2000). *Hububat Laboratuvarı El Kitabı*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları Yayın No: 47, Ankara.
- Köycü, C. (2010). Erzurum şartlarında azot ve fosforlu gübreleme ile sulamanın bazı kışlık buğdayların tane verimi, ham protein oranı ve zeleny sedimentasyon test kıymetine etkileri üzerinde bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (3): 37-49.
- Kpombekou, A., Tabatabai, M.A. (1994). Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks. *Soil Science*, 158 (6): 442–453.
- Kramer, M.G., Chadwick, O.A. (2018). Climate-driven thresholds in reactive mineral retention of soil carbon at the global scale. *Nature Climate Change*, 8 (12): 1104–1108.

- Krejcirova, L., Capouchova, I., Petr, J., Bicanova, E., Famera, O. (2007). The effect of organic and conventional growing systems on quality and storage protein composition of winter wheat. *Plant Soil Environment*, 53 (11): 499-505.
- Kuo, S., Mikkelsen, D.S. (1980). Kinetics of zinc desorption from soils. *Plant and Soil*, 56 (3): 355–364.
- Kün, E., (1996). *Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları)*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:1032, Ankara. 299 s.
- Kütük, C., Çaycı, G., Baran, A. (1995). Çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanakları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 1: 35–40.
- Lair, G.J., Zehetner, F., Khan, Z.H., Gerzabek, M.H. (2009). Phosphorus sorption–desorption in alluvial soils of a young weathering sequence at the Danube River. *Geoderma*, 149 (1-2): 39-44.
- Lal, R. (1994). Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, and sustainability. *Soil and Tillage Research*, 27, 1–8.
- Lalonde, K., Mucci, A., Ouellet, A., Gélinas, Y. (2012). Preservation of organic matter in sediments promoted by iron. *Nature*, 483 (7388): 198–200.
- Lampkin, N., Padel, S., Foster, C. (2000). *Organic Farming*. pp. 221-238. CABI Publishing.
- Larsen, S. (1967). Soil phosphorus. *Advances in Agronomy*, 19: 151-210.
- Lazaro, L., Abbate, P.E., Cogliatti, D.H., Andrade, F.H. (2010). Relationship between yield, growth and spike weight in wheat under phosphorus deficiency and shading. *The Journal of Agricultural Science*, 148 (1): 83-93.
- Lehto, L. (1995). Boron retention in limed forest mor. *Forest Ecology and Management*, 78 (1-3): 11-20.
- Leinweber, P., Reuter, G., Brozio, K. (1993). Cation exchange capacities of organo-mineral particle-size fractions in soils from long-term experiments, *Journal of Soil Science*, 44 (1): 111-119.
- Lemanceau, P., Bauer, P., Kraemer, S., Briat, J.F. (2009). Iron dynamics in the rhizosphere as a case study for analyzing interactions between soils, plants and microbes. *Plant and Soil*, 321: 513-535.

- Lemke, R.L., Vanden Bygaart, A.J., Campbell, C.A., Lafond, G.P., Grant, B. (2010). Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 135 (1-2): 42–51.
- Leye Samuel, A., Omotayo Ebenezer, A. (2014). Mineralization rates of soil forms of nitrogen, phosphorus, and potassium as affected by organomineral fertilizer in sandy loam. *Advances in Agriculture*, 2014: 1-5.
- Lilienfein, J., Qualls, R.G., Uselman, S.M., Bridgham, S.D. (2004). Adsorption of dissolved organic and inorganic phosphorus in soils of a weathering chronosequence. *Soil Science of America Journal*, 68: 620–628.
- Lin, W.Y., Lin, S.I., Chiou, T.J. (2009). Molecular regulators of phosphate homeostasis in plants. *Journal of Experimental Botany*, 60: 1427-1438.
- Lindsay, W.L., Frazier, A.W., Stephenson, H.F. (1962). Identification of reaction products from phosphate fertilizers in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 26 (5): 446-452.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-428.
- Lindsay, W.L., Vlek, P.L.G., Chien, S.H. (1989). *Phosphate Minerals*. In J.B. Dixon, S.B. Weed, Eds, *Minerals in Soil Environment*, Ed 2. Soil Science Society of America, Madison, WI, Pp: 1089–1130.
- Litynski T., Jurkowska H. (1982). *Żyzność gleby i odżywanie się roślin (Fertility of the soil and nourishing of the plants)*. PWN, Warszaw, Poland. p: 643.
- Liu, X., Zhu, D.W., Lei, H.J., Geng, M.J., Zhou, W.B. (2003). Dynamic relationship between soil active Mn and pH, Eh in acid soils and its biological response. *Plant Nutrition and Fertility Science*, 9 (3): 317-323.
- Lucena, J.J. (2000). Effect of bicarbonate, nitrate and other environmental factors on iron deficiency chlorosis. A review. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (11-12): 1591-1606.
- Luengo, C., Brigante, M., Antelo, J., Avena, M. (2006). Kinetics of phosphate adsorption on goethite: Comparing batch adsorption and ATR-IR measurements. *Journal of Colloid and Interface Science*, 300 (2): 511-518.

- Mahdi, H., Uygur, V., Durgun, B. (2019). Kireçli ana materyal üzerinde oluşan topraklarda fosfor fraksiyonları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34 (1): 93-101.
- Mahmoud, A.A., Mohamed, H.F. (2008). Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(5): 520-528.
- Makinde, E.A., Ayeni, L.S., Ojeniyi, S.O. (2011). Effects of organic, organomineral and NPK fertilizer treatments on the nutrient uptake of *Amaranthus cruentus* (L) on two soil types in Lagos, Nigeria. *Journal of Central European Agriculture*, 12 (1): 114-123.
- Malvi, U.R. (2011). Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 24 (1): 106-109.
- Manimel, M.C., Michaelis, V.K., Kroeker, S., Akinremi, O.O. (2013). Exchangeable calcium/magnesium ratio affects phosphorus behavior in calcareous soils. *Soil Science Society of America Journal*, 77(6): 2004-2013.
- Manqiang, L., Feng, H., Xiaoyun, C., Qianru, H., Jiaguo, J., Bin, Z., Huixin, L. (2009). Organic amendments with reduced chemical fertilizer promote soil microbial development and nutrient availability in a subtropical paddy field. The influence of quantity, type and application time of organic amendments. *Applied Soil Ecology*, 42 (2): 166-175.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72: 9-17.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Ed 2. Academic Press, London, Pp. 889.
- Marschner, H., Oberle, H., Cakmak, I., Romheld, V. (1990). Growth enhancement by silicon in cucumber (*Cucumis sativus*) plants depends on imbalance in phosphorus and zinc supply. *Plant and Soil*, 124:211-219.
- Marschner, P., Yang, C.H., Lieberei, R., Crowley, D.E. (2001). Soil and plant specific effects on bacterial community composition in the rhizosphere. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 1437-1445.



- Marschner, H. (2008). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Digital Print. Academic Press., pp. 889.
- Martins, M.A., Santos, C., Almeida, M.M., Costa, M.E.V. (2008). Hydroxyapatite micro and nanoparticles: nucleation and growth mechanisms in the presence of citrate species. *Journal of Colloid and Interface Science*, 318: 210-216.
- Matijevic, L., Romic, D., Romic, M. (2014). Soil organic matter and salinity affect copper bioavailability in root zone and uptake by *Vicia faba* L. plants. *Environmental Geochemistry and Health*, 36 (5): 883-896.
- Mazzoncini, M., Antichi, D., Silvestri, N., Ciantelli, G., Sgherri, C. (2015). Organically vs conventionally grown winter wheat: Effects on grain yield, technological quality, and on phenolic composition and antioxidant properties of bran and refined flour. *Food Chemistry*, 175: 445-451.
- Mazzoncini, M., Belloni, P., Risaliti, R., Antichi, D. (2007). *Organic vs Conventional Winter Wheat Quality and Organoleptic Bread Test*. 3rd QLIF Congress: Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems, University of Hohenheim, Germany, March 20-23, 2007. Pp: 1-4.
- Mbene, K., SuhTening, A., Suh, C.E., Fomenky, N.N., Che, V.B. (2017). Phosphorus fixation and its relationship with physicochemical properties of soils on the Eastern flank of Mount Cameroon. *African Journal of Agricultural Research*, 12 (36): 2742-2753.
- McCarthy, P. (2001). The principles of humic substances. *Soil Science*, 166 (1): 738–751.
- McDowell, R.W., Sharpley, A.N. (2001). Approximating phosphorus release to surface runoff and subsurface drainage. *Journal of Environmental Quality*, 30 (2): 508-520.
- McDowell, R.W., Sharpley, A.N. (2003). Phosphorus solubility and release kinetics as a function of soil test P concentration. *Geoderma*, 112 (1-2): 143-154.
- McGill, W.B., Cole, C.V. (1981). Comparative aspects of organic C, N, S and P cycling through organic matter during pedogenesis. *Geoderma*, 26: 267-286.
- McLean, A.J. (1961). Potassium supplying power of some Canadian soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 41: 196–206.

- McLean, E.O. (1982). *Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition 199-224.*
- Mehmood, A., Akther, M.S., Hayat, R., Memon, M. (2010). Phosphorus adsorption parameters in relation to soil characteristics. *Journal Chemical Society of Pakistan*, 32 (2): 131-139.
- Meier, M, Chin, Y.P., Maurice, P.A. (2004). Variations in the composition and adsorption behavior of dissolved organic matter at a small, forested watershed. *Biogeochemistry*, 67 (1): 39-56.
- Melenya, C., Logah, V., Aryee, D., Abubakari, A., Tuffour, H.O., Yeboah, I.B. (2015). Sorption of phosphorus in soils in the semi deciduous forest zone of Ghana. *Applied Reseach Journal*, 1 (3): 169-175.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. (1987). *Principles of Plant Nutrition. I. International Potash Institute. Mengel and E.A. Kirby, Eds., Worblaufen, Switzerland, 533-553.*
- Mengel, K., Kirkby, E.A. (2001). *Boron-In: Principles of Plant Nutrition. (5th Edn), Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London, Netherlands. pp-621-638.*
- Merhaut, D.J. (2007). *Handbook of Plant Nutrition. Edt: Barker A.V., Pilbeam D.J. CRC Press Taylor and Francis Group, LLC, Pp.145-181.*
- Mertens, D. (2005). *AOAC Official Method 975. 03. Metal in Plants and Pet Foods. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and G. W. Latimer, (Eds). Chapter 3,pp 3-4, AOAC-International Suite 500,481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.*
- Meyer, W.L., Marsh, M., Arp, P.A., (1994). Cation exchange capacities of upland soils in eastern Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 74 (4): 393-408.
- Milori, D.M.B.P., Martin-Neto, L., Bayer, C., Mielniczuk, J., Bagnato, V.S. (2002). Humification degree of soil humic acids determined by fluorescence spectroscopy. *Soil Science*, 167 (11): 739–749.
- Moll, R.H., Kamprath, E.J., Jackson, W.A. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, 74: 562-564.

- Monti, L.M. (1986). *Breeding Plants for Drought Resistance: The Problem and Its Relevance. Drought Resistance in Plants. Meeting Held in Amalfi, 19 to 23 October 1986, Belgium, 1-8.*
- Moody, P.W., Edwards, D.G., Bell, L.C. (1995). Effect of banded fertilizers on soil solution composition and short-term root growth: II. monocalcium phosphate with and without gypsum. *Soil Research*, 33: 899-914.
- Moreno-Jimenez, E., Plaza, C., Saiz, H., Manzano, R., Flagmeier, M., Maestre, F.T. (2019). Aridity and reduced soil micronutrient availability in global drylands. *Natural Sustainability*, 2 (5): 371-377.
- Mounirou, M., Kaya, E., Ouedraogo, A., Demir, K., Güneş, A., İnal, A. (2020). Biyokömür ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin gelişimi ve kimyasal gübreden yararlanma oranına etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8 (1): 36-45.
- Mtua, K.A., Yılmaz F.G., Gezgin S. (2015). Artan dozlarda TKİ-Hümas ve fosfor uygulamalarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin gelişimine etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2 (2): 84-90.
- Muhammad, H.J., Jones, K.C. (1992). Phosphorus in gypsiferous soils: The influence of soil properties on P fractionation. *Geoderma*, 53 (1-2): 97-104.
- Muindi, E.M., Mrema, J.P., Semu, E., Mtakwa, P.W., Gachene, C.K., Njogu, M.K. (2015). Phosphorus adsorption and its relation with soil properties in acid soils of Western Kenya. *International Journal of Plant and Soil Science*, 4 (3): 203-211.
- Murphy, J., Riley, J.P. (1962). A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27: 31-36.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., Akay, H. (2017). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (1): 85-95.
- Mutlu, A. (2018). The effect of organic fertilizer on spike characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Current Researches on Engineering, Science and Technology*, 4 (2): 125-134.
- Müjdeci, M., Demircioğlu, A., Alaboz, P. (2020). The effects of farmyard manure and green manure applications on some soil physical properties. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (1): 9-17.

- Nacar, A., (1995). *Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. 73 s.
- Nagarajah, S., Posner, A.M., Quirk, J.P. (1968). Desorption of phosphate from kaolinite by citrate and bicarbonate. *Soil Science Society of America Journal*, 32 (4): 507-510.
- Namlı, A., Akça, M., Akça, H. (2017). Afşin-Elbistan Havzası Kışlaköy linyit işletmesinde bulunan organik materyallerin tarımda kullanım olanaklarının belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, Özel Sayı: 46-54.
- Namlı, A., Akça, M.O., Akça, H. (2019). Afşin-Elbistan havzası linyit işletmesi organik materyallerinden geliştirilen organik ve organomineral gübrelerin buğday verimi ve verim bileşenleri ile bazı toprak özellikleri üzerine etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7 (1): 10-20.
- Neilands, J.B. (1984). Siderophores of bacteria and fungi. *Microbiological Sciences*, 1: 9-14.
- Neiryneck, J., Mirtcheva, S., Sioen, G., Lust, N. (2000). Impact of *Tiliaplathyphyllos* Scop., *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of a loamy soil. *Forest Ecology and Management*, 133 (3): 275–286.
- Nelson, A.G., Quideau, S., Frick, B., Niziol, D., Clapperton, J., Spaner, D. (2011). Spring wheat genotypes differentially alter soil microbial communities and wheat breadmaking quality in organic and conventional systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 91 (3): 485-495.
- Nelson, R.E. (1982). *Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition 191-197.
- Neumann, G., Römheld, V. (2002). *Root-Induced Changes in the Availability of Nutrients in the Rhizosphere*. In Y. Waisel, A. Eshel, U. Kafkafi, Eds, *Plant Roots, The Hidden Half*, Ed 3. Marcel Dekker, Inc., New York, Pp. 617–649.
- Nguyen, M.L., Goldfarb, J.L., Plante, A.F., Lau, B.L.T., Hockaday, W.C. (2019). Sorption temperature and the stability of iron-bound soil organic matter. *Geoderma*, 341: 93-99.

- Niklas, K.J. (2006). Plant allometry, leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry, and interspecific trends in annual growth rates. *Annals of Botany*, 97: 155-163.
- Niklas, K.J., Cobb, E.D. (2006). Biomass partitioning and leaf N, P – stoichiometry: comparisons between tree and herbaceous current-year shoots. *Plant, Cell and Environment*, 29: 2030-2042.
- Noble, A.D., Randall, P.J. (1999). Alkalinity effects of different tree litter incubated in acid soil of N.S.W., Australia. *Agroforestry Systems*, 46 (82): 147–160.
- Norton, J.M., Firestone, M.K. (1991). Metabolic status of bacteria and fungi in the rhizosphere of Ponderosa pine seedlings. *Applied and Environmental Microbiology*, 57: 1161-1167.
- Nwoke, O.C., Vanlauwe, B., Diels, J., Sanginga, N., Osonubi, O. (2004). The distribution of phosphorus fractions and desorption characteristics of some soils in the moist Savanna zone of West Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 69 (2): 127–141.
- Nyamangara, J., Gotosa, J., Mpfu, S.E. (2001). Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. *Soil and Tillage Research*, 62: 157-162.
- Oelkers, E.H., Valsami-Jones, E. (2008). Phosphate mineral reactivity and global sustainability. *Elements*, 4: 83-87.
- Officer, S.J., Kravchenko, A., Bollero, G.A., Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., Wiebold, W.J., Palm, H.L., Bullock, D.G. (2004). Relationships between soil bulk electrical conductivity and the principal component analysis of topography and soil fertility values. *Plant and Soil*, 258 (1): 269-280.
- Ohno, T., Griffin, T.S., Liebman, M., Porter, G.A. (2005). Chemical characterization of soil phosphorus and organic matter in different cropping systems in Maine, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105 (4): 625-634.
- Okudan, D., Kara, B. (2015). Farklı azot dozlarının karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) tane verim ve kalitesine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (3): 74-79.
- Olaniyi, J.O., Akanbi, W.B., Olaniran, O.A., Ilupeju, O.T. (2010). The effect of organo-mineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield, quality and chemical compositions of okra. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 9 (1): 1135-1140.

- Olesen, J.E., Askegaard, M., Rasmussen, L.A. (2009). Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. *European Journal of Agronomy*, 30 (2): 119-128.
- Olk, D.C., Cassman, K.G. (1993). *Reduction of potassium fixation by organic matter in vermiculitic soils. Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture*. Proceedings of an International Symposium, Leuven, Belgium, 4-6 November 1991, Mulongoy, K., Merckx, R. (eds.).- Chichester (United Kingdom): John Wiley and Sons Ltd, 1993.- ISBN 0-471-93915-3. p. 307-315.
- Olsen, S.R., Sommers L.E. (1982). *Phosphorus. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition 403-427.
- Oorts, K., Vanlauwe, B., Merckx, R. (2003). Cation exchange capacities of soil organic matter fractions in a Ferric Lixisol with different organic matter inputs. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100 (2-3): 161-171.
- Orekhovskaya, A.A., Klyosov, D.N., (2021). Effect of application of organomineral fertilizers. In IOP Conference Series, IOP Publishing. *Earth and Environmental Science*, 723 (2): 1-4.
- Orozco, F. H., Cegarra, J., Trujillo L.M., Roig, A. (1996). Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*, 22 (1): 162-166.
- Osman, K.T. (2013). *Forest Soils*. In: Soils Springer, Holland, Pp. 229-251.
- Otto, M.W., Kilian, W.H. (2001). Response of soil phosphorus content, growth and yield of wheat to long-term phosphorus fertilization in a conventional cropping system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61: 283-292.
- Özen, N. (2018). *Marul Bitkisinin Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Mineralizasyon Oranlarına Sahip Organik Uygulamaların Etkileri*. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 146 s.
- Özenç, N. (2004). *Fındık Zurufu ve Diğer Organik Materyallerin Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 399 s.

- Özkan, C., Asri, F., Demirtaş, E., Arı, N. (2013). Effects of organic and chemical fertilizer applications on plant nutrient status and plant growth properties of pepper grown in greenhouse. *Toprak Su Dergisi*, 2 (2): 96-101.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Akgün, M., Ete, Ö. (2016). Magnezyum gübrelemesinin fındığın (*Corylus avellana* L.) verim ve bitki besin elementi içeriklerine etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (2): 48-58.
- Özkutlu, F., Yıldırım, A.S., Akgün, M., Aydemir, Ö. E. (2019). Biber genotiplerinin fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9 (1): 36-44.
- Özseven, İ., Bayram, M.E. (2003). Kate A-1 ve Marmara-86 ekmeklik buğday çeşitlerinde N ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dozlarının verim ve verim öğelerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 12 (1-2): 22-41.
- Öztürk, A., Bulut, S., Yıldız, N., Karaoğlu, M.M. (2011). Effects of organic manures and non-chemical weed control on wheat: I-Plant growth and grain yield. *Journal of Agricultural Science*, 18 (1): 9-20.
- Öztürk, İ., Gökkuş, A. (2008). Azotla gübrelemenin bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verimi ve kalitesine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (4): 334-340.
- Paliwal, S.C., Singh, G. (1986). Physico-chemical milling and bread making quality of wheats of Uttar Pradesh. *Journal of Food Science and Technology*, (Mysore) 23 (4): 189-193.
- Parfitt, R.L. (1989). Phosphate reactions with natural allophane, ferrihydrite and goethite. *Journal of Soil Science*, 40 (2): 359-369.
- Parham, J., Deng, S., Raun, W., Johnson, G. (2002). Long-term cattle manure application in soil. *Biology and Fertility of Soils*, 35 (5): 328-337.
- Parham, J.A., Deng, S.P., Da, H.N., Sun, H.Y., Raun, W.R. (2003). Long-term cattle manure application in soil. II. effect on soil microbial populations and community structure. *Biology and Fertility of Soils*, 38 (4): 209-215.
- Parton, W.J., Schimel, D.S., Cole, C.V., Ojima, D.S. (1987). Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. *Soil Science Society of American Journal*, 51: 1173-1179.

- Paul, E.A., Clark, F.E. (1996). *Soil Microbiology and Biochemistry*. 2nd ed. Academic Press, London. Pp: 515.
- Pierzynski, G.M., McDowell, R.W., Sims, J.T. (2005). *Chemistry, Cycling, and Potential Moment of Inorganic Phosphorus in Soils*. In J.T. Sims, A.N. Sharpley, Eds, Phosphorus: Agriculture and the Environment. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society Of America, Inc., Madison, WI, Pp 53–86.
- Plassard, C., Dell, B. (2010). Phosphorus nutrition of mycorrhizal trees. *Tree Physiology*, 30 (9): 1129-1139.
- Polat Kurt, P.O., Yağdı, K. (2017). Investigations on the relationships between some quality characteristics in a winter wheat population. *Turkish Journal of Field Crops*, 22 (1), 108-113.
- Poureidi, S., Yazdanpanah, M., Rokhzadi, A., Amiri, M., Fayazi, H. (2015). Effect of plant growth promoting bacteria (*Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*), humic acid and nitrogen fertilizer on growth and yield of wheat. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4 (11): 8287.
- Powlson, D.S., Glendining, M.J., Coleman, K., Whitmore, A.P. (2011). Implications for soil properties of removing cereal straw: Results from long-term studies. *Agronomy Journal*, 103 (1): 279–287.
- Pratt, J, Boisson A-M, Gout E, Bligny R, Douce R, Aubert, S. (2009). Phosphate (Pi) starvation effect on the cytosolic Pi concentration and pi exchanges across the tonoplast in plant cells: An in vivo <sup>31</sup>P-nuclear magnetic resonance study using methylphosphonate as a Pi analog. *Plant Physiology*, 151: 1646–1657.
- Pratt, P.F. (1965). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. C.A. Black. American Society of Agronomy. Inc. Pub. Agronomy Series No: 9. Potassium pp: 1022-1030, Sodium pp: 1031-1034.
- Ptacek, P. (2016). *Phosphate Rocks. Apatites and Their Synthetic Analogues-Synthesis, Structure, Properties and Applications*. InTech, Brno University of Technology, Brno, p: 335-382.
- Purbajanti, E.D., Slamet, W., Fuskhah, E. (2019). Effects of organic and inorganic fertilizers on growth, activity of nitrate reductase and chlorophyll contents of peanuts (*Arachis*



- hypogaea* L.). In IOP Conference Series, IOP Publishing. *Earth and Environmental Science*, 250 (1): 1-7.
- Quilty, J., Cattle, S. (2011). Use and understanding of organic amendments in Australian agriculture: A review. *Soil Research*, 49 (1): 1-26.
- Quiquampoix, H. (1987). A stepwise approach to the understanding of extracellular enzyme activity in soil I. Effect of electrostatic interactions on the conformation of a  $\beta$ -D-glucosidase adsorbed on different mineral surfaces. *Biochimie*, 69 (6-7): 753-763.
- Radwan, F.I., Gomaa, M.A., Rehab, I.F., Samera, I.A.A. (2015). Impact of humic acid application, foliar micronutrients and biofertilization on growth, productivity and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Middle East Journal of Agricultural Research*, 4 (2): 130-150.
- Raghothama, K.G. (1999). Phosphate acquisition. *Annual Review of Plant Biology*, 50: 665-693.
- Rahim, A., Ranjha, A.M., Waraich, E.A. (2010). Effect of phosphorus application and irrigation scheduling on wheat yield and phosphorus use efficiency. *Soil and Environment*, 29 (1): 15-22.
- Rakszegi, M., Mikó, P., Löschenberger, F., Hiltbrunner, J., Aebi, R., Knapp, S., Bedö, Z. (2016). Comparison of quality parameters of wheat varieties with different breeding origin under organic and low-input conventional conditions. *Journal of Cereal Science*, 69: 297-305.
- Rasul, G.A.M. (2016). Effect of phosphorus fertilizer application on some yield components of wheat and phosphorus use efficiency in calcareous soil. *Journal of Dynamics in Agricultural Research*, 3 (4), 46-51.
- Raven, K.P., Hossner, L.R. (1994). Soil phosphorus desorption kinetics and its relationship with plant growth. *Soil Science Society of America Journal*, 58 (2): 416-423.
- Rehim, A., Hussain, M., Abid, M., Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S. (2012). Phosphorus use efficiency of *Triticum aestivum* L. as affected by band placement of phosphorus and farmyard manure on calcareous soils. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (4): 1391-1398.
- Rehm, G., Schmitt, M., Lamb, J., Randall, G., Busman, L. (2002). *Understanding Phosphorus Fertilizers*. <https://Extension.Umn.Edu/Phosphorus->

AndPotassium/UnderstandingPhosphorus-Fertilizers#Measuring-Soil-P-Status-623711 (Erişim Tarihi: 25.03.2021).

- Reich, P.B., Oleksyn, J., Modrzynski, J., Mrozinski, P., Hobbie, S.E., Eissenstat, D.M., Chorover, J., Chadwick, O., Hale, C.M., Tjoelker, M.G. (2005). Linking litter calcium, earthworm and soil properties: A common garden test with 14 tree species. *Ecology Letters*, 8 (8): 811–818.
- Reicosky, D.C., Kemper, W.D., Langdale, G.W., Douglas, C.L., Rasmussen, P.E. (1995). Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. *Journal of Soil Water Conservation*, 50: 252-261.
- Reynolds, C.S., Davies, P.S. (2007). Sources and bioavailability of phosphorus fractions in freshwaters: a British perspective. *Biological Reviews*, 76(1): 27-64.
- Rhoades, J.D. (1982a). *Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition 149-157.*
- Rhoades, J.D. (1982b). *Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition 159-164.*
- Richard, L.A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U. S. Department of Agriculture. Hand Book, 78 (2) Pp. 154. U.S.A.*
- Richardson, A.E., Barea, J.M., McNeill, A.M., Prigent-Combaret, C. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganism. *Plant and Soil*, 321: 305-339.
- Richardson, A.E., Simpson, R.J. (2011). Soil microorganisms mediating phosphorus availability. *Plant Physiology*, 156: 989-996.
- Rietra, R.P., Heinen, M., Dimkpa, C.O., Bindraban, P.S. (2017). Effects of nutrient antagonism and synergism on yield and fertilizer use efficiency. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48 (16): 1895-1920.
- Robin, A., Vansuyt, G., Hinsinger, P., Meyer, J.M., Briat, J.F., Lemanceau, P. (2008). Iron dynamics in the rhizosphere: consequences for plant health and nutrition. *Advances in Agronomy*, 99: 183-225.

- Rouached, H., Arpat, A.B., Poirier, Y. (2010). Regulation of phosphate starvation responses in plants: Signaling players and cross-talks. *Molecular Plant*, 3: 288-299.
- Römken, P.F., Bril, J., Salomons, W. (1996). Interaction between  $\text{Ca}^{2+}$  and dissolved organic carbon: Implications for metal mobilization. *Applied Geochemistry*, 11 (1-2): 109-115.
- Rytwo, G., Tropp, D., Serban, C. (2002). Adsorption of diquat, paraquat and methyl green on sepiolite: experimental results and model calculations. *Applied Clay Science*, 20(6): 273-282.
- Safaya, N.M. (1976). Phosphorus-zinc interaction in relation to absorption rates of phosphorus, zinc, copper, manganese and iron in corn. *Soil Science Society of America Journal*, 40: 719-722.
- Salimpour, S., Khavazi, K., Nadian, H., Besharati, H., Miransari, M. (2010). Enhancing phosphorous availability to canola (*Brassica napus* L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria, *Australian Journal of Crop Science*, 4 (5): 330-334.
- Saltalı, K., Brohi, A.R., Bilgili, A.V. (2000). *The Effect of Tobacco Waste on the Soil Characteristics and Plant Nutrient Contents of Alkaline Soils*. In: Proceedings of International Symposium on Desertification, Konya, Pp: 531-534.
- Sanchez, L., Díez, J.A., Polo, A., Román, R. (1997). Effect of timing of application of municipal solid waste compost on N availability for crops in central Spain. *Biology and Fertility of Soils*, 25 (2): 136-141.
- Santos, D.R., Gatiboni, L.C., Kaminski, J. (2008). Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema de plantio direto. *Ciência Rural*, 38: 576-586.
- Sardana, V., Sharma, S.K., Randhava, A.S. (2002). Performance of wheat varieties under different sowing dates and nitrogen levels in the submontane region of Punjab. *Indian Journal of Agronomy*, 47 (3): 372-377.
- Saygan, E., Sönmez, Ö. (2018). Harran ovasındaki bazı toprak serilerinin fosfor fraksiyonları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 34 (2): 31-40.
- Schneider, A. R., Ponthieu, M., Cancès, B., Conreux, A., Morvan, X., Gommeaux, M., Benedetti, M.F. (2016). Influence of dissolved organic matter and manganese oxides

on metal speciation in soil solution: A modelling approach. *Environmental Pollution*, 213: 618-627.

Schouwenburg, J.C., Walinga I. (1967). The rapid determination of phosphorus in presence of arsenic, silicon and germanium. *Analytica Chimica Acta*, 37: 271-274.

Schwertmann, U., Cornell, R.M. (2000). *Iron Oxides in the Laboratory: Preparation and Characterization*. Second Completely Revised and Extended Edition. Wiley-Vch. Verlag GMBH and Co. KGaA, Weinheim, Germany. Pp. 183.

Sezgin, C.A., Bülbül, S. (2017). Türk sanatı ve mutfak kültüründe buğday. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (54): 1080-1091.

Shaffer, M.J., Ma, L., Hansen, S. (2001). *Modeling Carbon and Nitrogen Dynamics for Soil Management*. Earth Sciences, Environment and Agriculture, Taylor and Francis Group, Lewis Publ, I. ed. Pp. 672. Boca Raton.

Shariatmadari, H., Shirvani, M., Jafari, A. (2006). Phosphorus release kinetics and availability in calcareous soils of selected arid and semiarid toposequences. *Geoderma*, 132 (3-4): 261-272.

Sharma, K., Krants, B.A., Brown, A.L., Quick, S. (1986). Interaction of Zn and P in top and root of corn and tomato. *Agronomy Journal*, 60 (5): 453-456.

Shen, J., Li, R., Zhang, F., Fan, J., Tang, C., Rengel, Z. (2004). Crop yields, soil fertility and phosphorus fractions in response to long-term fertilization under rice monoculture system on a calcareous soil. *Field Crops Research*, 86 (2-3): 225-238.

Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, F. (2011). Phosphorus dynamics: From soil to plant. *Plant Physiology*, 156 (3): 997-1005.

Shen, Y.H. (1999). Sorption of natural dissolved organic matter on soil. *Chemosphere*, 38 (7): 1505-1511.

Shenoy, V.V., Kalagudi, G.M. (2005). Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping. *Biotechnology Advance*, 23 (7-8): 501-513.

Shewry, P.R., Tatham A.S., Fido R., Jones H., Barcelo P., Lazzeri P.A. (2001). *Improving the End Use Properties of Wheat by Manipulating the Grain Protein Composition*. In: Proceeding 6th International Wheat Conferance, Budapest,

- Hungary. In: Bedö Z., Láng L. (eds) *Wheat in a Global Environment. Developments in Plant Breeding*, vol 9: 53-58 Springer, Dordrecht.
- Shin, H., Shin, H.S., Dewbre, G.R., Harrison, M.J. (2004). Phosphate transport in *Arabidopsis*: PH<sub>T1</sub>1 and PH<sub>T1</sub>4 play a major role in phosphate acquisition from both low- and high-phosphate environments. *Plant Journal*, 39: 629-642.
- Sidhu, A.S., Randhawa, N.S., Sinha, M.K. (1976). Adsorption and desorption of zinc in different soil. *Soil Science*, 124 (4): 211–218.
- Simpson, R.J., Oberson, A., Culvenor, R.A., Ryan, M.H., Veneklaas, E.J., Lambers, H., Lynch, J.P., Ryan, P.R., Delhaize, E., Smith, F., Smith, S.E., Harvey, P.R., Richardson, A.E. (2011). Strategies and agronomic interventions to improve the phosphorus-use efficiency of farming systems. *Plant and Soil*, 349: 89-120.
- Sing, B.B., Jones, J.P. (1976). Phosphorus sorption and desorption characteristics of soil as affected by organic residues. *Soil Science Society of America Journal*, 40 (3): 389-394.
- Singh, S., Singh, R.N., Prasad, J., Kumar, B. (2002). Effect of green manuring, FYM and biofertilizer in relation to fertilizer nitrogen on yield and major nutrient uptake by upland rice. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 50 (3): 313-314.
- Siregar, A., Kleber, M., Mikutta, R., Jahn, R. (2005). Sodium hypochlorite oxidation reduces soil organic matter concentrations without affecting inorganic soil constituents. *European Journal of Soil Science*, 56: 481-490.
- Smith, S.E., Read, D.J. (1997). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, Inc San Diego California. ISBN 0-12-652840-3. Pp: 554. USA.
- Smith, W.B., Wilson, M., Pagliari, P. (2020). Organomineral fertilizers and their application to field crops. Animal manure: Production, characteristics. *Environmental Concerns, and Management*, 67: 229-243.
- Soderberg, K.H., Baath, E. (1998). Bacterial activity along a young barley root measured by the thymidine and leucine incorporation techniques. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1259-1268.
- Son, Y., Lee, I.K. (1997). Soil nitrogen mineralization in adjacent stands of larch, pine and oak in central Korea. *Annals of Forest Science*, 54 (1): 1–8.

- Sözüdoğru, S., Kütük, A.C., Yalçın, R., Usta, S. (1996). *Humik Asitin Fasulye Bitkisinin Gelişimi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1452. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler s.800 Ankara.
- Sposito, G. (2008). *The Chemistry of Soils*. New York: Oxford University Press. 321p.
- Sposito, G., Skipper, N.T., Sutton, R., Park, S.H., Soper, A.K., Greathouse, J.A. (1999). Surface geochemistry of the clay minerals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96 (7): 3358-3364.
- Steduto, P., Alvino, A., Magliulo, V., Sisto, L. (1986). *Analysis of the Physiological and Reproductive of Five Wheat Varieties Under Rainfed and Irrigated Conditions in Southern Italy*. Drought Resistance in Plants. Meeting Held in Amalfi, 19 to 23 October 1986, Belgium, 131-149.
- Stefanovic, A., Ribot, C., Rouached, H., Wang, Y., Chong, J., Belbahri, L., Delessert, S., Poirier, Y. (2007). Members of the Pho1 gene family show limited functional redundancy in phosphate transfer to the shoot, and are regulated by phosphate deficiency via distinct pathways. *Plant Journal*, 50: 982-994.
- Stevenson, F.J. (1995). *Humus chemistry: Genesis, composition and reaction*. (second ed.), 159 (5) Pp. 356, Wiley, New York, USA.
- Ström, L., Owen, A.G., Godbold, D.L., Jones, D.L. (2005). Organic acid behavior in calcareous soil implications for rhizosphere nutrient cycling. *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (11): 2046-2054.
- Stukenholtz, D.D., Olsen, R.L., Gogen, G., Olsen, R.A. (1996). On the mechanism, of phosphorus-zinc interaction in corn nutrition. *Soil Science Society of American Journal*, 30 (6): 759-763.
- Sultani, M.I., Shaukat, M., Mehmood, I.A., Joyia, M.F. (2004). Wheat growth and yield response to various green manure legumes and different P levels in pothowar region. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 41 (3-4): 102-108.
- Sundara, B., Natarajan, V., Hari, K. (2002). Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yields. *Field Crops Research*, 77 (1): 43-49.

- Süzer, S., Çulhacı, E. (2017). Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin kışlık ekmeclik buğday tane verimi ve bazı verim unsurları üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (2): 87-92.
- Swarup, A., Yaduvanshi, N.P.S. (2000). Effect of Integrated nutrient management on soil properties and yield of rice in Alkali soils. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 48 (2): 279-282.
- Syers, J.K, Johnston, A.E., Curtin, D. (2008). Efficiency of Soil and Fertilizer Phosphorus Use. Reconciling Changing Concepts of Soil Phosphorus Behavior with Agronomic Information. FAO. *Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*, 18: p: 108.
- Syers, K., Bekunda, M., Cordell, D., Corman, J., Johnston, J., Rosemarin, A., Salecedo, I. (2011). *Phosphorus and Food Production*. UNEP Year Book 2011: Emerging issues in our global environment, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. Pp: 34-45.
- Şanlı, A., Cirit, Y., Tosun, B. (2020). Organik gübreleme ile birlikte azaltılmış azotlu gübre uygulamalarının patateste (*Solanum tuberosum* L.) verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (2): 179-185.
- Şeker, C., Ersoy, İ. (2005). Değişik organik gübreler ve leonarditin toprak özellikleri ve mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) gelişimi üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35): 46-50.
- Şeker, C., Karakaplan, S. (1999). Relationships of modulus of rupture to soil properties in Konya plain. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (2): 183-190.
- Taiwo, A.A., Adetunji, M.T., Azeez, J.O., Elemo, K.O. (2018). Kinetics of potassium release and fixation in some soils of Ogun State, Southwestern, Nigeria as influenced by organic manure. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(3): 251-259.
- Tamer, N., Başalma, D., Türkmen, C., Namlı, A. (2016). Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4 (1): 11-21.
- Tamer, N.Y. (2011). *Organik Toprak Düzenleyicilerin Toprağın Enzim Aktiviteleri ile Buğday Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 199s.

- Tang, J., Zou, C., He, Z., Shi, R., Ortiz-Monasterio, I., Qu, Y., Zhang, Y. (2008). Mineral element distributions in milling fractions of Chinese wheats. *Journal of Cereal Science*, 48 (3): 821-828.
- Tejada, M., Benitez, C., Gonzalez, J.L. (2005). Effects of application of two organomineral fertilizers on nutrient leaching losses and wheat crop. *Agronomy Journal*, 97(3): 960-967.
- Temminghoff, E.J.M., Van der Zee, S.E.A., Van Haan, F.A.M. (1997). Copper mobility in a copper contaminated sandy soil as affected by pH, and solid and dissolved organic matter. *Environmental Science and Technology*, 31 (4): 1109-1115.
- Thompson, M.L., Zhang, H., Kazemi, M., Sandor, J.A. (1989). Contribution of organic matter to cation exchange capacity and specific surface area of fractionated soil materials. *Soil Science*, 148 (4): 250-257.
- Tiecher, T., Santos, D.R.D., Kaminski, J., Calegari, A. (2012). Forms of inorganic phosphorus in soil under different long term soil tillage systems and winter crops. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36: 271-282.
- Tiessen, H., Cuevas, E., Chacon, P. (1994). The role of soil organic-matter in sustaining soil fertility. *Nature*, 371 (6500): 783-785.
- Tietjen, T., Wetzel, R.G. (2003). Extracellular enzyme clay mineral complexes: enzyme adsorption, alteration of enzyme activity, and protection from photodegradation. *Aquatic Ecology*, 37: 331-339.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D. (1985). *Soil Fertility and Fertilizers*. 4th Edition, Macmillan Publishing Company, New York.
- Tok, H.H. (1993). *Toprak Biyolojisi*. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın NO:185 Ders Kitabı, 20, Tekirdağ.
- Toor, G.S., Bahl, G.S. (1997). Effect of solitary and integrated use of poultry manure and fertilizer phosphorus on the dynamics of P availability in different soils. *Bioresource Technology*, 62 (1-2): 25-28.
- Toor, G.S., Bahl, G.S. (1999). Kinetics of phosphate desorption from different soils as influenced by application of poultry manure and fertilizer phosphorus and its uptake by soybean. *Bioresource Technology*, 69 (2): 117-121.



- Toprak, S. (2019). Elma'nın beslenmesi üzerine demir zengin organomineral gübrelerin etkisi. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1 (3): 9-20.
- Torn, M.S., Trumbore, S.E., Chadwick, O.A., Vitousek, P.M., Hendricks, D.M. (1997). Mineral control of soil organic carbon storage and turnover. *Nature*, 389 (6647): 170–173.
- Tosun, Z.M., Demir, İ., Yüce, S., Sever C. (1997). *Buğdayda Proteinin Kalıtımı*. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, 61-65, Samsun.
- Toy, D., Ünlü, H. (2015). Çiftlik gübresi ve yeşil gübre kullanımının taze ve kuru börtülce yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (2): 110-117.
- Treder, W. (2005). Variation in soil pH, calcium and magnesium status influenced by drip irrigation and fertigation. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 13: 59-70.
- Turan, M., Horoz, A. (2012). *Bitki Besleme*. Editör; M.R. Karaman. Dumat Ofset Matbaacılık. S.123-347. Ankara.
- Turner, B.L., Leytem, A.B. (2004). Phosphorus compounds in sequential extracts of animal manures: Chemical speciation and a novel fractionation procedure. *Environmental Science Technology*, 38: 6101-6108.
- Turner, B.L., Papházy, M.J., Haygarth, P.M., Mckelvie, I.D. (2002). Inositol phosphates in the environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357 (1420), 449-469.
- Turner, B.L., Richardson, A.E., Mullaney, E.J. (2007). *Inositol Phosphates: Linking Agriculture and the Environment*. CAB International, Wallingford, UK, P 304.
- Türker, M., Pakmaya, İ. (2008). *Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyogaz Üretimi Dünya'da ve Türkiye'de Eğilimler*. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, s. 17-19.
- Türkmen, C., Temel, E., Çatal, G., Sinecen, M., Mısırlıoğlu, M. (2013). Bazı atık ve toprak düzenleyicilerin toprakta solucan davranışlarına etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1 (1): 79-86.
- Tyler, G., Ström, L. (1995). Differing organic acid exudation pattern explains calcifuge and acidifuge behaviour of plants. *Annals of Botany*, 75 (1): 75-78.

- Usta, S. (1995). *Toprak Kimyası*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1387. S. 217. Ankara.
- Uzun, O, (2014). *Erciyes üniversitesi Seyrani ziraat fakültesi deneme alanı topraklarına biyogübre uygulamalarının mısır bitkisinin (Zea mays L.) fosforlu gübre kullanım etkinliği üzerine etkisi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 165 s.
- Uzun, B. (2012). *Bakteri (Rhizobium leguminosarum L.) aşılmasının arpa, fiğ ve karışım ekimlerinde verim ve verimle ilgili özelliklere etkisinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. 75 s.
- Ülgen, N., Yurtsever., N. (1974). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınlar Serisi No.28. Ankara.
- Ünal, S. (1991). *Hububat Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çoğaltma Yayınları, No: 29, 216 s. İzmir.
- Ünlükara, A. (2019). Effects of depth-dependent irrigation regimes and organomineral fertilizers on water use and quality attributes of sugar beet. *Turkish Journal of Agriculture And Forestry*, 43 (5): 492-499.
- Ünsal, N.E. (2012). Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde farklı azot ve fosfor dozlarının verim ve bazı verim unsurlarına etkilerinin saptanması üzerine araştırmalar. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 37-47.
- Valladares, G.S., Pereira, M.G., Anjos, L.H.C. (2003). Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. *Bragantia*, 62 (1): 111-118.
- Van der Salm, C., Van Middelkoop, J.C., Ehlert, P.A.I. (2017). Changes in soil phosphorus pools of grasslands following 17 yrs of balanced application of manure and fertilizer. *Soil Use Management*, 33 (1): 2-12.
- Van Kauwenbergh, S.J. (2010). *World Phosphate Rock Reserves and Resources*. Muscle Shoals: IFDC. Fertilizer Outlook and Technology Conference Hosted by The Fertilizer Institute and the Fertilizer Industry Roundtable, November 16-18, 2010 Savannah, Georgia. p: 48.
- Vance, C.P. (2010). Quantitative trait loci, epigenetics, sugars, and micrnas: Quaternaries in phosphate acquisition and use. *Plant Physiology*, 154: 582-588.

- Verma, V.K., Setia, R.K., Sharma, P.L., Charanjit, S., Kumar, A. (2005). Pedospheric Variations in distribution of DPTA – extractable micronutrients in soils developed on different physiographic units in central parts of Punjab, India. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(2): 243 - 246.
- Versaw, W.K., Harrison, M.J. (2002). A chloroplast phosphate transporter, PH<sub>T2</sub>;1, influences allocation of phosphate within the plant and phosphate-starvation responses. *Plant Cell*, 14: 1751-1766.
- Viets, F.G.J., Lindsay W.L. (1973). Testing Soils For Zinc, Copper, Manganese and Iron. Soil Testing and Plant Analysis. L.M. Wolsh and J.D. Peaton (Eds). *Soil Science Society of America Journal*, Madison, WI. Pp.153-172.
- Vitousek, P.M., Porder, S., Houlton, B.Z., Chadwick, O.A. (2010). Terrestrial phosphorus limitations: Mechanism implications and nitrogen-phosphorus interactions. *Ecological Applications*, 20 (1): 5-15.
- Wang, J.Q., Zhang, X.H., Li, L.Q., Cheng, K., Zheng, J.F., Zheng, J.W., Shen, M.X., Liu, X.Y., Pan, G.X. (2016). Changes in micronutrient availability and plant uptake under simulated climate change in winter wheat field. *Journal of Soils and Sediments*, 16 (12): 2666-2675.
- Wang, L., Liang, T. (2014). Effects of exogenous rare earth elements on phosphorus adsorption and desorption in different types of soils. *Chemosphere*, 103:148-155.
- Wang, L.J., Nancollas, G.H. (2008). Calcium orthophosphates: Crystallization and dissolution. *Chemical Reviews*, 108: 4628-4669.
- Wear, J.I., Patterson, R.M. (1962). Effect of soil pH and texture on the availability of water-soluble boron in the soil. *Soil Science Society of America Journal*, 26 (4): 344-346.
- Whittinghill, K.A., Hobbie, S.E. (2011). Effects of landscape age on soil organic matter processing in Northern Alaska. *Soil Science Society of America Journal*, 75 (3): 907-917.
- Whittinghill, K.A., Hobbie, S.E. (2012). Effects of pH and calcium on soil organic matter dynamics in Alaskan tundra. *Biogeochemistry*, 111: 569–581.
- Wissuwa, M., Mazzola, M., Picard, C. (2009). Novel approaches in plant breeding for rhizosphere-related traits. *Plant and Soil*, 321: 409-430.

- Wolf, B. (1971). The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2 (5): 363-374.
- Wu, J., West, L.J., Stewart, D.I. (2001). Copper (II) humate mobility in kaolinite soil. *Engineering Geology*, 60 (1-4): 275-284.
- Wuddivira, M.N., Camps-Roach, G. (2007). Effects of organic matter and calcium on soil structural stability, *European Journal of Soil Science*, 58: 722–727.
- Xu, T., Jumei, L., Yibing, M., Xiying, H., Xiuying, L. (2008). Phosphorus efficiency in long-term (15 years) wheat-maize cropping systems with various soil and climate conditions. *Field Crops Research*, 108 (3): 231-237.
- Yalçın, M., Çimrin, K.M., Tutuş, Y. (2018). Hatay ili Kırıkhan –Reyhanlı Bölgesi çayır-mera topraklarının besin elementi durumları ve bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (3): 385-396.
- Yaman, Ö. (2019). *Farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının ıspanak (Spinacia oleracea)'ta bitki gelişimi, verim, kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine etkileri*. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 119s.
- Yan, X., Wang, D., Zhang, H., Zhang, G., Wei, Z. (2013). Organic amendments affect phosphorus sorption characteristics in a paddy soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 175: 47-53.
- Yanai, R.D. (1992). Phosphorus budget of a 70-year old northern hardwood forest. *Biogeochemistry*, 17 (1): 1-22.
- Yang, C.H., Crowley, D.E. (2000). Rhizosphere microbial community structure in relation to root location and plant iron nutritional status. *Applied and Environmental Microbiology*, 66: 345-351.
- Yang, J.E., Skogley, E.O. (1992). Diffusion kinetics of multinutrient accumulation by mixed-bed ion-exchange resin. *Soil Science Society of America Journal*, 56 (2): 408-414.
- Yaseen, M., Malhi, S.S. (2009). Variation in yield, phosphorus uptake, and physiological efficiency of wheat genotypes at adequate and stress phosphorus levels in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40 (19-20): 3104-3120.

- Yazar, S., Salantur, A., Özdemir, B., Alyamaç, M. E., Evlice, A.K., Pehlivan, A., Akan K., Aydoğan, S. (2013). Orta Anadolu Bölgesi ekmeklik buğday ıslah çalışmalarında bazı tarımsal karakterlerin araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22 (1): 32-40.
- Ye, H., Chen, F., Sheng, Y., Sheng, G., Fu, J. (2006). Adsorption of phosphate from aqueous solution onto modified palygorskites. *Separation and Purification Technology*, 50 (3): 283-290.
- Yermiyahu, U., Kerew, R., Chen, Y. (1995). Boron sorption by soi in the presence of composted organic matter. *Soil Science Society of America Journal*, 59 (2): 405-409.
- Yossif, M.A., Gezgin, S. (2019). Influence of mono-ammonium and di-ammonium phosphate on phosphorus use efficiency of maize and bread wheat plants. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33 (2): 99-105.
- Yossif, M.A., Gezgin S. (2020). Effects of mono-ammonium phosphate and K-Humate applications on grain yield and phosphorus uptake efficiency of bread wheat crop (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Plant and Soil Science*, 32 (12): 56-61.
- Yu, H., Gao, Q., Shao, Z., Ying, A., Sun, Y., Liu, J., Zhang, B. (2016). Decreasing nitrogen fertilizer input had little effect on microbial communities in three types of soils. *PLoS One*, 11 (3): 1-12.
- Yurdakul, İ., Usta, S. (2017). Toprak organik maddesi ile fosfor adsorpsiyonu arasındaki ilişkinin Langmuir Modeli ile araştırılması. *Toprak Su Dergisi*, 6 (2): 59-70.
- Zahedifar, M, Karimian, N., Yasrebi, J. (2010). Zinc desorption of calcareous soils as influenced by applied zinc and phosphorus and described by eight kinetic models. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41 (7): 897–907.
- Zahedifar, M., Karimian N., Yasrebi, J. (2012). Influence of applied zinc and organic matter on zinc desorption kinetics in calcareous soils. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58 (2): 169–178.
- Zahir, Z.A., Asghar, H.N., Asif, M., Akhtar, M.J. (2007). Growth and yield of wheat as affected by compost enriched with chemical fertilizer, L-tryptophan and rhizobacteria.. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 44 (1): 136-140.

- Zengin, M., Gökmen, F., Gezgin, S. (2010). *Humik Asit Uygulamalarının Ekmeklik Buğdayın Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri*. 5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri, 15-17 Eylül 2010, Bornova-İzmir.
- Zhang, A., He, L., Zhao, H., Wu, Z. (2009a). Effect of organic acids on inorganic phosphorus transformation in soil with different phosphorus sources. *China Journal of Application Environment Biology*, 15 (4): 474-478.
- Zhang, F., Shen, J., Zhang, J., Zuo, Y., Li, L., Chen, X. (2010). Rhizosphere processes and management for improving nutrient use efficiency and crop productivity: Implications for China. *Advances in Agronomy*, 107: 1-32.
- Zhang, M.D., Chun, X.L., Li, C.I. (1999). Signs of phosphate shortage in wheat and the benefits of fertilizers. *Journal of Henan Agricultural Science*, 11: 27-28.
- Zhang, S., Huffman, T., Zhang, X., Liu, W., Liu, Z. (2014). Spatial distribution of soil nutrient at depth in black soil of Northeast China: A case study of soil available phosphorus and total phosphorus. *Journal of Soil and Sediments*, 14 (11): 1775-1789.
- Zhang, W., Xu, M., Wang, B., Wang, X. (2009b). Soil organic carbon, total nitrogen and grain yields under long-term fertilizations in the upland red soil of southern China. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 84 (1): 59-69.
- Zhao, Y., Yan, Z., Qin, J. Zhanwen, X. (2014). Effects of long-term cattle manure application on soil properties and soil heavy metals in corn seed production in Northwest China. *Environment Science Pollution Research*, 21 (12): 7586-7595.
- Zhou, M.F., Li, Y.C. (2001). Phosphorus-sorption characteristics of calcareous soils and limestone from the southern Everglades and adjacent farmlands. *Soil Science Society of America Journal*, 65 (5), 1404-1412.
- Zhu, X.K., Li, C.Y., Jiang, Z.Q., Huang, L.L., Feng, C.N., Guo, W.S., Peng, Y.X. (2012). Responses of phosphorus use efficiency, grain yield, and quality to phosphorus application amount of weak-gluten wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 11 (7): 1103-1110.
- Zhuo, A., He, L., Zhao, H. (2009). Effect of organic acids on inorganic phosphorus transformation in soils and its readily available phosphate. *Acta Ecologica Sinica*, 29 (8): 4061-4069.

## EKLER

### Ek 1. Çalışmadaki tüm parametrelere ait varyans analiz sonuçları

Çizelge 1. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın organik madde, pH ve tuzluluk içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Organik Madde	Gübre	24	0,3282	0,3832	<0,0001	<0,0001	
	Hata	50	0,0098	0,0040			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1		0,0015		0,6344	
	Gübre	24		0,7045		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,0069		0,4458	
	Hata	100		0,6750			
	pH	Gübre	24	0,0390	0,0309	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,0013	0,0017		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		0,0326		<0,0001	
Gübre		24		1,6663		<0,0001	
Yıl x Gübre		24		0,0133		0,9969	
Hata		100		0,1517			
Tuzluluk		Gübre	24	0,0042	0,0481	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,0008	0,0004		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		0,0003		0,5026	
	Gübre	24		0,0057		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,0004		0,7241	
	Hata	100		0,0618			

Çizelge 2. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın toplam azot, alınabilir fosfor ve potasyum içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Toplam Azot	Gübre	24	0,0002	0,0001	0,0015	<0,0001	
	Hata	50	0,0001	0,0001			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1		0,00058		0,0011	
	Gübre	24		0,00029		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,00002		0,9577	
	Hata	100		0,00005			
	Alınabilir Fosfor	Gübre	24	44,0093	46,9496	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	2,7052	0,9469		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		159,5473		<0,0001	
Gübre		24		87,6807		<0,0001	
Yıl x Gübre		24		3,2782		0,0238	
Hata		100		1,8261			
Alınabilir Potasyum		Gübre	24	86,2513	91,9661	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	18,7093	18,3524		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		30,9174		0,1994	
	Gübre	24		168,2352		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		9,9860		0,9579	
	Hata	100		18,5309			



Çizelge 3. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir kalsiyum ve magnezyum içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Alınabilir Kalsiyum	Gübre	24	64379,8	38888,1	<0,0001	<0,0001	
	Hata	50	2819,1	4572,5			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	266029,9		<0,0001		
	Gübre	24	89209,5		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	14058,4		<0,0001		
	Hata	100	3695,8				
	Alınabilir Magnezyum	Gübre	24	10153,5	6058,3	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	64,9	257,5		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	12114,0		<0,0001		
Gübre		24	15329,3		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	882,5		<0,0001		
Hata		100	161,2				

Çizelge 4. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir demir, çinko ve mangan içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Alınabilir Demir	Gübre	24	4,4033	3,8474	<0,0001	<0,0001	
	Hata	50	0,2636	0,1489			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	19,9838		<0,0001		
	Gübre	24	8,1902		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,0604		0,9995		
	Hata	100	0,20620				
	Alınabilir Çinko	Gübre	24	0,0909	0,0373	0,02850	<0,0001
		Hata	50	0,0480	0,0063		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	0,0001		0,9488		
Gübre		24	0,1010		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	0,0273		0,4676		
Hata		100	0,0271				
Alınabilir Mangan		Gübre	24	0,0982	0,0812	0,58210	<0,0001
		Hata	50	0,1073	0,0175		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	0,3475		0,0202		
	Gübre	24	0,1728		0,0002		
	Yıl x Gübre	24	0,0067		1,0000		
	Hata	100	0,0624				

Çizelge 5. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın alınabilir bakır ve bor içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Alınabilir Bakır	Gübre	24	0,0913	0,0710	0,4354	<0,0001	
	Hata	50	0,0875	0,0170			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1		0,1233		0,1277	
	Gübre	24		0,1481		0,0002	
	Yıl x Gübre	24		0,0142		0,9997	
	Hata	100		0,0522			
	Alınabilir Bor	Gübre	24	0,0381	0,0262	0,0018	<0,0001
		Hata	50	0,0144	0,0036		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		0,1170		0,0005	
Gübre		24		0,0611		<0,0001	
Yıl x Gübre		24		0,0032		0,9974	
Hata		100		0,0090			

Çizelge 6. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın değişebilir kalsiyum, magnezyum, potasyum ve sodyum içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Değişebilir Kalsiyum	Gübre	24	0,3029	0,2253	0,1435	0,0087	
	Hata	50	0,2123	0,1014			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1		0,4046		0,1114	
	Gübre	24		0,4667		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,0615		0,9947	
	Hata	100		0,1569			
	Değişebilir Magnezyum	Gübre	24	0,0360	0,0257	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,0009	0,0011		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		0,0674		<0,0001	
Gübre		24		0,0595		<0,0001	
Yıl x Gübre		24		0,0022		0,0071	
Hata		100		0,0010			
Değişebilir Potasyum		Gübre	24	0,0192	0,0029	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,0029	0,0006		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		0,0179		0,0019	
	Gübre	24		0,0170		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,0051		<0,0001	
	Hata	100		0,0018			
	Değişebilir Sodyum	Gübre	24	0,0004	0,0002	0,1294	0,9031
		Hata	50	0,0002	0,0001		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		0,0007		0,1033	
Gübre		24		0,0004		0,0487	
Yıl x Gübre		24		0,0001		0,9708	
Hata		100		0,0001			

Çizelge 7. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın toplam değişebilir katyonların miktarı, katyon değişim ve baz doygunluk kapasitesine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Toplam Değişebilir Katyonlar	Gübre	24	0,6388	0,4447	0,0012	<0,0001	
	Hata	50	0,2307	0,1155			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1		0,1072		0,0145	
	Gübre	24		1,0155		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,0680		0,9947	
	Hata	100		0,1732			
	Katyon Değişim Kapasitesi	Gübre	24	2,2965	1,8304	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,3428	0,1596		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		0,5292		0,1497	
Gübre		24		4,0209		<0,0001	
Yıl x Gübre		24		0,1059		0,9912	
Hata		100		0,2512			
Baz Doymuluk Kapasitesi		Gübre	24	29,3165	27,3675	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	3,5248	0,8632		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		11,4816		0,0243	
	Gübre	24		55,9863		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,6976		0,9989	
	Hata	100		2,1940			

Çizelge 8. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın fosfor adsorpsiyon, desorpsiyon, fiksasyon ve suda çözünür fosfor kapasitesine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Fosfor Adsorpsiyonu	Gübre	24	25,6573	29,8362	<0,0001	<0,0001	
	Hata	50	0,8783	1,4435			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	61,3120		<0,0001		
	Gübre	24	54,9950		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,4985		0,9900		
	Hata	100	1,1609				
	Fosfor Desorpsiyonu	Gübre	24	41,6868	45,1836	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	1,4408	1,8368		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	83,4774		<0,0001		
Gübre		24	86,0029		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	0,8675		0,9621		
Hata		100	1,6388				
Fosfor Fiksasyonu		Gübre	24	2,6450	2,1905	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,3396	0,1927		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	1,4940		0,0198		
	Gübre	24	4,5064		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,3292		0,2305		
	Hata	100	0,2662				
	Suda Çözünür Fosfor Kapasitesi	Gübre	24	5,4420	4,7167	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,4576	0,2885		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	5,2791		0,0003		
Gübre		24	9,7454		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	0,4133		0,3498		
Hata		100	0,3731				

Çizelge 9. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkide toplam azot, fosfor ve potasyum içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Toplam Azot	Gübre	24	0,0062	0,0055	0,5304	0,0023	
	Hata	50	0,0065	0,0021			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1		0,0811		<0,0001	
	Gübre	24		0,0105		0,0012	
	Yıl x Gübre	24		0,0013		0,9995	
	Hata	100		0,0043			
	Toplam Fosfor	Gübre	24	0,0022	0,0018	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,0003	0,0002		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		0,0072		<0,0001	
Gübre		24		0,0038		<0,0001	
Yıl x Gübre		24		0,0002		0,7137	
Hata		100		0,0003			
Toplam Potasyum		Gübre	24	0,0249	0,0157	0,4946	0,0020
		Hata	50	0,0252	0,0060		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		0,2281		0,0002	
	Gübre	24		0,0344		0,0034	
	Yıl x Gübre	24		0,0062		0,9938	
	Hata	100		0,0156			

Çizelge 10. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkide toplam kalsiyum ve magnezyum içeriğine ait ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Toplam Kalsiyum	Gübre	24	0,0018	0,0015	<0,0001	<0,0001	
	Hata	50	0,0005	0,0004			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1		0,0011		0,1293	
	Gübre	24		0,0031		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24		0,0002		0,9926	
	Hata	100		0,0005			
	Toplam Magnezyum	Gübre	24	0,0009	0,0007	0,2051	0,2080
		Hata	50	0,0007	0,0005		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1		0,0055		0,0041	
Gübre		24		0,0014		0,0032	
Yıl x Gübre		24		0,0003		0,9934	
Hata		100		0,0006			



Çizelge 11. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkide toplam demir, çinko ve mangan içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Toplam Demir	Gübre	24	24,2864	25,1983	0,2616	0,0002	
	Hata	50	19,7092	7,6864			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	79,3520		0,0179		
	Gübre	24	44,6054		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	4,8792		0,9974		
	Hata	100	13,6978				
	Toplam Çinko	Gübre	24	9,6729	10,8371	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	2,8655	2,1369		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	57,4123		<0,0001		
Gübre		24	17,7182		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	2,7918		0,3409		
Hata		100	2,5012				
Toplam Mangan		Gübre	24	27,6964	25,9958	0,6428	0,0021
		Hata	50	32,0301	9,9461		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	1,6017		0,7829		
	Gübre	24	45,9269		0,0037		
	Yıl x Gübre	24	7,7653		0,9966		
	Hata	100	20,9881				

Çizelge 12. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının bitkide toplam bakır ve bor içeriğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Toplam Bakır	Gübre	24	5,1087	2,5360	0,0017	0,0711	
	Hata	50	1,9168	1,5500			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	69,2241		<0,0001		
	Gübre	24	6,7495		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,8952		0,9672		
	Hata	100	1,7334				
	Toplam Bor	Gübre	24	0,3750	0,2587	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,0787	0,0679		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	3,6722		<0,0001		
Gübre		24	0,5861		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	0,0501		0,8567		
Hata		100	0,0733				

Çizelge 13. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğday tane, saman ve biyokütle verimi ile hasat indeksi değerlerine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)	
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
Tane Verimi	Gübre	24	10100,7	9826,6	0,0290	<0,0001
	Hata	50	5342,7	2068,1		
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	31,9948		<0,0001	
	Gübre	24	4,8814		<0,0001	
	Yıl x Gübre	24	0,4965		0,9742	
	Hata	100	3705,4000			
Saman Verimi	Gübre	24	10704,5	1845,2	0,9972	1,0000
	Hata	50	31341,7	17974,4		
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	57859,4		0,1287	
	Gübre	24	7470,2		0,9993	
	Yıl x Gübre	24	5079,4		1,0000	
	Hata	100	24658,0			
Biyokütle Verimi	Gübre	24	24212,8	12238,7	0,4884	0,7241
	Hata	50	24317,3	15378,3		
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	341198,1		<0,0001	
	Gübre	24	33434,0		0,0389	
	Yıl x Gübre	24	3017,5		1,0000	
	Hata	100	19847,8			
Hasat İndeksi	Gübre	24	16,3875	12,7079	0,9962	0,9671
	Hata	50	45,9641	25,5335		
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	19,0104		0,4676	
	Gübre	24	18,5964		0,9658	
	Yıl x Gübre	24	10,4990		0,9994	
	Hata	100	35,7478			

Çizelge 14. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğday bitki ve başak uzunluğu ile metrekarede başak sayısı değerlerine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Bitki Uzunluğu	Gübre	24	33,7778	30,6967	0,0309	<0,0001	
	Hata	50	18,0400	7,6133			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	678,4067		<0,0001		
	Gübre	24	1451,9600		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	95,4267		0,9991		
	Hata	100	12,8267				
	Başak Uzunluğu	Gübre	24	1,2756	0,5499	0,0950	0,2947
		Hata	50	0,8223	0,4618		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	0,7128		0,2946		
Gübre		24	1,5598		0,0012		
Yıl x Gübre		24	0,2657		0,9923		
Hata		100	0,6420				
Metrekarede Başak Sayısı		Gübre	24	3173,89	1070,08	0,3786	0,4126
		Hata	50	2888,37	1004,49		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	2834,027		0,2304		
	Gübre	24	3767,810		0,0125		
	Yıl x Gübre	24	476,166		0,9999		
	Hata	100	1946,430				

Çizelge 15. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının başakta tane sayısı, tek başak verimi ve bin tane ağırlığı değerlerine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Başakta Tane Sayısı	Gübre	24	16,2033	10,2922	0,0802	0,0914	
	Hata	50	10,1200	6,5867			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	80,6667		0,0025		
	Gübre	24	24,9539		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	1,5417		1,0000		
	Hata	100	8,3533				
	Tek Başak Verimi	Gübre	24	0,0739	0,0763	0,0491	0,0004
		Hata	50	0,0438	0,0248		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	0,0687		0,1600		
Gübre		24	0,1426		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	0,0077		0,9999		
Hata		100	0,0343				
Bin Tane Ağırlığı		Gübre	24	7,2277	6,4267	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	1,6625	1,3019		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	74,3424		<0,0001		
	Gübre	24	13,3459		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,3085		1,0000		
	Hata	100	1,4822				

Çizelge 16. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğday tane protein, un randımanı ve hektolitre ağırlığı değerlerine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Tane Protein	Gübre	24	0,4370	0,2521	0,1722	0,0060	
	Hata	50	0,3191	0,1085			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	11,1521		<0,0001		
	Gübre	24	0,5936		0,0002		
	Yıl x Gübre	24	0,0955		0,9869		
	Hata	100	0,2138				
	Un Randımanı	Gübre	24	1,5222	1,7621	0,0463	<0,0001
		Hata	50	0,8655	0,3875		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	107,0193		<0,0001		
Gübre		24	2,9974		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	0,2870		0,9845		
Hata		100	0,6265				
Hektolitre Ağırlığı		Gübre	24	3,3136	1,6840	0,0008	0,0081
		Hata	50	1,1459	0,7511		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	38,1024		<0,0001		
	Gübre	24	4,7140		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,2835		0,9994		
	Hata	100	0,9484				

Çizelge 17. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının buğday yaş glüten, glüten indeksi, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerlerine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Yaş Glüten	Gübre	24	1,1122	0,7725	0,00020	<0,0001	
	Hata	50	0,3433	0,1573			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	8,5443		<0,0001		
	Gübre	24	1,7413		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,1434		0,9406		
	Hata	100	0,2503				
	Glüten İndeksi	Gübre	24	2,2298	0,9512	0,1730	0,1724
		Hata	50	1,6297	0,6947		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	181,5000		<0,0001		
Gübre		24	2,6467		0,0024		
Yıl x Gübre		24	0,5343		0,9842		
Hata		100	1,6222				
Sedimantasyon		Gübre	24	0,9666	0,7512	0,4679	0,2265
		Hata	50	0,9533	0,5865		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	54,7224		<0,0001		
	Gübre	24	1,5974		0,0065		
	Yıl x Gübre	24	0,1205		1,0000		
	Hata	100	0,7699				
	Gecikmeli Sedimantasyon	Gübre	24	0,8971	1,1716	0,2785	0,0371
		Hata	50	0,7411	0,6432		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	16,0721		<0,0001		
Gübre		24	1,9399		0,0002		
Yıl x Gübre		24	0,1287		1,0000		
Hata		100	0,6921				

Çizelge 18. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının toprağın fosfor alımı ve fosfor kullanım etkinliğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Fosfor Alımı	Gübre	24	0,4888	0,4573	<0,0001	<0,0001	
	Hata	50	0,1410	0,0466			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	4,3759		<0,0001		
	Gübre	24	0,8830		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	0,0631		0,8671		
	Hata	100	0,0939				
	Fosfor Kullanım Etkinliği	Gübre	24	1034,77	675,88	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	73,34	42,78		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	439,64		0,0070		
Gübre		24	1674,56		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	36,09		0,9090		
Hata		100	58,06				



Çizelge 19. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının topraktan kaldırılan azot, fosfor ve potasyum miktarına ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)		
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı	
Topraktan Kaldırılan Azot (N)	Gübre	24	14,2217	13,3726	<0,0001	<0,0001	
	Hata	50	4,0145	1,5147			
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>						
	Yıl	1	217,2017		<0,0001		
	Gübre	24	26,2337		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	1,3607		0,9756		
	Hata	100	2,7646				
	Topraktan Kaldırılan Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Gübre	24	0,8769	0,7718	<0,0001	<0,0001
		Hata	50	0,1739	0,0751		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
Yıl		1	8,0968		<0,0001		
Gübre		24	1,5615		<0,0001		
Yıl x Gübre		24	0,0871		0,8406		
Hata		100	0,1245				
Topraktan Kaldırılan Potasyum (K <sub>2</sub> O)		Gübre	24	15,7529	12,4721	0,0007	<0,0001
		Hata	50	5,3631	2,3496		
		<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1	19,2891		0,0275		
	Gübre	24	26,6206		<0,0001		
	Yıl x Gübre	24	1,6043		0,9920		
	Hata	100	3,8563				

Çizelge 20. Fosforca zenginleştirilmiş organomineral gübre uygulamalarının gübrenin agronomik, fizyolojik ve geri kullanım etkinliğine ait 2020 ve 2021 yılı ile bu yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

	Varyasyon Kaynakları	sd	Kareler Ortalaması		P değerleri (<0,05)	
			2020 Yılı	2021 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
Agronomik Etkinlik	Gübre	24	144,7960	133,9580	<0,0001	<0,0001
	Hata	50	9,2100	5,5330		
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		0,0193		0,9593
	Gübre	24		272,5245		<0,0001
	Yıl x Gübre	24		6,2293		0,6723
	Hata	100		7,3720		
Fizyolojik Etkinlik	Gübre	24	481,9840	310,1270	<0,0001	<0,0001
	Hata	50	92,7740	85,0510		
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		973,8456		0,0013
	Gübre	24		743,9017		<0,0001
	Yıl x Gübre	24		48,2091		0,9564
	Hata	100		88,9120		
Geri Kullanım Etkinliği	Gübre	24	21,5903	22,8589	<0,0001	<0,0001
	Hata	50	3,5907	1,7672		
	<b>Birleştirilmiş (2020-2021 Yılı)</b>					
	Yıl	1		7,3926		0,0998
	Gübre	24		42,8911		<0,0001
	Yıl x Gübre	24		1,5580		0,9356
	Hata	100		2,6789		

## Ek 2. Çalışmada incelenen tüm parametrelere ait korelasyon analiz sonuçları

Çizelge 1. Analizi ve ölçümü gerçekleştirilen tüm parametrelerin korelasyon analiz sonuçları

Parametreler	V	BK	SV	Hİ	BTA
V	1	,338**	-,199	,617**	,526**
BK	,338**	1	,855**	-,526**	,428**
SV	-,199	,855**	1	-,888**	,155
Hİ	,617**	-,526**	-,888**	1	,139
BTA	,526**	,428**	,155	,139	1
HL	,451**	,360**	,127	,119	,489**
BU	,558**	,318**	,024	,241*	,552**
BŞU	,465**	,165	-,084	,287*	,471**
BŞS	,363**	,300**	,113	,083	,371**
BŞTS	,317**	,248*	,083	,094	,525**
TBŞV	,470**	,246*	-,003	,231*	,565**
PR	,370**	,293*	,101	,097	,415**
YG	,504**	,316**	,052	,205	,569**
Gİ	,052	,117	,093	-,035	,079
SD	,367**	,350**	,162	,038	,450**
GSD	,396**	,365**	,163	,047	,572**
UR	,450**	,374**	,142	,110	,479**
Y-N	,335**	,078	-,103	,229*	,412**
Y-P	,566**	,384**	,088	,209	,607**
Y-K	,356**	,216	,028	,158	,383**
Y-Ca	-,212	-,134	-,023	-,091	-,261*
Y-Mg	-,064	-,010	,024	-,047	-,095
Y-Fe	,295*	,162	,006	,122	,525**
Y-Zn	-,348**	-,274*	-,094	-,077	-,338**
Y-Mn	,110	,186	,133	-,047	,162
Y-Cu	,224	,123	,005	,105	,518**
Y-B	-,054	-,200	-,179	,105	-,145

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş gluten içeriği, Gİ: Gluten indeksi, SD: Zeleney sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	V	BK	SV	Hİ	BTA
OM	,205	,223	,120	-,003	,347**
pH	-,137	-,184	-,117	,030	-,305**
EC	,287*	,343**	,199	-,037	,328**
T-N	,289*	,209	,058	,098	,305**
T-P	,611**	,460**	,143	,179	,710**
T-K	,441**	,428**	,203	,054	,490**
T-Ca	-,258*	-,190	-,056	-,063	-,286*
T-Mg	,101	,118	,067	-,008	,284*
T-Fe	,302**	,300**	,146	,025	,453**
T-Zn	,081	,060	,017	,028	,188
T-Mn	,362**	,376**	,193	,018	,442**
T-Cu	,206	,136	,028	,061	,262*
T-B	,445**	,421**	,193	,061	,466**
D-Ca	,220	,055	-,064	,166	,298**
D-Mg	,130	,111	,044	,023	,260*
D-K	,258*	,161	,026	,102	,435**
D-Na	-,021	-,139	-,134	,099	,013
TOP-KT	,231*	,087	-,037	,146	,339**
KDK	,254*	,120	-,014	,133	,330**
BDOY	-,239*	-,150	-,024	-,086	-,249*
P-ADS	-,170	-,252*	-,168	,058	-,306**
P-SÇ	,293*	,338**	,191	-,013	,431**
P-FKS	-,207	-,284*	-,181	,050	-,350**
P-DES	,261*	,323**	,193	-,032	,408**
P-AL	,926**	,397**	-,096	,509**	,625**
PKE	,461**	,145	-,103	,290*	,388**
AGE	-,391**	-,449**	-,253*	,003	-,640**
FGE	-,332**	-,611**	-,453**	,191	-,587**
GKE	-,339**	-,334**	-,161	-,044	-,562**
KAL-N	,928**	,548**	,060	,376**	,623**
KAL-P	,869**	,564**	,109	,320**	,661**
KAL-K	,843**	,536**	,094	,319**	,592**

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS.: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş glüten içeriği, Gİ: Glüten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	HL	BU	BŞU	BŞS	BŞTS	TBSV
V	,451**	,558**	,465**	,363**	,317**	,470**
BK	,360**	,318**	,165	,300**	,248*	,246*
SV	,127	,024	-,084	,113	,083	-,003
Hİ	,119	,241*	,287*	,083	,094	,231*
BTA	,489**	,552**	,471**	,371**	,525**	,565**
HL	1	,328**	,219	,318**	,266*	,399**
BU	,328**	1	,547**	,473**	,374**	,403**
BŞU	,219	,547**	1	,328**	,189	,436**
BŞS	,318**	,473**	,328**	1	,256*	,364**
BŞTS	,266*	,374**	,189	,256*	1	,499**
TBSV	,399**	,403**	,436**	,364**	,499**	1
PR	,410**	,305**	,312**	,286*	,306**	,371**
YG	,542**	,455**	,430**	,395**	,482**	,555**
Gİ	-,067	,021	-,092	-,100	,109	,074
SD	,489**	,379**	,390**	,374**	,327**	,304**
GSD	,486**	,483**	,494**	,341**	,340**	,329**
UR	,600**	,436**	,388**	,383**	,449**	,425**
Y-N	,349**	,385**	,153	,342**	,382**	,491**
Y-P	,607**	,528**	,372**	,532**	,407**	,388**
Y-K	,352**	,186	,347**	,264*	,303**	,507**
Y-Ca	-,271*	-,138	-,274*	-,287*	-,149	-,306**
Y-Mg	,000	-,113	,020	-,024	,036	,100
Y-Fe	,234*	,163	,304**	,275*	,285*	,299**
Y-Zn	-,232*	-,314**	-,343**	-,282*	-,238*	-,368**
Y-Mn	,181	,140	,138	,192	,025	,147
Y-Cu	,282*	,229*	,424**	,186	,243*	,359**
Y-B	-,094	-,180	,099	-,052	-,048	-,072

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitire ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBSV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş gluten içeriği, Gİ: Gluten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	HL	BU	BŞU	BŞS	BŞTS	TBŞV
OM	,359**	,114	,304**	,316**	,278*	,330**
pH	-,273*	-,102	-,243*	-,293*	-,306**	-,274*
EC	,293*	,301**	,381**	,341**	,159	,314**
T-N	,358**	,363**	,357**	,266*	,323**	,390**
T-P	,638**	,517**	,538**	,494**	,490**	,644**
T-K	,425**	,455**	,443**	,460**	,360**	,454**
T-Ca	-,248*	-,214	-,272*	-,276*	-,228*	-,291*
T-Mg	,257*	,043	,209	,219	,228*	,198
T-Fe	,367**	,272*	,394**	,366**	,328**	,412**
T-Zn	,350**	,040	,127	,198	,045	,191
T-Mn	,289*	,406**	,384**	,370**	,195	,261*
T-Cu	,292*	,200	,292*	,230*	,089	,444**
T-B	,370**	,380**	,401**	,362**	,347**	,424**
D-Ca	,345**	,224	,249*	,232*	,394**	,299**
D-Mg	,292*	,055	,211	,239*	,195	,220
D-K	,340**	,177	,332**	,287*	,416**	,458**
D-Na	,122	,031	,038	-,007	-,068	-,024
TOP-KT	,371**	,211	,280*	,266*	,398**	,332**
KDK	,338**	,179	,311**	,275*	,363**	,300**
BDOY	-,224	-,100	-,291*	-,237*	-,232*	-,199
P-ADS	-,249*	-,180	-,282*	-,282*	-,332**	-,292*
P-SÇ	,444**	,280*	,305**	,423**	,379**	,436**
P-FKS	-,306**	-,212	-,300**	-,328**	-,357**	-,340**
P-DES	,402**	,256*	,304**	,396**	,377**	,408**
P-AL	,562**	,613**	,479**	,480**	,393**	,489**
PKE	,225	,316**	,241*	,328**	,209	,266*
AGE	-,591**	-,472**	-,383**	-,484**	-,489**	-,563**
FGE	-,569**	-,430**	-,271*	-,500**	-,396**	-,342**
GKE	-,505**	-,426**	-,368**	-,410**	-,458**	-,566**
KAL-N	,526**	,612**	,428**	,446**	,408**	,551**
KAL-P	,594**	,616**	,462**	,508**	,413**	,487**
KAL-K	,511**	,490**	,484**	,402**	,392**	,582**

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS.: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitire ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş glüten içeriği, Gİ: Glüten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	PR	YG	Gİ	SD	GSD	UR
V	,370**	,504**	,052	,367**	,396**	,450**
BK	,293*	,316**	,117	,350**	,365**	,374**
SV	,101	,052	,093	,162	,163	,142
Hİ	,097	,205	-,035	,038	,047	,110
BTA	,415**	,569**	,079	,450**	,572**	,479**
HL	,410**	,542**	-,067	,489**	,486**	,600**
BU	,305**	,455**	,021	,379**	,483**	,436**
BŞU	,312**	,430**	-,092	,390**	,494**	,388**
BŞS	,286*	,395**	-,100	,374**	,341**	,383**
BŞTS	,306**	,482**	,109	,327**	,340**	,449**
TBŞV	,371**	,555**	,074	,304**	,329**	,425**
PR	1	,692**	-,139	,350**	,395**	,526**
YG	,692**	1	-,174	,571**	,583**	,757**
Gİ	-,139	-,174	1	-,065	-,098	-,020
SD	,350**	,571**	-,065	1	,876**	,556**
GSD	,395**	,583**	-,098	,876**	1	,580**
UR	,526**	,757**	-,020	,556**	,580**	1
Y-N	,331**	,471**	,058	,287*	,375**	,327**
Y-P	,511**	,655**	-,260*	,482**	,514**	,516**
Y-K	,324**	,461**	-,105	,186	,178	,366**
Y-Ca	-,272*	-,302**	,237*	-,187	-,239*	-,137
Y-Mg	,070	,169	,105	,146	,034	,042
Y-Fe	,220	,358**	-,084	,215	,261*	,260*
Y-Zn	-,380**	-,377**	,261*	-,269*	-,370**	-,248*
Y-Mn	,049	,168	,201	,199	,159	,296**
Y-Cu	,450**	,444**	-,073	,250*	,297**	,385**
Y-B	,089	,083	-,346**	-,096	-,102	,024

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş gluten içeriği, Gİ: Gluten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	PR	YG	Gİ	SD	GSD	UR
OM	,515**	,624**	-,461**	,319**	,350**	,370**
pH	-,495**	-,584**	,532**	-,242*	-,285*	-,309**
EC	,482**	,482**	-,351**	,253*	,328**	,427**
T-N	,649**	,570**	-,046	,340**	,373**	,515**
T-P	,550**	,728**	-,107	,580**	,646**	,642**
T-K	,499**	,654**	-,222	,425**	,472**	,633**
T-Ca	-,469**	-,666**	,349**	-,352**	-,386**	-,476**
T-Mg	,441**	,518**	-,526**	,217	,261*	,258*
T-Fe	,536**	,694**	-,364**	,413**	,438**	,445**
T-Zn	,263*	,352**	-,490**	,106	,125	,231*
T-Mn	,296**	,418**	-,128	,307**	,323**	,393**
T-Cu	,312**	,444**	-,145	,271*	,343**	,401**
T-B	,589**	,654**	-,349**	,254*	,316**	,490**
D-Ca	,424**	,461**	-,228*	,253*	,296*	,366**
D-Mg	,467**	,531**	-,517**	,213	,266*	,246*
D-K	,412**	,575**	-,321**	,251*	,316**	,355**
D-Na	,095	,144	-,488**	-,036	,029	,002
TOP-KT	,475**	,534**	-,320**	,274*	,326**	,381**
KDK	,540**	,616**	-,455**	,292*	,334**	,394**
BDOY	-,511**	-,598**	,518**	-,259*	-,274*	-,338**
P-ADS	-,517**	-,617**	,486**	-,267*	-,345**	-,392**
P-SÇ	,438**	,603**	-,407**	,349**	,384**	,392**
P-FKS	-,520**	-,640**	,488**	-,298**	-,370**	-,408**
P-DES	,473**	,624**	-,455**	,334**	,385**	,397**
P-AL	,497**	,633**	-,080	,462**	,498**	,528**
PKE	,309**	,329**	-,019	,232*	,266*	,260*
AGE	-,405**	-,560**	,024	-,465**	-,558**	-,538**
FGE	-,511**	-,598**	,189	-,491**	-,512**	-,484**
GKE	-,309**	-,466**	-,033	-,395**	-,508**	-,483**
KAL-N	,445**	,591**	,090	,446**	,497**	,525**
KAL-P	,525**	,654**	-,075	,499**	,536**	,561**
KAL-K	,445**	,592**	,009	,386**	,404**	,528**

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS.: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitire ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş gluten içeriği, Gİ: Gluten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.



## Çizelgenin Devamı

Parametreler	Y-N	Y-P	Y-K	Y-Ca	Y-Mg	Y-Fe	Y-Zn	Y-Mn	Y-Cu	Y-B
V	,335**	,566**	,356**	-,212	-,064	,295*	-,348**	,110	,224	-,054
BK	,078	,384**	,216	-,134	-,010	,162	-,274*	,186	,123	-,200
SV	-,103	,088	,028	-,023	,024	,006	-,094	,133	,005	-,179
Hİ	,229*	,209	,158	-,091	-,047	,122	-,077	-,047	,105	,105
BTA	,412**	,607**	,383**	-,261*	-,095	,525**	-,338**	,162	,518**	-,145
HL	,349**	,607**	,352**	-,271*	,000	,234*	-,232*	,181	,282*	-,094
BU	,385**	,528**	,186	-,138	-,113	,163	-,314**	,140	,229*	-,180
BŞU	,153	,372**	,347**	-,274*	,020	,304**	-,343**	,138	,424**	,099
BŞS	,342**	,532**	,264*	-,287*	-,024	,275*	-,282*	,192	,186	-,052
BŞTS	,382**	,407**	,303**	-,149	,036	,285*	-,238*	,025	,243*	-,048
TBŞV	,491**	,388**	,507**	-,306**	,100	,299**	-,368**	,147	,359**	-,072
PR	,331**	,511**	,324**	-,272*	,070	,220	-,380**	,049	,450**	,089
YG	,471**	,655**	,461**	-,302**	,169	,358**	-,377**	,168	,444**	,083
Gİ	,058	-,260*	-,105	,237*	,105	-,084	,261*	,201	-,073	-,346**
SD	,287*	,482**	,186	-,187	,146	,215	-,269*	,199	,250*	-,096
GSD	,375**	,514**	,178	-,239*	,034	,261*	-,370**	,159	,297**	-,102
UR	,327**	,516**	,366**	-,137	,042	,260*	-,248*	,296**	,385**	,024
Y-N	1	,423**	,360**	-,247*	,062	,257*	-,391**	,104	,204	-,080
Y-P	,423**	1	,409**	-,495**	-,115	,338**	-,451**	,004	,283*	-,102
Y-K	,360**	,409**	1	-,189	,108	,478**	-,297**	,215	,466**	,203
Y-Ca	-,247*	-,495**	-,189	1	,170	-,103	,653**	,298**	-,045	,248*
Y-Mg	,062	-,115	,108	,170	1	,003	,246*	,315**	,102	,232*
Y-Fe	,257*	,338**	,478**	-,103	,003	1	-,095	,051	,749**	,312**
Y-Zn	-,391**	-,451**	-,297**	,653**	,246*	-,095	1	,083	-,039	,192
Y-Mn	,104	,004	,215	,298**	,315**	,051	,083	1	,119	,085
Y-Cu	,204	,283*	,466**	-,045	,102	,749**	-,039	,119	1	,413**
Y-B	-,080	-,102	,203	,248*	,232*	,312**	,192	,085	,413**	1

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş glüten içeriği, Gİ: Glüten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	Y-N	Y-P	Y-K	Y-Ca	Y-Mg	Y-Fe	Y-Zn	Y-Mn	Y-Cu	Y-B
OM	,324**	,560**	,533**	-,472**	,103	,594**	-,427**	-,061	,506**	,353**
pH	-,333**	-,531**	-,458**	,467**	-,034	-,507**	,461**	,161	-,461**	-,420**
EC	,199	,365**	,340**	-,307**	,129	,361**	-,414**	,063	,431**	,368**
T-N	,309**	,322**	,290*	-,031	,198	,133	-,172	,144	,434**	,280*
T-P	,469**	,791**	,431**	-,535**	-,065	,428**	-,517**	,055	,430**	-,083
T-K	,397**	,602**	,516**	-,158	,108	,441**	-,387**	,265*	,460**	,243*
T-Ca	-,385**	-,480**	-,355**	,464**	-,077	-,387**	,456**	,049	-,339**	-,192
T-Mg	,222	,514**	,409**	-,395**	-,028	,586**	-,303**	-,212	,502**	,414**
T-Fe	,403**	,574**	,571**	-,408**	,136	,590**	-,458**	,030	,538**	,334**
T-Zn	,130	,348**	,291*	-,235*	-,219	,397**	-,169	-,112	,428**	,392**
T-Mn	,244*	,471**	,497**	-,213	-,099	,536**	-,315**	,181	,380**	,158
T-Cu	,283*	,236*	,353**	,056	,223	,421**	-,069	,164	,393**	,224
T-B	,304**	,609**	,461**	-,370**	-,014	,451**	-,370**	-,016	,438**	,223
D-Ca	,342**	,409**	,377**	-,129	-,017	,297**	-,276*	,074	,323**	,203
D-Mg	,287*	,509**	,407**	-,429**	-,028	,527**	-,329**	-,195	,482**	,405**
D-K	,411**	,486**	,517**	-,366**	,117	,566**	-,411**	-,036	,510**	,325**
D-Na	-,026	,142	,121	-,059	-,161	,259*	-,021	-,213	,289*	,341**
TOP-KT	,373**	,479**	,436**	-,227	-,005	,403**	-,331**	,019	,409**	,278*
KDK	,357**	,532**	,490**	-,321**	,015	,504**	-,402**	-,052	,491**	,391**
BDOY	-,257*	-,479**	-,459**	,357**	-,062	-,530**	,394**	,114	-,496**	-,457**
P-ADS	-,331**	-,499**	-,504**	,359**	-,085	-,504**	,460**	-,026	-,442**	-,391**
P-SÇ	,371**	,644**	,515**	-,569**	,020	,484**	-,466**	-,061	,419**	,182
P-FKS	-,354**	-,555**	-,528**	,425**	-,073	-,520**	,481**	-,006	-,455**	-,357**
P-DES	,376**	,628**	,529**	-,543**	,033	,508**	-,489**	-,050	,436**	,245*
P-AL	,425**	,827**	,422**	-,366**	-,107	,347**	-,458**	,070	,285*	-,073
PKE	,219	,397**	,292*	,074	,131	,362**	-,012	,203	,301**	,174
AGE	-,489**	-,707**	-,319**	,563**	,190	-,268*	,550**	-,044	-,272*	,306**
FGE	-,356**	-,904**	-,366**	,476**	,102	-,298**	,439**	-,045	-,290*	,150
GKE	-,483**	-,529**	-,247*	,545**	,203	-,197	,547**	-,016	-,200	,355**
KAL-N	,560**	,639**	,426**	-,259*	-,032	,337**	-,444**	,163	,257*	-,120
KAL-P	,409**	,864**	,433**	-,386**	-,105	,353**	-,483**	,091	,291*	-,111
KAL-K	,391**	,608**	,760**	-,242*	,020	,441**	-,420**	,220	,387**	,025

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitire ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş glüten içeriği, Gİ: Glüten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	OM	pH	EC	T-N	T-P	T-K	T-Ca	T-Mg	T-Fe	T-Zn	T-Mn	T-Cu	T-B
V	,205	-,137	,287*	,289*	,611**	,441**	-,258*	,101	,302**	,081	,362**	,206	,445**
BK	,223	-,184	,343**	,209	,460**	,428**	-,190	,118	,300**	,060	,376**	,136	,421**
SV	,120	-,117	,199	,058	,143	,203	-,056	,067	,146	,017	,193	,028	,193
Hİ	-,003	,030	-,037	,098	,179	,054	-,063	-,008	,025	,028	,018	,061	,061
BTA	,347**	-,305**	,328**	,305**	,710**	,490**	-,286*	,284*	,453**	,188	,442**	,262*	,466**
HL	,359**	-,273*	,293*	,358**	,638**	,425**	-,248*	,257*	,367**	,350**	,289*	,292*	,370**
BU	,114	-,102	,301**	,363**	,517**	,455**	-,214	,043	,272*	,040	,406**	,200	,380**
BŞU	,304**	-,243*	,381**	,357**	,538**	,443**	-,272*	,209	,394**	,127	,384**	,292*	,401**
BŞS	,316**	-,293*	,341**	,266*	,494**	,460**	-,276*	,219	,366**	,198	,370**	,230*	,362**
BŞTS	,278*	-,306**	,159	,323**	,490**	,360**	-,228*	,228*	,328**	,045	,195	,089	,347**
TBŞV	,330**	-,274*	,314**	,390**	,644**	,454**	-,291*	,198	,412**	,191	,261*	,444**	,424**
PR	,515**	-,495**	,482**	,649**	,550**	,499**	-,469**	,441**	,536**	,263*	,296**	,312**	,589**
YG	,624**	-,584**	,482**	,570**	,728**	,654**	-,666**	,518**	,694**	,352**	,418**	,444**	,654**
Gİ	-,461**	,532**	-,351**	-,046	-,107	-,222	,349**	-,526**	-,364**	-,490**	-,128	-,145	-,349**
SD	,319**	-,242*	,253*	,340**	,580**	,425**	-,352**	,217	,413**	,106	,307**	,271*	,254*
GSD	,350**	-,285*	,328**	,373**	,646**	,472**	-,386**	,261*	,438**	,125	,323**	,343**	,316**
UR	,370**	-,309**	,427**	,515**	,642**	,633**	-,476**	,258*	,445**	,231*	,393**	,401**	,490**
Y-N	,324**	-,333**	,199	,309**	,469**	,397**	-,385**	,222	,403**	,130	,244*	,283*	,304**
Y-P	,560**	-,531**	,365**	,322**	,791**	,602**	-,480**	,514**	,574**	,348**	,471**	,236*	,609**
Y-K	,533**	-,458**	,340**	,290*	,431**	,516**	-,355**	,409**	,571**	,291*	,497**	,353**	,461**
Y-Ca	-,472**	,467**	-,307**	-,031	-,535**	-,158	,464**	-,395**	-,408**	-,235*	-,213	,056	-,370**
Y-Mg	,103	-,034	,129	,198	-,065	,108	-,077	-,028	,136	-,219	-,099	,223	-,014
Y-Fe	,594**	-,507**	,361**	,133	,428**	,441**	-,387**	,586**	,590**	,397**	,536**	,421**	,451**
Y-Zn	-,427**	,461**	-,414**	-,172	-,517**	-,387**	,456**	-,303**	-,458**	-,169	-,315**	-,069	-,370**
Y-Mn	-,061	,161	,063	,144	,055	,265*	,049	-,212	,030	-,112	,181	,164	-,016
Y-Cu	,506**	-,461**	,431**	,434**	,430**	,460**	-,339**	,502**	,538**	,428**	,380**	,393**	,438**
Y-B	,353**	-,420**	,368**	,280*	-,083	,243*	-,192	,414**	,334**	,392**	,158	,224	,223

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş glüten içeriği, Gİ: Glüten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	OM	pH	EC	T-N	T-P	T-K	T-Ca	T-Mg	T-Fe	T-Zn	T-Mn	T-Cu	T-B
OM	1	-.915**	.666**	.365**	.581**	.587**	-.752**	.902**	.930**	.612**	.602**	.415**	.688**
pH	-.915**	1	-.677**	-.381**	-.502**	-.598**	.704**	-.892**	-.881**	-.631**	-.524**	-.298**	-.705**
EC	.666**	-.677**	1	.483**	.461**	.627**	-.578**	.539**	.704**	.416**	.548**	.349**	.612**
T-N	.365**	-.381**	.483**	1	.451**	.558**	-.414**	.312**	.477**	.252*	.286*	.306**	.444**
T-P	.581**	-.502**	.461**	.451**	1	.651**	-.551**	.481**	.646**	.337**	.517**	.431**	.636**
T-K	.587**	-.598**	.627**	.558**	.651**	1	-.565**	.538**	.733**	.409**	.687**	.418**	.668**
T-Ca	-.752**	.704**	-.578**	-.414**	-.551**	-.565**	1	-.664**	-.775**	-.367**	-.555**	-.393**	-.578**
T-Mg	.902**	-.892**	.539**	.312**	.481**	.538**	-.664**	1	.829**	.679**	.533**	.300**	.669**
T-Fe	.930**	-.881**	.704**	.477**	.646**	.733**	-.775**	.829**	1	.565**	.717**	.490**	.697**
T-Zn	.612**	-.631**	.416**	.252*	.337**	.409**	-.367**	.679**	.565**	1	.455**	.270*	.591**
T-Mn	.602**	-.524**	.548**	.286*	.517**	.687**	-.555**	.533**	.717**	.455**	1	.370**	.623**
T-Cu	.415**	-.298**	.349**	.306**	.431**	.418**	-.393**	.300**	.490**	.270*	.370**	1	.330**
T-B	.688**	-.705**	.612**	.444**	.636**	.668**	-.578**	.669**	.697**	.591**	.623**	.330**	1
D-Ca	.498**	-.523**	.331**	.361**	.387**	.480**	-.231*	.490**	.489**	.458**	.316**	.301**	.491**
D-Mg	.886**	-.902**	.542**	.307**	.482**	.523**	-.623**	.965**	.819**	.688**	.492**	.292**	.660**
D-K	.774**	-.749**	.491**	.320**	.552**	.575**	-.558**	.741**	.741**	.469**	.436**	.346**	.585**
D-Na	.356**	-.376**	.220	.153	.111	.253*	-.185	.482**	.325**	.720**	.210	.201	.309**
TOP-KT	.655**	-.675**	.426**	.384**	.465**	.549**	-.367**	.660**	.632**	.553**	.398**	.337**	.585**
KDK	.838**	-.858**	.584**	.412**	.514**	.624**	-.584**	.836**	.813**	.627**	.525**	.386**	.688**
BDOY	-.890**	.901**	-.672**	-.378**	-.470**	-.594**	.752**	-.869**	-.880**	-.573**	-.595**	-.386**	-.672**
P-ADS	-.884**	.894**	-.723**	-.448**	-.459**	-.642**	.734**	-.812**	-.870**	-.515**	-.596**	-.338**	-.729**
P-SÇ	.836**	-.807**	.594**	.401**	.674**	.596**	-.642**	.778**	.824**	.501**	.542**	.291*	.657**
P-FKS	-.910**	.911**	-.723**	-.455**	-.531**	-.658**	.743**	-.838**	-.896**	-.533**	-.608**	-.341**	-.743**
P-DES	.887**	-.870**	.653**	.420**	.636**	.627**	-.691**	.825**	.870**	.528**	.576**	.308**	.702**
P-AL	.389**	-.342**	.362**	.357**	.757**	.572**	-.396**	.307**	.461**	.216	.457**	.242*	.575**
PKE	.213	-.157	.157	.171	.309**	.335**	-.069	.239*	.238*	.095	.188	.225	.278*
AGE	-.435**	.358**	-.318**	-.289*	-.891**	-.462**	.381**	-.318**	-.472**	-.251*	-.396**	-.291*	-.434**
FGE	-.562**	.542**	-.376**	-.325**	-.748**	-.581**	.455**	-.511**	-.573**	-.342**	-.468**	-.221	-.578**
GKE	-.324**	.244*	-.258*	-.233*	-.819**	-.350**	.320**	-.193	-.363**	-.160	-.304**	-.263*	-.321**
KAL-N	.302**	-.245*	.363**	.358**	.705**	.556**	-.355**	.167	.419**	.112	.443**	.272*	.531**
KAL-P	.431**	-.384**	.406**	.370**	.796**	.620**	-.420**	.341**	.505**	.232*	.504**	.250*	.623**
KAL-K	.430**	-.344**	.419**	.367**	.665**	.612**	-.370**	.281*	.527**	.197	.541**	.323**	.583**

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS.: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş gluten içeriği, Gİ: Gluten indeksi, SD: Zeleniy sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	D-Ca	D-Mg	D-K	D-Na	TOPKT	KDK	BDOY	P-ADS	P-SÇ	P-FKS	P-DES
V	,220	,130	,258*	-,021	,231*	,254*	-,239*	-,170	,293*	-,207	,261*
BK	,055	,111	,161	-,139	,087	,120	-,150	-,252*	,338**	-,284*	,323**
SV	-,064	,044	,026	-,134	-,037	-,014	-,024	-,168	,191	-,181	,193
Hİ	,166	,023	,102	,099	,146	,133	-,086	,058	-,013	,050	-,032
BTA	,298**	,260*	,435**	,013	,339**	,330**	-,249*	-,306**	,431**	-,350**	,408**
HL	,345**	,292*	,340**	,122	,371**	,338**	-,224	-,249*	,444**	-,306**	,402**
BU	,224	,055	,177	,031	,211	,179	-,100	-,180	,280*	-,212	,256*
BŞU	,249*	,211	,332**	,038	,280*	,311**	-,291*	-,282*	,305**	-,300**	,304**
BŞS	,232*	,239*	,287*	-,007	,266*	,275*	-,237*	-,282*	,423**	-,328**	,396**
BŞTS	,394**	,195	,416**	-,068	,398**	,363**	-,232*	-,332**	,379**	-,357**	,377**
TBŞV	,299**	,220	,458**	-,024	,332**	,300**	-,199	-,292*	,436**	-,340**	,408**
PR	,424**	,467**	,412**	,095	,475**	,540**	-,511**	-,517**	,438**	-,520**	,473**
YG	,461**	,531**	,575**	,144	,534**	,616**	-,598**	-,617**	,603**	-,640**	,624**
Gİ	-,228*	-,517**	-,321**	-,488**	-,320**	-,455**	,518**	,486**	-,407**	,488**	-,455**
SD	,253*	,213	,251*	-,036	,274*	,292*	-,259*	-,267*	,349**	-,298**	,334**
GSD	,296*	,266*	,316**	,029	,326**	,334**	-,274*	-,345**	,384**	-,370**	,385**
UR	,366**	,246*	,355**	,002	,381**	,394**	-,338**	-,392**	,392**	-,408**	,397**
Y-N	,342**	,287*	,411**	-,026	,373**	,357**	-,257*	-,331**	,371**	-,354**	,376**
Y-P	,409**	,509**	,486**	,142	,479**	,532**	-,479**	-,499**	,644**	-,555**	,628**
Y-K	,377**	,407**	,517**	,121	,436**	,490**	-,459**	-,504**	,515**	-,528**	,529**
Y-Ca	-,129	-,429**	-,366**	-,059	-,227	-,321**	,357**	,359**	-,569**	,425**	-,543**
Y-Mg	-,017	-,028	,117	-,161	-,005	,015	-,062	-,085	,020	-,073	,033
Y-Fe	,297**	,527**	,566**	,259*	,403**	,504**	-,530**	-,504**	,484**	-,520**	,508**
Y-Zn	-,276*	-,329**	-,411**	-,021	-,331**	-,402**	,394**	,460**	-,466**	,481**	-,489**
Y-Mn	,074	-,195	-,036	-,213	,019	-,052	,114	-,026	-,061	-,006	-,050
Y-Cu	,323**	,482**	,510**	,289*	,409**	,491**	-,496**	-,442**	,419**	-,455**	,436**
Y-B	,203	,405**	,325**	,341**	,278*	,391**	-,457**	-,391**	,182	-,357**	,245*

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitire ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş gluten içeriği, Gİ: Gluten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	D-Ca	D-Mg	D-K	D-Na	TOPKT	KDK	BDOY	P-ADS	P-SÇ	P-FKS	P-DES
OM	,498**	,886**	,774**	,356**	,655**	,838**	-,890**	-,884**	,836**	-,910**	,887**
pH	-,523**	-,902**	-,749**	-,376**	-,675**	-,858**	,901**	,894**	-,807**	,911**	-,870**
EC	,331**	,542**	,491**	,220	,426**	,584**	-,672**	-,723**	,594**	-,723**	,653**
T-N	,361**	,307**	,320**	,153	,384**	,412**	-,378**	-,448**	,401**	-,455**	,420**
T-P	,387**	,482**	,552**	,111	,465**	,514**	-,470**	-,459**	,674**	-,531**	,636**
T-K	,480**	,523**	,575**	,253*	,549**	,624**	-,594**	-,642**	,596**	-,658**	,627**
T-Ca	-,231*	-,623**	-,558**	-,185	-,367**	-,584**	,752**	,734**	-,642**	,743**	-,691**
T-Mg	,490**	,965**	,741**	,482**	,660**	,836**	-,869**	-,812**	,778**	-,838**	,825**
T-Fe	,489**	,819**	,741**	,325**	,632**	,813**	-,880**	-,870**	,824**	-,896**	,870**
T-Zn	,458**	,688**	,469**	,720**	,553**	,627**	-,573**	-,515**	,501**	-,533**	,528**
T-Mn	,316**	,492**	,436**	,210	,398**	,525**	-,595**	-,596**	,542**	-,608**	,576**
T-Cu	,301**	,292*	,346**	,201	,337**	,386**	-,386**	-,338**	,291*	-,341**	,308**
T-B	,491**	,660**	,585**	,309**	,585**	,688**	-,672**	-,729**	,657**	-,743**	,702**
D-Ca	1	,543**	,672**	,219	,974**	,840**	-,453**	-,509**	,419**	-,509**	,463**
D-Mg	,543**	1	,762**	,481**	,711**	,865**	-,859**	-,796**	,794**	-,829**	,835**
D-K	,672**	,762**	1	,260*	,794**	,840**	-,697**	-,696**	,709**	-,729**	,739**
D-Na	,219	,481**	,260*	1	,300**	,377**	-,377**	-,271*	,275*	-,284*	,289*
TOP-KT	,974**	,711**	,794**	,300**	1	,929**	-,606**	-,637**	,568**	-,648**	,614**
KDK	,840**	,865**	,840**	,377**	,929**	1	-,856**	-,807**	,714**	-,819**	,772**
BDOY	-,453**	-,859**	-,697**	-,377**	-,606**	-,856**	1	,854**	-,743**	,864**	-,806**
P-ADS	-,509**	-,796**	-,696**	-,271*	-,637**	-,807**	,854**	1	-,776**	,988**	-,873**
P-SÇ	,419**	,794**	,709**	,275*	,568**	,714**	-,743**	-,776**	1	-,863**	,984**
P-FKS	-,509**	-,829**	-,729**	-,284*	-,648**	-,819**	,864**	,988**	-,863**	1	-,937**
P-DES	,463**	,835**	,739**	,289*	,614**	,772**	-,806**	-,873**	,984**	-,937**	1
P-AL	,350**	,327**	,401**	,046	,388**	,425**	-,384**	-,344**	,480**	-,392**	,454**
PKE	,349**	,261*	,430**	-,002	,376**	,336**	-,204	-,168	,313**	-,210	,283*
AGE	-,301**	-,327**	-,419**	-,024	-,351**	-,352**	,276*	,311**	-,579**	,390**	-,527**
FGE	-,360**	-,504**	-,463**	-,093	-,437**	-,489**	,444**	,506**	-,648**	,562**	-,634**
GKE	-,228*	-,207	-,340**	,024	-,261*	-,244*	,168	,202	-,475**	,277*	-,418**
KAL-N	,277*	,206	,349**	-,063	,301**	,322**	-,291*	-,289*	,411**	-,331**	,386**
KAL-P	,348**	,356**	,421**	,028	,395**	,438**	-,402**	-,394**	,535**	-,445**	,511**
KAL-K	,330**	,295*	,441**	,012	,371**	,417**	-,398**	-,408**	,498**	-,447**	,485**

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, HÍ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş glüten içeriği, GÍ: Glüten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	P-AL	PKE	AGE	FGE	GKE	KAL-N	KAL-P	KAL-K
V	,926**	,461**	-,391**	-,332**	-,339**	,928**	,869**	,843**
BK	,397**	,145	-,449**	-,611**	-,334**	,548**	,564**	,536**
SV	-,096	-,103	-,253*	-,453**	-,161	,060	,109	,094
Hİ	,509**	,290*	,003	,191	-,044	,376**	,320**	,319**
BTA	,625**	,388**	-,640**	-,587**	-,562**	,623**	,661**	,592**
HL	,562**	,225	-,591**	-,569**	-,505**	,526**	,594**	,511**
BU	,613**	,316**	-,472**	-,430**	-,426**	,612**	,616**	,490**
BŞU	,479**	,241*	-,383**	-,271*	-,368**	,428**	,462**	,484**
BŞS	,480**	,328**	-,484**	-,500**	-,410**	,446**	,508**	,402**
BŞTS	,393**	,209	-,489**	-,396**	-,458**	,408**	,413**	,392**
TBŞV	,489**	,266*	-,563**	-,342**	-,566**	,551**	,487**	,582**
PR	,497**	,309**	-,405**	-,511**	-,309**	,445**	,525**	,445**
YG	,633**	,329**	-,560**	-,598**	-,466**	,591**	,654**	,592**
Gİ	-,080	-,019	,024	,189	-,033	,090	-,075	,009
SD	,462**	,232*	-,465**	-,491**	-,395**	,446**	,499**	,386**
GSD	,498**	,266*	-,558**	-,512**	-,508**	,497**	,536**	,404**
UR	,528**	,260*	-,538**	-,484**	-,483**	,525**	,561**	,528**
Y-N	,425**	,219	-,489**	-,356**	-,483**	,560**	,409**	,391**
Y-P	,827**	,397**	-,707**	-,904**	-,529**	,639**	,864**	,608**
Y-K	,422**	,292*	-,319**	-,366**	-,247*	,426**	,433**	,760**
Y-Ca	-,366**	,074	,563**	,476**	,545**	-,259*	-,386**	-,242*
Y-Mg	-,107	,131	,190	,102	,203	-,032	-,105	,020
Y-Fe	,347**	,362**	-,268*	-,298**	-,197	,337**	,353**	,441**
Y-Zn	-,458**	-,012	,550**	,439**	,547**	-,444**	-,483**	-,420**
Y-Mn	,070	,203	-,044	-,045	-,016	,163	,091	,220
Y-Cu	,285*	,301**	-,272*	-,290*	-,200	,257*	,291*	,387**
Y-B	-,073	,174	,306**	,150	,355**	-,120	-,111	,025

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş gluten içeriği, Gİ: Gluten indeksi, SD: Zeleny sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.

## Çizelgenin Devamı

Parametreler	P-AL	PKE	AGE	FGE	GKE	KAL-N	KAL-P	KAL-K
OM	,389**	,213	-,435**	-,562**	-,324**	,302**	,431**	,430**
pH	-,342**	-,157	,358**	,542**	,244*	-,245*	-,384**	-,344**
EC	,362**	,157	-,318**	-,376**	-,258*	,363**	,406**	,419**
T-N	,357**	,171	-,289*	-,325**	-,233*	,358**	,370**	,367**
T-P	,757**	,309**	-,891**	-,748**	-,819**	,705**	,796**	,665**
T-K	,572**	,335**	-,462**	-,581**	-,350**	,556**	,620**	,612**
T-Ca	-,396**	-,069	,381**	,455**	,320**	-,355**	-,420**	-,370**
T-Mg	,307**	,239*	-,318**	-,511**	-,193	,167	,341**	,281*
T-Fe	,461**	,238*	-,472**	-,573**	-,363**	,419**	,505**	,527**
T-Zn	,216	,095	-,251*	-,342**	-,160	,112	,232*	,197
T-Mn	,457**	,188	-,396**	-,468**	-,304**	,443**	,504**	,541**
T-Cu	,242*	,225	-,291*	-,221	-,263*	,272*	,250*	,323**
T-B	,575**	,278*	-,434**	-,578**	-,321**	,531**	,623**	,583**
D-Ca	,350**	,349**	-,301**	-,360**	-,228*	,277*	,348**	,330**
D-Mg	,327**	,261*	-,327**	-,504**	-,207	,206	,356**	,295*
D-K	,401**	,430**	-,419**	-,463**	-,340**	,349**	,421**	,441**
D-Na	,046	-,002	-,024	-,093	,024	-,063	,028	,012
TOP-KT	,388**	,376**	-,351**	-,437**	-,261*	,301**	,395**	,371**
KDK	,425**	,336**	-,352**	-,489**	-,244*	,322**	,438**	,417**
BDOY	-,384**	-,204	,276*	,444**	,168	-,291*	-,402**	-,398**
P-ADS	-,344**	-,168	,311**	,506**	,202	-,289*	-,394**	-,408**
P-SÇ	,480**	,313**	-,579**	-,648**	-,475**	,411**	,535**	,498**
P-FKS	-,392**	-,210	,390**	,562**	,277*	-,331**	-,445**	-,447**
P-DES	,454**	,283*	-,527**	-,634**	-,418**	,386**	,511**	,485**
P-AL	1	,494**	-,568**	-,635**	-,450**	,914**	,978**	,838**
PKE	,494**	1	-,154	-,293*	-,053	,440**	,472**	,444**
AGE	-,568**	-,154	1	,743**	,963**	-,544**	-,633**	-,474**
FGE	-,635**	-,293*	,743**	1	,544**	-,511**	-,749**	-,502**
GKE	-,450**	-,053	,963**	,544**	1	-,472**	-,491**	-,384**
KAL-N	,914**	,440**	-,544**	-,511**	-,472**	1	,913**	,883**
KAL-P	,978**	,472**	-,633**	-,749**	-,491**	,913**	1	,849**
KAL-K	,838**	,444**	-,474**	-,502**	-,384**	,883**	,849**	1

(\*: p<0,05, \*\*: p<0,01)

OM: Organik madde, EC: Elektriksel kondüktivite (Tuzluluk), T: Toprak, P-AL: Fosfor Alımı, D: Değişebilir, TOP: Toplam, K: Katyon, DOY: Doygunluk, ADS: Adsorbsiyon, SÇ: Suda çözünür, DES: Desorbsiyon, FKS: Fiksasyon, PKE: Fosfor Kullanım Etkinliği, AGE: Agronomik Gübre Etkinliği, FGE: Fizyolojik Gübre Etkinliği, GKE: Geri Kullanım Etkinliği, KAL: Kaldırılan, V.: Buğday verimi, BK: Biyokütle verimi, SV: Saman verimi, Hİ: Hasat indeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitre ağırlığı, BU: Bitki uzunluğu, BŞU: Başak uzunluğu, BŞS: Metrekarede başak sayısı, BŞTS: Başakta tane sayısı, TBŞV: Tek başak verimi, PR: Tane Protein içeriği, YG: Yaş glüten içeriği, Gİ: Glüten indeksi, SD: Zeleniy sedimantasyon, GSD: Gecikmeli sedimantasyon, UR: Un randımanı, Y: Yaprak.



Ek 3. Deneme alanının uydu görüntüsü (Google Earth) ve denemenin tasarımı



5 m	6 m	3 m			5 m
2 m	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>4</sub>
1 m	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>4</sub>
	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>4</sub>
	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>4</sub>
	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>4</sub>
3 m	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>1</sub>
	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>1</sub>
	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>1</sub>
	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>1</sub>
	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>3</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>1</sub>
	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>3</sub>
	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>3</sub>
	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>3</sub>
	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>3</sub>
	P <sub>1NK</sub> +SG <sub>4</sub>	P <sub>2NK</sub> +SG <sub>0</sub>	P <sub>3NK</sub> +SG <sub>1</sub>	P <sub>4NK</sub> +SG <sub>2</sub>	P <sub>0NK</sub> +SG <sub>3</sub>
5 m			42 m		
					48 m

**Ek 4.** Organomineral gbre kombinasyonlarının hazırlanması ve denemenin kurulması



**Ek 5.** Organomineral gübrelerin uygulanması ve buğday ekiminin yapılması



**Ek 6.** Buğday çıkışlarının gerçekleşmesi ve buğday yaprak örneklerinin alınması



**Ek 7.** Buğday hasatının yapılması ve toprak örneklerinin alınması



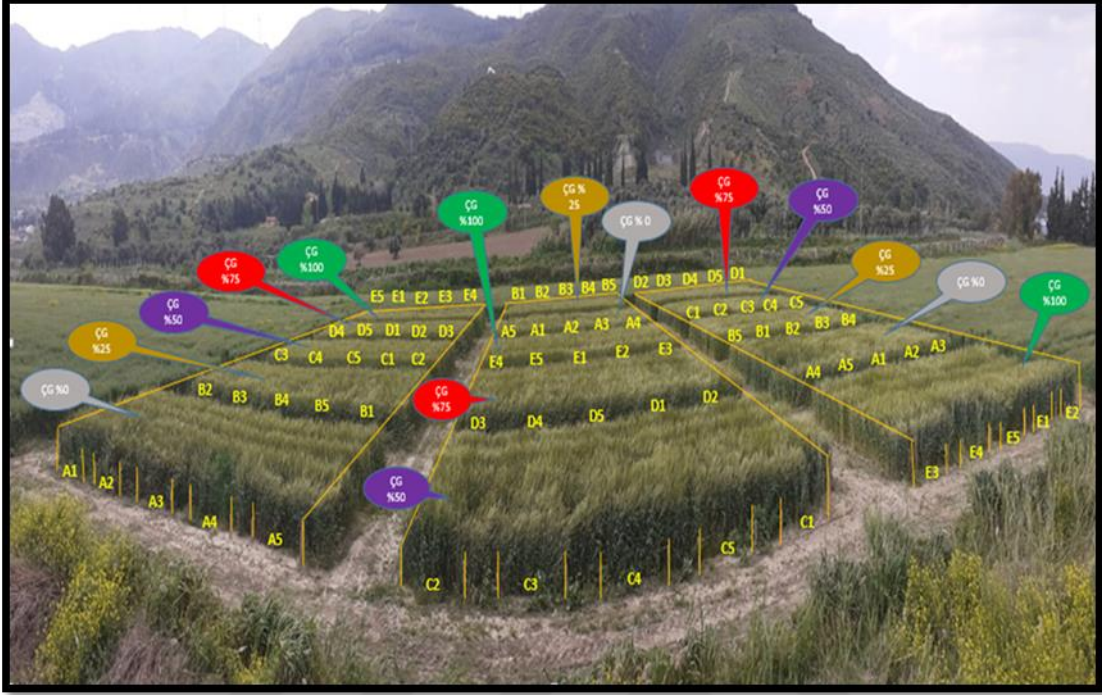
**Ek 8.** Toprak ve yaprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi



**Ek 9.** Buğday bitkisinde kalitatif ölçüm ve gözlemler



Ek 10. Denemeden farklı zamanlarda drone çekimleri ve deneme konuları





**Ek 11.** Türkiye’de uzun yıllar buğdayın ekiliş, üretim ve verimine ait veriler ile Dünyada uzun yıllar fosforlu gübrelere ait üretim miktarları ve ton başına fiyatları

Çizelge 7. Türkiye’de 1991-2020 yılları arasında toplam buğday ekim alanı dekar (da), üretim (ton) ve verimi (kg da<sup>-1</sup>) (TÜİK 2019)

Yıl	Ekiliş Alanı da x 10 <sup>6</sup>	Üretim ton x 10 <sup>6</sup>	Verim kg da <sup>-1</sup>	Yıl	Ekiliş Alanı da x 10 <sup>6</sup>	Üretim ton x 10 <sup>6</sup>	Verim kg da <sup>-1</sup>
1991	96,3	20,4	211,8	2006	84,9	20,0	235,7
1992	96,0	19,3	201,0	2007	81,0	17,2	212,8
1993	98,0	21,0	214,3	2008	80,9	17,8	219,8
1994	98,0	17,5	178,6	2009	81,0	20,6	254,3
1995	94,0	18,0	191,5	2010	81,0	19,7	242,8
1996	93,5	18,5	197,9	2011	81,0	21,8	269,3
1997	93,4	18,7	199,7	2012	75,3	20,1	267,0
1998	94,0	21,0	223,4	2013	77,7	22,1	283,7
1999	93,8	18,0	191,9	2014	79,2	19,0	239,9
2000	94,0	21,0	223,4	2015	78,7	22,6	287,3
2001	93,5	19,0	203,2	2016	76,7	20,6	268,5
2002	93,0	19,5	209,7	2017	76,7	21,5	280,4
2003	91,0	19,0	208,8	2018	73,0	20,0	274,0
2004	93,0	21,0	225,8	2019	68,5	19,0	277,5
2005	92,5	21,5	232,4	2020	56,6	16,5	292,0

**Ek 12.** Dünyada uzun yıllar fosforlu gübrelere ait üretim miktarları ve ton başına fiyatları

Çizelge 8. Dünyada 1990-2019 yılları arasında fosfat kayası (FK), diamonyum fosfat (DAP) ve triplesüperfosfatın (TSP) ton (t) başına ABD doları cinsinden fiyatları (WorldBank 2020)

Yıl	FK	DAP USD t <sup>-1</sup>	TSP	Yıl	FK	DAP USD t <sup>-1</sup>	TSP
1990	31,3	154,7	131,8	2005	44,0	226,8	201,5
1991	31,5	158,3	133,1	2006	44,0	229,9	201,6
1992	31,5	137,9	120,7	2007	52,0	392,0	339,1
1993	31,5	122,0	111,9	2008	242,7	861,6	879,4
1994	31,8	160,4	132,1	2009	222,8	288,5	257,4
1995	32,7	199,8	149,6	2010	105,3	456,4	381,9
1996	33,0	198,1	175,8	2011	163,6	516,3	538,3
1997	32,5	187,0	171,9	2012	184,9	480,2	462,0
1998	32,5	186,9	173,1	2013	126,3	411,0	380,8
1999	42,8	171,1	154,5	2014	110,5	429,6	382,0
2000	44,0	147,7	137,7	2015	120,3	416,6	377,7
2001	44,0	143,5	126,9	2016	110,5	315,8	291,1
2002	44,0	152,2	133,1	2017	89,7	323,0	283,3
2003	44,0	171,7	149,3	2018	87,9	393,4	346,7
2004	44,0	204,7	186,3	2019	88,0	306,4	294,6

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİMSEL ETİK BEYANI**

“Fosforca Zenginleştirilmiş Organomineral Gübre Kombinasyonlarının Kireçli Bir Toprakta Yetiştirilen Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)’ın Kalitatif ve Kantitatif Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” başlıklı Doktora tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Serdar TOPRAK

27 / 06 / 2022