



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum L.*) BİTKİSİNİN FOSFOR ALIM ETKİNLİĞİ ÜZERİNE KÜKÜRT VE K-HUMAT UYGULANMASININ ETKİSİ

Ahmed Mohammed YOSSIF Mohammed

DOKTORA TEZİ
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Şubat-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmed Mohammed YOSSIF Mohammed tarafından hazırlanan "EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum L.*) BİTKİSİNİN FOSFOR ALIM ETKİNLİĞİ ÜZERİNE KÜKÜRT VE K-HUMAT UYGULANMASININ ETKİSİ" adlı tez çalışması 18/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan ve Danışman	
Prof. Dr. Sait GEZGİN	……..
Üye	
Prof. Dr. Ali TOPAL	……..
Üye	
Prof. Dr. Süleyman TABAN	……..
Üye	
Prof. Dr. Selim EKER	……..
Üye	
Prof. Dr. Mehmet HAMURCU	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından 18201093 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Ahmed Mohammed YOSSIF Mohammed

Tarih: 18/02/2021

ÖZET
DOKTORA TEZİ
Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum L.*) Bitkisinin Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Kükürt ve K-Humat Uygulanmasının Etkisi

Ahmed Mohammed YOSSIF Mohammed
Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Sait GEZGİN
2021, 123 Sayfa
Jüri
Prof. Dr. Sait GEZGİN
Prof. Dr. Ali TOPAL
Prof. Dr. Süleyman TABAN
Prof. Dr. Selim EKER
Prof. Dr. Mehmet HAMURCU

Bu çalışma, kireçli ve bazik reaksiyonlu bir toprakta 2 farklı formda (MAP-$H_2PO_4^-$ ve DAP-$HPO_4^=$) ve artan miktarlarda uygulanan fosfor, elementel (toz) kükürt ve K-Humat uygulamalarının ekmeklik buğday bitkisinin fosfor alım etkinliği üzerine etkilerini belirlemek için sera ve tarla koşullarında yürütülmüştür.

Bu amaçla Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidine sera denemesinde bitkinin fosfor alım etkinliklerini belirlemek için saksılara fosfor (0, 30, 60 ve 90 mg P_2O_5 kg^{-1}) ve K-Humat (0, 200 ve 400 mg HA kg^{-1}) uygulanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Serada elde edilen bulgulara göre primer ortofosfat ($H_2PO_4^-$) formunda fosfor uygulanmaları ile en yüksek PAE, PFE ve PGAO uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte sırasıyla 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 (P_{30}), K-Humat uygulanmadığında sadece 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 (P_{30}*HA_0) veya sadece 90 mg P_2O_5 (P_{90}*HA_0), 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 ile birlikte 400 mg K-Humat (P_{30}*HA_{400}) uygulamaları ile elde edilmiştir. Sekonder ortofosfat (HPO_4^{--}) formunda fosfor uygulanmaları ile en yüksek PAE ve PFE 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 ile birlikte 400 mg K-Humat (P_{30}*HA_{400}) uygulamaları ile belirlenirken PGAO 1 kg toprağa K-Humat uygulanmadığında 90 mg P_2O_5 (P_{90}) uygulaması ile elde edilmiştir.

Tarla denemeleri Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında tesadüf bloklarında üç faktörlü faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin fosfor alım etkinliklerini belirlemek için fosfor (0, 4 ve 8 kg), kükürt (0 ve112.5 kg S da^{-1}) ve K-Humat (0 ve 1.2 kg HA da^{-1}) uygulanmıştır. Tarla koşullarında elde edilen bulgulara göre primer ortofosfat ($H_2PO_4^-$) formunda fosfor uygulanmaları ile en yüksek PAE ve PFE uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte en fazla dekara 4 kg P_2O_5, 112.5 kg S ve 1.2 kg K-Humat uygulamaları ile elde edilmiştir. PGAO ise dekara 4 kg P_2O_5 uygulaması ile belirlenmiştir. Sekonder ortofosfat (HPO_4^{--}) formunda fosfor uygulanmaları ile en yüksek PAE dekara 4 kg P_2O, veya 1.2 kg K-Humat uygulamaları ile bulunurken, PPE 8 kg P_2O_5 veya 1.2 kg K-Humat uygulamaları ile bulunmuştur. En fazla PGAO ise dekara 4 kg P_2O_5 uygulaması ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, fosfor alım etkinlikleri, fosfor, kükürt, K-Humat, verim

ABSTRACT
PhD THESIS
Application of K-Humate and Sulphur Effects on the Phosphorus Uptake Efficiency of Bread Wheat (*Triticum aestivum L.*)

Ahmed Mohammed YOSSIF Mohammed
THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

Advisor: Prof. Dr. Sait GEZGİN
2021, 123 Pages
Jury
Prof. Dr. Sait GEZGİN
Prof. Dr. Ali TOPAL
Prof. Dr. Süleyman TABAN
Prof. Dr. Selim EKER
Prof. Dr. Mehmet HAMURCU

This study was carried out in a greenhouse and field conditions to determine the effects of increasing phosphorus, elemental (powder) sulfur, and K-Humat applications when phosphorus applied in 2 different forms (MAP-$H_2PO_4^-$ and DAP-$HPO_4^{=}$) on the phosphorus uptake efficiency of bread wheat in a calcareous and basic reaction soil.

For this purpose, phosphorus (0, 30, 60, and 90 mg P_2O_5 kg^{-1}) and K-Humat (0, 200, and 400 mg HA kg^{-1}) were applied to Bayraktar 2000 bread wheat variety to determine the phosphorus uptake efficiency of the plant in the greenhouse experiment. The greenhouse experiments were established according to Completely Randomized Design within three replications. According to the results obtained in the greenhouse, the application of phosphorus in the form of primary orthophosphate (H_2PO_4-), the highest varies of the APUE, PPUE, and ARPUE determined on the application 30 mg P_2O_5 (P_{30}) without K-Humat application to 1 kg of soil (P_{30}*HA_0), only 30 mg P_2O_5 (P_{30}*HA_0)or 90 mg P_2O_5 without K-Humat application to 1 kg of soil, and 30 mg P2O5 (P30) with 400 mg K-Humat application (P_{30}*HA_{400}) to 1 kg of soil respectively. Besides that, the highest APUE and PPUE are determined by the applications of 30 mg P_2O_5 with 400 mg K-Humate (P_{30}*HA_{400}) together to 1 kg of soil with the application of phosphorus in the form of secondary orthophosphate (HPO_4^{--}), while the highest ARPUE determined by 90 mg P_2O_5 (P_{90}) without K-Humate application to 1 kg soil.

Also, in the field experiments were established and carried out in the experimental area of Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute according to a three-factor factorial Randomized Complete Block Design in 4 replications. Phosphorus (0, 4, and 8 kg P_2O_5 da^{-1}), sulfur (0 and 112.5 kg S da^{-1}), and K-Humat (0 and 1.2 kg HA da^{-1}) were applied on the soil to determine the effects of applications of them on the phosphorus uptake efficiency of Bayraktar 2000 bread wheat plant. According to the results obtained in dry field conditions, the phosphorus application in the form of primary orthophosphate ($H_2PO_4^-$) with kükürt and K-Humat applications, the highest rate APUE and PPUE values obtained with 4 kg P_2O_5, 112.5 kg S, and 1.2 kg K-Humat applications per decare. Also, the ARPUE was determined by application of 4 kg P_2O_5 per decare. While with phosphor applications in the form of secondary orthophosphate (HPO_4^{--}), the highest APUE was found with 4 kg P_2O_5, or 1.2 kg K-Humat applications per decare, PPUE was found with 8 kg P_2O_5, or 1.2 kg K-Humat applications. Also, the highest ARPUE was determined by the application of 4 kg P_2O_5 per decare.

Keywords: Bread wheat, phosphorus use efficiency, phosphorus, K-Humate, sulphur, yield

ÖNSÖZ

Doktora tezimin planlanması, araştırma denemelerimin yürütülmesi ve tez yazım aşamalarında sabrıyla bana yol gösteren ve her zaman maddi, manevi destekleriyle yanımda olan kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sait GEZGİN'e, tez izleme komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Ali TOPAL ve Prof. Dr. Mehmet HAMURCU hocalarıma ve onların nezdinde Selçuk Üniversitesi'ne, tarla denemelerimin kurulması ve yürütülmesi aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Rıfat Zafer ARISOY, Zir. Yük. Müh. Yasin KAYA ve Zir. Yük. Müh. Fevzi PARTİGÖÇ'e ve onların nezdinde Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne, denemelerimde sera ve laboratuvar analizlerine yardımcı olan Doç. Dr. Ummahan ÇETİN KARACA hocama, Öğr. Gör. Nesim DURSUN'a, Dr. Öğr. Üyesi Fatma GÖKMEN YILMAZ hocama, Kimyager Ali KAHRAMAN'a ve tez yazımımda yardımcı olan Prof. Dr. Mehmet ZENGİN hocama, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümündeki diğer kıymetli hocalarıma ve bu süreçte desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma ve Konya'da yüksek öğrenimlerini sürdüren Sudanlı öğrencilere, bana bu eğitim fırsatını sağlayan Sudan Tarım, Hayvancılık ve Sulama Bakanlığı Hartum Eyaletine ve Türkiye Burslarına, Bilimsel Araştırma Projelerine (BAP) ve Türkiye Cumhuriyeti Devleti'ne teşekkürlerimi sunuyorum.

Bütün bu araştırma ve öğrenim sürecinde her zaman maddi, manevi büyük destekleriyle yanımda olan büyük ailem; babama, anneme ve kardeşlerime ve küçük ailem; kıymetli eşim Marwa Babiker Bala ABDELRAHMAN'a ve benim canım kızlarım Manar ile Mishkat'a şükranlarımı sunuyorum.

Ahmed Mohammed YOSSIF Mohammed

KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **x**

ÇİZELGELER LİSTESİ ..... **xi**

1.GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2.1. Fosfor Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar 3
2.2. Kükürt Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar 6
2.3. K-Humat Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar 7
2.4. Fosfor, Kükürt ve K-Humat'ın Birlikte Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar 9

3. MATERYAL VE YÖNTEM **12**

3.1. Sera Denemeleri 12
3.1.1. Bitki örneklerde yapılan ölçüm ve analizler 14
3.1.1.1. Bitki kuru madde miktarı 14
3.1.1.2. Bitki örneklerinin analize hazırlanması 15
3.1.1.3. Bitki örneklerinin analizi 15
3.2. Tarla Denemeleri 15
3.2.1. Tarla denemelerinin kurulduğu yerin iklim özellikleri 16
3.2.2. Tarla denemelerinin kurulması ve yürütülmesi 17
3.2.3 Tarla denemelerinde yapılan ölçüm ve analizler 19
3.2.3.1. Bayrak yaprağı fosfor kapsamı (%) 19
3.2.3.2. Bitki boyu 19
3.2.3.3. Tane verimi 19
3.2.3.4. Hasat indeksi 19
3.2.3.5. Biyolojik verim (BV) 19
3.2.3.7. Metrekarede başak sayısı 20
3.2.3.8. Başakta tane sayısı 20
3.2.3.9. Gluten indeksi 20
3.2.3.10. Sap ve tane fosfor kapsamı 20
3.2.3.11. Tane protein içeriği 21
3.3. Fosfor alım etkinlikleri 21
3.4. İstatistiki analizler 22

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI 23

4.1. Sera Denemelerinin Sonuçları 23
4.1.1. Monoamonyum fosfat denemesinin sonuçları 23
4.1.1.1. Bitki kuru madde miktarı 23
4.1.1.2. Bitkinin fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarı 24
4.1.1.3. Fosforun alım etkinlikleri 27
4.1.2. Diamonyum fosfat denemesinin sonuçları 29
4.1.2.1. Bitki kuru madde miktarı 29
4.1.2.2. Bitkinin fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarı 31
4.1.2.3. Fosforun alım etkinlikleri 33
4.1.3. MAP ve DAP denemelerinin karşılaşması 35
4.2. Tarla Denemelerinin Sonuçları 36
4.2.1. Monoamonyum fosfat denemesinin sonuçları 36
4.2.1.1. Biyolojik verimi 36
4.2.1.2. Tane verimi 37
4.2.1.3. Hasat indeksi 39
4.2.1.4. Bitki boyu 40
4.2.1.5. Bin tane ağırlığı 41
4.2.1.6. Metrekarede başak sayısı 42
4.2.1.7. Başakta tane sayısı 43
4.2.1.8. Tane protein içeriği 44
4.2.1.9. Tane gluten indeksi (%) 45
4.2.1.10. Başaklanma döneminde bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriği 47
4.2.1.11. Hasat döneminde alınan vejetatif aksam, tane fosfor içeriği ve tüm bitki tarafından kaldırılan fosfor miktarı 48
4.2.1.12. Biyolojik verim ile belirlenen fosfor alım etkinlikleri 52
4.2.2. Diamonyum fosfat denemesinin sonuçları 55
4.2.2.1. Biyolojik verimi 55
4.2.2.2. Tane verimi 57
4.2.1.3. Hasat indeksi 58
4.2.1.4. Bitki boyu 59
4.2.2.5. Bin tane ağırlığı 59
4.2.2.6. Metrekarede başak sayısı 60
4.2.2.7. Başakta tane sayısı 61
4.2.1.8. Tane protein içeriği 62
4.2.2.9. Tane gluten indeksi 64
4.2.2.10. Başaklanma döneminde bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriği 65
4.2.2.11. Hasat döneminde alınan vejetatif aksam, tane fosfor içeriği ve tüm bitki tarafından kaldırılan fosfor miktarı 66
4.2.2.12. Biyolojik verim ile belirlenen fosfor alım etkinlikleri 69
4.2.3. Monoamonyum ve Diamonyum fosfat deneme sonuçlarının karşılaştırılması 72

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARIN TARTIŞMASI 74

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 84

KAYNAKLAR 86

EKLER 94

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

N: Azot
P: Fosfor
K: Potasyum
Ca: Kalsiyum
Mg: Magnezyum
S: Kükürt
Fe: Demir
Zn: Çinko
Mn: Mangan
Cu: Bakır
B: Bor
Cl: Klor
Na: Sodyum
MAP: Mono-amonyum Fosfat
DAP: Di-amonyum Fosfat
TSP: Triple Süper Fosfat
NH_4^+: Amonyum
NO_3^-: Nitrat
HA: K-Humat (Hümik Asit)
FA: Fulvik Asit

Kısaltmalar

kg: Kilogram
mg: Miligram
g: Gram
ml: Mililitre
L: Litre
cm: Santimetre
m^2: Metrekare
da: Dekar (1000 m^2)
ha: Hektar (10000 m^2)
KDK: Katyon Değişim Kapasitesi
Ort.: Ortalama
pH: Asitlik – alkalinlik derecesi
%: Yüzde
^oC: Santigrad Derece
EC: Electrical Conductivity (elektriksel iletkenlik)
ICP-AES: Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer
PAE: Gübre fosforunun agronomik etkinliği
PFE: Gübre fosforunun fizyolojik etkinliği
GPGAO: Gübre fosforunun geri alınma oranı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4. 1. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına (g saksı$^{-1}$) etkileri 24
Şekil 4. 2. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine (%) etkileri 25
Şekil 4. 3. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına (mg P_2O_5 saksı$^{-1}$) etkileri 26
Şekil 4. 4. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun agronomik etkinliğine (g g^{-1}) etkileri 27
Şekil 4. 5. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (g g^{-1}) etkileri 28
Şekil 4. 6. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun geri alınma oranına etkileri 29
Şekil 4. 7. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına etkileri 30
Şekil 4. 8. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğinin miktarına etkileri 32
Şekil 4. 9. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına etkileri 32
Şekil 4. 10. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun agronomik etkinliğine etkileri 34
Şekil 4. 11. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine etkileri 34
Şekil 4. 12. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun geri alınma oranına (%) etkileri 35

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3. 1. Sera ve tarla denemelerinde toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 13
Çizelge 3. 2. Tarla Denemelerin yerine (Bahri Dağdaş) ait iklim verileri. (Meteoroloji GM, 2019) 16
Çizelge 4. 1. MAP denemesinde fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının buğdayın bitkisinin kuru madde miktarı (BKM), fosfor içeriği (BPİ), kaldırdığı fosfor miktarı (BKPM), gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) ve gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları 23
Çizelge 4. 2. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına (g saksı$^{-1}$) etkileri 24
Çizelge 4. 3. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine (%) etkileri 25
Çizelge 4. 4. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına (mg P_2O_5 saksı$^{-1}$) etkileri 26
Çizelge 4. 5. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun agronomik etkinliğine etkileri 27
Çizelge 4. 6. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (g g^{-1}) etkileri 28
Çizelge 4. 7. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun geri alınma oranına (%) etkileri 29
Çizelge 4. 8. DAP denemesinde fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının buğdayın bitkisinin kuru madde miktarına (BKM), fosfor içeriği (BPİ), kaldırdığı fosfor miktarına (BKPM), Gübre fosforunun agronomik etkinliğine (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (PPE), gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları 30
Çizelge 4. 9. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına (g saksı$^{-1}$) etkileri 30
Çizelge 4. 10. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine (%) etkileri 31
Çizelge 4. 11. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına (mg P_2O_5 saksı$^{-1}$) etkileri 32
Çizelge 4. 12. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun agronomik etkinliğine (g g^{-1})etkileri 33
Çizelge 4. 13. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (g g^{-1}) etkileri 34
Çizelge 4. 14. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun geri alınma oranına (%) etkileri 35
Çizelge 4. 15. Fosfor (MAP), kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verimi, tane verimi, hasat indeksi, bitki boyu, bin tane ağırlığı, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı ve tane gluten indeksinin varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları 36
Çizelge 4. 16. Fosfor, Kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki biyolojik verimine (kg da^{-1}) etkileri 37
Çizelge 4. 17. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane verimine (kg da^{-1}) etkileri 38
Çizelge 4. 18. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının hasat indeksine etkileri 39
Çizelge 4. 19. Fosfor, kükürt, K-Humat uygulamalarının bitki boyuna (cm) etkileri 40

Çizelge 4. 20. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki bin tane ağırlığına (g) etkileri 41
Çizelge 4. 21. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve uygulamalarının m^2'de başak sayısına etkileri 42
Çizelge 4. 22. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının başakta tane sayısına etkileri 43
Çizelge 4. 23. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane protein içeriğine (%) etkileri 45
Çizelge 4. 24. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane gluten indeksine (%) etkileri 46
Çizelge 4. 25. Fosfor (MAP), kükürt ve K-Humat uygulamalarının başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (BDBYPİ), hasat döneminde bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (HDBVPİ), tane fosfor içeriği (TPİ), hasat döneminde biyolojik verim (tam bitki) ile kaldırılan fosfor miktarı (HDBVKPM), biyolojik verim ile gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), biyolojik verim ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PFE) ve biyolojik verim ile gübre fosforunun geri alınma oranı üzerine (GPGAO) varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları 47
Çizelge 4. 26. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve uygulamalarının bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriğine (%) etkiler 48
Çizelge 4. 27. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve uygulamalarının bitki (vejetatif aksamı) fosfor içeriğinin miktarı (%) etkileri 49
Çizelge 4. 28. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve uygulamalarının bitkinin dane fosfor içeriğinin miktarına (%) etkileri 50
Çizelge 4. 29. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tam bitki (biyolojik verim) ile kaldırılan fosfor miktarına (kg P_2O_5 da^{-1}) etkileri 51
Çizelge 4. 30. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim (tam bitki) ile gübre fosforunun agronomik etkinliğine (kg/kg) etkileri 52
Çizelge 4. 31. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik (tam bitki) verim ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (kg/kg) etkileri 54
Çizelge 4. 32. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim ile gübre fosforunun geri alınma oranına (%) etkileri 55
Çizelge 4. 33. Fosfor (DAP), kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verimi, tane verimi, bitki boyu, bin tane ağırlığı, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı, tane protein ve tane gluten indeksine ait varyans analiz sonuçları 56
Çizelge 4. 34. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verimine (kg da^{-1}) etkileri 56
Çizelge 4. 35. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane verimine (kg da^{-1}) etkileri 57
Çizelge 4. 36. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının hasat indeksine etkileri 58
Çizelge 4. 37. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki boyuna (cm) Etkileri 59
Çizelge 4. 38. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bin tane ağırlığına (g) etkileri 60
Çizelge 4. 39. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının m^2'deki başak sayısına etkileri 61
Çizelge 4. 40. Fosfor, kükürt K-Humat uygulamalarının başakta tane sayısına etkileri 62
Çizelge 4. 41. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane gluten indeksine (%) etkileri 63
Çizelge 4. 42. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane gluten indeksine (%) etkileri 64

Çizelge 4. 43. Fosfor (DAP), kükürt ve K-Humat uygulamalarının başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (BDBYPİ), hasat döneminde bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (HDBVPİ), tane fosfor içeriği (TPİ), hasat döneminde biyolojik verim (tam bitki) ile kaldırılan fosfor miktarı (HDBVKPM), biyolojik verim ile gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), biyolojik verim ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PFE) ve biyolojik verim ile gübre fosforunun geri alınma oranı üzerine (GPGAO) varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları 65
Çizelge 4. 44. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriğine (%) etkileri 66
Çizelge 4. 45. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve fosfor uygulamalarının bitki (vejetatif aksamı) fosfor içeriğinin miktarına (%) etkileri 67
Çizelge 4. 46. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki tane fosfor içeriğine (%) etkileri 68
Çizelge 4. 47. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tam bitki (biyolojik verim) ile kaldırılan fosfor miktarına etkileri 69
Çizelge 4. 48. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim (tam bitki) ile gübre fosforunun agronomik etkinliğine (kg kg^{-1}) etkileri 70
Çizelge 4. 49. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim (tam bitki) ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (kg kg^{-1}) etkileri 71
Çizelge 4. 50. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim (tam bitki) ile gübre fosforunun geri alınma oranına (%) etkileri 72

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde kalite ve verim artışlarında en önemli gelişim faktörlerinden birisi de gübreler ve gübrelemedir. Örneğin dünya tahıl verim ortalamasının 1950'de 1.13 ton ha^{-1}'dan, 1990'da 2.76 ton ha^{-1}'a çıkmasında, başta çeşit ıslahı ve diğer unsurlarla birlikte gübre kullanımının da önemli rol oynadığı (Akhtar ve ark., 2016; Brown, 1996), 2030'a kadar kişi başına üretimin aynı düzeyi muhafaza edebilmesi için kimyasal gübre kullanımının da muhtemelen ikiye katlanacağı (Gilland, 1993) bildirilmektedir. Bütün dünyada bitkisel üretimde kimyasal gübrelerle azottan sonra en fazla tüketilen besin elementi fosfordur. Bu şekilde gübre kullanımında artış tahminleri yapılırken, bir yandan da ekolojik ve ekonomik sorunlar nedeniyle dünya genelinde ekstansif tarım uygulamalarının benimsenme oranının artabileceği ve bunun da gübre kullanımını azaltma ihtimali olduğu (Clarkson, 1981) şeklinde literatür bilgisi de bulunmaktadır.

Kişi başına üretimi düşürmeden gübre kullanımını azaltmanın ancak bitkilerin besin maddesi kullanma etkinliğini arttırmakla mümkün olabileceği bilinmektedir (Smil, 1997). Çünkü fosforlu gübrelerle topraklara fosfor uygulandığında toprağın pH, kireç miktarı, organik madde miktarı, çözünür Ca, Mg, Al, Mn gibi 2 ve 3 değerlikli katyonların miktarı, kil miktarı ve tipi, toprağın su miktarı, sıcaklık ve gübrenin uygulama şekline bağlı olarak büyük kısmının (%70-90) fiksasyonu nedeniyle bitkiler tarafından alınmasının güçleşmektedir (Bertrand ve ark., 2006).. Ayrıca toprakta difüzyon katsayısı, dolayısıyla hareketliliği zayıf olan fosforun kök bölgesindeki bölümü tüketildiği anda kalan kısmının bitkiler tarafından kullanılması mümkün olmayacağından (Clarkson, 1981) etkinliği düşük olmaktadır. Nitekim bir çok araştırmada, yüzeye verilen fosforun buğday tarafından alınma etkinliği %8 düzeyinde kalırken, banda verildiğinde %16 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Sander ve ark., 1990; Sander ve ark., 1991). Diğer taraftan da dünyadaki fosfat rezervinin büyük bir kısmının tarımda kullanılan fosforlu gübrelerin üretimi için kullanıldığı, kullanılan miktarın her yıl artmakta olduğu, ham fosfat rezervlerinin azalması ve ömrünün çok az olması sebebiyle tarımda bitkilerin fosfor alım etkinliğinin artırılarak mevcut kaynakların kullanım ömrünün uzatılmasının önemi üzerinde durulmaktadır (Lin ve Huybers, 2012).

Bitkilerin fosfor alım etkinliği, ıslah çalışmaları ile bitkilerin toprakta çözünürlüğü düşük fosfordan yararlanmasının artırılması, toprakta fosforun

fiksasyonunun azaltılması yada fikse edilen fosforun çözünmesini ve difüzyonunu artırabilecek bazı uygulamalar ile belli oranlarda artırılabileceğini beyan eden çalışmalar bulunmaktadır. Bu kapsamda kullanılabilecek maddelerin başında ise elementel kükürt ve K-Humat gelmektedir. Çünkü elementel kükürt topraklara uygulandığında kükürt bakterileri tarafından sülfata okside edilerek sülfürik asit oluşmakta ve bu asitin iyonlaşması sonucu açığa H^+ iyonları çıkmaktadır. Açığa çıkan H^+ iyonları toprak reaksiyonunun düşürmekte ve ve çözünürlüğü düşük $CaHPO_4$ ve $Ca_3(PO_4)_2$ bileşiklerinin çözünmesini sağlamaktadır. Böylelikle fosforun elverişliliğini ve bitkilerin fosfor alım etkinliğini artırabilmektedir (Kartekin, 2014). Aynı şekilde birçok araştırıcı (Chen ve Aviad, 1990; Bidegain ve ark., 2000; Çimrin ve ark., 2001; Erkoç, 2009; Karaçal ve Tüfenkçi, 2010; Kartekin, 2014) tarafından da ifade edildiği gibi topraklara kimyasal gübrelerle uygulanan K-Humat, kimyasal gübre tanelerinin çevresinde mikrobiyal aktivitenin artmasını sağlayarak oluşan organik bileşiklerle hem ortafosfat iyonlarının fiksasyonunun azalmasına hemde fikse edilmiş ortofosfat iyonlarının çözünmesini sağlamakla birlikte difüzyon katsayısının ve bitki kök gelişiminin artmasına neden olarak bitkilerin fosfor alım etkiliğini olumlu yönde etkilemektedir.

Bu çalışma, kireçli ve bazik reaksiyonlu bir toprakta 2 farklı formda ($H_2PO_4^-$ ve $HPO_4^{=}$) ve artan miktarlarda uygulanan fosfor, elementel (toz) kükürt ve K-Humat uygulamalarının un ekmeklik buğday bitkisinin fosfor alım etkinliği üzerine etkilerini belirlemek için yürütülmüştür.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tarım sektöründe kimyasal gübrelerin ve tarım ilaçlarının kullanılması, gıda eksikliğiyle karşı karşıya kalan dünyada bitkisel üretimin artırılmasının sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Sharma ve Singhvi, 2017).

Akhtar ve ark. (2016)'na göre fosfor (P) sınırlı, yenilenemez ve doğal bir kaynak olmakla birlikte, bitki metabolik ve gelişimsel süreçleri için hayati bir ana besindir.

Buğday, insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında dünyada ve Türkiye'de ekiliş ve üretim bakımından ilk sırada yer almaktadır. Bunun sebebi, buğday bitkisinin geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasıdır. Ayrıca, buğday tanesi uygun besleme değeri, saklama ve işlenmesindeki kolaylıklar nedeniyle yaklaşık olarak 50 ülkenin temel besini durumundadır. Buğday, dünya nüfusuna bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanan toplam kalorinin yaklaşık %20'sini sağlamaktadır. Bu oran Türkiye'de % 43'tür (Tayat, 2014).

Türkiye tarım topraklarının %85'nin bazik reaksiyonlu, %60'nin kireçli, %99'nun organik maddece fakir ve yaklaşık %50'sinin ince bünyeli olmasına bağlı olarak kimyasal gübrelerle bitkilere uygulanan fosforun alım etkinliği de düşük olmaktadır.

2.1. Fosfor Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar

Alkalin reaksiyonlu topraklarda ortofosfat iyonlarının Ca ve Mg ile çözünürlüğü düşük tuzlar oluşturması nedeniyle elverişli fosfor miktarı ve bitkilerin fosfor alım etkinliği düşüktür (Goos ve Johnson, 2001; Manzar-ul-Alam ve ark., 2005; Korkmaz ve ark., 2009), ayrıca kil içeriği yüksek alkalin reksiyonlu topraklarda oluşturduğu tuzların çözünürlüğü ve difüzyon katsayısı arasındaki farklılıklara bağlı olarak bitkiler, $H_2PO_4^-$ 'tan $HPO_4^{=}$'a göre daha fazla yararlanırlar (Olsen ve Flowerday, 1971; Barber, 1980).

Valizadeh ve ark. (2017) tarafından kuru şartlarda farklı arpa genotiplerine (Dayton Rany, Sahand, Abidar, URB81/5, URB81/3, Dari/ERB85/1, URB82/9, ERB86/9 ve Dari-ERB87/2) uygulanan artan seviyelerdeki fosforun (0, 15, 30 ve 45 kg P_2O_5 ha^{-1}), biyomas ve tane verimi ile bitkilerin fosfor alımına etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışma sonucunda, uygulanan fosfor miktarının artışına parelel olarak

biyomas ve tane verimi ile bitkinin hem vejatatif hem de tanesinde P konsantrasyonun arttığını belirlemişlerdir.

Sera koşullarında hafif alkalin toprağa uygulanan fosfor miktarının (0, 30, 60, 120 and 240 mg P_2O_5 kg^{-1}) artışı ile buğdayın (NIA-Sunder NIA-Saarang) kuru madde verimi ve fosfor alımı istatistiki olarak önemli düzeyde (p<%5) artarken, agronomik ve fizyolojik fosfor alım ekinliğinin önemli (p<%5) düzeyde azaldığınıbulmuşlardır (Irfan ve ark., 2018).

Papadopoulos (1985), kireçli ve bazik reaksiyonlu bir toprağa 0, 15, 30 ve 45 mg P kg^{-1} miktarlarında fosforu mono amonyum fosfat (MAP), di amonyum fosfat (DAP) ve triple süper fosfat (TSP) formunda uygulayarak yaptığı bir çalışmada, arpa bitkisinin fosfor geri alınma oranının ve hasattan sonra toprakta kalan elverişli fosfor miktarının uygulanan fosfor miktarı ve formuna göre istatistiki olarak önemli (p<0.05) düzeyde değiştiğini belirlemiştir. Ayrıca her üç fosfor formu ile uygulanan fosfor miktarının artışına paralel olarak arpa bitkisinde fosforun geri alınma oranının azaldığı, toprakta kalan elverişli fosfor miktarının arttığı bildirmiştir. Uygulanan fosforun geri alınma oranının, 15 mg P kg^{-1} uygulamasında en yüksek DAP gübresinde (%37) olduğunu, bunu sırasıyla TSP gübresi (%19) ve MAP gübresinin (%8) takip ettiğini; 30 ve 45 mg P kg^{-1} uygulamalarında ise sırasıyla en yüksek TSP gübresi (%30 ve %51) olduğunu bunu MAP gübresi (%30 ve %40) ve DAP gübresinin (%16 ve %13) izlediğini bildirmişlerdir. 15 mg P kg^{-1} uygulamasında fosforun geri alınma oranının DAP gübresinde diğerlerine göre daha yüksek olması, gübre ile uygulanan NH_4^+ azotu miktarının düşük olması nedeniyle gübre granülü çevresinde pH yükselmesinin olmamasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca $HPO_4^=$ formunda fosfor içeren DAP gübresi ile uygulanan fosforun bitkiyle geri alınma oranının ve toprakta kalan elverişli fosfor miktarının $H_2PO_4^-$ formunda fosfor içeren MAP ve TSP gübrelerine göre daha düşük olmasının kireçli topraklarda bu gübrelerle uygulanan amonyum (NH_4^+) azotunun amonyağa (NH_3) dönüşmesiyle gübre granülü çevresinde pH artışının da etkisiyle $HPO_4^=$'un Ca ve Mg iyonları ile $H_2PO_4^-$'a göre çözünürlüğü daha düşük tuzlar oluşturmasından kaynaklandığını bildirmiştir.

Adams (1982) tarafından asit reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen sorgum-sudan otu (Sorgum bicolor x S. sudaness L.) bitkisine diamonyum fosfat (DAP $(NH_4)_2HPO_4$) ve monokalsiyum dihidrojen fosfat (MCP= $Ca(H_2PO_4)_2$) gübrelerle fosfor (0, 75, 150 ve 300 mg P kg^{-1}) ve sönmüş kireç ($Ca(OH)_2$) (0, 0.42, 0.82, 1.64 ve 2.60 meq/100 g) uyguladıkları çalışmada, uygulanan P ve kireç miktarının artışıyla elverişli P miktarının

arttığını, bu artışların MCP uygulamalarında DAP'a göre daha fazla olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, toprak çözeltisinin pH'sının MCP uygulamalarında DAP'a göre daha düşük olduğundan, toprak çözeltisinde kalsiyum miktarının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Majeed ve ark. (2014) tarafından Faisalabad'ta tarla şartlarında buğday bitkisine 0, 60, 90 ve 120 kg P ha^{-1} diamonyum fosfat ($(NH_4)_2HPO_4$) ve nitrophos (NP) olmak üzere iki farklı formda uygulayarak yürüttükleri çalışma sonucunda, hem DAP hem de NP gübreleri ile uygulanan P miktarının artışına paralel olarak buğday bitkisinin boyunda, başakta tane sayısında, metrekarede başak sayısında, 1000 tane ağırlığında, dane ve saman veriminde istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) derecede artışların olduğunu, agronomik fosfor alım etkinliğinin ise azaldığı belirlemişlerdir. Bunun yanında DAP gübresinin saman verimi, başakta tane sayısı ve metrekarede başak sayısına olumlu etkisi NP gübresine göre daha yüksek bulunurken, NP gübresinin bin tane ağırlığı, dane verimi ve agronomik fosfor alım etkinliğine olumlu etkisinin DAP'a göre daha yüksek olduğu belirlemişlerdir.

Saeed ve ark. (2017) alkalin bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisine artan miktarda fosfor (0, 50, 100, 150 ve 200 kg P ha^{-1}, DAP) uyguladıkları bir çalışma sonucunda uygulanan fosfor miktarının artışına bağlı olarak mısır bitkisinin tane ve sap veriminin ve agronomik fosfor alım etkinliğinin (PAE) önemli düzeyde arttığını belirlemişlerdir.

Akhtar ve ark. (2011) sera koşullarda bazik bir toprağa süper-fosfat formunda 0, 25, 50, 100, 150 ve 200 mg P kg^{-1} miktarlarında fosfor uygulayarak yaptıkları bir çalışmada uygulanan fosfor miktarının artışı ile buğday bitkisinin kuru madde verimi, fosfor alımı ve fizyolojik fosfor alım etkinliğinin önemli ($p<0.05$) derecede arttığını belirlemişlerdir.

Akhtar ve ark. (2016) Pakistan'da mısır-buğday (Bagh toprağının pH'sı 7.74), yem bitkisi-buğday (Bhalwal toprağının pH'sı 8.08) ve çeltik-buğday (Shahpur toprağının pH'sı 8.11) münavebe sisteminin uygulandığı üç farklı bölgede alkalin reaksiyonlu ve kalkerli toprakta yetiştirilen buğday bitkisinin tane verimi ve fosfor alım etkinliğine etkilerini belirlemek amacıyla 0, 44, 66 ve 88 kg P_2O_5 ha^{-1} seviyelerinde fosforu diamonyum fosfat (DAP), fosforik asit (PA) ve triple süperfosfat (TSP) gübreleri ile ekimde serpme, banda ve ekimden hemen sonra damla sulamayla olmak üzere üç farklı şekilde uygulayarak bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, üç farklı bölgede yürütülen tarla denemelerinin ortalaması olarak buğday tane verimi fosforun

sıvı fosforik asit (PA) formunda uygulanmasıyla diğer gübrelere (DAP ve TSP) göre %16 oranında daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, buğday tane verimi ve fosfor alım etkinliğinin gübre çeşidi, uygulanan fosfor miktarı ve gübrelerin uygulama metodlarına göre istatistiki olarak önemli düzeyde değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Her üç denemede de en yüksek tane verimi ve fosfor alım etkinliği fosforik asitin ekimde tohum altına banda uygulamasıyla elde edilirken bunu sırasıyla PA, DAP ve TSP gübrelerinin damlama ile uygulamaları, ve DAP ve TSP'nin serpme uygulamalarının takip ettiğini belirlemişlerdr.Ayrıca üç denemede de agronomik fosfor alım etkinliği ve fosfor geri alınma oranının en düşük fosfor (44 kg P_2O_5 ha^{-1}) uygulaması ile en yüksek düzeyde olduğu, uygulanan fosfor miktarının artışıyla azaldığını bulmuşlardır.

2.2. Kükürt Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar

Topraktaki kükürt döngüsünde mikrobiyal biyomas önemli bir anahtardır. Bu mikroorganizmalar tarıma önemli katkılar sunarken aynı zamanda çevreden toksik H_2S uzaklaşmasında önemli rol oynarlar. Kükürt'ü okside eden bakterilerin çoğu Thiobacillus, Thiothrix, Thiomicrospira, Achromatium ve Desulfuromonas türlerine aittir. Ancak, kükürt bileşiklerinin oksidasyonu gerçek kükürt bakterileriyle sınırlı değildir; bu süreç aynı zamanda toprak ve deniz ortamından izole edilen hetotrofik bakterilerden oluşur (Das ve ark., 1996). Ayrıca, Thiobacillus'ların çoğu tarım topraklarında önemli sayıda bulunmadığı rapor edilmiştir (Chapman, 1990; Lawrence ve Germida, 1991).

Kükürt uygulamları, kireçli ve alkalin topraklarda pH'yı düşürür ve bazı bitki besin elementlerin alımını kolaylaştırır. Kükürt aynı zamanda sodyumlu toprakların şartlarını iyileştirir ve bazı bitki patojenlerini kontrol etmektedir (Kertesz ve Mirleau, 2004).

Kükürt bakterileri, indirgenmiş veya kısmen yükseltgenmiş inorganik kükürt bileşiklerini oksitleme kabiliyetini paylaşan heterojen bir organizma grubu içermektedir. Thiobacillus'lar toprakta kükürt oksidasyonunda önemli rol oynamakta ve böylece toprak verimliliğinin artırılmasına katkı sağlamaktadırlar. Bu olay, bitkiler tarafından kullanılabilen sülfat oluşumuna yol açmakta, oksidasyon ile üretilen asitlik bitki besin

maddelerinin çözünmesine yardımcı olmakta ve alkali toprakları iyileştirmektedir (Hitsuda ve ark., 2005).

Yüksek alkalin ve Ca içeren topraklarda elementel kükürt (S°) uygulamalarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, toprakta kükürdün mikrobiyalların oksidasyonuyla üretilen sülfürik asit (H_2SO_4)'ın toprak pH'sını düşürmesiyle toprakta başta fosfor olmak üzere besin elementlerinin elverişliliğini artırdığı belirlenmiştir (DeLuca ve ark., 1989).

Amin (2018), tarla şartlarında bazik reaksiyonlu bir toprağa kükürt (476 kg ha^{-1}) ve ahır gübresi (20 kg ha^{-1}) uygulamalarının mısır bitkisinin verimi ve fosfor alım etkinliğini istatistiki ($p<0.05$) bakımdan önemli etki yaptığını ve kontrole göre artışların olduğunu bildirmiştir.

Khan ve ark. (2006), tarla koşullarında bazik bir toprağa uygulanan artan kükürt (0, 20, 40, 60, 80, 100, ve 120 kg S ha^{-1}) dozlarının mısırın verim ve verim unsurlarına etkilerinin araştırdıkları bir çalışmada, Kükürt'ün 100 kg S ha^{-1} dozuna kadar artışıyla, kontrole göre toplam kuru madde, tane verimi ve 1000 tane ağırlığını önemli derecede arttığını daha fazla S uygulamasının incelenen özellikleri azalttığını bildirmişlerdir.

Sera koşullarında nötr reaksiyonlu (pH=7.25) bir toprağa farklı miktarlarda kükürt (0, 32, 160 ve 640 mg S kg^{-1}, elementel S) ve çinko (0, 250 ve 1000 mg Zn kg^{-1}, çinko nitrat-$Zn(NO_3)_2$) uygulamaların mısır bitkisinin kuru madde verimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda, kükürt uygulamalarının artışı ile bitki kuru madde verimin arttığını belirlemişlerdir (Cui ve Zhao, 2011).

2.3. K-Humat Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar

Humik maddeler yeterli mineral gübrelemenin yapıldığı koşullarda bitki gelişimi üzerine olumlu yönde etki etmektedir. Yapılan araştırmalarda humik maddelerin tohum çimlenmesini, kök çıkışını, fidelerin büyümesini ve gövde gelişimini artırdığı, kimi makro ve mikro besin elementlerinin alınımını ve bitki içerisinde taşınmasını teşvik ettiği ve bitkilerde büyüme hormonlarına benzer davranışlar sergileyebildiği bildirilmiştir (Chen ve Aviad, 1990).

Toprak düzenleyici madde olarak K-Humat, toprağa organik karbon kazandırarak mikroorganizma aktivitesini olumlu yönde etkileyip besin elementlerinin elverişliliğini ve sahip olduğu fonksiyonel gruplarla bitki besin elementleri ile kompleks

oluşturup kayıplarının azalması ve bitkilerce alımını artırarak, parçalanmasıyla açığa çıkan fito hormonlarla bitki kök gelişimini olumlu yönde etkileyerek bitki gelişimine ve bitki besin elementlerinin alım etkinliği üzerine olumlu etki yapmaktadır (Akıncı, 2011).

Bazik reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisine katı ve sıvı formda 1000 mg hümik asit kg^{-1} ile birlikte iki farklı düzeyde NPK (NPK1=150 mg N kg^{-1}+50 mg P kg^{-1}+40 mg K kg^{-1} ve NPK2= 300 mg N kg^{-1}+100 mg P kg^{-1}+80 mg K kg^{-1}) uyguladıkları bir çalışma sonucunda, katı ve sıvı formda uygulanan hümik asidin kontrole göre bitkinin fosfor alımını önemli düzeyde artırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca bitki kuru madde veriminin sıvı formda hümik asit uygulamalarında katı formda hümik asit uygulamalarına göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Çimrin ve ark., 2001).

Gezgin ve ark. (2008) tarafından sera şartlarında tuzlu ve hafif alkalin reaksiyonlu toprağa uygulanan 4 farklı humik asit (K-Humat) kaynağının [1- TKİ-Hümas (Sıvı, %12 HA, pH=11-13), 2-A (Katı, %50 HA), 3-B (Sıvı, %24 HA pH=4.7) ve 4-C (Sıvı, %15 HA, pH=4.5] ve dozlarının (0, 250, 500 ve 1000 mg HA kg^{-1}) marul bitkisinin verim ve bazı besin elementleri içeriğine etkilerini belirlemek için yaptıkları bir çalışma sonucunda, TKİ-Hümas ve C kaynağı formunda uygulanan HA miktarının artışına paralel olarak bitki kuru maddesinin arttığını, diğer kaynaklar şeklinde HA uygulamalarında ise değişken kuru madde verim değerleri bulmuşlardır. Ayrıca, TKİ-Hümas ve A kaynakları formunda 500 mg HA kg^{-1}'e kadar uygulamasıyla bitki bünyesinde P miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Suudi Arabistan'da tarla şartlarında hafif bazik reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisine katı şekilde 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 kg HA ha^{-1} seviyelerinde K-Humat uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, mısırın kuru madde verimi, bitki boyu ve fosfor alımının, uygulanan HA miktarının artışı ile kontrole göre istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli düzeylerde arttığı ve en fazla ve ekonomik artışın 25 kg HA ha^{-1} uygulamasıyla elde edildiği belirtmişlerdir (Daur ve Bakhashwain, 2013).

Khaneghah ve ark. (2012) bazik reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen mısır genotiplerine (ZP677, Golden west, OS499, ZP434, Ns540 and Single Cross 704) uygulanan peat ve leonardit'ten elde edilen 2 farklı sıvı K-Humat'ın etkilerinin tarla koşullarında araştırıldıkları çalışma sonucunda, mısır bitkisinin biyolojik ve tane veriminin kontrole göre K-Humat uygulamaları ile önemli düzeyde arttığını, bu artışların leonardit bazlı K-Humat uygulamalarında peat bazlı K-Humat'a göre çok daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

2.4. Fosfor, Kükürt ve K-Humat'ın Birlikte Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Yapılan Çalışmalar

El-Etr ve ark. (2011) tarla şartlarında bazik reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen mısır ve susam bitkilerine süper fosfat ve ham kaya fosfat formlarında 0, 52 ve 71 kg P_2O_5 ha^{-1} seviyelerinde fosfor ve 48 ve 71 lt HA ha^{-1} seviyelerinde K-Humat uygulamalarının bitkilerinin verimi ve fosfor geri alınma oranı (PGAO) üzerine etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, bitkilerin tane ve saman verimleri ve fosforun geri alınma oranının uygulanan fosfor ve K-Humat artışı ile arttığı, bu artışların süper fosfat uygulamalarında, ham kaya fosfat uygulamalarına göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Tarla koşullarında alkalin reaksiyonlu bir toprakta elementel kükürt (0, 125, 250, 375 g S m^{-2}) ve humik asit (0, 10, 20, 30 g HA m^{-2}) uygulamalarının ıspanak bitkisinin verim ve besin elementi içerikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, S uygulamalarına bağlı olarak bitki P içeriği önemli miktarda artarken, verim değerlerinin azaldığı, HA uygulamalarıyla bitki P içeriklerinin artışı ile birlikte verim değerlerinin de önemli artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, en yüksek bitki P içerikleri (%0.56) hem 20 hem de 30 g m^{-2} HA ile 250 g S m^{-2} interaksiyonlarında, en düşük bitki P içerikleri (%0.33) ise kontrol ve 10 g HA m^{-2} ile 125 g S m^{-2} interaksiyonlarında elde edildiğini bildirmişlerdir (Ayas ve Gulser, 2005).

Tarla şartlarında bazik reaksiyonlu toprakta yetiştirilen Göynük-98 çeşidi bodur kuru fasulye bitkisine TKİ-Hümas (0, 4, 8, 12 lt da^{-1}) ve di amonyum fosfat (DAP) formunda 0, 5, 7.5 ve 10 P_2O_5 kg da^{-1} fosfor uygulamalarının bitkinin verim ve kalite unsurları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışma sonucunda, TKİ-Hümas ve fosfor uygulamalarının fasulye bitkisinin tane verimi ve yaprak fosfor miktarını kontrole göre önemli derecede arttırdığını tespit etmişlerdir (Mtua ve ark., 2016).

Sera koşullarında bazik reaksiyonlu toprakta yetiştirilen domates bitkisine triple süper fosfat (TSP) formunda 0, 8.60, 17.2 ve 25.80 kg P_2O_5 da^{-1} fosfor ve 0, 50, 100 ve 150 kg da^{-1} elementel toz kükürt uyguladıkları çalışma sonucunda, artan P ve elementel toz kükürt uygulamalarıyla bitki yapraklarının P içerikleri ve meyve veriminde artışlar belirlemiştir. Ayrıca aynı araştırıcı tarafından yapılna başka bir çalışmada ise triple süper fosfat (TSP) formunda 0, 8.60, 17.2 ve 25.80 kg P_2O_5 da^{-1} fosfor ve 0, 25, 50 ve

75 kg da^{-1} leonardit uyguladıkları çalışma sonucunda, artan miktarlarda P uygulaması ile bitki yapraklarının P içerikleri ve meyve veriminde ve artan miktarlarda leonardit uygulamaları ile de meyve veriminde istatistiki olarak önemli düzeylerde artış olduğunu bildirmiştir (Erkoç, 2009).

Erdal ve ark. (2000), tarla şartlarında kireçli toprağa artan miktarlarda hümik asit (0, 250 ve 500 mg HA kg^{-1}) ve fosfor (0, 20, 40 ve 80 mg P kg^{-1}) uyguladıkları bir çalışma sonucunda, mısır bitkisinin gelişimi ve P alımının hümik asit ve P uygulamarına bağlı olarak değiştiğini, artan P uygulaması ile bitkinin P içeriği ve alımının arttığını belirlemişlerdir.

Gök (2007), sera koşullarında bazik reaksiyonlu toprakta üç farklı mısır genotipine (Sele, Brasco ve Tiater), mono kalsiyum fosfat (CaH_2PO_4) formunda (0, 25, 50, 100 ve 200 mg P kg^{-1}) fosfor, amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$) formunda S (0 ve 100 mg S kg^{-1}) ve Çinko sülfat ($ZnSO_4.7H_2O$) formunda (0 ve 5 mg Zn kg^{-1}) çinko uygulamalarının etkilerini araştırdıkları çalışmada, fosfor uygulamasıyla tüm mısır çeşitlerinde kuru madde verimi ile bitkinin P içeriği ve alımının önemli derecede arttırdığını, S uygulanmasında ise Tiater genotipinin kuru madde verimi ile bitkinin P içeriğinde ve alımında artış olurken, Brasco ve Sele genotiplerinde bitki kuru madde verimi azalırken, bitki P miktarının arttığını belirlemiştir. Ayrıca, S uygulaması Brasco genotipinde bitki P alımını azaltırken Sele genotipinde artış meydana getirdiğini belirlemiştir.

Ispanak bitkisine bazik reaksiyonlu toprakta elementel kükürt (0, 125, 250 ve 375 g S m^{-2}) ve humik asit (0, 10, 20 ve 30 g HA m^{-2}) uygulamalarının toprak reaksiyonu ve bitkinin mikro element içeriğine etkilerinin araştırıldığı çalışma sonucunda, kükürt ve humik asit uygulamalarıyla toprak reaksiyonunun (pH) önemli düzeyde azaldığı belirlemişlerdir (Gülser ve Ayaş, 2016).

Montana'da sera ve tarla koşullarında yürütülen çalışmalarda, yüksek pH ve kireçli üç farklı toprakta banda uygulanan elementel kükürt (S), triple süper fosfat (P) ile Thiobacillus thioparus (T) uygulamlarının (Kontrol, S, P, S+P, T, S+T, P+T, S+P+T) buğday ve mısır bitkisinin P alımı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, S ve P uygulamalarının mısır ve buğdayda P miktarını arttırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca her üç toprakta da mevcut P miktarını, S+P uygulamasının P uygulamasına göre daha fazla artırdığını tespit etmişlerdir (DeLuca ve ark., 1989).

Togay ve ark. (2008) tarla koşullarında iki yıl üst üte (2004-2005) yaptıkları çalışmada, alkalin toprağa elementel kükürt (0, 50 ve 100 kg S ha^{-1}), fosfor (0, 40 ve 80

kg ha^{-1}) ve Rhizobium uygulamalarının nohut bitkisinin (*Cicer arietinum L.*) gelişimi, verim ve besin elementleri alımına etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, kükürt ve fosfor uygulamalarının bitki gelişimi, tane verimi ve P alımını önemli derecede arttırdığını tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma iki kademeli olarak yürütülmüştür. Önce, sera koşullarında fosfor noksanlığı olan kireçli ve bazik reaksiyonlu, organik madde içeriği fakir ve killi tınlı tekstüre sahip bir toprakta yetiştirilen ekmeklik buğdayın gelişme ve fosfor alım etkinliğine iki farklı formda (primer orto fosfat-MAP ve sekonder orto fosfat-DAP) artan dozlarda fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkileri belirlenmiştir. Sera denemelerinde ekmeklik buğdayın gelişme ve fosfor alım etkinliğinin fosfor formu ve dozu, kükürt ve K-Humat uygulamalarına bağlı olarak değiştiği belirlendikten sonra, aynı etkilerin arazi koşullarında da olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ön çalışma niteliğinde yapılan sera denemelerinin sonuçları da dikkate alınarak tarla denemelerinin yapılması planlanmış ve yürütülmüştür.

3.1. Sera Denemeleri

Denemeler ısı, ışık ve nispi nemi bilgisayar kontrollü olan serada 2018 yılı yaz döneminde yürütülmüştür. Denemeler süresince gündüzleri sera içi sıcaklığının 25±3 ^{o}C, solar radyasyonun 1700 kcal m^{-2} ve nispi nemin %60±10 olması sağlanmıştır.

Sera denemelerinde İç Anadolu bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen ve fosfor alım etkinliğinin düşük olduğu Aracena Santos ve ark. (2018) tarafından bildirilen Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

Sera denemelerinde, özellikleri Çizelge 3.1'de verilen toprak kullanılmıştır. Kullanılan toprak hafif alkalin reaksiyonlu olup, düşük tuz içeriğine (Ergene, 1982) sahiptir. Deneme toprağı çok az seviyede organik madde (Ünal ve ark., 1981) ve fazla miktarda kireç (Schroo, 1963) içermekte olup, kumlu killi tın (SCL) bünyeye sahiptir. Toprakta bitkiye yarayışlı Ca ve K miktarları fazla; Mg, Zn, Mn ve Cu miktarları yeterli; P (<8 mg P kg^{-1}, FAO, 1990), SO_4-S ve Fe (Lindsay ve Norvell, 1978) miktarları az düzeydedir. Toprak orta seviyede inorganik azot (NH_4+NO_3-N) bulunmaktadır (Chapman, 1960).

Denemeler, tesadüf parsellerinde 3 faktörlü faktöriyel deneme deseninde üç tekerrürlü kurulmuştur (Özbek, 1969). Denemelerde plastik saksılara 4 mm'lik elekten geçirilmiş fırın kuru ağırlık esasına göre 3.0 kg toprak konulmuştur.

Çizelge 3. 1. Sera ve tarla denemelerinde toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özellikleri		Birimi	Sera Denemesi Toprağı	Tarla Bahri Dağdaş Toprağı	Metotlar
pH (1:2.5) (toprak:saf su)		-	7.58	7.54	Richards (1954)
EC (1:5) (toprak:saf su)		µS cm^{-1}	92.0	171	
$CaCO_3$		%	19.8	36.0	Çağlar (1949)
Organik madde			0.95	2.44	Bremner (1965)
İnorganik azot		mg kg^{-1}	5.70	10.44	
Ekstrakte Edilebilir	K	mg kg^{-1}	290	841	Kacar (1997)
	Ca		8728	4687	
	Mg		235	577	
	Na		40	65	
Alınabilir	SO_4-S	mg kg^{-1}	8.57	23.0	Bardsley(1965)
Alınabilir	P	mg kg^{-1}	5.03	2.54	Bayraklı (1987)
	Cu		1.12	0.51	Lindsay ve Norvell (1978)
	Fe		2.31	4.42	
	Mn		5.56	4.86	
	Zn		0.51	0.27	
	B		0.45	1.17	(Cartwright ve ark., 1983)
Kil		%	26.52	24.35	Bouyoucos (1962)
Silt			19.64	29.55	
Kum			53.82	46.10	
Tekstür Sınıfı		-	Kumlu killi tın (SCL)	Tın (L)	

Fosfor kaynağı olarak primer ortofosfat ($H_2PO_4^-$) formunda fosfor içeren MAP ($NH_4H_2PO_4$) gübresi (%12 N ve %61 P_2O_5) kullanılan deneme **monoamonyum fosfat (MAP) denemesi**, fosfor kaynağı olarak sekonder ortofosfat ($HPO_4^=$) formunda fosfor içeren DAP ($(NH_4)_2HPO_4$) gübresi (%18 N ve %46 P_2O_5) kullanılan **diamonyum fosfat (DAP) denemesi** olmak üzere 2 ayrı denemede, fosfor uygulamaları aşağıdaki seviyelerde uygulanmıştır:

a) P_0 = 0 (kontrol)
b) P_{30} = 30 mg P_2O_5 kg^{-1}
c) P_{60} = 60 mg P_2O_5 kg^{-1}
d) P_{90} = 90 mg P_2O_5 kg^{-1}

Kükürt (S), %98 S içeren elementel (toz) kükürt gübresi kullanılarak katı formda aşağıdaki seviyelerde uygulanmıştır:

a) S_0= 0 (kontrol)
b) S_{300} = 300 mg S kg^{-1}
c) S_{600} = 600 mg S kg^{-1}

K-Humat, (%12 hümik asit + fluvik asit içeren TKİ-Hümas (%5 Organik madde, %2 K_20) gübresi kullanılarak çözelti halinde aşağıdaki seviyelerde uygulanmıştır:

a) HA_0= 0 (kontrol)
b) HA_{200}=200 mg HA kg^{-1}
c) HA_{400}=400 mg HA kg^{-1}

Her iki denemede, 4 fosfor dozu x 3 kükürt dozu x 3 K-Humat dozu x 3 tekerrür olmak üzere toplam 108 saksıda yürütülmüştür. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamaları her bir saksı için ayrı ayrı belirlenerek ekim öncesi toprağa homojen olarak karıştırılarak yapılmıştır. DAP denemesi de aynı MAP denemesi ile aynı şekilde kurulup yürütülmüştür. Bütün saksılara ekim öncesi MAP ve DAP gübreleri ile uygulanan azot miktarı dikkate alınarak %33 N içeren amonyum nitrat gübresi kullanılarak 200 mg N kg^{-1}'a tamamlama yapılmıştır. Ekim öncesi belirtilen miktarlarda azot çözelti halinde her bir saksıya uygulanıp saksı içinde homojen olması için toprak karıştırılmış ve bir gece bekletildikten sonra ekim yapılmıştır. Daha sonra kardeşlenme döneminde 300 mg N kg^{-1} amonyum nitrat gübresi kullanılarak uygulama yapılmış olup deneme süresince toplam 500 mg N kg^{-1} iki aşamada uygulanmıştır.

Denemeler öncesinde vernelizasyon işlemini gerçekleştirmesi için 1 ay süresince 0 ve +4 °C'de bekletilen (Li ve ark.,2013) buğday bitkilerinden her saksıya 10 adet bitki aktarılmıştır ve toprağa tutunan bitkilerden 4 adet kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Deneme süresince saksılar deiyonize su ile su seviyesi tarla kapasitesinde tutulmuştur.

Kontrollü şartların sağlandığı serada yerleri rastgele seçilen tekerrürlere ait saksıların yerleri her gün kendi aralarında değiştirilmiştir. Deneme süresince yapılan gözlemlerde ekmeklik buğday çeşitlerinin gelişmelerinde farklar gözlenmiştir. Bu durumlar farklı zamanlarda fotoğraflar çekilerek tespit edilmiştir.

Bitkilerin şaşırtılmasından 60 gün sonra hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, 3.1.1.1'de açıklandığı şekilde bitkilerin kuru ağırlıkları belirlenmiş ve analizlerde kullanılmak üzere kaydedilmiştir. Kurutulmuş bitkiler analizlerde kullanılmak amacıyla tungsten kaplı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür.

3.1.1. Bitki örneklerde yapılan ölçüm ve analizler

3.1.1.1. Bitki kuru madde miktarı

Toprak üstü kısmından hasat yapılarak kese kâğıtları içerisinde laboratuvara getirilen örnekler 0.01 g duyarlı terazide tartılarak yaş ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha

sonra tamamen temizleninceye kadar musluk suyu ile yıkandıktan sonra sırasıyla 0.1 N HCl çözeltisi, musluk suyu ve deiyonize su ile yıkanmış, fazla suları kaba filtre kâğıdı ile alınmıştır. Bitkiler kese kâğıtları içerisine ayrı ayrı alındıktan sonra hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra bitkiler 0.01 g duyarlı terazide tekrar tartılarak kuru ağırlıkları kaydedilmiştir.

3.1.1.2. Bitki örneklerinin analize hazırlanması

Ağırlıkları belirlenmiş olan bitki materyalleri tungsten kaplı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Polietilen kavanozlara konulan öğütülmüş bitki örnekleri analizde kullanılmadan önce, 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında kurutulmuştur.

3.1.1.3. Bitki örneklerinin analizi

Kurutulan ve öğütülen bitki örneklerinden yaklaşık 0.2 g tartılıp üzerine 5 ml konsantre HNO_3 ve 2 ml H_2O_2 (%30 w/v) ilave edilmiş ve mikro dalga cihazında (Cem MARSXpress) yüksek basınç (200 PSI) altında çözündürülmüştür. Analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine 1 şahit ve 1 sertifikalı referans materyal (1547a Wheat Flour, 8346 Durum Wheat Flour, 1547 Peach Leaves, NIST) ilave edilmiştir. Çözündürülen numunelerin hacimleri deiyonize su ile 20 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen süzüklerdeki toplam P miktarları ICP-AES (Varian, Vista Axiel Simultaneous) cihazıyla belirlenmiştir

3.2. Tarla Denemeleri

Tarla denemeleri, Konya ili Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlasında 2018-2019 buğday bitkisi vejetasyon döneminde kuru şartlarda yürütülmüştür.

Tarla denmelerinde de sera denemesinde kullanılan Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

Tarla denemelerinin yürütüldüğü yerin toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Deneme yeri toprağı hafif alkalin

reaksiyonlu (Manual, 1951) olup, düşük tuz içeriğine (Ergene, 1982) sahiptir. Deneme yeri toprağı çok az seviyede organik madde (Ünal ve ark., 1981) ve çok fazla miktarda kireç (Schroo 1963) içermekte olup, tın (L) bünyeye sahiptir. Toprakta bitkiye yarayışlı Ca ve K miktarları fazla, SO_4-S, Mg, Zn, Mn, Cu ve Fe (Lindsay ve Norvell 1978) miktarları yeterli, P miktarı az (<8 mg kg^{-1} P, FAO, 1990) düzeydedir. Toprak örneğinde orta seviyede inorganik azot (NH_4+ NO_3-N) bulunmaktadır (Chapman, 1960).

3.2.1. Tarla denemelerinin kurulduğu yerin iklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü yer deniz seviyesinden yaklaşık 1016 m yüksekliktedir.

Konya ilinde denemenin yürütüldüğü 2018-2019 sezonu ve uzun yıllar ortalamasına ait yağış ve sıcaklık değerleri aylara göre Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3. 2. Deneme yerine ait iklim verileri. (Meteoroloji GM, 2019)

2018-2019	2018				2019								Toplam
Parametreler	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	
Toplam Yağış (mm)	8.0	41.6	27.4	63.4	66.6	31.6	20.8	32	10.2	45.6	7.6	1.2	356
U.Y.O. Yağış	11.6	32.2	37.6	41.9	34.4	24.4	26.2	38.8	41.7	20.1	-	-	308.9
Ortalama Sıcaklık (°C)	19.81	13.38	7.34	2.96	0.49	4.10	6.36	9.55	17.77	20.94	22.97	23.31	-
Uzun Y. O. Sıcaklık	18.6	12.4	6.1	1.7	0.0	1.4	5.7	11	15.7	20.2	23.6	23.1	-

Uzun yıllar Ort. (U.Y.O.) : 1950-2014

Denemelerin yürütüldüğü 2018-2019 yılı Kasım ve Temmuz ayları arasındaki yetiştirme sezonunda sıcaklık değeri en düşük (0.49 ºC) Ocak ayında, en yüksek (22.9 ºC) ise Temmuz ayında tespit edilmiş olup, yıllık ortalama sıcaklık 12.4 ºC'dir (Çizelge 3.2). Bunun yanında uzun yıllar ortalama değerlerine göre de denemenin yürütüldüğü yıla benzer olarak sıcaklı değeri en düşük (0.00 ºC) Ocak ayında, en yüksek ise (23.6 ºC) Temmuz ayında olup, ortalama sıcaklık değeri 11.6 ºC'dir. Uzun yıllar değerlerine göre denemenin yürütüldüğü yılda en düşük sıcaklık değeri 0.49 ^{0}C daha yüksek, en yüksek sıcaklık değeri 0.7 ºC daha düşük, ortalama sıcaklık değeri ise 0.8 ^{0}C daha yüksek olmuştur. Bu veriler denemenin yürütüldüğü yılın sıcaklığının uzun yıllar ortalamasına göre daha sıcak olduğunu göstermektedir.

Denemelerin yürütüldüğü Ekim-Temmuz ayları arasında uzun yıllar ortalama yağış toplamı 297.3 mm olup bu yağışın %23.5'i (69.8 mm) Ekim-Kasım aylarında,

%42.7'si (126.9 mm) Aralık-Mart aylarında, %27'si (80.5 mm) Nisan-Mayıs aylarında ve %6.8'i (20.1 mm) Haziran ayında düşmüştür. Aynı aylarda denemelerin yürütüldüğü yılda yıllık yağış toplamı 346.8 mm olup bu yağışın %19.9'u (69 mm) Ekim-Kasım aylarında, %52.6'sı (182.4 mm) Aralık-Mart aylarında, %12.2'si(42.2 mm) Nisan-Mayıs aylarında ve %15.3'ü (53.2 mm) Haziran-Temmuz ayında düşmüştür. Bu verilere göre toplam yağış miktarı denemenin yürütüldüğü yılda uzun yıllar ortalamasına göre %16.65 oranında daha yüksek olmuştur. Ancak yağışın bitkinin gelişme dönemi içinde dağılımında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Yağış dağılımındaki en önemli farklılık buğday bitkisinin gelişmesi için çok önemli olan denemenin yürütüldüğü bölgede buğday bitkisinin hızlı gelişme dönemi olan sapakalma-başaklanma dönemine denk gelen Nisan-Mayıs aylarında düşen yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre 80.5 mm ve düşen toplam yağışın %27'si olmasına rağmen, denemenin yürütüldüğü yılda %47.6 oranında azalma ile 42.2 mm ve düşen toplam yağışın %12.2'si olmuştur. Bu durum, verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilecek niteliktedir (Çizelge 3.2).

3.2.2. Tarla denemelerinin kurulması ve yürütülmesi

Denemeler kuru şartlar altında tesadüf bloklarında üç faktörlü faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür.

Denemelerde kükürt, K-Humat ve fosfor uygulamalarının her biri birer faktör olarak ele alınmış ve aşağıda verildiği şekilde kullanılmıştır.

Tarla denemelerinde kükürt ve K-Humat dozları sera denemesi sonuçlarına göre belirlenmiştir. Sera denemelerinde bitkinin gelişme ve P alımına 300 mg S kg^{-1} uygulamasının olumlu, 600 mg S kg^{-1} uygulamasının olumsuz etkileri belirlenince tarlada 20 cm derinliğinde 250 ton da^{-1} toprak bulunduğu kabul edilerek 450 mg S kg^{-1}, ekonomik şartlara göre çiftçi uygulamalarını göz önünde bulundurarak serada uyguladığımızın çok altında K-Humat uygulaması yapılmıştır.

Fosfor; MAP denemesinde, fosfor kaynağı olarak primer orta fosfat ($H_2PO_4^-$) formunda fosfor içeren MAP gübresi (%12 N ve %61 P_2O_5); DAP denemesinde, fosfor kaynağı olarak sekonder orta fosfat ($HPO_4^=$) formunda fosfor içeren DAP gübresi (%18 N ve %46 P_2O_5) kullanılmıştır ve fosfor uygulamaları aşağıdaki seviyelerde uygulanmıştır:

a) P_0 = 0 (kontrol)

b) P_4 = 4 kg P_2O_5 da^{-1}

c) P_8 = 8 kg P_2O_5 da^{-1}

Kükürt (S), %98 S içeren elementel toz kükürt gübresi kullanılarak katı formda aşağıdaki seviyelerde uygulanmıştır:

a) S_0= 0 (kontrol)

b) $S_{112.5}$ = 112.5 kg S da^{-1}

K-Humat, TKİ-Hümas (%12 HA+FA, %5 Organik madde, %2 K_20) gübresi kullanılarak çözelti halinde aşağıdaki seviyelerde uygulanmıştır:

a) HA_0= 0 (kontrol)

b) $HA_{1.2}$=1.2 kg HA da^{-1} (10 L TKİ-Hümas/da)

Her iki denemede, 3 fosfor dozu x 2 kükürt dozu x 2 K-Humat dozu x 4 tekerrür olmak üzere toplam 48 parselde yürütülmüştür. Deneme tarlası bir yıl önce nadasa bırakılmış, ekim öncesi kazayağı+tırmık geçirilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Denemelerde azot kaynağı olarak üre (%46 N) gübresi kullanılmış olup, toplamda 9.0 kg da^{-1} azotun 3.12 kg da^{-1}'ı ekimle birlikte MAP ve DAP içinde azot dahil olduktan sonra, geriye kalan kısmı (5.88 N kg da^{-1}) kardeşlenme döneminde verilmiştir. Fosfor kaynağı olarak MAP (%12 N, %61 P_2O_5) ve DAP (%18 N, %46 P_2O_5) gübreleri kullanılmış olup ekim öncesi azotlu gübre ile birlikte tohum yatağının 3-5 cm çaprazına mibzer ile uygulanmıştır. Kükürt kaynağı olarak elementel (toz) kükürt (%98 S) ve hümik + fulvik asit kaynağı olarak TKİ-Hümas (%12 HA+FA, %5 Organik madde, %2 K_20) gübreleri ekim öncesi toprak yüzeyine uygulanmış ve 0-10 cm derinliğe tırmıkla karıştırılmıştır. Ekim işlemi, Kasım ayının ilk haftasında hububat mibzeri ile, m^2 ye 500 adet tohum hesabıyla, 5 m uzunluğundaki parsellere 20 cm sıra aralığında, 6 sıralı (5 m x 1.2 m = 6.0 m^2) olarak yapılmıştır. Deneme parsellerinde, yabancı ot kontrolü, yabancı otların 3-5 yapraklı olduğu zamanda, 2-4-D esterli ilaçlar kullanılarak yapılmıştır.

Bitkiler tam olgunluk devresine ulaştıklarında, parsel ortasındaki 4 sıradan 50 x 50 cm olacak şekilde önceden hazırlanmış metal çerçeve kullanılarak tesadüfi olarak (Reynolds ve ark 2001) 50 adet ana sap (Bb 50) örneği alınmış ve kese kâğıtlarında 70 ˚C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur (Ka 50). Seçilen 50 sap hasat indeksini hesaplayabilmek için harman edilmiş, sap ve taneler ayrı ayrı tartılmıştır. Ayrıca,

denemeler parsel kenar tesirleri (4 m x 1.2 m) dikkate alınarak parsel biçer-döveri ile hasat edilmiştir.

3.2.3 Tarla denemelerinde yapılan ölçüm ve analizler

3.2.3.1. Bayrak yaprağı fosfor kapsamı (%)

Başaklanma döneminde her bir parseli temsil edecek şekilde alınan bayrak yaprak örnekleri 3.1.1.2 de belirtildiği şekli ile analize hazır hale getirilmiş ve3.1.1.3 belirtildiği şekli ile fosfor kapsamları belirlenmiştir.

3.2.3.2. Bitki boyu

Her parselde rastgele belirlenen 10 bitkinin ana sapında kök boğazından başakta en yüksek başakcığın ucuna kadar (kılçıklar hariç) olan mesafe cm olarak belirlenmiştir (Akçura, 2006).

3.2.3.3. Tane verimi

Parsel biçer-döveri kullanılarak hasat edilen tane ağırlığı hassas terazide tartılmış ve kg da^{-1} olarak (toplam parsel verimi olarak) değerlendirilmiştir.

3.2.3.4. Hasat indeksi

Parseli temsil edecek şekilde alınan 50 adet başaklı sap numuneleri 70 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve tartılarak kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra elde edilen materyal harmanlanarak tane ve sap ağırlıkları tespit edilmiştir. Aşağıdaki formülle hasat indeksi hesaplanmıştır (Reynolds ve ark 2001).
Hasat İndeksi (Hİ)= Tane ağırlığı (Bb 50)/Toplam kuru ağırlık (Ka 50)

3.2.3.5. Biyolojik verim (BV)

Biyolojik verim, Reynolds ve ark., (2001)'e göre hesaplanmıştır.
Biyolojik verimi (BV, g m^{-2}) = Tane verimi (g m^{-2})/Hİ

3.2.3.6. Bin tane ağırlığı (BTA)

Elli adet başaklı saptan elde edilen üründe 4 x 250 adet tane sayılarak hassas terazide tartılmış ve g olarak belirlenmiştir (Reynolds ve ark 2001).

3.2.3.7. Metrekarede başak sayısı

Elli adet başaklı sap kuru ağırlığı 50'ye bölünerek, 1 adet başaklı sap kuru ağırlığı tespit edilmiştir. Biyomas bu değere bölünerek m^2'deki başak sayısı belirlenmiştir (Reynolds ve ark 2001).

Metrekarede başak sayısı = BV (g m^{-2})/1 adet başaklı sap kuru ağırlığı

3.2.3.8. Başakta tane sayısı

Tane sayısının başak sayısına oranı ile belirlenmiştir (Reynolds ve ark., 2001).
Başakta tane sayısı =Tane sayısı (m^2)/ başak sayısı (m^2)

3.2.3.9. Gluten indeksi

Buğday tanesinde bulunan albumin ve globulin gibi tuzlu suda çözünen protein fraksiyonlarının uzaklaştırılmasının ardından kalan yaş öz glutenin özel bir elek üzerinde santrifüj edilmesi sonucu, elekte sağlam gluten kısım ile Toplam Gluten oranının sonucu gluten indeks değeri hesaplanmıştır (Anonim 1972).

% indeks=Sağlam Gluten/Toplam Gluten x 100

3.2.3.10. Sap ve tane fosfor kapsamı

Alınan sap ve tane örneklerinde 3.1.1.2 'de belirtildiği şekli ile analize hazır hale getirilmiş ve 3.1.1.3'de belirtildiği şekli ile fosfor kapsamları belirlenmiştir. Tam bitki (biyolojik verim) ile kaldırılan fosfor miktarı hasat döneminde bitkinin vejetatif aksam örneklerinde belirlenen ve P içerikleri ile biyolojik verimden tane veriminin düşülmesi ile belirlenen vejetatif aksam verim değerlerinin (kg P_2O_5 da^{-1}) çarpılmasıyla vejetatif

aksam ile kaldırılan P miktarı (kg P_2O_5 da^{-1}) değerlerinin, aynı şekilde tane verimi ile tane P içeriklerinin çarpılmasıyla belirlenen tane ile kaldırılan P miktarı (kg P_2O_5 da^{-1}) değerlerinin toplanmasıyla tam bitki (biyolojik verim) ile kaldırılan P miktarı hesaplanmıştır.

3.2.3.11. Tane protein içeriği

Kurutulan ve öğütülen tane örneklerinden yaklaşık 0.2 g tartılarak kalay kaplara konulup ve 950 °C'de ısıtılan helyum, oksijen ve kuru hava ile çalışan LECO C/N analizatörü cihazında AACC (2004) Metot 46-30'da verilen Dumas Combustion Metoduna göre azot miktarları tespit edilmiştir. Tane protein içeriği, tane azot kapsamı 5.71 katsayısı ile çarpılarak elde edilmiştir (Peter and Young, 1980).

3.3. Fosfor alım etkinlikleri

Sap (sera denemeleri) ve biyolojik verim (tarla denemeleri) ile fosfor alım etkinlikleri, [(gübre fosforunun agronomik etkinliği-PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliği-PFE ve gübre fosforunun geri alınma oranı (GPGAO)] aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplanmıştır (Noor ve ark. (2017).

Gübre fosforunun agronomik etkinliği-PAE=

Gübre uygulaması ile elde edilen verim (kg da^{-1}) – Gübre uygulanmaksızın elde edilen verim (kg da^{-1}) / Gübre ile verilen P_2O_5 miktarı (kg da^{-1})

Gübre fosforunun fizyolojik etkinliği-PFE=

Gübre uygulaması ile elde edilen verim (kg da^{-1}) – Gübre uygulanmaksızın elde edilen verim (kg da^{-1}) / Gübre uygulaması ile bitkilerce alınan P_2O_5 miktarı (kg da^{-1}) - Gübre uygulanmaksızın bitkilerce alınan P_2O_5 miktarı (kg da^{-1})

Gübre fosforunun geri alınma oranı-GPGAO=

Gübre uygulaması ile bitkilerce alınan P_2O_5 miktarı (kg da^{-1}) - Gübre uygulanmaksızın bitkilerce alınan P_2O_5 miktarı (kg da^{-1}) / Gübre ile verilen P_2O_5 miktarı (kg da^{-1})

3.4. İstatistiki analizler

Sera koşullarında yürütülen denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre tarla koşullarında ise tesadüf bloklarında 3 faktörlü faktöriyel deneme desenine göre yürütülen denemelerde elde edilen veriler Minitab 16.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Sera Denemelerinin Sonuçları

Serada her iki deneme (MAP ve DAP) başlangıçta 4 fosfor dozu x 3 kükürt dozu x 3 K-Humat dozu x 3 tekerrür olmak üzere toplam 108 saksıda kurulup yürütülmüştür. Ancak deneme sonuçlarında S uygulamalarının bitki gelişimi ve fosfor alımı üzerine etkileri bakımından sağlıklı ve güvenilir sonuçlar elde edilememesi nedeniyle kükürt uygulamaları değerlendirilmeye alınmamıştır. Aşağıdaki verilerde 4 fosfor dozu 3 K-Humat dozu x 3 tekerrür olmak üzere toplam 36 saksıdan elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

4.1.1. Monoamonyum fosfat denemesinin sonuçları

4.1.1.1. Bitki kuru madde miktarı

Fosfor ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayının kuru madde miktarı üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, kuru madde miktarı üzerine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.2'de ve bu değerlere ait grafik Şekil 4.1'de verilmiştir.

Bitki kuru madde miktarına farklı seviyelerde fosfor (P) uygulamalarının etkileri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunurken, K-Humat (HA) uygulamaları ve P*HA interaksiyonun etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4. 1. MAP denemesinde fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarı (BKM), fosfor içeriği (BPİ), kaldırdığı fosfor miktarı (BKPM), gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) ve gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) ait varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları

Kaynaklar	S. D.	BKM	BPİ	BKPM	PAE	PPE	GPGAO
P uyg.	3	98.97**	0.00312**	1513.54**	2667.16**	123363**	629.86**
HA uyg.	2	13.26	0.00025	279.25*	523.43	35146**	300.73**
P*HA uyg. int.	6	3.95	0.00112**	97.61	316.82	16064*	43.04*
Hata	24	6.85	0.00029	67.10	168.78	4879	15.31
Genel	35	--	--	--	--	--	--

**p<0.01; * p<0.05; S.D.:Serbestlik Derecesi; P uyg.: Fosfor uygulamaları; HA uyg.: K-Humat uygulamaları; int.: İnteraksiyon

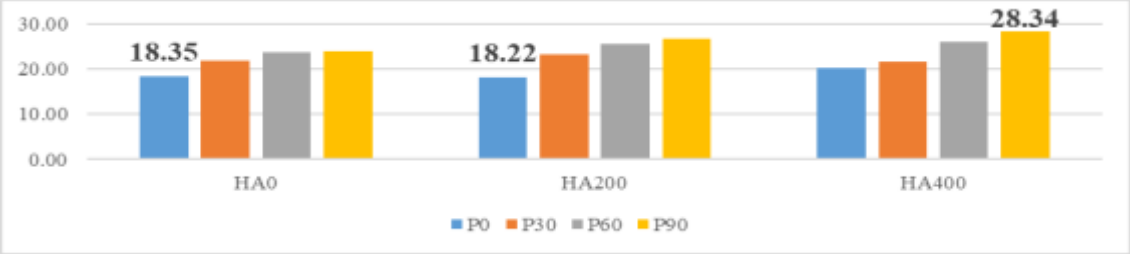
K-Humat uygulanması içermeyen saksılarda (HA_0) bitki kuru madde miktarı 18.35 g saksı$^{-1}$ iken, 30 (P_{30}), 60 (P_{60}) ve 90 (P_{90}) mg P_2O_5 kg^{-1} uygulamaları ile

sırasıyla %20, %30 ve %31 oranlarında artmıştır. Kuru madde miktarı bakımından P_0 ile P_{30}, P_{60} ve P_{90} arasındaki farklar istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olmasına rağmen fosfor uygulamasını içeren P_{30}, P_{60} ve P_{90} arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. K-Humat uygulamasıyla bütün fosfor uygulamalarında bitki kuru madde miktarında genel olarak %7 ile %18 arasında değişen oranlarda artış belirlenmiştir. Bunun yanında, K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak bitki kuru madde miktarı 0 mg P_2O_5 kg^{-1} (P_0, kontrol) uygulamasında 18.91 g $saks\imath^{-1}$ iken 30 (P_{30}), 60 (P_{60}) ve 90 (P_{90}) mg P_2O_5 kg^{-1} fosfor uygulamalarına bağlı olarak sırası ile %18, %33 ve %39 oranlarında artmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4. 2. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA), mg HA kg^{-1} HA_0	 HA_{200}	 HA_{400}	Ort. (P)
P_0	18.35	18.22	20.17	18.91 C
P_{30}	21.93	23.36	21.62	22.30 BC
P_{60}	23.83	25.66	26.12	25.20 AB
P_{90}	23.98	26.67	28.34	26.33 A
Ort. (HA)	22.02	23.48	24.06	-

Fosfor ve K-Humat uygulamaları ile edilen en yüksek bitki kuru madde miktarı (28.34 g $saks\imath^{-1}$) 90 mg P_2O_5 kg^{-1} ile birlikte 400 mg HA kg^{-1}'in uygulaması (P_0*HA_0 int.) ile elde edilmiş olup kontrole göre (P_0*HA_0) göre %54 oranında artış sağlanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına etkileri

4.1.1.2. Bitkinin fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarı

Fosfor ve K-Humat uygulamaların Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, bitki fosfor içeriği ve kaldırılan fosfor miktarına olan etkilerinin ortalamaları sırasıyla

Çizelge 4.3 ve 4.4'te ve bu verilere ait şekiller ise sırasıyla Şekil 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) buğday bitkisinin fosfor içeriği üzerine MAP formunda farklı seviyelerde uygulanan fosforun (P) ve P*HA interaksiyonun etkileri istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken, sadece K-Humat (HA) uygulamalarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur. P*HA interaksiyonun önemli çıkması, MAP formunda artan seviyelerde fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitki fosfor içeriğine etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim en düşük fosfor içeriği (% 0.056) kontrol (P_0*HA_0) uygulamasında bulunurken, en yüksek fosfor içeriği (% 0.131) kontrole göre 2.34 katlık bir artış ile P_{90}*HA_0 uygulamasında bulunmuştur. Bunu P_{90}*HA_{400} (% 0.120), P_{30}*HA_{200} (% 0.092), P_{60}*HA_{400} (% 0.085), P_0*HA_{400} (% 0.080)= P_{90}*HA_{200} (% 0.080), P_{60}*HA_{200} (%0.079) ve P_0*HA_{200} (% 0.072) uygulamalar takip etmiş olup uygulamalar arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamıştır. Ayrıca, bitki fosfor içeriği P ve K-Humat uygulamalarına bağlı olarak artmaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4. 3. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1})	K-Humat (HA), mg HA kg^{-1} HA_0	HA_{200}	HA_{400}	Ort. (P)
P_0	0.056 c	0.072 abc	0.080 abc	0.069 B
P_{30}	0.065 bc	0.092 abc	0.067 bc	0.075 B
P_{60}	0.067 bc	0.079 abc	0.085 abc	0.077 B
P_{90}	0.131 a	0.080 abc	0.120 ab	0.110 A
Ort. (HA)	0.080	0.081	0.088	-



Şekil 4. 2. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkileri

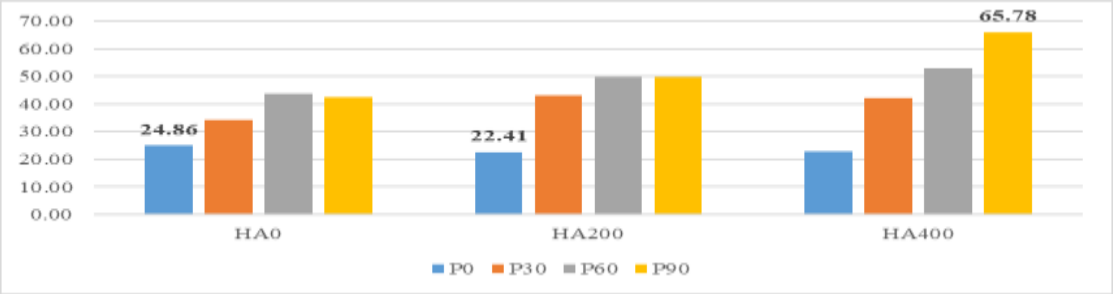
Varyans analiz sonuçlarına göre bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına, artan seviyelerde uygulanan fosforun (P) etkisi istatistik olarak %1, K-Humat (HA) uygulamalarının etkileri ise %5 seviyesinde önemli görülürken, P*HA interaksiyonun etkisi önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.1). Artan seviyelerde fosfor uygulamaları (P_{30}, P_{60}

ve P_{90}) bitkinin kaldırdığı fosfor miktarını kontrole (23.41 mg P_2O_5 kg^{-1}) göre sırasıyla %70, %109 ve %125 oranlarında artırmıştır. Bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı bakımından kontrole göre artışlar belirlenmekle birlikte fosfor uygulamaları (P_{30}, P_{60} ve P_{90}) arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamaktadır. K-Humat uygulanmayan (HA_0) saksılarda uygulanan fosfor (P_{30}, P_{60} ve P_{90}) artışına bağlı olarak, kontrole (24.86 mg P_2O_5 kg^{-1}) göre bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı %37 (34.15 mg P_2O_5 kg^{-1}) %75 (43.56 mg P_2O_5 kg^{-1}) ve %71 (42.40 mg P_2O_5 kg^{-1}) arttırdığı tespit edilmiştir.

Artan seviyelerde K-Humat uygulamaları (HA_{200} ve HA_{400}) bitkinin kaldırdığı fosfor miktarını kontrole (36.24 mg P_2O_5 kg^{-1}) göre sırasıyla %14 ve %27 oranlarında artırmıştır. Bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı bakımından kontrole göre artışlar belirlenmekle birlikte HA_0 ile HA_{200} ve HA_{200} ile HA_{400} arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamaktadır. Fosfor uygulanmayan (P_0) saksılarda uygulanan K-Humat (HA_{200} ve HA_{400}) artışına bağlı olarak, kontrole (24.86 mg P_2O_5 kg^{-1}) göre bitkinin kaldırdığı fosfor miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4. 4. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA), mg HA kg^{-1}			Ort. (P)
	HA_0	HA_{200}	HA_{400}	
P_0	24.86	22.41	22.95	23.41 B
P_{30}	34.15	42.93	41.99	39.69 A
P_{60}	43.56	49.68	52.83	48.69 A
P_{90}	42.40	49.56	65.78	52.58 A
Ort. (HA)	36.24 *b*	41.15 *ab*	45.89 *a*	-



Şekil 4. 3. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına etkileri

4.1.1.3. Fosforun alım etkinlikleri

Fosfor ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) ve gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, bitki PAE'ne, PPE'ne ve GPGAO'na olan etkilerinin ortalamaları sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7'de ve bu değerlere ait grafikler sırasıyla Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) bitkinin fosfor agronomik etkinliğine (PAE) farklı seviyelerde fosfor (P) uygulamalarının etkisi istatistik olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken, K-Humat uygulamaları ve P*HA interaksiyonun etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1).

K-Humat uygulanması içermeyen saksılarda (HA_0) bitki PAE, 30 mg P_2O_5 kg^{-1} uygulamasında 39.74 iken 60 (P_{60}) ve 90 (P_{90}) mg P_2O_5 kg^{-1} fosfor uygulamaları ile sırasıyla %23 ve %48 oranlarında azalmıştır. Fosforun agronomik etkinliği bakımından fosfor uygulamaları arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamıştır (Çizelge 4.1). K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak bitki PAE 30 mg P_2O_5 kg^{-1} uygulamasında 37.62 iken 60 (P_{60}) ve 90 (P_{90}) mg P_2O_5 kg^{-1} fosfor uygulamaları ile sırasıyla %7 ve %27 oranlarında azalmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4. 5. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor agronomik etkinliği üzerine etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA) mg HA Kg^{-1}			Ort. (P)
	HA_0	HA_{200}	HA_{400}	
P_0	-	-	-	0.0 B
P_{30}	39.74	57.11	16.02	37.62 A
P_{60}	30.42	41.35	33.02	34.93 A
P_{90}	20.85	31.31	30.26	27.47 A
Ort. (HA)	22.75	32.44	19.82	-



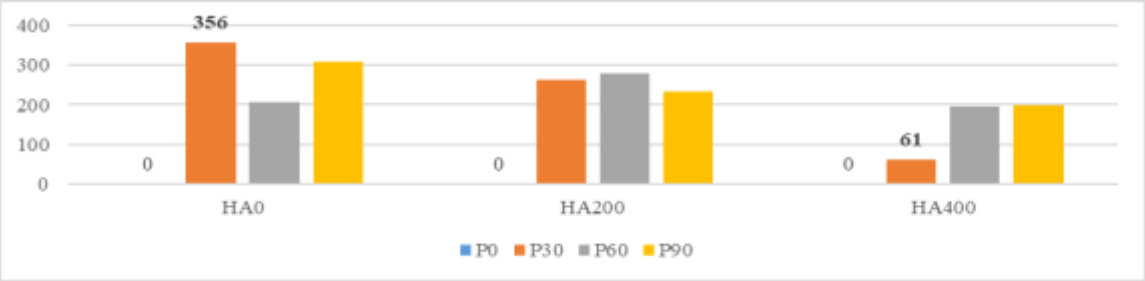
Şekil 4. 4. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor agronomik etkinliği üzerine etkileri

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) bitkinin fosfor fizyolojik etkinliği (PPE) üzerine farklı seviyelerde fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının etkileri %1, P*HA interaksiyonun etkisi istatistiki bakımdan %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Bitkinin fosfor fizyolojik etkinliği (PPE) K-Humat uygulamalarına bağlı olarak azalırken, fosfor uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. P*HA interaksiyonun önemli çıkması, MAP formunda artan seviyelerde fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin PPE üzerine etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim en düşük PPE (356) sadece 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 uygulamasının olduğu K-Humat uygulamasının yapılmadığı yani:P_{30}*HA_0 uygulamasında bulunmuştur. Fosfor uygulamasının olmadığı HA_0, HA_{400} ve HA_{600} ile P_{30}*HA_{400} uygulamaları arasında bitkinin PPE üzerine istatistiki bakımdan herhangi bir fark bulunmamakta ancak diğer interaksiyonlar arasında istatistiki bakımdan önemli farklar bulunmaktadır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4. 6. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor fizyolojik etkinliğine etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K Humat (HA), mg HA kg^{-1} HA_0	HA_{200}	HA_{400}	Ort. (P)
P_0	- c	- c	- c	- B
P_{30}	356 a	262 ab	61 bc	227 A
P_{60}	206 ab	278 a	195 abc	226 A
P_{90}	308 a	234 ab	200 abc	247 A
Ort. (HA)	217 *b*	193 *ab*	114 *b*	-



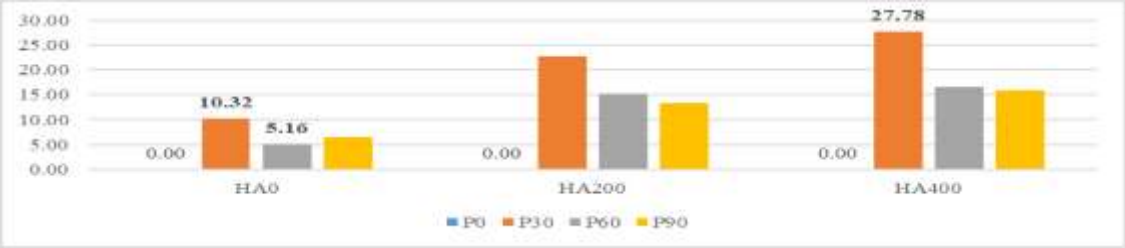
Şekil 4. 5. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor fizyolojik etkinliğine etkileri

Bitkinin fosfor geri alınma oranına (GPGAO) üzerine farklı seviyelerde fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının etkileri %1, P*HA interaksiyonun etkisi istatistiki bakımdan %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Bitknin fosfor geri alınma oranı (GPGAO), uygulanan fosfor miktarı arttıkça azalırken, K-Humat miktarına bağlı olarak artmıştır. Bitkinin GPGAO'na P*HA interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak önemli olması, fosfor ve K-Humat uygulamalarının etkisinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim, GPGAO en düşük P_{60}*HA_0 (%5.16) uygulamasıyla elde edilirken, buna göre 5.38 katlık bir artış ile en yüksek P_{30}*HA_{400} (%27.78) uygulamasıyla elde edilmiştir. Bitki GPGAO bakımından P_{30}*HA_{200}(ab), P_{30}*HA_{400}(a) ve P_{60}*HA_{400} (abc) arasında; P_{60}*HA_{200} (bc), P_{90}*HA_{200} (bc) ve P_{90}*HA_{400} (bc) arasında; P_{30}*HA_0 (cd), P_{60}*HA_0 (cd) ve P_{90}*HA_0 (cd) arasında; P_0*HA_0 (d), P_0*HA_{200} (d) ve P_0*HA_{400} (d) arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamakla birlikte 4 gruba ayrılmıştır.

Çizelge 4. 7. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun geri alınma oranına etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA) mg HA kg^{-1} HA_0	HA_{200}	HA_{400}	Ort. (P)
P_0	- d	- d	- d	- C
P_{30}	10.32 cd	22.80 ab	27.78 a	20.30 A
P_{60}	5.16 cd	15.15 bc	16.60 abc	12.31 B
P_{90}	6.49 cd	13.36 bc	15.86 ab	11.91 B
Ort. (HA)	5.49 *b*	12.83 *a*	15.06 *a*	-



Şekil 4. 6. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin fosfor geri alınma oranına etkileri

4.1.2. Diamonyum fosfat denemesinin sonuçları

4.1.2.1. Bitki kuru madde miktarı

Fosfor ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın kuru madde miktarına etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de, kuru madde miktarı üzerine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.9'da ve bu değerlere ait grafik Şekil 4.7'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre bitki kuru madde miktarına DAP formunda farklı seviyelerde uygulanan fosfor (P) ve P*HA interaksiyonunun etkileri istatistik

olarak %1 düzeyinde önemli olurken, K-Humat (HA) uygulamalarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4. 8. DAP denemesinde fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının buğday bitkisinin kuru madde miktarına (BKM), fosfor içeriği (BPİ), kaldırdığı fosfor miktarına (BKPM), agronomik etkinliğine (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (PPE), gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) ait varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları

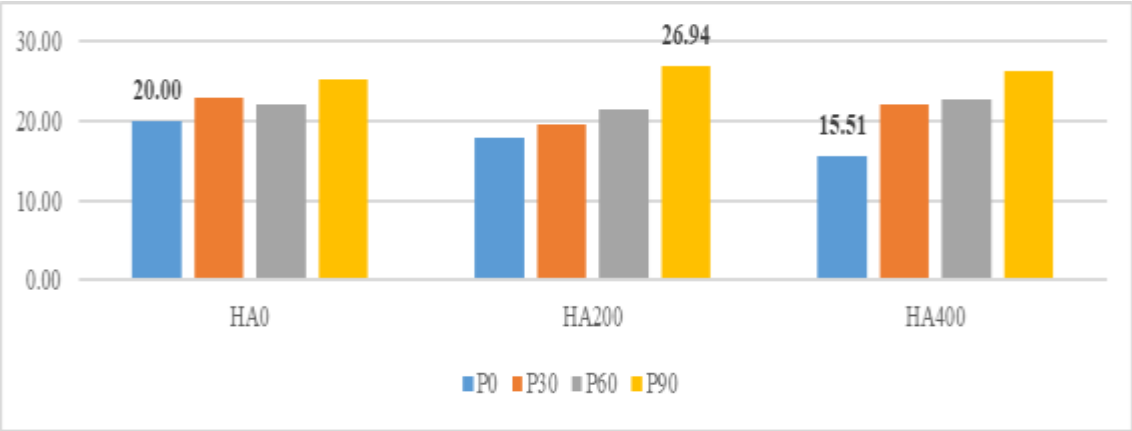
Kaynaklar	S. D.	BKM	BPİ	BKPM	PAE	PPE	GPGAO
P uyg.	3	103.7374**	0.002550**	893.2371**	2694.1516**	879351**	309.1201**
HA uyg.	2	3.9999	0.000328	6.7096	1902.9487**	731931*	9.4842
P*HA uyg. int.	6	8.1920**	0.000325*	184.7537**	547.9652**	686598**	48.8881*
Hata	24	1.5737	0.000117	23.8954	30.5989	168681	18.9635
Genel	35	--	--	--	--	--	--

**p<0.01; * p<0.05; S.D.:Serbestlik Derecesi; P uyg.: Fosfor uygulamaları; HA uyg.: K-Humat uygulamaları; int.: İnteraksiyon

Bitki kuru madde miktarına P*HA interaksiyonunun etkisinin önemli çıkması DAP formunda artan seviyelerde fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitki kuru madde miktarı üzerine etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4. 9. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA) mg HA kg^{-1} HA_0	HA_{200}	HA_{400}	Ort. (P)
P_0	20.00 de	17.94 ef	15.51 f	17.82 C
P_{30}	22.89 a-d	19.45 def	22.08 b-e	21.47 B
P_{60}	21.93 b-e	21.34 cde	22.68 a-d	21.98 B
P_{90}	25.19 abc	26.94 a	26.21 ab	26.11 B
Ort. (HA)	22.50	21.42	21.62	-



Şekil 4. 7. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin kuru madde miktarına etkileri

Bitki kuru madde miktarı en düşük P_0*HA_{400} (15.51 g saksı$^{-1}$) uygulamasıyla elde edilirken, 1.74 katlık bir artış ile en yüksek P_{90}*HA_{200} (26.94 g saksı$^{-1}$) uygulamasıyla elde edilmiştir. Bitki kuru madde miktarı, fosfor uygulamalarına bağlı

olarak artmış ve en yüksek (26.11 g saksı-1) P_{90} uygulaması ile elde edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.7).

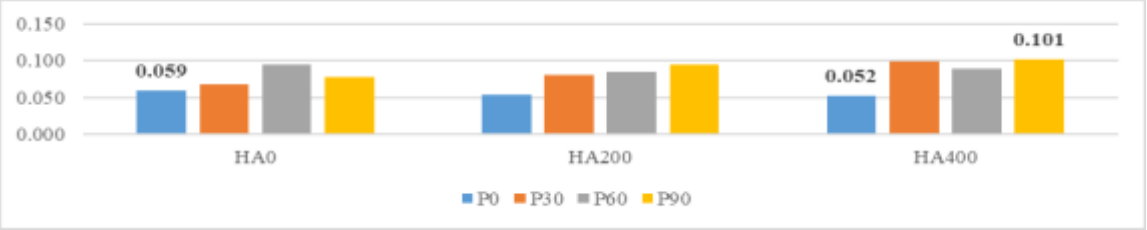
4.1.2.2. Bitkinin fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarı

Fosfor ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de, bitki fosfor içeriği ve kaldırılan fosfor miktarına olan etkilerinin ortalamaları sırasıyla Çizelge 4.10 ve 4.11'de ve bu verilere ait şekiller sırasıyla Şekil 4.8 ve 4.9'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.8) buğday bitkisinin fosfor içeriği üzerine DAP formunda farklı seviyelerde uygulanan fosforun (P) ve P*HA interaksiyonun etkileri istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken K-Humat (HA) uygulamalarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Bitki fosfor içeriği üzerine P*HA interaksiyonun etkisinin önemli olması, artan seviyelerde fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitki fosfor içeriğine istatistiki olarak önemli düzeyde olan etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim, en düşük bitki fosfor içeriği (% 0.052) fosfor uygulamasının olmadığı sadece 1 kg toprağa 400 mg K-Humat uygulamasında (P_0*HA_{400}) elde edilirken en yüksek bitki fosfor içeriği (% 0.101) ise 1 kg toprağa 90 mg P_2O_5 ile birlikte 400 mg K-Humat uygulamasından (P_{90}*HA_{400}) elde edilmiştir. Bunu P_{30}*HA_{400} (% 0.099), P_{90}*HA_{200} (% 0.095), P_{60}*HA_0 (% 0.094), P_{60}*HA_{400} (% 0.089), P_{60}*HA_{200} (% 0.085) ve P_{30}*HA_{200} (% 0.081) uygulamaları takip etmiş olup, bu uygulamalar arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamıştır. Ayrıca bitki fosfor içeriği farklı seviyelerde fosfor ve K-Humat uygulamalarına bağlı olarak artmıştır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4. 10. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	Humik Asit (HA) mg HA kg^{-1}			Ort. (P)
	HA_0	HA_{200}	HA_{400}	
P_0	0.059 cde	0.054 de	0.052 e	0.055 B
P_{30}	0.068 b-e	0.081 a-e	0.099 ab	0.083 A
P_{60}	0.094 ab	0.085 a-d	0.089 abc	0.089 A
P_{90}	0.077 a-e	0.095 ab	0.101 a	0.091 A
Ort. (HA)	0.075	0.079	0.085	-

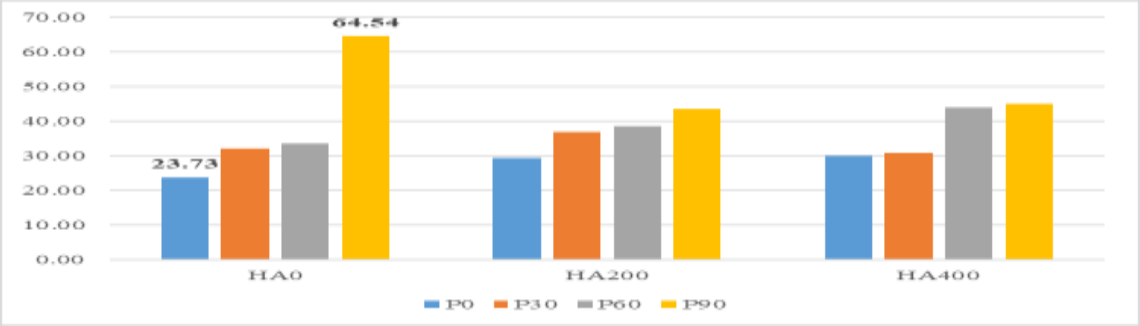


Şekil 4. 8. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkileri

Varyans analiz (Çizelge 4.8) sonuçlara göre bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına artan seviyelerde uygulanan fosforun (P) etkisi istatistik olarak %1, P*HA interaksiyonun etkisi %5 seviyesinde önemli bulunurken, K-Humat (HA) uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur. Artan seviyelerde fosfor uygulamaları (P_{30}, P_{60} ve P_{90}) bitkinin kaldırdığı fosfor miktarını kontrole (27.66 mg P_2O_5 kg^{-1}) göre sırasıyla %20, %40 ve %84 oranlarında artırmıştır. Bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı bakımından kontrole göre artışlar belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları (P_{30}, P_{60} ve P_{90}) arasında istatistiki bakımdan 3 grup oluşmuş olup P_{90} (A) , P_{60} (BC) ile P_{30} (B) ve P_0 (C) uygulamaları arsında fark bulunmuştur.

Çizelge 4. 11. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA) mg HA kg^{-1}			Ort. (P)
	HA_0	HA_{200}	HA_{400}	
P_0	23.73 c	29.33 bc	29.91 bc	27.66 C
P_{30}	32.17 bc	36.90 bc	30.86 bc	33.31 BC
P_{60}	33.45 bc	38.46 bc	43.86 b	38.59 B
P_{90}	64.54 a	43.43 b	45.03 b	51.00 A
Ort. (HA)	38.47	37.03	37.42	-



Şekil 4. 9. Fosfor (P) ve K-Humat (HA) uygulamalarının bitkinin kaldırdığı fosfor miktarına etkileri

Buğday bitkisinin kaldırdığı fosfor miktarı, en düşük (23.73 mg saksı$^{-1}$) kontrol uygulaması (P_0*HA_0) ile elde edilmiş olup, en yüksek (64.54 mg saksı$^{-1}$) P_{90}*HA_0 uygulaması ile elde edilmiş olup, bu uygulamalar dışındaki bütün uygulamalar (P_0*HA_{200}, P_0*HA_{400}, P_{30}*HA_0, P_{30}*HA_{200}, P_{30}*HA_{400}, P_{60}*HA_0, P_{60}*HA_{200}, P_{60}*HA_{400}, P_{90}*HA_{200} ve P_{90}*HA_{400}) arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamıştır (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9).

4.1.2.3. Fosforun alım etkinlikleri

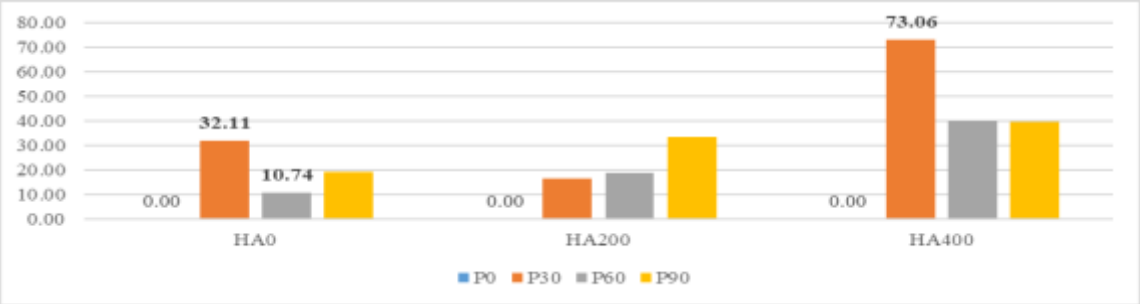
Fosfor ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) ve gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de, bitki PAE'ne, PPE'ne ve GPGAO'ına olan etkilerinin ortalamaları sırasıyla Çizelge 4.12, 4.13 ve 4.14'de ve bu değerlere ait grafikler sırasıyla Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Bitkinin fosfor agronomik etkinliği (PAE) üzerine farklı seviyelerde fosfor, K-Humat ve P*HA interaksiyonun etkileri istatistik olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Bitkinin fosfor agronomik etkinliği, DAP formunda uygulanan fosfor miktarının artışı ile artarken, K-Humat uygulamaları ile azalmıştır. PAE üzerine P*HA interaksiyonun etkisinin önemli çıkması, artan seviyelerde fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitki PAE'ne etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Nitekim bitki PAE 10.74 (P_{60}*HA_0) ile 73.06 (P_{30}*HA_{400}) arasında değişmekte olup, en düşük değer ile en yüksek değer arasında 6.80 katlık bir fark bulunmaktadır (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.10). Bitki PAE bakımından P_{30}*HA_0, $P_{30}HA_{400}$, $P_{90}HA_{200}$, ve P_{90}*HA_{400} uygulamaları; P_{30}*HA_{200}, P_{60}*HA_{200}, P_{90}*HA_0 uygulamaları; P_0*HA_0, P_0*HA_{200}, P_0*HA_{400} uygulamaları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. (Çizelge 4.12).

Çizelge 4. 12. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor agronomik etkinliği üzerine etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA) mg HA kg^{-1} HA_0	 HA_{200}	 HA_{400}	Ort. (P)
P_0	- d	- d	- d	- C
$P_{3,0}$	32.11 bc	16.74 cd	73.06 a	40.64 A
P_{60}	10.74 d	18.85 cd	39.84 b	23.15 B
P_{90}	19.20 cd	33.32 bc	39.63 b	30.72 B
Ort. (HA)	15.51 *b*	17.23 *b*	38.13 *a*	-

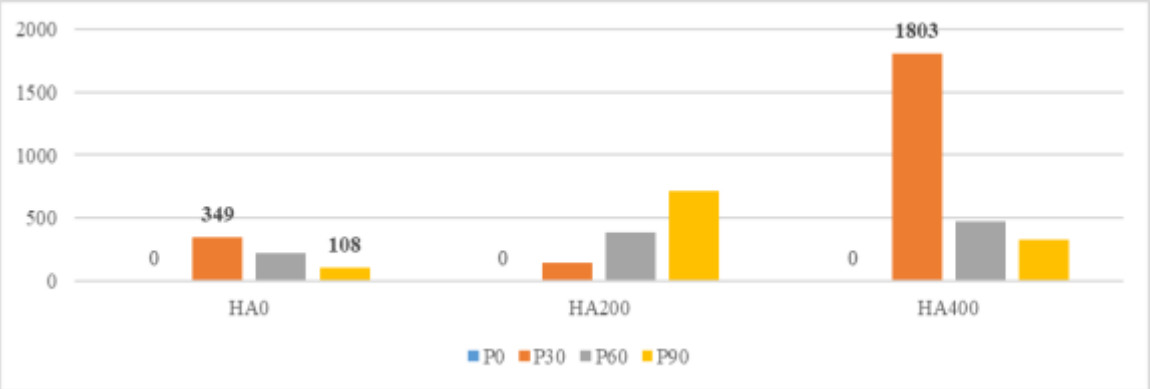


Şekil 4. 10. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor agronomik etkinliği üzerine etkileri

Bitkinin fosfor fizyolojik etkinliği (PPE) üzerine farklı seviyelerde fosfor ve P*HA interaksiyonun etkileri %1, K-Humat uygulamaların etkileri istatistik olarak %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Bitkinin PPE fosfor uygulamaları ile azalırken, K-Humat uygulamaları ile artmıştır. PPE üzerine P*HA interaksiyonun etkisinin önemli çıkması, fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin PPE üzerine etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiği göstermektedir. Nitekim bitkinin PPE, P_{90}*HA_0 (108) uygulamasında en düşük iken, 16.7 katlık bir artış ile P_{30}*HA_{400} (1803) uygulamasında en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.11). Buğday bitkisinin PPE bakımından P_{30}*HA_{400}, P_{60}*HA_{200}, P_{60}*HA_{400} ve P_{90}*HA_{200} uygulamalar arasında fark bulunmamıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4. 13. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor fizyolojik etkinliğine etkileri

Uygulamalar Fosfor, mg P_2O_5 kg^{-1}	K-Humat (HA) mg HA kg^{-1} HA_0	 HA_{200}	 HA_{400}	Ort. (P)
P_0	- b	- b	- b	- B
P_{30}	349 b	143 b	1803 a	765 A
P_{60}	218 b	388 ab	471 ab	359 AB
P_{90}	108 b	717 ab	325 b	384 AB
Ort. (HA)	169 *b*	312 *ab*	650 *a*	-



Şekil 4. 11. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin fosfor fizyolojik etkinliğine etkileri

Bitkinin fosfor geri alınma oranına (GPGAO) üzerine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri %1, P*HA interaksiyonun etkileri istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunurken, K-Humat uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Bitkinin fosfor geri alınma oranı (GPGAO), % 4.45 (P_{60}*HA_0) ile % 18.36 (P_{90}*HA_0) arasında değişmiştir. GPGAO bakımından P_{30}*HA_0 ile P_{30}*HA_{200}, P_{30}*HA_{400}, P_{60}*HA_{400}, P_{90}*HA_0, P_{90}*HA_{200}, P_{90}*HA_{400}; P_{60}*HA_0 ile P_{60}*HA_{200}; P_0*HA_0, P_0*HA_{200} ve P0*HA_{400} uygulamaları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4. 14. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun geri alınma oranına etkileri

Uygulamalar Fosfor (P) mg P_2O_5 kg^{-1}	Humik Asit (HA) mg HA Kg^{-1} HA_0	 HA_{200}	 HA_{400}	Ort. (P)
P_0	- c	- c	- c	- C
P_{30}	9.70 abc	13.21 ab	5.91 abc	9.61 AB
P_{60}	4.45 bc	5.07 bc	8.55 abc	6.02 BC
P_{90}	18.36 a	7.28 abc	15.90 ab	13.84 A
Ort. (HA)	8.13	6.39	7.59	-

Şekil 4. 12. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının bitkinin gübre fosforunun geri alınma oranına etkileri

4.1.3. MAP ve DAP denemelerinin karşılaşması

Sera şartlarında aynı anda yürütülen 2 farklı denemede K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak 30, 60 ve 90 mg P_2O_5 kg^{-1} seviyelerinde MAP ($NH_4H_2PO_4$) ve DAP [$(NH_4)_2HPO_4$] formlarında uygulanan fosforun Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidinin kuru madde miktarı, fosfor içeriği, kaldırdığı fosfor miktarı, gübre fosforunun agronomik etkinliği, fizyolojik etkinliği ve gübre fosforunun geri alınma oranına etkileri farklılıklar göstermiştir.

Buğday bitkisinin kuru madde miktarı, kaldırdığı fosfor miktarı, gübre fosforunun agronomik ve geri alınma oranı sırasıyla DAP uygulamasında 23.19 g $saksı^{-1}$, 40.97 mg P_2O_5 $saksı^{-1}$, 31.50 ve % 9.82 iken, MAP uygulamasında % 6 artışla 24.61 g $saksı^{-1}$, % 15 artışla 47.08 mg P_2O_5 $saksı^{-1}$, % 6 artışla 33.34 ve % 51 artışla % 14.84 olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında K-Humat'ın, bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı ve fosforun geri alınma oranına olumlu etkisinin, fosforu H_2PO_4 formunda içeren MAP ile birlikte uygulandığında DAP'a göre daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Nitekim fosfor uygulamalarının ortalaması olarak, bitkinin kaldırdığı fosfor miktarı 200 ve 400 mg kg^{-1} K-Humat, DAP ile uygulandığında sırasıyla, % 4 ve % 3 oranlarında

azalırken MAP ile uygulandığında % 14 ve % 27 oranında arttığı belirlenmiştir. Fosforun geri alınma oranı, DAP formunda 30 mg P_2O_5 kg^{-1} ile birlikte 200 mg kg^{-1} K-Humat uygulaması ile % 36 oranında arttığı, 400 mg kg^{-1} K-Humat uygulaması ile %39 oranında azaldığı belirlenmiştir. Ancak Aynı oranlarda DAP gübresi yerine MAP gübresinin uygulanması ile GPGAO sırasıyla 2.20 ve 2.69 kat arttığı belirlenmiştir.

4.2. Tarla Denemelerinin Sonuçları

4.2.1. Monoamonyum fosfat denemesinin sonuçları

4.2.1.1. Biyolojik verimi

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin biyolojik verimine MAP formundaki farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de, biyolojik verim üzerine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.16'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.15), buğday bitkisinin biyolojik verimi üzerine farklı seviyelerde fosfor ve K-Humat uygulamalarının etkileri istatistik olarak %1, P*S*HA interaksiyonun etkisi %5 seviyesinde önemli, kükürt (S) uygulaması ile P*S, P*HA ve S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4. 15. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitkinin biyolojik verimi, tane verimi, hasat indeksi, bitki boyu, bin tane ağırlığı, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı, tane protein içeriği ve tane gluten indeksine ait varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları

Kaynaklar	S.D	Biyolojik verimi	Tane verimi	Hasat indeksi	Bitki boyu	Bin tane ağırlığı	M^2'deki başak sayısı	Başakta tane sayısı	Tane protein içeriği	Tane gluten indeksi
P uyg.	2	321278.3**	5078.6**	0.0011	27.8**	8.69*	73607.5**	5.19	13.91**	744.7*
S uyg.	1	748.4	5707.2**	0.0028*	97.8**	1.33	848.9*	23.71**	1.73	2716.5**
HA uyg.	1	282596.6**	248.7	0.0084**	30.9**	2.90	87460.7**	90.24**	19.30**	124.0
Blok	3	19655.2	677.9	0.0001	10.8	1.37	24.5	5.46	2.74	165.0
P*S uyg. int.	2	6380.4	125.6	0.0001	21.2*	0.74	7734.4**	29.71**	2.43	433.2
P*HA uyg. int.	2	16488.4	535.5	0.0011	3.9	3.57	6797.8**	13.06**	1.97	390.7
S*HA uyg. int	1	734.7	85.3	0.00001	15.8	5.88	76.3	1.62	24.92**	1567.7**
P*S*HA uyg. int	2	29586.7*	553.6	0.0007	11.4	0.019	2502.2**	6.07	17.91**	1136.9**
Hata	33	7558.2	694.9	0.0005	4.0	2.51	120.2	2.09	1.11	189.1
Genel	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**p<0.01; * p<0.05; S.D.:Serbestlik Derecesi; P uyg.: Fosfor uygulamaları; S uyg.: Kükürt uygulamaları; HA uyg.: K-Humat uygulamaları; int.: İnteraksiyon

Bitkinin biyolojik verimi üzerine P*S*HA interaksiyonlarının etkileri istatistiki olarak önemli olması, farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim biyolojik verimin fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının yapılmadığı kontrolde (P_0*S_0*HA_0) 1410 kg da^{-1} iken, farklı fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarıyla kontrole göre % 9 (P_0*$S_{112.5}$*HA_0 =1541 kg da^{-1}) ile % 36 (P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ =1919 kg da^{-1}) arasında değişen oranlarda arttığı tespit edilmiştir. Biyolojik verim bakımından P_4*S_0*HA_0, P_4*S_0*$HA_{1.2}$, P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, P_8*S_0*HA_0, P_8*S_0*$HA_{1.2}$, P_8*$S_{112.5}$*HA_0, P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ uygulamaları; P_0*S_0*$HA_{1.2}$ ve P_4*$S_{112.5}$*HA_0 arasında; P_0*$S_{112.5}$*HA_0 ve P_0*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ uygulamaları aralarında istatistiki bakımdan fark bulunmamıştır (Çizelge 4.16).

Biyolojik verim, P_0 ile P_4 ve P_8 arasındaki farklar önemli, P_4 ile P_8 arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bütün fosfor uygulamalarında hem kükürtsüz hemde kükürt uygulamalarının ortalaması olarak biyolojik verim, K-Humat uygulamasıyla ($HA_{1.2}$) % 2 (P_0*$S_{112.5}$) ile % 18 (P_4*$S_{112.5}$) arasında değişen oranlarda artmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4. 16. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitkinin biyolojik verimine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	1410 d	1622 bcd	1516
	$S_{112.5}$	1541cd	1572 cd	1557
Ort. (P*HA)		1476	1597	1536 B
P_4	S_0	1728 abc	1886 a	1807
	$S_{112.5}$	1622 bcd	1919 a	1771
Ort. (P*HA)		1675	1903	1789 A
P_8	S_0	1731 abc	1798 ab	1764
	$S_{112.5}$	1705 abc	1862 a	1784
Ort. (P*HA)		1718	1830	1774 A
Ort. (HA)		1623 *b*	1776 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	1623	1769	1696
	$S_{112.5}$	1623	1784	1704

4.2.1.2. Tane verimi

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin tane verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, tane verimine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre tane verimine farklı seviyelerde fosfor ve kükürt uygulamalarının etkileri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunurken, K-Humat uygulamaları ve tüm interaksiyonların (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Tane verimi, kükürt ve K-Humat uygulamalarının yapılmadığı sadece dekara 4 (P_4) ve 8 (P_8) kg P_2O_5 uygulamasıyla kontrole göre (317 kg da^{-1})sırasıyla % 10 ve %18 oranlarında artış göstermiştir. Farklı miktarlarda fosfor uygulamaları ile elde edilen tane verimleri arasındaki farklar istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı miktarlarda kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, tane verimi kontrolde (0 kg da^{-1}, P_0) 333 kg da^{-1} iken, 4 ve 8 kg P_2O_5 da^{-1} (P_4 ve P_8) uygulamalarıyla % 9 ve % 10 oranlarında artış ile 362 ve 366 kg $da^{-1'}$ a kadar çıkmıştır. Farklı miktarlarda kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, tane verimleri bakımından P_0 ile P_4 uygulamaları ve P_4 ve P_8 uygulamaları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre kükürt uygulamasının tane verimi üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Ayrıca, K-Humat uygulaması içermeyen konularda (HA_0) tane verimi, kükürt uygulamasının yapılmadığı uygulamalara göre kükürt uygulaması ile P_0 (0 kg P_2O_5 da^{-1}) konusunda %11 oranında artarken, P_4 konusunda % 6 ve P_8 konusunda %1 oranlarında artışa neden olmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4. 17. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane verimine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1,2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	317	321	319
	$S_{112.5}$	351	344	348
Ort. (P*HA)		334	333	333 B
P_4	S_0	349	357	353
	$S_{112.5}$	370	373	372
Ort. (P*HA)		360	365	362 AB
P_8	S_0	373	340	357
	$S_{112.5}$	376	375	375
Ort. (P*HA)		375	357	366 B
Ort. (HA)		356	352	-
Ort. (S*HA)	S_0	347	339	343 *B*
	$S_{112.5}$	366	364	365 *A*

4.2.1.3. Hasat indeksi

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin hasat indeksine fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, hasat indeksine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Hasat indeksi üzerine K-Humat uygulamalarının etkileri %1, kükürt uygulamalarının etkileri ise %5 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunurken, fosfor uygulamaları ile S*HA, S*P, HA*P ve S*HA*P interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4. 18. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının hasat indeksine etkileri

Uygulamalar		Humik Asit (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor (P) kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt (S) kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.230	0.199	0.215
	$S_{112.5}$	0.236	0.225	0.231
Ort. (P*HA)		0.233	0.212	0.223
P_4	S_0	0.203	0.190	0.197
	$S_{112.5}$	0.238	0.195	0.217
Ort. (P*HA)		0.221	0.193	0.207
P_8	S_0	0.224	0.190	0.207
	$S_{112.5}$	0.230	0.202	0.216
Ort. (P*HA)		0.227	0.196	0.211
Ort. (HA)		0.227 *a*	0.200 *b*	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.219	0.193	0.206 *B*
	$S_{112.5}$	0.235	0.208	0.221 *A*

Fosfor ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak hasat indeksi, kükürt ($S_{112.5}$) uygulanması (0.221) ile kükürt uygulanmasının olmadığı (S_0, 0.206) duruma göre % 7 oranında arttırdığı ve bu artışın % 5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Kükürt uygulaması ($S_{112.5}$) ile kükürt uygulanmayana (S_0) göre hasat indeksindeki benzer artışlar hem farklı fosfor hem de farklı K-Humat uygulamalarında belirlenmiştir. Farklı miktarlarda fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, hasat indeksi K-Humat uygulaması ($HA_{1.2}$, 0.200) ile K-Humat uygulanmayana (HA_0, 0.227) göre % 12 oranında azalmıştır. K-Humat uygulamasının hasat indeksine olumsuz etkisinin hem farklı fosfor hem de kükürt uygulamalarında benzer olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.2.1.4. Bitki boyu

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin boyuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, bitki boyuna olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.19'de verilmiştir.

Varyans analiz (Çizelge 4.15) sonuçlarına göre bitki boyu üzerine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkileri %1, P*S interaksiyonunun etkisi ise istatistik olarak %5 seviyesinde önemli bulunurken, P*HA, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur.

Bitki boyuna fosfor ve kükürt uygulamalarının önemli etkilerinin yanında, P*S interaksiyonu etkisinin de önemli çıkması, farklı seviyelerde fosfor ve kükürt uygulamalarının etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bitki boyu en düşük P_4*S_0 (82.31 cm) ve en yüksek P_8*$S_{112.5}$ (88.13 cm) uygulamalarıyla elde edilmiştir. Bitki boyu bakımından P_4*S_0 uygulaması ile diğer bütün uygulamalar (P_0*S_0, P_0*$S_{112.5}$, P_4*$S_{112.5}$, P_8*S_0, P_8*$S_{112.5}$) arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Buğday bitkisinin boyu P_0S_0 ve P_8S_{112} uygulamaları hariç diğer fosfor ve kükürt uygulamalarında K-Humat uygulaması ($HA_{1.2}$) ile K-Humat uygulanmayanlara göre artmıştır. Ayrıca fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak bitki boyu $HA_{1.2}$ uygulaması ile 87.25 cm olarak belirlenirken HA_0 uygulaması ile 85.65 cm olarak belirlenmiş olup, aralaraındaki farklar istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4. 19. Fosfor, kükürt, K-Humat uygulamalarının bitki boyuna etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	87.88	86.38	87.13 a
	$S_{112.5}$	85.75	90.00	87.88 a
Ort. (P*HA)		86.81	88.19	87.50 A
P_4	S_0	81.50	83.13	82.31 b
	$S_{112.5}$	85.75	89.50	87.63 a
Ort. (P*HA)		83.63	86.31	84.97 B
P_8	S_0	85.00	86.25	85.63 a
	$S_{112.5}$	88.00	88.25	88.13 a
Ort. (P*HA)		86.50	87.25	86.88 AB
Ort. (HA)		85.65 *b*	87.25 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	84.79	85.25	85.02 *B*
	$S_{112.5}$	86.50	89.25	87.88 *A*

4.2.1.5. Bin tane ağırlığı

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki bin tane ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.'te, bin tane ağırlığına olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre Bayraktar 2000 çeşidinin bin tane ağırlığına farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri istatistiki olarak % 5 seviyesinde önemli bulunurken diğer uygulamaların (kükürt, K-Humat, P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA uygulamalarının interaksiyonları) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15)

Çizelge 4. 20. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bin tane ağırlığına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	26.93	24.58	25.75
	$S_{112.5}$	26.98	26.18	26.58
Ort. (P*HA)		26.95	25.38	26.16 A
P_4	S_0	26.65	25.90	26.28
	$S_{112.5}$	26.00	26.63	26.31
Ort. (P*HA)		26.33	26.26	26.29 A
P_8	S_0	25.13	24.65	24.89
	$S_{112.5}$	24.63	25.43	25.03
Ort. (P*HA)		24.88	25.04	24.96 B
Ort. (HA)		26.05	25.56	-
Ort. (S*HA)	S_0	26.23	25.04	25.64
	$S_{112.5}$	25.87	26.08	25.97

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bin tane ağırlığı 0 kg P_2O_5 da^{-1} ile 26.16 g iken, 4 kg P_2O_5 da^{-1} (P_4) uygulamasıyla % 0.38 oranında artış ile 26.29 g ve 8 kg P_2O_5 da^{-1} (P_8) uygulamasıyla % 5 oranında azalarak 24.96 g olduğu tespit edilmiştir. Bin tane ağırlığı bakımından P_0 ile P_4 arasındaki farklar önemsiz bulunurken, P_0 ile P_8 ve P_4 ile P_8 uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) uygulanmayan konularda, bin tane ağırlığı kontrol (0 kg P_2O_5 da^{-1}, P_0) uygulaması ile 26.93 g iken, dekara 4 ve 8 kg P_2O_5 (P_4 ve P_8) uygulamalarıyla sırasıyla % 1 ve %7 oranlarında azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.20).

4.2.1.6. Metrekarede başak sayısı

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin metrekaredeki başak sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, metrekaredeki başak sayısına etkilerine ait ortalama değerler Çizelge 4.21'da verilmiştir.

Varyans analiz (Çizelge 4.15) sonuçlarına göre bitkinin metrekaredeki başak sayısına fosfor, K-Humat, P*S, P*HA ve P*S*HA uygulamaları interaksiyonlarının etkileri %1, kükürt uygulamalarının etkisi istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunurken S*HA interaksiyonun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4. 21. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve uygulamalarının metrekaredeki başak sayısına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	664 g	728 ef	696 c
	$S_{112.5}$	624 h	662 g	643 d
Ort. (P*HA)		644 **d**	695 **c**	670 C
P_4	S_0	702 f	845 ab	774 b
	$S_{112.5}$	707f	827 bc	767 b
Ort. (P*HA)		705 **c**	836 **a**	770 B
P_8	S_0	760 de	803 c	781 b
	$S_{112.5}$	763 d	869 a	816 a
Ort. (P*HA)		761 **b**	836 **a**	799 A
Ort. (HA)		703 *b*	789 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	709	792	750 *A*
	$S_{112.5}$	698	786	742 *B*

M^2'deki başak sayısına fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkileri istatistiki bakımdan önemli olmakla birlikte, P*S*HA interaksiyonun etkisinin de önemli olması, fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim m^2'deki başak sayısı, en düşük P_0*$S_{112.5}$*HA_0 (624 adet) uygulamasıyla elde dilmiş olup %39 oranında artış ile en yüksek P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ (869 adet) uygulamasıyla elde edilmiştir. M^2'deki başak sayısı bakımından P_4*S_0*$HA_{1.2}$ ile P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, P_4*S_0*$HA_{1.2}$ ile P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ ile P_8*S_0*$HA_{1.2}$, P_8*$S_{112.5}$*HA_0 ile P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, P_8*$S_{112.5}$*HA_0 ile P_0*S_0*$HA_{1.2}$, P_0*S_0*$HA_{1.2}$ ile P_4*S_0*HA_0 ve P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, P_0*S_0*HA_0 ile P_0*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ uygulamaları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.

Artan fosfor uygulaması ile m^2'de başak sayısı önemli düzeylerde artmış olup en yüksek P_8 uygulaması ile belirlenmiştir. M^2'deki başak sayısı, K-Humat ($HA_{1.2}$)

uygulamalarında K-Humat uygulanmayanlara (HA_0) göre daha yüksek olmuştur. Bunun yanında fosfor uygulamalarının ortalaması olarak, m^2'deki başak sayısı kükürt uygulaması ($S_{112.5}$) ile kükürt uygulanmayana (S_0) göre azalmıştır (Çizelge 4.21).

4.2.1.7. Başakta tane sayısı

Uygulanan farklı seviyelerdeki fosfor, kükürt ve K-Humat'ın Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin başakta tane sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.'te, başakta tane sayısına olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, başakta tane sayısı, kükürt, K-Humat, P*S ve P*HA uygulamalarının interaksiyonlarına bağlı olarak istatistik bakımından %1 seviyesinde önemli bulunurken, fosfor, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4. 22. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının başakta tane sayısına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	22.2	21.5	21.9 b
	$S_{112.5}$	26.2	25.6	25.9 a
Ort. (P*HA)		24.2 **a**	23.5 **ab**	23.9
P_4	S_0	26.0	21.8	23.9 ab
	$S_{112.5}$	24.0	21.0	22.5 b
Ort. (P*HA)		25.0 **a**	21.4 **bc**	23.2
P_8	S_0	23.0	20.9	21.9 b
	$S_{112.5}$	26.4	20.7	23.6 ab
Ort. (P*HA)		24.7 **a**	20.8 **c**	22.7
Ort. (HA)		24.6 *a*	21.9 *b*	-
Ort. (S*HA)	S_0	23.8	21.4	22.6 *B*
	$S_{112.5}$	25.5	22.4	24.0 *A*

Başakta tane sayısına fosfor uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmamasına rağmen, başakta tane sayısına P*S ve P*HA interaksiyonlarının etkisinin önemli çıkması fosfor uygulamalarının etkisinin kükürt ve K-Humat uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, başakta tane sayısı P_0*S_0 (21.9), P_4*S_{112} (22.5), P_8*S_0 (21.9) uygulamalarında 22'şer adet, P_4*S_0 (23.9), P_8*S_{112} (23.6) uygulamalarında 24'er adet ve P_0*S_{112} uygulamasında 26 (25.9) adet olup gruplar arasındaki farklar istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli olmuştur. Fosfor ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak kükürt uygulaması (S_{112}), kükürt uygulanmadığına (S_0) göre başakta tane sayısını

önemli düzeyde artırmıştır. Bunun yanında fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak K-Humat uygulaması (21.9 adet, HA_{12}), K-Humat uygulamasıza (24.6 adet, HA_{12}) göre başakta tane sayısını önemli düzeyde azaltmıştır. Kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, başakta tane sayısı bakımından P_0*HA_0 (24.2 adet), P_4*HA_0 (25.0 adet), P_8*HA_0 (24.7 adet) ve $P_0*HA_{1.2}$ (23.5 adet); P_4*HA_0 (25.0 adet) ile $P_4*HA_{1.2}$ (21.4 adet), $P_4*HA_{1.2}$ (21.4 adet) ile $P_8*HA_{1.2}$ (20.8 adet) uygulamaları arasındaki farklar önemsiz bulunurken diğer uygulamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22).

4.2.1.8. Tane protein içeriği

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin tane protein içeriğine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de, tane protein içeriğine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.23'de gösterilmiştir.

Varyans analiz (Çizelge 4.15) sonuçlarına göre buğday bitkisinin tane protein içeriği üzerine farklı seviyelerde uygulanan fosfor, K-Humat, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemliyken, kükürt, P*S ve P*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur.

Varyans analiz sonuçlarında P*S*HA ve S*HA interaksiyonlarının bitkinin tane protein içeriğine etkileri istatistik olarak önemli olması, farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Tane protein içeriği bakımından $P_0*S_0*HA_{1.2}$ ile $P_0*S_{112.5}*HA_0$, $P_4*S_0*HA_{1.2}$, $P_4*S_{112.5}*HA_0$, $P_4*S_{112.5}*HA_{1.2}$, $P_8*S_0*HA_0$, $P_8*S_{112.5}*HA_0$ ve $P_8*S_{112.5}*HA_{1.2}$; $P_0*S_{112.5}*HA_{1.2}$ ile $P_4*S_0*HA_0$ uygulamaları arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamaktadır. Nitekim tane protein içeriği en düşük $P_0*S_0*HA_0$ (kontrol, %12.40) uygulamasında elde edilirken %42 oranında artış ile en yüksek $P_8*S_{112.5}*HA_{1.2}$ (%17.56) uygulamasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4. 23. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane protein içeriğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	12.40 c	17.25 a	14.82
	$S_{112.5}$	15.01 abc	13.65 bc	14.33
Ort. (P*HA)		13.70	15.45	14.58 B
P_4	S_0	13.74 bc	17.50 a	15.62
	$S_{112.5}$	16.55 ab	15.98 ab	16.26
Ort. (P*HA)		15.14	16.74	15.94 A
P_8	S_0	16.10 ab	15.62 ab	15.86
	$S_{112.5}$	16.15 ab	17.56 a	16.85
Ort. (P*HA)		16.13	16.59	16.36 A
Ort. (HA)		14.99 *b*	16.26 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	14.08 **B**	16.79 **A**	15.44
	$S_{112.5}$	15.90 **A**	15.73 **A**	15.82

Sadece fosfor uygulamaları ile tane protein içeriği kontrole göre (%14.58) artmakla birlikte, P_4 ve P_8 uygulamalar arasındaki fark istatistiki bakımdan önemsiz bulunurken P_0 ve P_4; P_0 ve P_8 uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Sadece K-Humat uygulamaları ile tane protein içeriği % 9 oranında artmıştır. Ayrıca, S*HA interaksiyonunun önemli çıkması da, kükürt ile birlikte K-Humat uygulamalarına bağlı olarak tane protein içeriğinin değiştiğini göstermektedir. S*HA interaksiyonunda tane protein içeriği %14.08 (S_0*HA_0) ile %16.79 (S_0*$HA_{1.2}$) arasında değiştiğini ve S_0*$HA_{1.2}$, $S_{112.5}$*HA_0 ve $S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ uygulamaları arasında istatistiki bakımdan önemsiz farklar belirlenmiştir.

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, tanedeki protein içeriği kontrole (P_0, %14.58) göre dekara 4 ve 8 kg P_2O_5 uygulaması ile sırasıyla %9 ve %12 oranlarında arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.23).

4.2.1.9. Tane gluten indeksi (%)

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin tane gluten indeksine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te, tane gluten indeksine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, tane gluten indeksine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkisi istatistik olarak %5, kükürt, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri %1 seviyesinde önemli bulunurken, K-Humat, P*S ve P*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Tane gluten indeksi değerine P*S*HA interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli çıkması, fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının gluten indeksine etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim tane gluten indeksi %40.76 (P_8*S_0*$HA_{1.2}$) ile %89.78 (P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$) arasında değişmektedir. Tane gluten indeksi bakımından P_8*S_0*$HA_{1.2}$ (B) uygulaması hariç diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur. Ayrıca P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, P_8*S_0*HA_0, P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ (A) uygulaması hariç diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4. 24. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane gluten indeksine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	53.40 ab	50.46 ab	51.93
	$S_{112.5}$	78.99 ab	70.83 ab	74.91
Ort. (P*HA)		66.19	60.64	63.42 B
P_4	S_0	74.96 ab	75.82 ab	75.39
	$S_{112.5}$	71.46 ab	85.85 a	78.65
Ort. (P*HA)		73.21	80.83	77.02 A
P_8	S_0	82.61 a	40.76 b	61.68
	$S_{112.5}$	71.37 ab	89.78 a	80.57
Ort. (P*HA)		76.99	65.27	71.13 AB
Ort. (HA)		72.13	68.91	-
Ort. (S*HA)	S_0	70.32 **AB**	55.68 **B**	63.00 *B*
	$S_{112.5}$	73.94 **AB**	82.15 **A**	78.05 *A*

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, en yüksek tane gluten indeksi P_4 fosfor uygulamasıyla elde edilmiş olup, bunu P_8 ve P_0 uygulamaları izlemiştir. Gluten indeksi bakımından P_0 ile P_8; P_4 ile P_8 arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Tane gluten indeksine kükürt uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemli olup, fosfor ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak kükürt uygulaması ($S_{112.5}$, %78.05) ile kükürt uygulamadığına (S_0, %63) göre %24 oranında artmıştır. Ayrıca fosfor uygulamalarının ortalaması olarak tane gluten indeksi en düşük $S_{112.5}$*HA_0 (%55.68) uygulaması ve buna göre %47 oranında artışla en yüksek $S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ (%82.15) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

4.2.1.10. Başaklanma döneminde bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriği

Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın başaklanma döneminde bayrak yapraklarının fosfor içeriğine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te, bayrak yapraklarının fosfor içeriğine etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Buğday bayrak yapraklarının fosfor içeriği üzerine değişimi farklı dozlarda fosfor, kükürt, K-Humat, P*S, P*HA interaksiyonlarının etkileri %1, P*S*HA interaksiyonun etkisi %5 seviyesinde istatistiki bakımından önemli, S*HA interaksiyonun etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Çizelge 4. 25. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (BDBYPİ), hasat döneminde bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (HDBVPİ), tane fosfor içeriği (TPİ), tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (HDBVKPM), biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PFE) ve gübre fosforunun geri alınma oranı (GPGAO) üzerine ait varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları

Kaynaklar	SD	BDBYPİ	HDBVPİ	TPİ	HDBVKPM	Biyo. Ver. PAE	Biyo. Ver. PFE	Biyo. Ver. GPGAO
P uyg.	2	0.0046**	0.002570**	0.0380**	18.969**	15962.5**	143153.5**	6456.2**
S uyg.	1	0.00043**	0.000008	0.0019^{öd}	0.031**	645.8	62.4	163.4**
HA uyg.	1	0.00042**	0.000086	0.0045*	1.371**	860.2	3393.8**	13.5*
Blok	3	0.00012	0.000349	0.0007	0.003	337.6	228.7	1.7
P*S uyg. int.	2	0.00036**	0.000084	0.0009	0.115**	439.1	597.3	72.4**
P*HA uyg. int.	2	0.00028**	0.000080	0.0003	0.365**	983.9*	2400.1**	80.9**
S*HA uyg. int	1	0.000003	0.000128	0.0024	0.484**	4305.7**	8208.9**	498.2**
P*S*HA uyg. int	2	0.00024*	0.000105	0.00006	0.342**	1608.7**	2931.8**	163.0**
Hata	33	0.00005	0.000170	0.00106	0.003	271.9	189.0	1.88
Genel	47	--	--	--	--	--	--	--

**p<0.01; * p<0.05; S.D.:Serbestlik Derecesi; P uyg.: Fosfor uygulamaları; S uyg.: Kükürt uygulamaları; HA uyg.: K-Humat uygulamaları; int.: İnteraksiyon

Bayrak yaprakların fosfor içeriklerine P*S*HA interaksiyonunun etkisinin önemli bulunması farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının önemli etkisinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim bayrak yaprakların fosfor içeriği kontrolde % 0.161 iken P_4*S_0*$HA_{1.2}$ uygulamasıyla %30 oranında bir artışla %0.209'a yükselmiştir. Bayrak yaprakların fosfor içeriği bakımından en yüksek fosfor içeriğinin elde edildiği P_4*S_0*$HA_{1.2}$ uygulaması ile P_8*S_0*HA_0, P_8*S_0*$HA_{1.2}$, P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte bunlar ile diğer uygulamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Bayrak yapraklarının en düşük fosfor içeriği sağlayan kontrol (P_0*S_0*HA_0) uygulaması ile

P_0*S_0*$HA_{1.2}$, P_0*$S_{112.5}$*HA_0 ve P_0*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte bunlar ile diğer uygulamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. 26. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve uygulamalarının bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.161 d	0.165 d	0.163
	$S_{112.5}$	0.164 d	0.172 cd	0.168
Ort. (P*HA)		0.163 **c**	0.169 **c**	0.166 B
P_4	S_0	0.186 bc	0.209 a	0.197
	$S_{112.5}$	0.184 bc	0.189 bc	0.186
Ort. (P*HA)		0.185 **b**	0.199 **a**	0.192 A
P_8	S_0	0.208 a	0.199 ab	0.203
	$S_{112.5}$	0.190 b	0.193 ab	0.192
Ort. (P*HA)		0.199 **a**	0.196 **ab**	0.197 A
Ort. (HA)		0.182	0.188	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.185	0.191	0.188 *A*
	$S_{112.5}$	0.179	0.185	0.182 *B*

Ayrıca kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bayrak yaprakların fosfor içeriği, en düşük (%0.166) 0 kg P_2O_5 da^{-1} (P_0) uygulamasında olup, 4 (P_4) ve 8 (P_8) kg P_2O_5 da^{-1} fosfor uygulamaları ile %16 ve %19 oranlarında artmıştır. Bayrak yaprakların P içeriği bakımından P_4 ve P_8 arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemsiz bulunurken, P_0 ile P_4 ve P_8 uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bayrak yaprakların fosfor içeriği kükürt uygulaması ($S_{112.5}$) ile kükürt uygulanmadığına (S_0) göre P_0'da önemsiz de olsa biraz artarken, P_4 ve P_8'de önemli seviyede azalmıştır (Çizelge 4.26).

4.2.1.11. Hasat döneminde alınan vejetatif aksam, tane fosfor içeriği ve tüm bitki tarafından kaldırılan fosfor miktarı

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının vejetatif aksam fosfor içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te, tüm bitki fosfor içeriğine etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Hasat döneminde vejetatif aksam fosfor içeriğine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri istatistiki bakımından %1 seviyesinde önemli iken diğer uygulamalar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Hasat döneminde vejetatif aksam fosfor içeriği bakımından P_4 ve P_8 arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemsiz bulunurken, P_0 ile P_4 ve P_8 uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında vejetatif aksam fosfor içeriği % 0.034 iken, buna göre P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasında %88 oranında artışla %0.064 ve P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasında, %106 oranında artışla %0.070 olmuştur.

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, vejetatif aksam fosfor içeriği kontrole (P_0, %0.046) göre P_4 (%0.064) uygulaması ile %39 ve P_8 (%%0.070) uygulaması ile %52 oranında artmıştır. (Çizelge 4.27).

Çizelge 4. 27. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının hasat döneminde alınan bitki vejetatif aksamının fosfor içeriğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1,2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.034	0.051	0.043
	$S_{112.5}$	0.049	0.048	0.049
Ort. (P*HA)		0.042	0.050	0.046 B
P_4	S_0	0.064	0.063	0.064
	$S_{112.5}$	0.063	0.063	0.063
Ort. (P*HA)		0.064	0.063	0.064 A
P_8	S_0	0.070	0.073	0.072
	$S_{112.5}$	0.069	0.068	0.069
Ort. (P*HA)		0.070	0.071	0.070 A
Ort. (HA)		0.058	0.061	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.056	0.062	0.059
	$S_{112.5}$	0.061	0.060	0.060

Varyans analiz sonuçlarına göre P*S*HA interaksiyonun bitki vejetatif aksamının fosfor içeriğine etkisi istatistik bakımından önemli olmamasına rağmen, bitki fosfor içeriği en düşük kontrol (%0.034) uygulamasında belirlenmiş olup diğer uygulamalarla, %41 (P_0*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, %0.048) ile %115 (P_8*S_0*$HA_{1.2}$, %0.073) arasında değişen oranlarda artmıştır (Çizelge 4.27).

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın tane fosfor içeriğine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de, tane fosfor içeriğine etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre tane fosfor içeriğine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkisi istatistik olarak %1, K-Humat (HA) uygulamasının etkisi %5 seviyesinde önemli, kükürt uygulaması ve tüm interaksiyonların (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25). Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, tane fosfor içeriği kontrole (%0.36) göre P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) ve P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) fosfor uygulamaları ile sırasıyla %17 (%0.42) ve %28

(%0.46) oranlarından artmış olup, tane fosfor içeriği bakımından P_0, P_4 ve P_8 uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bunun yanında kükürt ve K-Humat uygulamaları içermeyen konularda da (S_0HA_0) tane fosfor içeriği en düşük kontrol (P_0, %0.35) uygulamasında olup buna göre P_4 uygulamasında %17 oranında artışla %0.41 ve P_8 uygulamasında %29 oranında artışla %0.45 ve bu artışların istatistiki bakımından önemli olduğu tespit edilmiştir. Tane fosfor içeriği fosfor, kükürt ve K-Humat (P_0*S_0*HA_0) uygulanmayan kontrolde %0.35 iken K-Humat uygulaması (P_0*S_0*$HA_{1.2}$) ile %11 oranında artışla %0.39 olarak belirlenmiştir. Bunun yanında P_o, P_4 ve P_8 seviyesindeki fosfor uygulamalarında hem farklı kükürt uygulamaları hem de kükürt uygulamalarının ortalaması olarak tane fosfor içeriği, K-humat uygulamadığına (HA_0) göre K-Humat uygulamasıyla (HA_{12}) artmıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4. 28. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve uygulamalarının tane fosfor içeriğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.35	0.39	0.37
	$S_{112.5}$	0.35	0.36	0.35
Ort. (P*HA)		0.35	0.37	0.36 C
P_4	S_0	0.41	0.45	0.43
	$S_{112.5}$	0.40	0.41	0.40
Ort. (P*HA)		0.40	0.43	0.42 B
P_8	S_0	0.45	0.46	0.46
	$S_{112.5}$	0.46	0.46	0.46
Ort. (P*HA)		0.45	0.46	0.46 A
Ort. (HA)		0.40	0.42	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.40	0.43	0.42
	$S_{112.5}$	0.40	0.41	0.40

Tüm bitki (biyolojik verim) ile kaldırılan fosfor miktarı üzerine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de, tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarına etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı hesaplamasında öncelikle hasat döneminde bitkinin vejetatif aksam P içerikleri ile biyolojik verimden tane veriminin düşülmesi ile elde edilen verim çarpılmıştır. Daha sonra ise çarpılmasıyla tane P içeriği ile tane verimi çarpılmış ve sonra bu iki çarpım toplanmıştır ve değerler Çizelge 4.29'da verilmiştir. Farklı seviyelerde P, S ve HA, P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA

interaksiyonlarının tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarına etkileri istatistik olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Tüm bitki ile kaldırılan P miktarı, uygulanan fosfor miktarının artışı ve kükürt ve K-Humat uygulamalarıyla kontrollere göre istatistiki olarak önemli düzeylerde artmıştır. Bununla birlikte tüm verim ile kaldırılan P miktarına ikili ve üçlü interaksiyonların (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkilerinin önemli çıkması, tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarına farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğinin göstergesidir.

Çizelge 4. 29. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	3.37 g	4.36 e	3.86 e
	$S_{112.5}$	4.14 f	4.05 f	4.09 d
Ort. (P*HA)		3.75 **e**	4.21 **d**	3.98 C
P_4	S_0	5.31 d	5.91 bc	5.61 b
	$S_{112.5}$	5.24 d	5.77 c	5.50 c
Ort. (P*HA)		5.27 **c**	5.84 **b**	5.56 B
P_8	S_0	6.04 ab	6.07 a	6.05 a
	$S_{112.5}$	6.10 a	6.06 a	6.08 a
Ort. (P*HA)		6.07 **a**	6.07 **a**	6.07 A
Ort. (HA)		5.03 *b*	5.37 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	4.91 **D**	5.44 **A**	5.18 *B*
	$S_{112.5}$	5.16 **C**	5.30 **B**	5.23 *A*

Tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı en düşük $P_0{}^*S_0{}^*HA_0$ (3.37 kg P_2O_5 da^{-1}, kontrol) uygulamasıyla elde edilmiş, buna göre farklı P, S ve K-Humat uygulamalarıyla %20 ($P_0S_{112.5}HA_{12}$ =4.05 kg P_2O_5 da^{-1}) ile %81 ($P_8S_{112.5}HA_0$ =6.10 kg P_2O_5 da^{-1}) arasında değişen oranlarda artmışlar belirlenmiştir. Ayrıca tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı, uygulamalar bağlı olarak değişmekle birlikte, $P_8{}^*S_0{}^*HA_0$ ile $P_8{}^*S_0{}^*HA_{1.2}$, $P_8{}^*S_{112.5}{}^*HA_0$, ve $P_8{}^*S_{112.5}{}^*HA_{1.2}$; $P_8{}^*S_0{}^*HA_0$ ile $P_4{}^*S_0{}^*HA_{1.2}$; $P_4{}^*S_0{}^*HA_{1.2}$ ile $P_4{}^*S_{112.5}{}^*HA_{1.2}$; $P_4{}^*S_0{}^*HA_0$ ile $P_4{}^*S_{112.5}{}^*HA_0$; $P_0{}^*S_{112.5}{}^*HA_0$ ile $P_0{}^*S_{112.5}{}^*HA_{1.2}$ uygulamaları arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.29).

4.2.1.12. Biyolojik verim ile belirlenen fosfor alım etkinlikleri

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın biyolojik verimi ile gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), fizyolojik etkinliği (PPE) ve geri alınma oranına (GPGAO) etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te, uygulamaların PAE, PPE ve GPGAO'na etkilerinin ortalaması sırasıyla Çizelge 4.30, 4.31 ve 4.32'de verilmiştir.

Biyolojik verim ile PAE'ne farklı seviyelerde fosfor, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri istatistiki olarak %1, P*HA interaksiyonun etkisi %5 seviyesinde önemli, kükürt, K-Humat ve P*S interaksiyonun etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Çizelge 4. 30. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	- d	- d	-
	$S_{112.5}$	- d	- d	-
Ort. (P*HA)		- **b**	- **b**	- C
P_4	S_0	79.50 ab	66.11 abc	72.80
	$S_{112.5}$	20.21 cd	86.72 a	53.47
Ort. (P*HA)		49.85 **b**	76.42 **a**	63.13 A
P_8	S_0	40.06 a-d	22.02 cd	31.04
	$S_{112.5}$	20.51 cd	36.23 bcd	28.37
Ort. (P*HA)		30.29 **b**	29.13 **b**	29.71 B
Ort. (HA)		40.07	52.77	-
Ort. (S*HA)	S_0	59.78 **AB**	44.07 **B**	51.92
	$S_{112.5}$	20.36 **C**	61.48 **A**	40.92

Biyolojik verim ile gübre fosforunun agronomik etkinliği diğer bir deyimle gübre ile uygulanan 1 kg P_2O_5'in Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın biyolojik veriminde sağladığı artış üzerine, P*S*HA interaksiyonun etkisinin de önemli çıkması uygulanan fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Biyolojik verim ile belirlenen PAE, 20.21 (P_4*$S_{112.5}$*HA_0) ile 86.72 (P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$) arasında değişmiştir. Nitekim en yüksek PAE değerlerini sağlayan P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ ile P_4*S_0*HA_0, P_4*S_0*$HA_{1.2}$ ve P_8*S_0*HA_0 uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak da PAE, P_4 (4 kg P_2O_5/da) fosfor uygulamasında 63.13 iken P_8 (8 kg P_2O_5/da) fosfor uygulamasında %53 oranında azalarak 29.71

olmuştur. Biyolojik verim ile PAE değerlerinin genel olarak P_4 (4 kg P_2O_5/da) fosfor uygulamalarında P_8 (8 kg P_2O_5/da) fosfor uygulamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. PAE, kükürt uygulaması genel olarak olumsuz, K-Humat uygulaması olumlu yönde etkilemiştir. Bunun yanında, PAE, hem P_4 hem de P_8 seviyesinde uygulamalarında $S_{112.5}$*HA_0 göre kükürt ve K-Humat'ın birlikte uygulanması ($S_{112.5}$*HA_{12}) ile sırasıyla 4.3 kat ve %77 oranlarında artırmıştır (Çizelge 4.30).

Varyans analiz sonuçlarına göre biyolojik verim ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (PPE) farklı seviyelerde fosfor, K-Humat, P*HA, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri istatistik olarak %1 seviyesinde önemli, kükürt, P*S interaksiyonunun etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Biyolojik verim ile PFE yani; gübre ile verilen fosfordan bitkinin aldığı 1 kg fosforun biyolojik verimde sağladığı artış miktarı P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasına göre P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulaması ile kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) içermeyen konularda %27, kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak %26 oranında azalmıştır. Biyolojik verim ile PFE, 8 kg P_2O_5 da^{-1} (P_8) fosfor uygulamasıyla 4 kg P_2O_5 da^{-1} (P_4) fosfor uygulamasına göre meydana gelen azalmalar önemli bulunmuştur. Ayrıca, biyolojik verim ile PFE, P*S*HA interaksiyonunun etkisi istatistik bakımından önemli olması; fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının birbirine bağlı olarak değiştiğinin bir göstergesidir. Bunun yanında, biyolojik verim ile belirlenen PFE en düşük P_4*$S_{112.5}$*HA_0 (74) uygulaması ile 2.71 katlık bir artışla en yüksek P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ (201) uygulamasıyla elde edilmiştir. Biyolojik verim ile belirlenen PFE, istatistiki bakımdan 6 gruba (a, b ve bc, bc ve c, d ve de, de ve ef, g) ayrılmış olup, her bir gruba dahil olan uygulamalar arsındaki farklar istatistiki bakımdan önemsiz bulunurken her bir grup arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Ayrıca, P*HA ve S*HA uygulamalarının biyolojik verim ile belirlenen PFE üzerine etkilerinin önemli çıkması, fosfor ile birlikte K-Humat (P*HA) ve kükürt ile birlikte K-Humat (S*HA) uygulamalarının birbirine bağlı olarak etkinlik durumunu değiştirdiğini göstermiştir. Bununla birlikte, biyolojik verim ile belirlenen PFE bakımından en düşük P_8*HA_0 ve $S_{112.5}$*HA_0 uygulamaları ile elde edilmiş olup sırasıyla 102 ve 79, en yüksek P_8*$HA_{1.2}$ ve $S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ uygulamaları ile elde edilmiş ve sırasıyla 124 ve 173'tür. Biyolojik verim ile belirlenen PFE değişimine K-Humat uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş olup, fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak K-Humat uygulaması ile kontrole (HA_0, 111) göre bu değer %40 (155) oranında artmıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4. 31. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	- g	-g	-
	$S_{112.5}$	-g	-g	-
Ort. (P*HA)		**- d**	**- d**	- C
P_4	S_0	164 bc	170 b	167
	$S_{112.5}$	74 f	201 a	138
Ort. (P*HA)		119 **c**	186 **b**	153 A
P_8	S_0	120 d	103 de	112
	$S_{112.5}$	84 ef	144 c	99
Ort. (P*HA)		102 **b**	124 **a**	113 B
Ort. (HA)		111 *b*	155 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	142 **B**	137 **B**	140
	$S_{112.5}$	79 **C**	173 **A**	126

Biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve tüm interaksiyonlarının (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkileri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli, K-Humat uygulamasının etkisi ise %5 seviyesinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.25).

Biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun geri alınma oranı daha açık bir ifade ile gübre ile toprağa uygulanan fosforun buğday bitkisinin biyolojik verim ile geri alınma oranı, kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak 8 kg P_2O_5 da^{-1} (P_8) fosfor uygulamasıyla 4 kg P_2O_5 da^{-1} (P_4) fosfor uygulamasına göre %34 oranında azalmıştır. Ayrıca, biyolojik verim ile belirlenen GPGAO'na bütün interaksiyon (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkilerinin istatistiki olarak önemli çıkması, fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının GPGAO'na etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim, biyolojik verim ile GPGAO %21.38 (P_8*S_0*$HA_{1.2}$) ile %48.50 (P_4*S_0*HA_0) arasında değişmekte olup, en düşük ve en yüksek değer arasında 2.27 katlık bir fark bulunmaktadır. Bunun yanında, biyolojik verim ile GPGAO genel olarak P_4 fosfor uygulamalarında P_8 fosfor uygulamalarına göre daha yüksektir. Biyolojik verim ile belirlenen GPGAO istatistiki bakımdan 7 gruba (a, b, c, d, e ve ef, ef ve f, g) ayrılmış olup, P_4*$S_{112.5}$*HA_0 ile P_8*$S_{112.5}$*HA_0 ve P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$; P_8*$S_{112.5}$*HA_0 ve P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ ile P_8*S_0*$HA_{1.2}$ uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz, diğer uygulamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. 32. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun geri alınma oranına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	- g	- g	-
	$S_{112.5}$	- g	- g	-
Ort. (P*HA)		- **e**	- **e**	- C
P_4	S_0	48.50 a	38.75 c	43.63
	$S_{112.5}$	27.50 e	43.25 b	35.38
Ort. (P*HA)		38.00 **b**	41.00 **a**	39.50 A
P_8	S_0	33.38 d	21.38 f	27.38
	$S_{112.5}$	24.50 ef	25.12 ef	24.81
Ort. (P*HA)		28.94 **c**	23.25 **d**	26.10 B
Ort. (HA)		33.47 *a*	32.13 *b*	-
Ort. (S*HA)	S_0	40.94 **A**	30.07 **C**	35.51
	$S_{112.5}$	26.00 **D**	34.19 **B**	30.10

Fosfor ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile belirlenen GPGAO kükürt uygulaması (S_{112}) ile kükürt uygulanmadığına (S_0) göre %19 oranında azalmıştır. Aynı şekilde fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile belirlenen GPGAO, K-Humat uygulaması (HA_{12}) ile K-Humat uygulanmadığına (HA_0) göre %15 oranında azalmıştır. Ayrıca hem P_4 hem de P_8 fosfor uygulamalarında biyolojik verim ile belirlenen GPGAO tek başına kükürt (S_{112}) veya K-Humat (HA_{12}) uygulaması ile azalırken, kükürt ve K-Humat'ın (S_{112}*HA_{12}) birlikte uygulanmasıyla artmıştır (Çizelge 4.32).

4.2.2. Diamonyum fosfat denemesinin sonuçları

4.2.2.1. Biyolojik verimi

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin biyolojik verimine DAP formunda farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33.'te, biyolojik verim üzerine olan etkilerine ait ortalamaları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.33) buğday bitkisinin biyolojik verimi üzerine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri istatistiki bakımından %1 seviyesinde önemli bulunurken, kükürt, K-Humat ile bunların kendi aralarındaki interaksiyonlarının (S*HA, S*P, HA*P ve S*HA*P) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4. 33. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitkinin biyolojik verimi, tane verimi, hasat indeksi, bitki boyu, bin tane ağırlığı, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı, tane protein içeriği ve tane gluten indeksine ait varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları

Kaynaklar	S. D	Biyolojik verimi	Tane verimi	Hasat indeksi	Bitki boyu	Bin tane ağırlığı	m^2'deki başak sayısı	Başakta tane sayısı	Tane protein içeriği	Tane gluten indeksi
P uyg.	2	2676330 **	4904.4**	0.02482 **	2.07	5.72	191340 **	73.58 **	18.79 **	161.5
S uyg.	1	96530	636.3	0.00037	312.63 **	2.72	15021.8	0.13	26.63 **	68.6
HA uyg.	1	4356	75.8	0.00213	37.63	6.52	6533.9	21.15	1.90	55.12
Blok	3	77181	296.7	0.00048	28.97	1.69	15421.6	12.21	0.12	137.9
P*S uyg. int.	2	11979	517.6	0.00081	3.16	1.32	88.4	0.18	1.33	290.5
P*HA uyg. int.	2	113951	265.3	0.00259	19.06	4.65	38388 *	36.74	4.11 **	1030.0*
S*HA uyg. int	1	64168	1103.2	0.00156	3.79	8.64	15866	11.71	5.79 **	356.3
P*S*HA uyg. int	2	31639	76.6	0.00005	7.98	12.58*	7497	1.97	0.45	104.8
Hata	33	99275	319.7	0.00103	32.18	3.08	7929.5	12.93	0.63	221.9
Genel	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**p<0.01; * p<0.05; S.D.:Serbestlik Derecesi; P uyg.: Fosfor uygulamaları; S uyg.: Kükürt uygulamaları; HA uyg.: K-Humat uygulamaları; int.: İnteraksiyon

Kontrol (0 kg P_2O_5 da^{-1}, P_0) uygulamasında 1376 kg da^{-1} iken 4 ve 8 kg P_2O_5 da^{-1} (P_4 ve P_8) uygulamalarıyla sırasıyla %34 ve %57 oranlarında artarak 1838 ve 2165 kg da^{-1}' a çıkmıştır. Ayrıca kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bitki biyolojik veriminde P_4 ve P_8 düzeyinde fosfor uygulamaları kontrole (P_0, 1357 kg da^{-1}) göre sırasıyla %36 ve %60 oranlarında artış sağlamışlardır.

Çizelge 4. 34. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitkinin biyolojik verimine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	1376	1191	1283
	$S_{112.5}$	1551	1309	1430
Ort. (P*HA)		1464	1250	1357 B
P_4	S_0	1838	1780	1809
	$S_{112.5}$	1784	2002	1893
Ort. (P*HA)		1811	1891	1851 A
P_8	S_0	2165	2133	2149
	$S_{112.5}$	2094	2281	2187
Ort. (P*HA)		2130	2207	2168 A
Ort. (HA)		1802	1783	-
Ort. (S*HA)	S_0	1793	1701	1747
	$S_{112.5}$	1810	1864	1837

Hem kükürt ve K-Humat uygulamadığında hem de kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, biyolojik verim bakımından P_0 ile P_4 ve P_8 uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli, P_4 ile P_8 uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur P*S*HA interaksiyonun bitki

biyolojik verimi üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz olmasına rağmen, biyolojik verimin en düşük olduğu P_0*S_0*$HA_{1.2}$ (1191 kg da^{-1}) uygulaması ile en yüksek olduğu P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ (2281 kg da^{-1}) uygulaması arasında %92 oranında bir fark bulunmaktadır (Çizelge 4.34).

4.2.2.2. Tane verimi

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidinin tane verimine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, tane verimine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre buğday bitkisinin tane verimi üzerine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri istatistiki bakımından %1 seviyesinde önemli bulunurken, kükürt, K-Humat ile bunların kendi aralarındaki interaksiyonlarının (S*HA, S*P, HA*P ve S*HA*P) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) uygulanmayan koşullarda, tane verimi kontrole (P_0*S_0*HA_0=315 kg da^{-1}) göre DAP formunda P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}, 352 kg da^{-1}) ve P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}, 342 kg da^{-1}) fosfor uygulamalarında sırasıyla %12 ve %9 oranlarında artmıştır. Tane verimi P_0 ile P_4 ve P_8 uygulamaları arasındaki farklar istatistik bakımından önemliyken, P_4 ile P_8 arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması dikkate alındığında artan fosfor dozları (P_4 ve P_8) ile tane verimi değerlerinin artış gösterdiği ve bu artış oranlarının kontrole (P_0=327 kg da^{-1}) göre sırasıyla %10 (361 kg da^{-1}) ve %7 (350 kg da^{-1}) oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4. 35. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane verimine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	315	328	321
	$S_{112.5}$	337	328	332
Ort. (P*HA)		326	328	327 B
P_4	S_0	352	376	364
	$S_{112.5}$	359	358	358
Ort. (P*HA)		356	367	361 A
P_8	S_0	342	342	342
	$S_{112.5}$	363	354	358
Ort. (P*HA)		353	348	350 A
Ort. (HA)		345	347	-
Ort. (S*HA)	S_0	336	349	343
	$S_{112.5}$	353	346	350

4.2.1.3. Hasat indeksi

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidinin hasat indeksine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, hasat indeksine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.36'te verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre buğday bitkisinin hasat indeksi üzerine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri istatistiki bakımından %1 seviyesinde önemli bulunurken, kükürt, K-Humat ile bunların kendi aralarındaki interaksiyonlarının (S*HA, S*P, HA*P ve S*HA*P) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bitkinin hasat indeksi kontrolde (0 kg da^{-1}, P_0) 0.244 iken, kontrole göre P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasında %18 oranında azalma ile 0.201 ve P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasında %32 oranında azalma ile 0.166 olmuştur. Aynı şekilde, kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) uygulanmayan konularda da hasat indeksi kontrolde (P_0) 0.229 iken, kontrole göre P_4 (0.193) ve P_8(0.159) düzeyinde fosfor uygulamalarında sırasıyla %16 ve %31 oranlarından azalmıştır. Hasat indeksi bakımından P_0 ile P_4 ve P_8 arasındaki farklar istatistiki olarak önemli, P_4 ile P_8 arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. P*S*HA interaksiyonun hasat indeksine etkisi istatistiki olarak önemsiz çıkmasına rağmen, hasat indeksi en düşük (0.159) P_8*S_0*HA_0 uygulaması ile elde edilmişken, en yüksek değerler P_0*S_0*$HA_{1.2}$ (0.279) uygulamasında belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek değerler arasında %75 oranında bir fark bulunmaktadır (Çizelge 4.36).

Çizelge 4. 36. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının hasat indeksine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.229	0.279	0.254
	$S_{112.5}$	0.218	0.252	0.235
Ort. (P*HA)		0.224	0.265	0.244 A
P_4	S_0	0.193	0.214	0.204
	$S_{112.5}$	0.202	0.193	0.197
Ort. (P*HA)		0.198	0.204	0.201 B
P_8	S_0	0.159	0.163	0.161
	$S_{112.5}$	0.180	0.161	0.170
Ort. (P*HA)		0.170	0.162	0.166 B
Ort. (HA)		0.197	0.210	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.194	0.219	0.206
	$S_{112.5}$	0.200	0.202	0.201

4.2.1.4. Bitki boyu

Farklı seviyelerde uygulanan fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin boyuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, bitki boyuna olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.37'de gösterilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre kükürt uygulamasının bitki boyuna etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemliyken, fosfor, K-Humat ve tüm interaksiyonların etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Fosfor ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak buğday bitkisinin boyu, kükürt ($S_{112.5}$) uygulamasında, kükürt uygulanmadığına göre (85.79 cm, S_0) %6 oranında artmış bulunmuştur. Bunun yanında K-Humat uygulamasının ortalaması olarak S_0'a göre kükürt ($S_{112.5}$) uygulaması ile bitki boyu P_0'da %5.7, P_4'de %7.8 ve P_8'de %6.6 oranlarında artmıştır. Üç farklı fosfor uygulamasında, her iki K-Humat ve kükürt uygulamasıyla bitki boyunda artışlar belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4. 37. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki boyuna etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	86.13	86.13	86.13
	$S_{112.5}$	90.63	91.00	90.81
Ort. (P*HA)		88.38	88.56	88.47
P_4	S_0	88.13	84.63	86.38
	$S_{112.5}$	90.50	91.25	90.88
Ort. (P*HA)		89.31	87.94	88.63
P_8	S_0	86.63	83.13	84.88
	$S_{112.5}$	93.38	88.63	91.00
Ort. (P*HA)		90.00	85.88	87.94
Ort. (HA)		89.23	87.46	-
Ort. (S*HA)	S_0	86.96	84.63	85.79 *B*
	$S_{112.5}$	91.50	90.29	90.90 *A*

4.2.2.5. Bin tane ağırlığı

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bin tane ağırlığına etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, bin tane ağırlığına olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, bin tane ağırlığına P*S*HA interaksiyonun etkisi istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli, fosfor, kükürt, K-Humat uygulamaları ile diğer interaksiyonlarının (P*S, P*HA ve S*HA) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının ayrı ayrı bitki bin tane ağırlığı üzerine etkileri önemsiz çıkmasına rağmen, P*S*HA interaksiyonunun etkisi önemli çıkmış olup fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkileri birbirine bağlı olarak değişmiştir. Nitekim bin tane ağırlığı en düşük P_0*S_0*HA_0 (kontrol, 23.27 g) uygulamasında ve buna göre %17 oranında artış ile en yüksek P_0*S_0*$HA_{1.2}$ (27.28 g) uygulamasından elde edilmiştir. Bin tane ağırlığı bakımından P_0*S_0*$HA_{1.2}$ ile P_0*$S_{112.5}$*HA_0, P_8*S_0*$HA_{1.2}$, P_0*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$; P_4*S_0*HA_0 ile P_4*$S_{112.5}$*HA_0, P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$, P_8*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$; P_4*S_0*$HA_{1.2}$ ile P_8*S_0*HA_0 uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz iken diğer uygulamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.38).

Çizelge 4. 38. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bin tane ağırlığına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	23.27 e	27.28 a	25.27
	$S_{112.5}$	26.77 ab	25.43 a-d	26.10
Ort. (P*HA)		25.02	26.35	25.68
P_4	S_0	24.85 b-e	23.48 de	24.16
	$S_{112.5}$	24.78 b-e	25.13 b-e	24.95
Ort. (P*HA)		24.81	24.30	24.56
P_8	S_0	23.80 de	25.93 abc	24.86
	$S_{112.5}$	24.35 cde	25.00 b-e	24.68
Ort. (P*HA)		24.08	25.46	24.77
Ort. (HA)		24.63	25.37	-
Ort. (S*HA)	S_0	23.97	25.56	24.77
	$S_{112.5}$	25.30	25.19	25.24

4.2.2.6. Metrekarede başak sayısı

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin metrekaredeki başak sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, metrekaredeki başak sayısına etkilerine ait ortalamaları Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının m^2'deki başak sayısına etkileri istatistiki olarak %1, P*HA interaksiyonun etkisi ise %5 seviyesinde önemli, kükürt (S) ve K-Humat (HA) uygulamaları ile P*S, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4. 39. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının m^2'deki başak sayısına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	695	603	649
	$S_{112.5}$	728	650	689
Ort. (P*HA)		712 **bc**	626 **c**	669 B
P_4	S_0	764	799	781
	$S_{112.5}$	783	850	816
Ort. (P*HA)		773 **b**	825 **ab**	799 A
P_8	S_0	862	880	871
	$S_{112.5}$	807	997	902
Ort. (P*HA)		834 **ab**	938 **a**	886 A
Ort. (HA)		773	796	-
Ort. (S*HA)	S_0	774	761	767
	$S_{112.5}$	773	832	802

Varyans analizi sonuçlarına göre m^2'deki başak sayısına fosfor uygulamasının etkisi önemli olmasına rağmen P*HA interaksiyonun etkisinin de istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli olması, fosforun etkisinin K-Humat (P*HA) uygulaması bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim kükürt uygulamasının ortalaması olarak, m^2'deki başak sayısı en düşük P_0*$HA_{1.2}$ (626 adet) uygulamasında olup, buna göre %50 oranında artış ile en yüksek P_8*$HA_{1.2}$ (938 adet) uygulamasında belirlenmiştir. m^2'deki başak sayısı bakımından hem en düşük P_0*$HA_{1.2}$ ve en yüksek P_8*$HA_{1.2}$ değerlerin elde edildiği uygulamalar, hem de bu uygulamalar ile diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olmuştur. Genel olarak, P_0 fosfor uygulaması hariç K-Humat uygulaması ve fosfor miktarının artışı ile m^2'deki başak sayısı artmıştır. Nitekim m^2'deki başak sayısı K-Humat uygulamasıyla P_0'da %12 oranında azalırken, P_4'de %7 ve P_8'de %12 oranında artmıştır. Bunun yanında m^2'deki başak sayısı kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, kontrolde (P_0) 669 adet iken, buna göre P_4'de %19 ve P_8'de %32 artmıştır. Aynı şekilde K-Humat (HA_0) uygulanmadığında (P_0) başak sayısı 712 adet iken, P_4'de %9 ve P_8'de %17 artış olmuş, K-Humat (HA_{12}) uygulandığında da kontrolde (P_0) 626 adet iken, bu değerlerP_4'de %32 ve P_8'de %50 oranlarında artmıştır (Çizelge 4.39).

4.2.2.7. Başakta tane sayısı

Farklı seviyelerde uygulanan fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin başakta tane sayısına etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, başakta tane sayısına olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.40'de gösterilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının başakta tane sayısına etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli, kükürt ve K-Humat uygulamaları ile P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4. 40. Fosfor, kükürt K-Humat uygulamalarının başakta tane sayısına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	21.7	26.2	24.0
	$S_{112.5}$	22.0	26.0	24.0
Ort. (P*HA)		21.8	26.1	24.0 A
P_4	S_0	21.3	24.0	22.7
	$S_{112.5}$	22.2	22.5	22.3
Ort. (P*HA)		21.7	23.2	22.5 AB
P_8	S_0	19.9	19.7	19.8
	$S_{112.5}$	21.4	18.1	19.7
Ort. (P*HA)		20.6	18.9	19.8 B
Ort. (HA)		21.4	22.7	-
Ort. (S*HA)	S_0	21.0	23.3	22.1
	$S_{112.5}$	21.8	22.2	22.0

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, başakta tane sayısı kontrolde (P_0) 24.0 adet iken P_4 ve P_8 düzeyinde fosfor uygulamalarında kontrole göre sırasıyla %6 ve %18 oranında azalma ile 22.5 ve 19.8 adet tespit edilmiştir. Başakta tane sayısı bakımından P_0 ile P_4 ve P_4 ile P_8 arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz, P_0 ile P_8 arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Başakta tane sayısı kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) uygulanmayan konularda, kontrolde (P_0*S_0*HA_0, 21.7 adet) en yüksek olup P_4 (P_4*S_0*HA_0) ve P_8 (P_8*S_0*HA_0) fosfor uygulamaları ile sırasıyla %2 ve %12 oranlarında azalmıştır (Çizelge 4.40).

4.2.1.8. Tane protein içeriği

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin tane protein içeriği üzerine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, tane protein içeriğine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Buğday bitkisinin tane protein içeriğine farklı seviyelerde fosfor (P) ve kükürt (S) uygulamaları ile P*HA ve S*HA interaksiyonlarının etkileri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli, K-Humat uygulaması ile P*S ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.33).

P*HA ve S*HA interaksiyonlarının tane protein içeriğine etkilerinin istatistik olarak önemli olması, fosfor ile birlikte K-Humat (P*HA) ve kükürt ile birlikte K-Humat (S*HA) uygulamalarının etkilerinin birbirine bağlı olarak farklılık gösterdiğinin bir belirtisidir. Buna göre en düşük protein içeriği P_0*HA_0 (%14.45) uygulamasından elde edilirken, bu değer fosfor uygulamasıyla 1.21 katlık bir artış ile en yüksek P_8HA_0 (%17.55) uygulamasında belirlenmiştir. Bunun yanında P*HA interaksiyonun tane protein içeriğine istatistik bakımından önemli olmasına rağmen, P_8*HA_0 ile P_4*$HA_{0,}$ P_4*$HA_{1.2,}$ P_8*$HA_{0,}$ P_8*$HA_{1.2;}$ P_4*$HA_{0,}$ P_4*$HA_{1.2,}$ P_8*$HA_{0,}$ P_8*$HA_{1.2}$ ile P_0*$HA_{1.2;}$ P_0*$HA_{1.2}$ ile P_0*HA_0 uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz, diğer uygulamlaar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Ayrıca, kükürt ve K-Humat uygulamalarına bağlı olarak tanedeki protein içeriği bakımından en düşük (%15.09, S_0*HA_0) ve en yüksek (%17.28, $S_{112.5}$*HA_0) değerler arasında %15 oranında bir artış bulunmaktadır. Bununla S*HA interaksiyonunun tanedeki protein içeriği üzerine etkisi istatistiki bakımından önemli çıkmasına rağmen, S_0*$HA_{1.2}$ ile $S_{112.5}$*HA_0 ve $S_{112.5}$*$HA_{1.2}$ uygulamaları arasındaki farklar önemsiz çıkarken, diğer uygulamalar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Tane protein içeriği kontrol (P_0) uygulamasında %15.18 iken, buna göre P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasında %10 oranında önemli artışla %16.70 ve P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasında %14 oranında önemli artışla %17.27 olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında istatistiki bakımından tane protein içeriği fosforun P_0 ile P_4 ve P_8 uygulamalar arasındaki fark önemliyken, P_4 ile P_8 uygulamalar arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Nitekim, fosfor ve K-Humat ortalamalarına göre kükürt uygulamasının ($S_{112.5}$) tanedeki protein içeriği üzerine etkisi kontrole (S_0, %15.64) göre %10 oranında artışla %17.13 olmuştur (Çizelge 4.42).

Çizelge 4. 41. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane protein içeriğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	13.05	15.16	14.10
	$S_{112.5}$	15.84	16.66	16.25
Ort. (P*HA)		14.45 **c**	15.91 **bc**	15.18 B
P_4	S_0	15.73	16.40	16.06
	$S_{112.5}$	17.38	17.29	17.33
Ort. (P*HA)		16.55 **ab**	16.85 **ab**	16.70 A
P_8	S_0	16.50	16.99	16.75
	$S_{112.5}$	18.61	17.00	17.80
Ort. (P*HA)		17.55 **a**	17.00 **ab**	17.27 A
Ort. (HA)		16.18	16.58	-
Ort. (S*HA)	S_0	15.09 **B**	16.19 **A**	15.64
	$S_{112.5}$	17.28 **A**	16.98 **A**	17.13

4.2.2.9. Tane gluten indeksi

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın tane gluten indeksine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'te, tane gluten indeksine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.42'de verilmektedir.

Buğday bitkisinin tane gluten indeksi üzerine P*HA interaksiyonun etkisi istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunurken, fosfor, kükürt, K-Humat, P*S, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Buğday bitkisinin tane gluten indeksi üzerine P*HA interaksiyonunun etkisinin istatistiki bakımından önemli olması, bunların etkisinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, tane gluten indeksinin %44.97 (P_0*HA_0) ile %65.52 (P_4*HA_0) arasında değiştiği belirlenmiştir. Tane gluten indeksi değeri bakımından P_0*$HA_{1.2}$ ile P_4*HA_0 ve P_8*$HA_{1.2}$; P_0*HA_0 ile P_4*$HA_{1.2}$ ve P_8*HA_0 uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli, diğer uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, K-Humat ($HA_{1.2}$) uygulamasıyla tane gluten indeksi kontrole (HA_0) göre P_0'da %27 ve P_8'de %22 oranında artarken P_4'de %25 oranında azalmıştır (Çizelge 4.42).

Çizelge 4. 42. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane gluten indeksine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	42.20	53.83	48.02
	$S_{112.5}$	47.75	60.23	53.99
Ort. (P*HA)		44.97 **c**	57.03 **abc**	51.00
P_4	S_0	62.66	54.09	58.38
	$S_{112.5}$	68.38	44.20	56.29
Ort. (P*HA)		65.52 **a**	49.15 **bc**	57.33
P_8	S_0	50.34	70.05	60.20
	$S_{112.5}$	48.25	50.02	49.13
Ort. (P*HA)		49.29 **bc**	60.04 **ab**	54.67
Ort. (HA)		53.26	55.41	-
Ort. (S*HA)	S_0	51.73 **AB**	59.33 **C**	55.53
	$S_{112.5}$	54.79 **BC**	51.48 **A**	53.14

4.2.2.10. Başaklanma döneminde bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriği

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın başaklanma döneminde bayrak yapraklarının fosfor içeriğine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'te, bayrak yaprakların fosfor içeriğine ait ortalamalar Çizelge 4.44'te gösterilmiştir.

Başaklanma döneminde buğday bayrak yapraklarının fosfor içeriği üzerine farklı seviyelerde fosfor uygulamaları ve P*S interaksiyonun etkileri istatistiki bakımından %1, P*HA ve S*HA interaksiyonlarının etkileri %5 seviyesinde önemli, kükürt, K-Humat ve P*S*HA interaksiyonunun etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Çizelge 4. 43. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (BDBYPİ), hasat döneminde bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (HDBVPİ), tane fosfor içeriği (TPİ), tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (HDBVKPM), biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PFE) ve gübre fosforunun geri alınma oranı (GPGAO) üzerine ait varyans analiz (Kareler Ortalaması) sonuçları

Kaynaklar	SD	BDBPİM	HDBVPİ	TPİ	HDBVKPM	Biyo. Ver. PAE	Biyo. Ver. PFE	Biyo. Ver. GPGAO
P uyg.	2	0.00313**	0.00181**	0.0323**	28.125**	69478.5**	533961.4**	9122.3**
S uyg.	1	0.00006	0.000001	0.004	1.451	1142.5	8035.9	9.67
HA uyg.	1	0.000005	0.000264	0.0002	0.159	16063.8*	69654.6*	398.2
Blok	3	0.00007	0.00007	0.0024	1.685	1992.3	20219.0	338.5
P*S uyg. int.	2	0.00037**	0.00019	0.0004	0.069	289.7	4849.9	29.9
P*HA uyg. int.	2	0.00015*	0.00014	0.0009	0.352	5381.4	17924.7	243.5
S*HA uyg. int	1	0.0002*	0.000004	0.00005	0.362	4610.7	66066.0*	40.4
P*S*HA uyg. int	2	0.000005	0.00002	0.0003	0.027	1749.2	17495.1	16.7
Hata	33	0.00004	0.0002	0.0013	0.794	3185.1	12080.2	147.7
Genel	47							

**p<0.01; * p<0.05; S.D.:Serbestlik Derecesi; P uyg.: Fosfor uygulamaları; S uyg.: Kükürt uygulamaları; HA uyg.: K-Humat uygulamaları; int.: İnteraksiyon

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bayrak yaprakların fosfor içeriği en düşük (%0.166) 0 kg P_2O_5 da^{-1} (P_0) uygulamasında olup, bu değerler 4 (P_4) ve 8 (P_8) kg P_2O_5 da^{-1} fosfor uygulamaları ile %13 ve %17 oranlarında artmıştır. Bayrak yaprakların fosfor içerikleri bakımdan P_0, P_4 ve P_8 uygulamalar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Bununla birlikte bayrak yaprakların fosfor içeriklerine P*S, P*HA ve S*HA interaksiyonlarının etkilerinin istatistiki olarak önemli bulunması, fosforun etkisinin kükürt ve K-Humat uygulamasına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bayrak yapraklarının fosfor içerikleri, K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, kükürt uygulamasıyla P_0 ve P_8 düzeyinde fosfor uygulamalarında

artarken, P_4 düzeyinde fosfor uygulamasında azalmıştır. Bayrak yapraklarının fosfor içerikleri bakımından P*S interaksiyonları büyükten küçüğe doğru P_8*$S_{112.5}$ (%0.200) > P_8*S_0 ≥ P_4*S_0 > P_4*S_{112} > P_0*S_{112} ≥ P_0*S_0 (%0.165) şeklinde sıralanmıştır. Bayrak yapraklarının fosfor içerikleri kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, K-Humat uygulamasıyla P_0 ve P_4 düzeyinde fosfor uygulamalarında artarken, P_8 düzeyinde fosfor uygulamasında azalmıştır. Bayrak yapraklarının fosfor içerikleri bakımından P*HA interaksiyonları büyükten küçüğe doğru P_8*S_0 (%0.197) > P_8*S_{112} > P_4*S_{112} > P_4*S_0 > P_0*S_{112} ≥ P_0*S_0 (%0.164) şeklinde sıralanmıştır. Ayrıca bayrak yapraklarının fosfor içeriklerine S*HA interaksiyonunun etkisi önemli çıkmıştır. Bu durum, fosfor uygulamalarının ortalaması olarak, K-Humat uygulamasıyla bayrak yapraklarının fosfor içeriklerinin kükürt uygulanmadığındaki (S_0) uygulamalarda azalması ve kükürtlü (S_{112}) uygulamalarda artmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.44).

Çizelge 4. 44. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının bitki bayrak yapraklarının fosfor içeriğine (%) etkileri

Uygulamalar		Humik Asit (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.165	0.164	0.165 *d*
	$S_{112.5}$	0.163	0.171	0.167 *cd*
Ort. (P*HA)		0.164 **d**	0.168 **d**	0.166 C
P_4	S_0	0.185	0.186	0.185 *b*
	$S_{112.5}$	0.173	0.182	0.178 *bc*
Ort. (P*HA)		0.179 **c**	0.184 **bc**	0.181 B
P_8	S_0	0.194	0.182	0.188 *b*
	$S_{112.5}$	0.200	0.199	0.200 *a*
Ort. (P*HA)		0.197 **a**	0.191 **ab**	0.194 A
Ort. (HA)		0.180	0.181	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.181	0.177	0.179
	$S_{112.5}$	0.179	0.184	0.182

4.2.2.11. Hasat döneminde alınan vejetatif aksam, tane fosfor içeriği ve tüm bitki tarafından kaldırılan fosfor miktarı

Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının vejetatif aksam fosfor içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43.'de, tüm bitki fosfor içeriğine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.45'te verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, hasat döneminde bitki vejetatif aksamının fosfor içeriğine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkisi istatistiki bakımından

%1 seviyesinde önemli bulunurken, kükürt, K-Humat ve tüm interaksiyonlarının (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Çizelge 4. 45. Fosfor, kükürt ve K-Humat ve fosfor uygulamalarının hasat döneminde alınan bitki vejetatif aksamının fosfor içeriğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.052	0.053	0.053
	$S_{112.5}$	0.045	0.045	0.045
Ort. (P*HA)		0.048	0.049	0.049 B
P_4	S_0	0.058	0.066	0.062
	$S_{112.5}$	0.060	0.075	0.068
Ort. (P*HA)		0.059	0.071	0.065 B
P_8	S_0	0.066	0.070	0.068
	$S_{112.5}$	0.069	0.070	0.069
Ort. (P*HA)		0.068	0.070	0.069 A
Ort. (HA)		0.059	0.063	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.059	0.063	0.061
	$S_{112.5}$	0.058	0.063	0.061

Hasat döneminde bitkinin vejetatif aksamının fosfor içeriği, kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak kontrolde (P_0) %0.049 olup P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) ve P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamalarında kontrole göre sırasıyla %33 ve %41 oranlarında artarak %0.065 ve %0.069 olmuştur. Hasat döneminde bitkinin vejetatif aksamının fosfor içeriği bakımından P_0 ile P_4 uygulamaları arasındaki fark önemsiz iken, P_0 ile P_8 ve P_4 ile P_8 uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Ayrıca kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) uygulamaları içermeyen konularda, hasat döneminde buğday bitkisinin vejetatif aksamının fosfor içeriği kontrolde (P_0) %0.052 olup, kontrole göre P_4 (%0.058) uygulaması ile %12 ve P_8 (%0.066) uygulaması ile %27 oranında artmıştır (Çizelge 4.45).

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin tane fosfor içeriğine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43.'te, tane fosfor içeriği üzerine olan etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Tane fosfor içeriği üzerine farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli, kükürt ve K-Humat ve tüm interaksiyonlarının (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Kükürt ve K-Humat uygulamaları içermeyen konularda tane fosfor içeriği kontrolde (0 kg P_2O_5 da^{-1}, P_0) %0.36 iken, 4 (P_4) ve 8 kg P_2O_5 da^{-1} (P_8) uygulamalarıyla %17 (%0.42) ve %25 (%0.45) oranlarında artmıştır. Bunun yanında, kükürt ve K-

Humat uygulamalarının ortalaması olarak, bitkinin tane fosfor içeriği kontrolde %0.36 iken P_4 ve P_8 düzeyinde fosfor uygulamaları ile sırasıyla %19 ve %25 oranlarında artarak %0.43 ve %0.45 olmuştur. Tane fosfor içeriği bakımından P_0 ile P_4 uygulamaları arasındaki fark önemsiz iken, P_0 ile P_8 ve P_4 ile P_8 uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge 4.46).

Çizelge 4. 46. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tane fosfor içeriğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	0.36	0.34	0.35
	$S_{112.5}$	0.38	0.38	0.38
Ort. (P*HA)		0.37	0.36	0.36 B
P_4	S_0	0.42	0.43	0.43
	$S_{112.5}$	0.44	0.44	0.44
Ort. (P*HA)		0.43	0.44	0.43 B
P_8	S_0	0.45	0.43	0.44
	$S_{112.5}$	0.47	0.44	0.45
Ort. (P*HA)		0.46	0.44	0.45 A
Ort. (HA)		0.42	0.41	-
Ort. (S*HA)	S_0	0.41	0.40	0.41
	$S_{112.5}$	0.43	0.42	0.42

Tüm bitki (biyolojik verim) ile kaldırılan fosfor miktarı üzerine farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'te, tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarına etkilerinin ortalamaları Çizelge 4.57'de gösterilmiştir.

Tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarına (kg P_2O_5 da^{-1}) fosfor uygulamalarının etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli, kükürt (S) ve K-Humat (HA) uygulamaları ile tüm interaksiyonlarının (P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA) etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.47).

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı kontrolde (0 kg P_2O_5 da^{-1}) 3.93 kg P_2O_5 da^{-1} iken, bu değerlerin P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) ve P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) seviyelerinde fosfor uygulamaları ile %48 (5.80 kg P_2O_5 da^{-1}) ve %65 (6.49 kg P_2O_5 da^{-1}) oranlarında arttığı tespit edilmiştir. Tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı bakımından P_4 ile P_8 uygulamaları arasındaki fark önemsiz iken, P_0 ile P_4 ve P_0 ile P_8 uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Ayrıca, kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) uygulamaları içermeyen konularda tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı P_0 (kontrol) uygulanmasında 3.86 kg P_2O_5 da^{-1} iken, P_4 uygulamasında %45 oranında artış ile 5.60 kg P_2O_5 da^{-1}, P_8 uygulamasında %64

oranında artış ile 6.33 kg P_2O_5 da^{-1}'a çıkmıştır. Tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı üzerine P*S*HA interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz olmasına rağmen, biyolojik verim ile kaldırılan fosfor miktarı en düşük (3.63 kg P_2O_5 da^{-1}) $P_0S_0HA_{1.2}$ uygulamasında ve buna göre %89 oranında artış ile en yüksek $P_8S_{112.5}HA_{1.2}$ (6.86 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4. 47. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının tüm bitki (biyolojik verim) ile kaldırılan fosfor miktarına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	3.86	3.63	3.74
	$S_{112.5}$	4.15	4.08	4.11
Ort. (P*HA)		4.00	3.85	3.93 B
P_4	S_0	5.60	5.79	5.69
	$S_{112.5}$	5.56	6.24	5.90
Ort. (P*HA)		5.58	6.01	5.80 A
P_8	S_0	6.33	6.19	6.26
	$S_{112.5}$	6.60	6.86	6.73
Ort. (P*HA)		6.46	6.52	6.49 A
Ort. (HA)		5.35	5.46	-
Ort. (S*HA)	S_0	5.26	5.20	5.23
	$S_{112.5}$	5.43	5.72	5.58

4.2.2.12. Biyolojik verim ile belirlenen fosfor alım etkinlikleri

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın biyolojik verimi ile gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), fizyolojik etkinliği (PPE) ve geri alınma oranına (GPGAO) etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'de, uygulamaların PAE, PPE ve GPGAO'na etkilerinin ortalama değerleri sırasıyla Çizelge 4.48, 4.49 ve 4.50'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre biyolojik verim ile PAE, farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri %1, K-Humat uygulamalarının etkileri %5 seviyesinde istatistik bakımından önemli; kükürt, P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile belirlenen PAE, P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1}) fosfor uygulamasında 123.59 kg kg^{-1} iken P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) fosfor uygulamasında %18 oranında azalarak 101.44 kg kg^{-1} olmuştur. Kükürt (S0) ve K-Humat (HA0) uygulamaları olmayan konularda biyolojik verim ile belirlenen PAE, P_4 uygulamasına (115.53 kg kg^{-1}) göre P_8 uygulamasında %15 (98.65 kg kg^{-1}) oranında azaldığı belirlenmiştir. PAE, uygulanan fosforun artmasıyla meydana

gelen bu azalma oranları istatistiki olarak önemli olmamasına rağmen, kükürt ($S_{112.5}$) ve K-Humat ($HA_{1.2}$) birlikte uygulandığında PAE, P_4'de 173.25 kg kg^{-1} iken %30 oranında ve istatistiki olarak ($p<0.01$) önemli düzeyde azalarak P_8'de 121.43 kg kg^{-1} olmuştur. Buğday bitkisinin biyolojik verimi ile belirlenen PAE, fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, K-Humat ($HA_{1.2}$) uygulamasıyla kontrole (HA_0) göre %65 oranında artmıştır. K-Humat'ın PAE üzerine olumlu etkisi düşük fosfor uygulamasında daha fazla olmuştur. Nitekim kükürt uygulamalarının ortalaması olarak biyolojik verim ile PAE değeri K-Humat uygulamasıyla P_4 (4 kg P_2O_5 da^{-1})'de %84 (%197), P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1})'de ise %44 (%79) oranında artmıştır. Benzer bir şekilde kükürt uygulamadığında (S_0) ve uygulandığında ($S_{112.5}$) biyolojik verim ile belirlenen PAE, K-Humat uygulamasıyla P_4'de P_8'e göre daha yüksek düzeylerde artışa neden olmuştur (Çizelge 4.48).

Çizelge 4. 48. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	-	-	-
	$S_{112.5}$	-	-	-
Ort. (P*HA)		-	-	- C
P_4	S_0	115.53	147.28	131.41
	$S_{112.5}$	58.28	173.25	115.76
Ort. (P*HA)		86.91	160.26	123.59 A
P_8	S_0	98.65	117.87	108.26
	$S_{112.5}$	67.83	121.43	94.63
Ort. (P*HA)		83.24	119.65	101.44 B
Ort. (HA)		85.07 *b*	139.96 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	107.09	132.57	119.83
	$S_{112.5}$	63.05	147.34	105.20

Varyans analiz sonuçlarına göre biyolojik verim ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine (PFE) farklı seviyelerde fosfor uygulamalarının etkileri istatistik olarak %1, K-Humat ve S*HA interaksiyonunun etkisi %5 seviyesinde önemli bulunurken, kükürt, P*S, P*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Buğday bitkisinin biyolojik verimi ile belirlenen PFE, kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) içermeyen konularda, fosfor P_8 (8 kg P_2O_5 da^{-1}) uygulaması ile P_4 (266 kg kg^{-1}) uygulamasına göre %20 oranında bir artış ile 319 kg kg^{-1} olmuştur. Ayrıca, kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak biyolojik verim ile belirlenen PFE, P_4 fosfor uygulamasında 257 kg kg^{-1} iken P_8 uygulamasında %23 oranında artış ile 315 kg

kg^{-1} olmuştur. Fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile belirlenen PFE, K-Humat ($HA_{1.2}$) uygulamasıyla kontrole (HA_0) göre %34 oranında artmıştır. Benzer şekilde her iki fosfor düzeyinde de kükürt uygulandığı ve uygulanmadığında K-Humat uygulamasıyla biyolojik verimi ile belirlenen PFE önemli düzeylerde artmıştır. Bunun yanında biyolojik verim ile belirlenen PFE üzerine S*HA interaksiyonunun etkisinin önemli olması, kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkilerinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim biyolojik verim ile belirlenen PFE bakımından S*HA interaksiyonları büyükten küçüğe doğru $S_{112.5}HA_{1.2}$ (336 kg kg^{-1}) > S_0*$HA_{1.2}$ > S_0*HA_0> $S_{112.5}$*HA_0 şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.49).

Çizelge 4. 49. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun fizyolojik etkinliğine etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	-	-	-
	$S_{112.5}$	-	-	-
Ort. (P*HA)		-	-	- B
P_4	S_0	266	273	270
	$S_{112.5}$	165	321	243
Ort. (P*HA)		216	297	257 B
P_8	S_0	319	368	344
	$S_{112.5}$	222	350	286
Ort. (P*HA)		271	359	315 A
Ort. (HA)		244 *b*	328 *a*	-
Ort. (S*HA)	S_0	293 **A**	321 **A**	307
	$S_{112.5}$	194 **B**	336 **A**	265

Varyans analiz (Çizelge 4.43) sonuçlarına göre buğday bitkisinin biyolojik verimi ile belirlenen gübre fosforunun geri alınma oranına (GPGAO) fosfor uygulamalarının etkileri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli, kükürt, K-Humat, P*S, P*HA, S*HA ve P*S*HA interaksiyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur.

Kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak biyolojik verim ile belirlenen GPGAO 4 kg P_2O_5 da^{-1} (P_4) fosfor uygulamasında %46.69 iken 8 kg P_2O_5 da^{-1} (P_8) uygulaması ile %31 oranında azalarak %32.08 olmuştur. Benzer şekilde kükürt (S_0) ve K-Humat (HA_0) uygulamaları içermeyen konularda da biyolojik verim ile belirlenen GPGAO P_8 fosfor uygulamasıyla P_4'e göre %29 oranında azalmıştır. Her iki durumda da artan fosfor uygulamasıyla biyolojik verim ile GPGAO meydana gelen azalmalar önemli bulunmuştur. Biyolojik verim ile belirlenen GPGAO, K-Humat uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ancak fosfor ve kükürt uygulamalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile belirlenen GPGAO, K-Humat

($HA_{1.2}$) uygulaması ile kontrole (HA_0) göre %25 oranında artmıştır. Aynı şekilde kükürt uygulamalarının ortalaması olarak biyolojik verim ile belirlenen GPGAO, K-Humat ($HA_{1.2}$) uygulaması ile kontrole (HA_0) göre P_4 fosfor uygulamasında %53 ve P_8 fosfor uygulamasında %13 oranında artmıştır. Bu değerler, GPGAO'na K-Humat uygulamasının olumlu etkisinin düşük fosfor düzeyinde daha fazla olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.50).

Çizelge 4. 50. Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarının biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun geri alınma oranına etkileri

Uygulamalar		K-Humat (HA) Lt da^{-1}		Ortalamalar (Ort.)
Fosfor, kg P_2O_5 da^{-1}	Kükürt, kg S da^{-1}	HA_0	$HA_{1.2}$	P*S, P ve S
P_0	S_0	-	-	-
	$S_{112.5}$	-	-	-
Ort. (P*HA)		-	-	- C
P_4	S_0	43.50	54.00	48.75
	$S_{112.5}$	35.25	54.00	44.63
Ort. (P*HA)		39.38	54.00	46.69 A
P_8	S_0	30.88	32.00	31.44
	$S_{112.5}$	30.63	34.75	32.69
Ort. (P*HA)		30.78	33.38	32.08 B
Ort. (HA)		35.08	43.69	-
Ort. (S*HA)	S_0	37.19	43.00	40.10
	$S_{112.5}$	32.94	44.38	38.66

4.2.3. Monoamonyum ve Diamonyum fosfat deneme sonuçlarının karşılaştırılması

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde kurulan MAP ve DAP formlarında iki ayrı deneme şeklinde yürütülen araştırmada, farklı seviyelerde fosfor (P), kükürt (S) ve K-Humat (HA) uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin biyolojik verimi (kg da^{-1}), tane verimi (kg da^{-1}), m^2'de başak sayısı, başaklanma döneminde bitki bayrak yaprağında fosfor içeriği (%), hasat döneminde bitki vejetatif aksamının fosfor içeriği (%), tane fosfor içeriği (%), biyolojik verim ile kaldırılan fosfor miktarı (kg P_2O_5 da^{-1}), biyolojik verimi ile belirlenen gübre fosforunun agronomik-PAE, fizyolojik-PPE etkinliği ve geri alınma oranı-GPGAO) incelenmiş olup, MAP ve DAP formlarının etkileri bakımından önemli değişiklikler tespit edilmiştir.

Tarla denemesinde kükürt ve K-Humat uygulanmayan parsellerde 4 (P_4) ve 8 (P_8) kg P_2O_5 da^{-1} fosfor DAP formunda uygulandığında MAP'a göre biyolojik verim ile belirlenen fosforun agronomik etkinliği sırasıyla %45 ve 2.46 kat, biyolojik verim ile belirlenen fosforun fizyolojik etkinliği sırasıyla %69 ve 2.84 kat daha yüksek olurken,

biyolojik verim ile belirlenen gübre fosforunun geri alınma oranı %14 ve %12 oranlarında daha düşük olmuştur. Biyolojik verim ile gübre fosforunun geri alınma oranının DAP'a göre MAP uygulamalarında daha fazla olması, biyolojik verim %45 ve 2.46 kat daha düşük olmasına rağmen bitkinin fosfor alımının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Kükürt ve K-Humat uygulanmayan parsellerde M^2'deki başak sayısı kontrole (P_0) göre 4 (P_4) ve 8 (P_8) kg P_2O_5 da^{-1} fosfor DAP formunda uygulandığında 69 ve 167 adet, MAP formunda uygulandığında 38 ve 96 adet daha fazla belirlenmiştir. Bu verilere göre M^2'deki başak sayısı fosforun DAP formunda uygulanmasıyla MAP'a göre %82 ve %74 oranlarında daha fazla bulunmuştur. Kükürt ve K-Humat uygulanmayan parsellerde tane verimi kontrole (P_0) göre 4 (P_4) ve 8 (P_8) kg P_2O_5 da^{-1} fosfor DAP formunda uygulandığında 37 ve 27 kg/da, MAP formunda uygulandığında 32 ve 56 kg da^{-1} daha fazla belirlenmiştir. Bu verilere göre, tane verimi fosforun DAP formunda uygulanmasıyla MAP göre 4 kg da^{-1} uygulamasında %16 oranında fazla ve 8 kg da^{-1} uygulamasında %52 oranında az bulunmuştur.

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARIN TARTIŞMASI

Bitki yetiştiriciliğinde çoğunlukla fosforu, primer ortofosfat ($H_2PO_4^-$) ve sekonder ortofosfat ($HPO_4^=$) formunda suda çözünür fosfor içeren gübreler kullanılmaktadır. Alkalin reaksiyonlu topraklarda ortofosfat iyonlarının Ca ve Mg ile çözünürlüğü düşük tuzlar oluşturması nedeniyle elverişli fosfor miktarı ve bitkilerin fosfor alım etkinliği düşüktür (Goos ve Johnson, 2001; Manzar-ul-Alam ve ark., 2005; Korkmaz ve ark., 2009). Nitekim bir çok literatürde (Bertrand ve ark., 2006) bitkiler tarafından gübrelerle uygulanan fosforun ilk yıl genellikle %10-30'unun alınabildiği bildirilmektedir. Ayrıca, kil içeriği yüksek alkalin reksiyonlu topraklarda oluşturduğu tuzların çözünürlüğü ve difüzyon katsayısı arasındaki farklılıklara bağlı olarak bitkilerin $H_2PO_4^-$'tan HPO_4'a göre daha fazla yararlandıkları belirtilmektedir (Barber, 1980; Olsen ve Flowerday, 1971). Bu nedenlerle, sera ve tarla şartlarında yürütülen bu çalışmada Bayraktar 2000 ekmeklik buğdayın verim, verim unsurları, kalitesi ve fosfor alım etkinliklerine $H_2PO_4^-$ ve $HPO_4^=$ iyonları içeren MAP ve DAP gübreleri ile farklı seviyelerde uygulanan fosfor ile elementel (toz) kükürt ve K-Humat uygulamalarının etkileri belirlenmiştir.

5.1. Sera Deneme Sonuçlarının Tartışılması

Sera koşullarında farklı seviyelerde uygulanan fosfor ile birlikte K-Humat uygulamalarıyla bitkinin gelişiminin önemli ve olumlu yönde arttığı belirlenmiştir. Çünkü K-Humat, toprakta hem organik maddeyi arttırır hem de mikrogorganizmalar akativiteleri artrarak eleverişli fosfor miktarı arttırmaktadır. Bu durum bazı araştırıcıların (Erdal ve ark. 2000; Çimrin ve ark., 2001; Mtua ve ark., 2016) yaptıkları çalışmalarla uyumludur.

Sera şartlarında MAP ve DAP olarak farklı seviyelerde fosfor uygulamalarına bağlı olarak buğday bitkisinin kuru madde miktarı (g saksı$^{-1}$), fosfor içeriği (%) ve kaldırdığı fosfor miktarı (mg P saksı$^{-1}$) önemli düzeylerde yükselmiştir. Serada yürütülen çalışmada buğday bitkisinin bütün toprak üstü aksamının (gövde) fosfor içeriği, MAP denemesinde %0.056 ile %0.131, DAP denemesinde %0.052 ile %0.101 arasında değişmiştir. Buna göre buğday bitkisinin fosfor içeriği, Jones ve ark., (1991)'nın bildirdiği yeterlilik sınır değerlerine göre bütün uygulamalarda yetersiz (<% 0.20) düzeydedir. Bitkinin fosfor içeriğinin düşük olması, K-Humat uygulamalarının

fosfor alımına etkilerinin tam görülebilmesi için uygulanan fosfor miktarlarının biraz düşük kalmasından olabilir. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde, tarla koşullarında mısır (Erdal ve ark., 2000) ve arpa (Valizadeh ve ark., 2017), sera şartlarında buğday (Akhtar ve ark., 2011; Irfan ve ark., 2018) bitkilerinde yaptıkları çalışmalarda, artan miktarlarda fosfor uygulamasının bitki kuru ağırlığı, fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarını önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca, bitkinin kuru madde miktarı, fosfor içeriği ve kaldırdığı fosfor miktarının MAP formunda fosfor ile birlikte uygulanan K-Humat'ın artışına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda DAP formunda fosfor ile birlikte uygulanan K-Humat'ın artışıyla kontrole (HA_0) göre buğday bitkisinin kuru madde miktarı ve kaldırdığı fosfor miktarı azalırken, fosfor içeriğini arttığı belirlenmiştir. Serada mısır (Çimrin ve ark., 2001) ve marul (Gezgin ve ark., 2008); tarla koşullarında mısır (Erdal ve ark., 2000; Daur ve Bakhashwain, 2013) ve ekmeklik buğday (Salem ve ark., 2017) bitkileri ile yapılan çalışmalarda katı veya sıvı K-Humat uygulamalarıyla MAP denemesi sonuçlarını teyit eder şekilde bitkilerin kuru madde miktarları, P içerikleri ve kaldırdıkları fosfor miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Sera şartlarında ekmeklik buğday bitkisine 30, 60 ve 90 mg P_2O_5 kg^{-1} fosforun MAP ve DAP formunda uygulanmasıyla genel olarak uygulanan fosfor miktarının artışı ile biyolojik verim ile gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), fizyolojik etkinliği (PFE) ve geri alınma oranının (GPGAO) önemli düzeylerde azaldığı, PAE ve PFE değerlerinin MAP formunda fosfor uygulamalarında DAP'a göre daha düşük, GPGAO ise MAP formunda fosfor uygulamalarında DAP'a göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Papadopoulos (1985) kireçli ve bazik reaksiyonlu bir toprakta arpa bitkisine MAP, DAP ve TSP formunda artan miktarlarda fosfor uygulayarak yaptığı bir çalışmada, her üç gübre formunda da uygulanan fosfor miktarının artışıyla GPGAO'nın önemli düzeylerde azaldığını, bu azalmanın DAP gübresinde diğerlerine göre daha fazla olduğunu belirleyerek sonuçlarımızı teyit etmişlerdir. Ayrıca, Majeed ve ark. (2014) DAP formunda fosfor uygulamasının artmasıyla bitki PAE, Irfan ve ark., (2018) TSP formunda fosfor uygulamasının artması ile buğdayın PAE ve PFE değerlerinin önemli düzeylerde azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda MAP ve DAP formunda fosfor ile birlikte 200 ve 400 mg HA kg^{-1} K-Humat uygulamalarının kontrole (HA_0) göre PAE arttırdığını ve en yüksek artışın 200 mg HA kg^{-1} uygulamasında olduğu bulunmuştur. Bunun yanında PFE, kontrole

(HA_0) göre 200 ve 400 mg HA kg^{-1} K-Humat'ın MAP formunda fosfor ile birlikte uygulanması ile önemli düzeylerde azaldığı, DAP formunda fosfor ile birlikte uygulandığında arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, buğday bitkisi ile GPGAO, kontrole (HA_0) göre 200 ve 400 mg HA kg^{-1} ile MAP formunda fosforun birlikte uygulanması ile 2.34 ve 2.74 katlık artışlar, DAP formunda fosfor ile birlikte uygulandığında önce %34 oranında artış, sonra %7 oranında azalma tespit edilmiştir. Erdal ve ark. (2000) tarla şartlarında artan miktarlarda K-Humat uygulamasıyla mısır bitkisinin fosfor alımının %40 oranında arttığını, El-Etr ve ark. (2011) tarla şartlarında mısır ve susam bitkilerine K-Humat uygulama miktarının artışıyla fosforun geri alınma oranının arttığını belirtmiştir. Benzer şekilde Özaktan (2017) tarla koşullarında bodur kuru fasulye bitkisi ile yürüttüğü bir çalışmada, nötr bir toprağa hümik asit uygulamasının, gübre fosforunun agronomik etkinliği ve geri alınma oranında önemli düzeylerde arttığını ve gübre fosforunun fizyolojik etkinliğinde azalma meydana geldiğini, Yurtseven (2019) sera koşullarında mısır bitkisine ham kaya fosfat ile birlikte uygulanan farklı organik madde kaynaklarının gübre fosforunun fizyolojik etkinliğini artırdığını bildirerek sonuçlarımızı teyit etmektedirler.

5.2. Tarla Deneme Sonuçlarının Tartışılması

Fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarına göre MAP ve DAP denemelerinde biyolojik verimi, bitki boyu, m^2 başak sayısı, tane verimi, hasat indeksi, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı üzerine etkileri uygulamalar bağlı olarak değişmektedir.

Kuru şartlarda ekmeklik buğday bitkisine MAP ($H_2PO_4^-$) ve DAP ($HPO_4^{=}$) formunda uygulanan (0, 4 ve 8 kg P_2O_5 da^{-1}) fosfor miktarının artışıyla buğdayın biyolojik verimi, tane verimi, metrekarede başak sayısı ve tane gluten indeksi üzerine istatistiki olarak önemli düzeyde artışlar belirlenmiştir. Bulgularımıza benzer olarak, kuru şartlarda hafif alkalin reaksiyonlu bir toprağa triple süper fosfat [TSP, $Ca(H_2PO_4)_2$] formunda uygulanan fosfor miktarının artışıyla kontrole göre Yakamoz ekmeklik buğday çeşidinin biyolojik ve tane veriminin arttığını bildirmiştir (Dikici, 2019). Başka bir çalışmada kuru tarla şartlarında toprağa uygulanan fosfor miktarının artışıyla kontrole göre makarnalık buğday (Güney Yıldızı) çeşidinin tane verimi ve metrekarede başak sayısının istatistiki olarak önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir (Peker, 2018). Aynı şekilde Valizadeh ve ark. (2017) tarlada kuru koşullarında arpa genotiplerine

süper fosfat gübresi, Saeed ve ark. (2017) sulu şartlarda mısır bitkisine DAP, bazı araştırıcılar tarla şartlarında bazik reaksiyonlu ve kireçli toprakta buğday bitkisine DAP ve nitrophos (Majeed ve ark. 2014), mısır ve susam (El-Etr ve ark. 2011) ve ekmeklik buğday bitkilerine (Kara, 2011) TSP formunda artan miktarlarda fosfor uygulanmasıyla biyolojik ve tane verimleri ve verim unsurlarının önemli düzeylerde arttığını bildirmişler ve bulgularımızı desteklemişlerdir. Bulgularımızı destekler nitelikte fosfor uygulamasının bitkilerin verim ve verim unsurlarına olumlu etkilerini belirleyen bu çalışmaların aksine, toprağın bitkiye elverişli fosfor miktarı ve diğer toprak özelliklerine ve uygulama şekline bağlı olarak, TSP formunda uygulanan fosfor miktarı arttığında mısırın biyolojik verimi ve tane verimi ve parselde bitki sayısının azaldığı belirlenmiştir (Mazengia, 2011).

Kuru şartlarda ekmeklik buğdaya MAP ve DAP formunda farklı miktarlarda fosfor uygulayarak yürüttüğümüz iki denemede de uygulanan fosfor miktarının artışı ile hasat indeksi, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığının istatistiki olarak önemli düzeylerde azaldığı belirlenmiştir. Bu durum Mayıs ayında fazla fosforun tuz etkisi ve özellikle de kuraklığa bağlı olarak bitkinin su alımının azalması ve nispi rutubetin düşmesi sonucu çiçeklenme, döllenmenin ve tane dolumunun yetersizliğinden kaynaklanabilir. Bulgularımıza benzer şekilde muhtemelen aynı nedenle kuru şartlarda hafif alkali reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen Yakamoz beyaz ekmeklik buğday çeşidine uygulanan triple süper fosfat ile uygulanan fosfor miktarının artmasıyla başakta tane sayısı, hasat indeksi ve bin tane ağırlığının istatistiki olarak önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir (Dikici, 2019).

Kuru koşullarda yürütülen tarla denemesinde Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin başaklanma döneminde bayrak yapraklarının fosfor içeriği MAP denemesinde %0.161 ile %0.209, DAP denemesinde %0.163 ile %0.200 arasında değişmiştir. Başaklanma döneminde bayrak yapraklarının fosfor içeriği Jones ve ark., (1991)'nın bildirdiği yeterlilik sınır (>% 0.20) değerlerine göre MAP denemesinde $P_4*S_0*HA_{1.2}$ (%0.209) ve $P_8*S_0*HA_0$ (%0.208) uygulamalarında, DAP denemesinde de $P_8*S_{112.5}*HA_0$ (%0.200) uygulamasında yeterli (%0.20-0.50), diğer uygulamalarda ise yetersiz (<%0.20) seviyededir. Her iki denemede de bayrak yapraklarının en düşük fosfor içeriği kontrollerde (P_0) belirlenmiş olup uygulanan fosfor miktarının artışı ile artmış ve bütün parsellerde gözle görülebilir bir fosfor eksikliği belirtisi görülmemiş olmakla birlikte, yapraklarda eksik düzeyde olması kuru şartlar için iklime bağlı olarak

biyolojik verimin yüksekliği ile seyrelmesinden ya da yaprak örneklerinin biraz geç (31 Mayısta) alınmasından kaynaklanabilir. Valizadeh ve ark. (2017) tarlada arpa, Irfan ve ark. (2018) serada buğday, Erdal ve ark. (2000) arazide mısır ve Mtua ve ark., (2016) arazide bodur kuru fasulye bitkisiyle yaptıkları çalışmalarda, tarlada uyguladığımız fosfor miktarının artışı ile bayrak yaprakların fosfor içeriğinin artışına benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Tarlada bayrak yapraklarının fosfor içeriğinin MAP ve DAP formunda P_0 ve P_4 fosfor seviyelerinde fosfor ile birlikte K-Humat uygulamalarıyla önemli ve olumlu yönde arttığı belirlenmiştir. Bazı araştırıcılarının (Çimrin ve ark., 2001). Erdal ve ark. 2000, Mtua ve ark., 2016) yaptıkları çalışmalarla sonuçlarımız uyumludur.

Çalışmamızda MAP ve DAP formunda uygulanan fosfor miktarının artışına bağlı olarak hasat döneminde bitkinin vejetatif aksamının fosfor içeriği, tane fosfor içeriği ve biyolojik verim ile kaldırılan fosfor miktarının istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeylerde arttığı tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Valizadeh ve ark. (2017) kuru şartlarında fosfor miktarının artışıyla arpa genotiplerinin hem vejatatif aksamın hemde tane P konsantrasyonun ve biyolojik verim ile toplam kaldıran fosfor miktarının önemli derecede arttığı tespit etmişlerdir. Aynı şekilde uygulanan fosfor miktarının artışı ile buğday (Akhtar ve ark, 2011) ve mısır (Erdal ve ark., 2000, Yurtseven, 2019) bitkisi ve buğday bitkisinin tanesinin (Kara, 2011, Peker, 2018) kaldırdığı fosfor miktarının önemli düzeylerde arttığı bildirilmektedir. Çalışmamızda biyolojik verim ve tane verimi, bin tane ağırlığı, hasat döneminde bitkinin vejetatif aksamının fosfor içeriği, tane fosfor içeriği ve biyolojik verim ile kaldırılan fosfor miktarına farklı fosfor kaynakları ile birlikte uygulanan kükürt ve K-Humat'ın etkilerinin önemli ve pozitif yönde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarımıza benzer olarak kireçli bazik reaksiyonlu toprakta yetiştirilen buğday bitkisine kükürt uygulanmasıyla biyolojik verim, tane veriminin ve bin tane ağırlığının önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Başçiftçi, 2008; Beşli, 2013). Kükürt'ün etkisi, toprağa uygulanan kükürt, kükürt bakterilerinin faaliyetleri sonucunda kükürt oksidasyonu sonucunda sülfürik asit oluşur. Böylece toprakta H^+ iyonunun miktarı artar, pH düşer ve elverişli besin elementlerinin miktarları arttığı için bitki gelişimi olumlu yönde etkilenir. Kükürt uygulamasıyla mısır (Khan ve ark., 2006; Amin, 2018; Cui ve Zhao, 2011), nohut (Togay ve ark. 2008), buğday (Kara, 2011) ve fasulye (Yavuzaslan, 2010) bitkisinin biyolojik ve tane verimi, kaldırdığı fosfor miktarı ve tanedeki P içeriğinin önemli düzeylerde arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmaların aksine ve çalışmamızda kükürt uygulamasıyla elde edilen bazı sonuçlarımıza benzer şekilde elementel kükürt (S)

uygulamalarına bağlı olarak ıspanak bitkisinin veriminin azaldığı belirlenmiştir (Ayas ve Gülser, 2005). Aynı şekilde, Lefroy ve ark. (1997) uygulanan elementel kükürdün yeterince oksitlenmemesi nedeniyle mısır bitkisinin kaldırdığı fosfor miktarının azaldığını göstermiştir. Ayrıca Khan ve ark. (2006) tarla koşullarında bazik bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisine 120 kg S ha^{-1}'dan daha fazla kükürt uygulanmasıyla toplam kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlığının önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Bunlara ilave olarak Karaca ve Kaya (2009) sera koşullarında toprağa uygulanan 100 mg kg^{-1} elementel kükürt ilavesinin soya ve mısır bitkilerinin verim ve fosfor içeriğini etkilemediğini belirtmişlerdir.

K-Humat uygulaması ile bitkinin gelişimi olumlu yönde etkilenmiştir. Nitekim, K-Humat uygulamasıyla elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde, tarla koşullarında El-Etr ve ark. (2011) mısır ve susam, Mtua ve ark. (2016) kuru fasulye, Daur ve Bakhashwain (2013), Mohammadpourkhaneghah ve ark. (2012) ve Erdal ve ark. (2000) mısır bitkisine bazik reaksiyonlu bir toprağa uygulanan K-Humat artışıyla bitkinin biyolojik ve tane verimi ve kaldırılan P miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Tarlada kuru şartlarda yürütülen denemelerde Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin biyolojik verim ile fosfor alım (PAE, PFE ve GPGAO) etkinlikleri uygulanan fosfor miktarı ve formuna, kükürt ve K-Humat uygulamasına bağlı olarak istatistiki olarak önemli düzeylerde değiştiği belirlenmiştir. Hem kükürt ve K-Humat (S_0*HA_0) uygulanmadığında, hem de kükürt ve K-Humat uygulamalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile PAE, PFE ve GPGAO, DAP formunda fosfor uygulamasındaki PFE hariç, MAP ve DAP formunda 4 (P_4) kg P_2O_5 da^{-1} fosfor uygulamalarında 8 (P_8) kg P_2O_5 da^{-1} fosfor uygulamalarına göre çok önemli düzeylerde artmıştır. Çünkü toprağa fazla miktarda fosfor uygulandığı zaman fosfor fiksasyonu artar ve fosfor alım etkinlikleri azalır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde, Majeed ve ark. (2014) DAP ve nitrophos formunda uygulanan P miktarının artışıyla buğday bitkisinin PAE'nin, Akhtar ve ark. (2016) üç farklı bölgede DAP ve TSP serpme metoduyla ve sıvı fosforik asit (PA) ilk sulamayla uygulanan fosfor miktarının artışıyla buğday bitkisinin PAE ve GPGAO önemli düzeylerde azaldığını bildirmişlerdir. Bizim sonuçlarımızın çoğunluğunun ve bu çalışmaların aksine, hem sera hemde tarladaki çalışmamızda DAP formunda uygulanan fosfor miktarının artışı ile PFE değerinin önemli düzeyde artışı yönünde belirlediğimiz bulgularımızı teyit eder şekilde Saeed ve ark. (2017) tarla şartlarında DAP formunda fosfor uygulamasıyla mısır bitkisinin PAE,

Akhtar ve ark. (2011) sera koşullarında süper-fosfat formunda uygulanan fosfor miktarının artışıyla buğday bitkisinin PFE önemli düzeyde arttığını belirlemişlerdir.

Diğer taraftan hem kükürt ve K-Humat (S_0*HA_0) uygulanmadığında hem de kükürt ve K-Humat uygulanmalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile PAE ve PFE değerlerinin DAP formunda fosfor uygulamalarında MAP'a göre çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Tarla şartlarında elde edilen bu sonuçlar sera denemesi sonuçları ile örtüşmektedir. Bunun yanında kükürt ve K-Humat uygulanmalarının ortalaması olarak, biyolojik verim ile GPGAO, 4 ve 8 kg/da fosforun DAP formunda uygulamalarında MAP'a göre sırasıyla %18 ve %23 oranlarında daha yüksek iken, kükürt ve K-Humat (S_0HA_0) uygulanmadığında %11 ve %8 oranlarında daha düşük olmuştur. Majeed ve ark. (2014) tarla şartlarında kireçli ve bazik reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan nitrophos formundaki fosforun DAP'a göre PAE'nin, üç farklı bölgede alkalin reaksiyonlu ve kalkerli toprakta yetiştirilen buğday bitkisine farklı miktarlada fosforun DAP, fosforik asit (PA) ve TSP gübreleri formunda uygulanarak yürütülen (Akhtar ve ark.,2016) çalışmada ise tane verimi ve fosfor alım etkinliğinin PA ile DAP ve TSP gübrelerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Papadopoulos (1985) kireçli ve bazik reaksiyonlu bir toprakta yetiştirilen arpa bitkisi MAP, DAP ve TSP formunda 0, 15, 30 ve 45 mg P kg^{-1} miktarlarında fosfor uygulayarak yaptığı çalışmada, sera ve tarlada elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde her üç gübre ile uygulanan fosfor miktarının artışı ile arpa bitkisi ile fosforun geri alınma oranının (GPGAO) önemli düzeyde azaldığını, hasattan sonra topraktaki bakiyevi elverişli fosfor miktarınında arttığını belirlemiştir. Araştırıcı, GPGAO değerindeki azalmanın DAP gübresinde MAP ve TSP gübrelerine göre daha fazla, bakiyevi elverişli P miktarının ise DAP gübresinde MAP ve TSP gübrelerine göre daha düşük olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırıcı, fosforu $HPO_4^{=}$ formunda içeren DAP gübresi ile uygulanan fosforun bitkiyle geri alınma oranının ve bakiyevi elverişli fosfor miktarının $H_2PO_4^{-}$ formunda içeren MAP ve TSP gübrelerine göre daha düşük olmasının kireçli topraklarda bu gübrelerle uygulanan amonyum (NH_4^{+}) azotunun amonyağa (NH_3) dönüşmesiyle gübre granülü çevresinde pH artışının da etkisiyle $HPO_4^{=}$'un Ca ve Mg iyonları ile $H_2PO_4^{-}$'a göre çözünürlüğü daha düşük tuzlar oluşturmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Buğday bitkisinin biyolojik verim ile PAE, PFE ve GPGAO değerlerine MAP ve DAP formunda fosfor ile birlikte elementel toz kükürt uygulamasının etkilerinin olumsuz olduğu belirlenmiştir. Biyolojik verim ile

PAE ve GPGAO, hem MAP hem de DAP formunda fosfora ilave olarak K-Humat yalnız uygulanırsa azalırken kükürt ile birlikte uygulandığında önemli düzeylerde arttığı belirlenmiştir. Ayrıca her iki fosfor formuna ilave olarak kükürtlü veya kükürtsüz K-Humat uygulaması, PFE değerlerini önemli düzeylerde artırmıştır. Benzer şekilde fasulye bitkisinde K-Humat uygulaması için, tarla koşullarında nötr bir toprağa uygulanan hümik asit miktarı ile gübre fosforunun agronomik etkinliği ve geri alınma oranında önemli düzeylerde artışın meydana geldiği belirlenmiştir (Özaktan 2017). Birçok araştırıcı tarafından belirtildiği gibi, kireçli ve bazik reaksiyonlu topraklara uygulanan elementel toz kükürdün mikroorganizmalar tarafından SO_4^- oksitlenmesiyle toprak pH'sındaki düşme sonucu fosforun elverişliliğinin ve bitki tarafından alımının artması beklenirken çalışmamızda genel olarak olumlu bir etkisi görülmemiştir. Bu durum, başta toprakta organik madde miktarının düşüklüğüne bağlı olarak mikrobiyal aktivitenin yetersizliği nedeniyle oksitlenmenin yeterli düzeyde olmamasından kaynaklanabilir. Nitekim, kükürdün K-Humat ile birlikte uygulandığında az da olsa oksitlenmesi nedeniyle PAE, PFE ve GPGAO değerlerini olumlu yönde etkilemesi, ayrıca ekte hasatta her parselden alınan toprak örneklerinin pH ve EC değerleri bu görüşümüzü desteklemektedir. Çalışmamızda kükürt uygulamasıyla elde edilen bazı sonuçlarımıza benzer şekilde elementel kükürt (S) uygulamalarına bağlı olarak ıspanak bitkisinin veriminin azaldığı belirlenmiştir (Ayas ve Gülser, 2005). Aynı şekilde Lefroy ve ark. (1997) uygulanan elementel kükürdün yeterince oksitlenmemesi nedeniyle mısır bitkisinin kaldırdığı fosfor miktarının azaldığını göstermiştir. Ayrıca Khan ve ark. (2006) tarla koşullarında bazik bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisine 120 kg S ha^{-1}'dan daha fazla kükürt uygulanmasıyla toplam kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlığının önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir.

Korelasyon analiz sonuçlarına göre MAP denemesinde, tane verimi ile biyolojik verim (r=0.426**); bitki boyu ile hasat indeksi (r=0.364*); metrekarede başak sayısı ile biyolojik verim (r=0.781**) ve tane verimi (r=0.313*); başakta tane sayısı ile hasat indeksi (r=0.394**); tane protein içeriği ile biyolojik verim (r=0.456**) ve metrekarede başak sayısı (r=0.573**); tane gluten indeksi ile biyolojik verim (r=0.290*) ve tane verimi (r=0.443**); başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği ile biyolojik verim (r=0.676**), tane verimi (r=0.388**), metrekarede başak sayısı (r= 0.709**) ve tane protein içeriği (r=0.445**); hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği ile biyolojik verim (r=0.599**), tane verimi (r=0.357*), metrekarede başak sayısı

(r=0.488**), tane protein içeriği (r=0.374**) ve başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.487**); tane fosfor içeriği ile biyolojik verim (r=0.621**), tane verimi (r=0.323*), metrekarede başak sayısı (r=0.701**), tane protein içeriği (r=0.498**), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.652**) ve hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.685**); hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı ile biyolojik verim (r=0.761**), tane verimi (r=0.485**), metrekarede başak sayısı (r=0.810**), tane protein içeriği (r=0.554**), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.846**), ve hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.663**) ve tane fosfor içeriği (r=0.796**); tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE) ile biyolojik verim (r=0.774**), tane verimi (r=0.402**), metrekarede başak sayısı (r=0.511**), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.529**), hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.463**), tane fosfor içeriği (r=0.421**) ve hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (r=0.557**); tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) ile biyolojik verim (r=0.759**), tane verimi (r=0.438**), metrekarede başak sayısı (r=0.699**), tane protein içeriği (r=0.346*), tane gluten içeriği (r=0.367*), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.730**), hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.506**), tane fosfor içeriği (r=0.586**), hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (r=0.811**) ve tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE) (r=0.842**); tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun geri alım oranı (GPGOA) ile biyolojik verim (r=0.673**), tane verimi (r=0.419**), metrekarede başak sayısı (r=0.594**), tane gluten içeriği (r=0.359*), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.710**), hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.518**), tane fosfor içeriği (r=0.549**), hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (r=0.772**) ve tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE) (r=0.840**) ve tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) (r=0.966**) arasında istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir (EK-3).

Korelasyon analiz sonuçlarına göre DAP denemesinde, tane verimi ile biyolojik verim (r=0.390**); bin tane ağırlığı ile hasat indeksi (r=0.3601*); metrekarede başak sayısı ile biyolojik verim (r=0.841**) ve tane verimi (r=0.363*); başakta tane sayısı ile hasat indeksi (r=0.766**); tane protein içeriği ile biyolojik verim (r=0.474**), tane verimi (r=0.469**) ve metrekarede başak sayısı (r=0.347*); başaklanma döneminde

bayrak yaprağı fosfor içeriği ile biyolojik verim (r=0.693**), tane verimi (r=0.527**), metrekarede başak sayısı (r= 0.619**) ve tane protein içeriği (r=0.537**); hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği ile biyolojik verim (r=0.369**), tane verimi (r=0.340*) ve başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.330*); tane fosfor içeriği ile biyolojik verim (r=0.605**), tane verimi (r=0.466**), metrekarede başak sayısı (r=0.463**), tane protein içeriği (r=0.504**), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.574**) ve hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.634**); hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı ile biyolojik verim (r=0.842**), tane verimi (r=0.524**), metrekarede başak sayısı (r=0.673**), tane protein içeriği (r=0.521**), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.675**), hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.730**) ve tane fosfor içeriği (r=0.849**); tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE) ile biyolojik verim (r=0.826**), tane verimi (r=0.525**), metrekarede başak sayısı (r=0.725**), tane protein içeriği (r=0.355*), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.560**), hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.323*), tane fosfor içeriği (r=0.500**) ve hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (r=0.712**); tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) ile biyolojik verim (r=0.729**), tane verimi (r=0.420**), metrekarede başak sayısı (r=0.773**), tane protein içeriği (r=0.382**),başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.666**), hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.288*), tane fosfor içeriği (r=0.466**), hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (r=0.600**) ve tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE) (r=0.781**); tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun geri alım oranı (GPGOA) ile biyolojik verim (r=0.603**), tane verimi (r=0.566**), metrekarede başak sayısı (r=0.452**), tane protein içeriği (r=0.420**), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (r=0.529**), hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (r= 0.669**), tane fosfor içeriği (r=0.655**), hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (r=0.782**) ve tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE) (r=0.725**) ve tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PPE) (r=0.525**) arasında istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir (EK-4).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kireçli ve bazik reaksiyonlu bir toprakta 2 farklı formda (MAP-$H_2PO_4^-$ ve DAP-$HPO_4^{=}$) ve artan miktarlarda uygulanan fosfor, elementel (toz) kükürt ve K-Humat uygulamalarının ekmeklik buğday bitkisinin fosfor alım etkinliği üzerine etkilerini belirlemek için sera ve tarla koşullarında yürütülmüştür.

Sera şartlarında, farklı seviyelerde fosfor (0, 30, 60 ve 90 mg P_2O_5 kg^{-1}) ve K-Humat (0, 200 ve 400 mg HA kg^{-1}) uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidinin kuru madde miktarı, fosfor içeriği, kaldırılan fosfor miktarı ve fosfor alım etkinlikleri (agronomik-PAE, fizyolojik-PFE ve geri alınma oranı-PGAO) etkileri uygulamalara bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Toprağa primer ortofosfat ($H_2PO_4^-$) formunda fosfor uygulanmaları ile bitkinin PAE en fazla 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 uygulaması ile elde edilirken, K-Humat uygulamalarında ise 1 kg toprağa 200 mg HA uygulaması ile belirlenmiştir. PPE, en fazla K-Humat uygulanmadığında 1 kg toprağa 30 ve 90 mg P_2O_5 uygulamaları yanında 1 kg toprağa 60 mg P_2O_5 ile birlikte 200 mg HA uygulamasıyla belirlenmiş olup bu uygulamalar arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamıştır. PGAO, en fazla 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 ile birlikte 400 mg HA uygulamasıyla belirlenmiştir. Toprağa sekonder ortofosfat (HPO_4^{--}) formunda fosfor uygulanmaları ile bitkinin PAE ve PPE en fazla 1 kg toprağa 30 mg P_2O_5 ile birlikte 400 mg HA uygulamasıyla belirlenmiştir. PGAO ise K-Humat uygulanmadığında 1 kg toprağa 90 mg P_2O_5 uygulamasıyla belirlenmiştir.

Tarla koşullarında farklı seviyelerde fosfor (0, 4 ve 8 kg P_2O_5 da^{-1}), kükürt (0 ve 112.5 kg S da^{-1}) ve K-Humat (0 ve 1.2 kg HA da^{-1}) uygulamalarının Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidinin biyolojik verimi, tane verimi, hasat indeksi, bitki boyu, bin tane ağırlığı, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı, tane protein içeriği, tane gluten indeksi, başaklanama döneminde bayrak yaprak fosfor içeriği (HDBVPİ), tane fosfor içeriği (TPİ), tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı (HDBVKPM), biyolojik verim ile belirlenen fosfor alım etkinlikleri (agronomik-PAE, fizyolojik-PFE ve geri alınma oranı-PGAO) etkileri uygulamalara bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Toprağa primer ortofosfat ($H_2PO_4^-$) formunda fosfor uygulanmaları ile bitkinin PAE ve PFE, en fazla dekara 4 kg P_2O_5 + 112.5 kg S + 1.2 kg K-Humat (P_4*$S_{112.5}$*$HA_{1.2}$) uygulamaları ile elde edilmiştir. PGAO, en fazla kükürt ve K-Humat

uygulamasının olmadığı sadece dekara 4 kg P_2O_5 uygulaması (P_4*S_0*HA_0) ile belirlenmiştir. Toprağa sekonder ortofosfat (HPO_4^{--}) formunda fosfor uygulanmaları ile bitkinin PAE, en fazla dekara sadece 4 kg P_2O_5 (P_4), veya 1.2 kg K-Humat ($HA_{1.2}$) uygulamaları ile elde edilmiştir. PFE, en fazla dekara sadece 8 kg P_2O_5 (P_8) veya 1.2 kg K-Humat ($HA_{1.2}$) uygulamaları ile bulunmuştur. PGAO, en fazla sadece dekara 4 kg P_2O_5 uygulaması (P_4) ile belirlenmiştir.

Farklı seviyelerde fosfor, kükürt ve K-Humat uygulamalarında her iki denemede de (MAP ve DAP) tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik, fizyolojik ve geri alınma oranı ile tane verimi, biyolojik verimi, metrekarede başak sayısı, başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği, hasat dönemi bitki vejetatif aksam fosfor içeriği, tane fosfor içeriği ve hasat döneminde tüm bitki ile kaldırılan fosfor miktarı aralarında istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca tüm bitki ile belirlenen gübre fosforunun agronomik etkinliği ile fizyolojik etkinliği; geri alınma oranı ile hem agronomik hem de fizyolojik etkinlikleri arasında istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

Sonuçta, Bayraktar 2000 ekmeklik buğday çeşidinde fosforun primer ortofosfat ($H_2PO_4^-$) formunda farklı seviyelerde kükürt ve K-Humat ile birlikte uygulanması ile belirlenen fosforun geri alınma oranı yani; bir toprakta bulunan toplam (toprak + gübre fosforu) birim fosfordan bitkinin yararlanma (alma) durumu uygulamalara göre değişmekle birlikte en etkili uygulamanın sadece dekara 4 kg P_2O_5 uygulaması (P_4*S_0*HA_0) olduğu belirlendiği için bu uygulama önerilmektedir. Ayrıca fosforun sekonder ortofosfat (HPO_4^{--}) formunda farklı seviyelerde kükürt ve K-Humat ile birlikte uygulanması ile belirlenen fosforun geri alınma oranı yani; bir toprakta bulunan toplam (toprak + gübre fosforu) birim fosfordan bitkinin yararlanma (alma) durumu uygulamalara göre değişmekle birlikte en etkili uygulama sadece dekara 4 kg P_2O_5 uygulaması (P_4) olduğu belirlendiği için bu uygulama önerilmektedir.

KAYNAKLAR

AACC, 2004, Modifiye AACC method 46-30 approved methods of american association of cereal chemists.

Abbas, B., 2017, Bazı yerli ve yabancı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü..

Adams, F., 1982, A Comparison of the Effects of Monocalcium Phosphate and Diammonium Phosphate on Phosphorus and Calcium Availabilities 1. *Soil Science Society of America Journal, 46*(4), 769-771.

Akçura, M., 2006, Türkiye kışlık ekmeklik buğday genetik kaynaklarının karakterizasyonu, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Akhtar, M. Tahir, S. Ashraf, M. Y. Akhter, J. Alam, S. M., 2011, Influence of Different Rates of Phosphorus on Growth, Yield and Phosphorus Use Efficiency in Two Wheat Cultivars, *Journal of Plant Nutrition, 34*(8), 1223-1235.

Akhtar, M.Yaqub, M.Naeem, A.Ashraf, M. Hernandez, V. E., 2016, Improving phosphorus uptake and wheat productivity by phosphoric acid application in alkaline calcareous soils, *Journal of the Science of Food and Agriculture, 96*(11), 3701-3707.

Akıncı, S., 2011), Hümik Asitler, Bitki Büyümesi ve Besleyici Alımı, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 23*(1), 46-56.

Amin, A. A., 2018, Improvement in phosphorus use efficiency of corn crop by amending the soil with sulfur and farmyard manure, *Soil & Environment, 37*(1), 62-67. doi:10.25252/Se/18/51377

Anonim, 1972, International Association for Cereal Chemistry, ICC Standard No:137.

Aracena Santos, P. Hakki, E. E. Atmaca, E. Cetin Karaca, U. Gökmen Yılmaz, F. Pandey, A., . . . Gezgin, S., 2018, Orta Anadolu Kaynaklı Buğday Genotiplerinin P Alımı ve Verimini Artırmak için Biyo-Gübrelerin Kullanılması, Paper presented at the 6. ASM *Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi*, 11 – 13 Ekim, 2018 Özet Kitabı - 1, Antalya, Turkey.

Ayas, H. Gulser, F., 2005, The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (*Spinacia oleracea* Var. Spinoza), *J. biol. Sci, 5*(6), 801-804.

Barber, S. A., 1980), Soil-plant interactions in the phosphorus nutrition of plants, *Soil-plant interactions in the phosphorus nutrition of plants.*, 591-615.

Basçiftçi, M., 2008, Kükürtlü ve Kükürtsüz Kosullar Altında Artan Oranlarda Azot Uygulamasının Bugdayda Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans tezi, Eskisehir Osmangazi Üniversitesi.

Bayraklı, F., 1987, Toprak ve Bitki Analizleri, O. M. Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 17, Samsun.

Bertrand, I. McLaughlin, M. J. Holloway, R. E. Armstrong, R. D. McBeath, T., 2006, Changes in P bioavailability induced by the application of liquid and powder sources of P, N and Zn fertilizers in alkaline soils, *Nutrient Cycling in Agroecosystems, 74(1)*, 27-40.

Beşli, M., 2013, Kükürtlü ve kükürtsüz koşullar altında artan oranlarda azot uygulamalarının tir buğdayı'nda (*Triticum aestivum* L. var. leucospermum (Körn.) Farw.) verim ve verim öğeleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bidegain, R.Kaemmerer, M.Guiresse, M.Hafidi, M.Rey, F.Morard, P. Revel, J., 2000, Effects of humic substances from composted or chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of ryegrass, *The Journal of Agricultural Science, 134*(3), 259-267.

Bouyoucos, G. J., 1962, A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils, *Agronomy journal*, *43*(9), 434-438.

Brown, L. R., 1996, *Tough choices:* facing the challenge of food scarcity: WW Norton & Company.

Çağlar, K. Ö., 1949, Toprak Bilgisi, A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 10, Ankara.

Cartwright, B., Tiller, K., Zarcinas, B. ve Spouncer, L., 1983, The chemical assessment of the boron status of soils, Soil Research, 21 (3), 321-332.

Chapman, S. (1990). Thiobacillus populations in some agricultural soils, *Soil Biology and Biochemistry*, *22*(4), 479-482.

Chapman, V. J., 1960, Salt marshes and salt deserts of the world, Retrieved from.

Chen, Y. V. Aviad, T., 1990, Effect of humic substances on plant growth, In *Seagram Center for Soil and Water Sciences* (pp. 161-186), *The hebrew university of jerusalem*.: Rehovot, Israel.

Çimrin, K. Karaca, S. Bozkurt, M., 2001, Mısır bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine humik asit ve NPK uygulamalarının etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi, 7*(2), 95-100.

Clarkson, D. T., 1981, Nutrient interception and transport by root systems, *Physiological processes limiting plant productivity*, 307-330.

Cui, Y. Zhao, N., 2011, O*idative stress and change in plant metabolism of maize (*Zea mays* L.) growing in contaminated soil with elemental sulfur and to*ic effect of zinc, *Plant Soil and Environment, 57*(1), 34-39.

Das, S. K. Mishra, A. K. Tindall, B. J. Rainey, F. A. Stackebrandt, E., 1996, O*idation of thiosulfate by a new bacterium, bosea thioo*idans.(strain BI-42) gen. nov., sp. nov.: analysis of phylogeny based on chemota*onomy and 16S ribosomal DNA sequencing, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 46*(4), 981-987.

Daur, I. Bakhashwain, A. A., 2013, Effect of humic acid on growth and quality of maize fodder production, *Pak. J. Bot, 45*(S1), 21-25.

DeLuca, T. H. Skogley, E. O. Engel, R. E., 1989, Band-applied elemental sulfur to enhance the phytoavailability of phosphorus in alkaline calcareous soils, *Biology and Fertility of Soils, 7*(4), 346-350. doi:10.1007/bf00257831

Dikici, M. C., 2019, Diyarbakır Koşullarında Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

El-Etr, W. T. Osman, M. A. Mahmoud, A., 2011, Improvıng Phosphorus Use Effecıency And Its Effect on The Productıvıty of Some Crops, *J. Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ, 2*(9), 1019-1034.

Erdal, I. Bozkurt, M. A. Cimrin, K. M. Karaca, S. Sağlam, M., 2000, Kireçli Bir Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisi (*Zea mays* L.) Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Hümik Asit ve Fosfor Uygulamasının Etkisi, *Turk J Agric For, 24*( ), 663-668.

Ergene, A., 1982, Toprak Biliminin Esasları, *Atatürk Üniv*: Basımevi.

Erkoç, İ., 2009, Sera domates yetiştiriciliğinde kükürt ve leonardit uygulamalarının fosfor yarayışlılığına etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi,

FAO., 1990, Micronutrient at the country level. An International study. (ed. M. Sillanpa), (Vol. 63). Rome, Italy.: Published by FAO

Gezgin, S. Dursun, N. Gökmen, F., 2008, Artan dozlarda uygulanan farklı humik asit kaynaklarının marulun verim ve besin elementleri içeriğine etkileri, *TKİK Araştırmaları, Ankara*.

Gilland, B., 1993, Cereals, nitrogen and population: an assessment of the global trends, *Endeavour, 17*(2), 84-88.

Gök, S., 2007, Effects of sulfur and zinc on phosphorus nutrition status of corn genotypes growing under low phosphorus conditions, (MSc Thesis), University of Cukruva.

Goos, R. Johnson, B., 2001, Response of spring wheat to phosphorus and sulphur starter fertilizers of differing acidification potential, *The Journal of Agricultural Science, 136*(3), 283-289.

Gülser, F. Ayaş, H. C., 2016, Effect of sulfur and humic acid applications on micro nutrient contents of spinach (*Spinacea oleracea* var. Spinoza), *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, *4*(1), 27-31.

Hitsuda, K. Yamada, M. Klepker, D., 2005, Sulfur requirement of eight crops at early stages of growth, *Agronomy journal*, *97*(1), 155-159.

Irfan, M. Abbas, M. Shah, J. A. Memon, M. Y., 2018, Internal and E*ternal Phosphorus Requirements for Optimum Grain Yield are Associated with P-utilization Efficiency of Wheat Cultivars, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1-11.

Jones, J. Wolf, B. Mills, H., 1991, Plant Analysis Handbook, Micro, Macro, Publishing Inc. Georgia, USA.

Kacar, B., 1997, Gübre Bilgisi, A. Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 1490, Ankara.

Kacar, B., 2012, Toprak analizleri, Ankara, Türkiye: *Nobel Yayın Dağıtım* Ankara.

Kara, N., 2011, Buğdayda (*Triticum aestivum* L. var. leucospermum (Körn.) Farw.) Hümik Asit ve Fosfor Uygulamasının Verim ve Verim Öğelerine Etkisi, Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yil Üniversitesi.

Karaca, H. Kaya, Z., 2009, Mikoriza ve Elementer Kükürtün Bitki Tarafından Topraktan Fosfor Alımına Etkisi, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Cilt:20-290.

Karaçal, İ. Tüfenkçi, Ş., 2010, Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar ve Gübre-Çevre İlişkisi, Ziraat Mühendisliği VII.Teknik Kongresi, 257-268, 11-15 Ocak, Ankara.

Kartekin, M., 2014, Kireçli bir toprağın fosfor yarayışlılığına mikorriza ve Bacillus sp 189 aşılanması ile kükürt uygulamalarının etkisi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kertesz, M. A. Mirleau, P., 2004, The role of soil microbes in plant sulphur nutrition, *Journal of e*perimental botany, 55*(404), 1939-1945.

Khaneghah, M. A. Shahryari, R. Alaei, Y. Shahmoradmoghanlou, B., 2012, Comparison of the effect of liquid humic fertilizers on yield of maize genotypes in Ardabil region, *African journal of biotechnology, 11*(21), 4810-4814.

Khan, M. J.Khan, M. H.Khattak, R. A. Jan, M. T., 2006, Response of maize to different levels of sulfur, *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37*(1-2), 41-51. doi:10.1080/00103620500403804

Korkmaz, K.Ibrikci, H. Karnez, E. Buyuk, G. Ryan, J. Ulger, A. C. Oguz, H., 2009 Phosphorus Use Efficiency of Wheat Genotypes Grown in Calcareous Soils, *Journal of Plant Nutrition, 32*(12), 2094-2106.

Lawrence, J. Germida, J., 1991, Enumeration of sulfur-o*idizing populations in Saskatchewan agricultural soils, *Canadian Journal of Soil Science, 71*(1), 127-136.

Lefroy, R. D. B. Sholeh Blair, G., 1997, Influence of sulfur and phosphorus placement, and sulfur particle size, on elemental sulfur o*idation and the growth response of maize (*Zea mays* L.), *Australian Journal of Agricultural Research, 48*(4), 485-495.

Li, G.Yu, M. Fang, T. Cao, S. Carver, B. F. Yan, L., 2013, Vernalization requirement duration in winter wheat is controlled by T a VRN-A 1 at the protein level. *The Plant Journal, 76*(5), 742-753.

Lin, M. Huybers, P., 2012, Reckoning wheat yield trends, *Environmental Research Letters, 7*(2), 024016.

Lindsay, W. L. Norvell, W. A., 1978, Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper, Soil Science Society of America Journal, 42(3), 421-428.

Majeed, M. A. Ahmad, R. Tahir, M. Tanveer, A. Ahmad, M., 2014, Effect of phosphorus fertilizer sources and rates on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.), *Asian. J. Agric. Biol, 2*, 14-19.

Manual, S. S., 1951, *U.S.* Department of Agriculture: Handbook No. 18.

Manzar-ul-Alam, S. Shah, S. A. Iqbal, M. M., 2005, Evaluation of method and time of fertilizer application for yield and optimum P-efficiency in wheat, *Evaluation, 27*(3), 458.

Manzoor, M. Gul, S. Khan, H., 2019, Influence of Biochars on Yield and Nitrogen and Phosphorus Use Efficiency of Pisum sativum under Groundwater and Wastewater Irrigation in Arid Climate, *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50*(13), 1563-1579.

Mazengia, W., 2011, Effects of methods and rates of phosphorus fertilizer application and planting methods on yield and related traits of maize (*Zea mays* L.) on soil of hawassa area, Innov, Syst. Des. Eng, 12, 315-335.

Mtua, K. A. Yılmaz, F. G. Gezgin, S., 2016, Artan Dozlarda TKİ-Hümas ve Fosfor Uygulamaların Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin Gelişimine Etkileri, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2*(2), 84-90.

Noor, S. Yaseen, M. Naveed, M. Ahmad, R., 2017, Effectıveness of Dıammonıum Phosphate Impregnated with Pseudomonas Putıda for Improvıng Maıze Growth and Phosphorus Use Effıcıency, JAPS, *Journal of Animal and Plant Sciences,* 27(5), 1588-1595.

Olsen, S. Flowerday, A., 1971, Fertilizer phosphorus interactions in alkaline soils, *Fertilizer technology and use*.

Özaktan, H., 2017, Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Yetiştiriciliğinde Humik Asit, Mikrobiyal Gübre ve Fosfat Kayası Uygulamalarının Verim ve Verim Öğelerine Etkisi (Proje No: FDA-2016-6534), Retrieved from Erciyes Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri, Koordinasyon Birimi:

Özbek, N., 1969, *Deneme Tekniği I. Sera Denemesi Tekniği ve Metotları*: *A.Ü.Z.F. Yayınları*.

Papadopoulos, I., 1985, Monoammonium and Diammonium Phosphates and Triple Superphosphate as Sources of P in a Calcareous Soil, *Fertilizer Research, 6*(2), 189-192.

Peker, E., 2018, Diyarbakır ili kuru şartlarda buğdayın fosfor ihtiyacının belirlenmesi, Yüksek Lisans tezi, Bingöl Üniversitesi.

Reynolds, M. Calderini, D. Condon, A. Rajaram, S., 2001, Physiological basis of yield gains in wheat associated with the LR19 translocation from Agropyron elongatum, In *Wheat in a Global Environment* (pp. 345-351): Springer.

Richards, L., 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. USDA. *Agriculture Handbook, 60*.

Saeed, M. T. Wahid, M. A. Saleem, M. F. Aziz, T., 2017, Enhancing Phosphorus use Efficiency by Supplementing through Soil Applications and Seed Phosphorus Reserves in Maize (*Zea mays* L.), *International Journal of Agriculture and Biology*, *19*(6), 1394-1400.

Salem, H. Abo-Setta, Y. Aiad, M. Hussein, H. A. El-Awady, R., 2017, Effect of Potassium Humate and Potassium Silicate on Growth and Productivity of Wheat Plants Grown under Saline Conditions, *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 8(11), 577-582.

Sander, D. Penas, E. Walters, D., 1991, Winter wheat phosphorus fertilization as influenced by glacial till and loess soils, *Soil Science Society of America Journal*, *55*(5), 1474-1479.

Sander, D. H. Penas, E. J. Eghball, B., 1990, Residual Effects of Various Phosphorus Application Methods on Winter-Wheat and Grain-Sorghum, *Soil Science Society of America Journal*, *54*(5), 1473-1478.

Schroo, H., 1963, An Inventory Of Soils and Suitabilites In West Iron, *I. Nether Lands Journal of Agricultural Science,*, *11* 308-333.

Sharma, N. Singhvi, R., 2017, Effects of Chemical Fertilizers and Pesticides on Human Health and Environment: A Review, *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 10(6)*, 675-679. doi:10.5958/2230-732*.2017.00083.3

Smil, V., 1997, Global population and the nitrogen cycle, *Scientific American*, *277*(1), 76-81.

Tayat, E., 2014, Edirne İlinde Buğday Tarlalarında Görülen Yaprakbiti Türleri (Homoptera: Aphıdoıdea) Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Namik Kemal Üniversitesi.

Togay, N. Togay, Y. Cimrin, K. M. Turan, M., 2008, Effects of rhizobium inoculation, sulfur and phosphorus applications on yield, yield components and nutrient uptakes in chickpea (Cicer arietinum L.), *African journal of biotechnology*, *7*(6).

Ünal H. Başkaya S, H., 1981, *Toprak Kimyası Ders Kitabı*: Ank. Üniv. Ziraat, Fak.Yay. No; 759. Ders Kitabı No: 218. .

Valizadeh, G.Sadeghzadeh, B. Asghari-Meydani, J., 2017, Study on phosphorus uptake and yields of different barley varieties and genotypes at different fertilizer application rates under dryland condition, *Agriculture magazine, 1st, 6th period*.

Yavuzaslan, S. A., 2010, Toprağa kükürt ve mikro besin elementi uygulamalarının bodur fasulye (Phaseolus vulgaris L.) genotipinin gelişimi ve mikro besin elementi alımına etkisi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

Yılmaz, F. I. Kurt, S., 2018, Biyokömür ve vermikompost uygulamalarının toprağın bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 6*(2), 143-150.

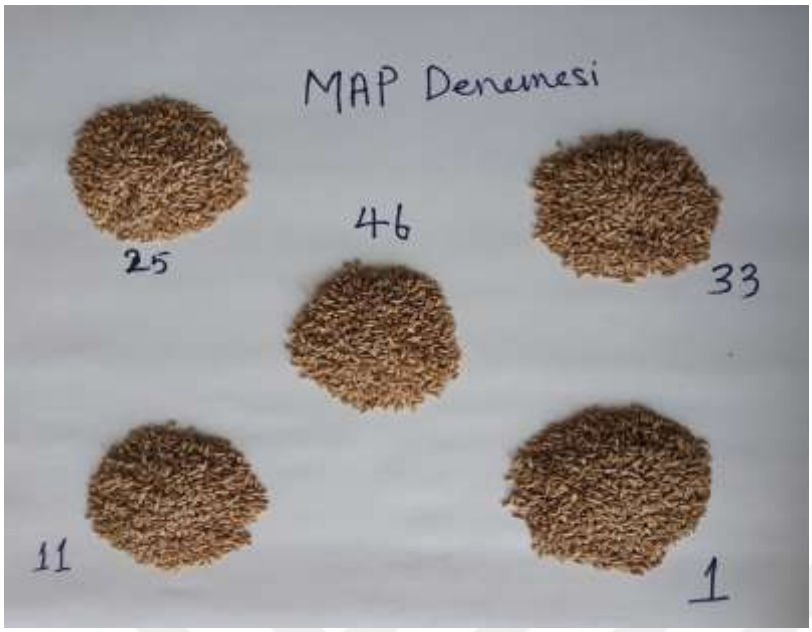
Yurtseven, B., 2019, Ham Fosfat ve Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Gelişimi ile Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

EKLER

EK-1 Tarla denemelerinde bitkiler hasat edildikten sonra toprakta kükürdün durumu



EK-2 Bayraktar 2000 ekmeklik buğday bitkisinin taneleri





EK-3 MAP formunda Bayraktar 2000 buğday bitkisinin biyolojik verimi (BV), tane verimi (TV), hasat indeksi (Hİ), bitki boyu (BB), bin tane ağırlığı (BTA), metrekarede başak sayısı (M^2BS), başakta tane sayısı (BTS), tane protein (TP) ve tane gluten indeksi (TGİ), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (BDBYPİ), hasat döneminde bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (HDBVPİ), tane fosfor içeriği (TPİ), hasat döneminde biyolojik verim (tam bitki) ile kaldırılan fosfor miktarı (HDBVKPM), biyolojik verim ile gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), biyolojik verim ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PFE) ve biyolojik verim ile gübre fosforunun geri alınma oranının (GPGAO) korelasyonları

Parametreler	BV	TV	Hİ	BB	BTA	M^2BS	BTS	TP	TGİ	BDBYPİ	HDBVPİ	TPİ	HDBVKPM	Biyo. Ver. PAE	Biyo. Ver. PFE
TV	0.426**	-													
Hİ	-0.542**	0.088	-												
BB	-0.092	-0.042	0.364*	-											
BTA	-0.216	0.005	0.059	-0.031	-										
M^2BS	0.781**	0.313*	-0.464**	0.014	-0.248	-									
BTS	-0.396**	0.086	0.394**	-0.078	0.089	-0.580**	-								
TP	0.456**	0.240	-0.333*	-0.215	-0.299*	0.573**	-0.305*	-							
TGİ	0.290*	0.443**	-0.001	-0.102	0.189	0.193	0.023	0.183	-						
BDBYPİ	0.676**	0.388**	-0.299*	-0.257	-0.168	0.709**	-0.311*	0.445**	0.228						
HDBVPİ	0.599**	0.357*	-0.180	-0.182	-0.460**	0.488**	-0.120	0.374**	0.111	0.487 **	-				
TPİ	0.621**	0.323*	-0.272	-0.271	-0.493 **	0.701**	-0.221	0.498**	0.038	0.652**	0.685**	-			
HDBVKPM	0.761**	0.485**	-0.301*	-0.164	-0.283	0.810**	-0.211	0.554**	0.255	0.846**	0.663**	0.796**	-		
Biyo. Ver. PAE	0.774**	0.402**	-0.375**	-0.261	-0.245	0.511**	-0.138	0.145	0.277	0.529**	0.463**	0.421**	0.557**	-	
Biyo. Ver. PFE	0.759**	0.438**	-0.335*	-0.270	-0.224	0.699**	-0.235	0.346*	0.367*	0.730**	0.506**	0.586**	0.811**	0.842**	-
Biyo. Ver. GPGAO	0.673**	0.419**	-0.274	-0.365*	0.253	0.594**	-0.093	0.267	0.359*	0.710**	0.518**	0.549**	0.772**	0.840**	0.966**

**, $p \leq 0.01$; *, $p \leq 0.05$

EK-4 DAP denemesi Bayraktar 2000 buğday bitkisinin biyolojik verimi (BV), tane verimi (TV), hasat indeksi (Hİ), bitki boyu (BB), bin tane ağırlığı (BTA), metrekarede başak sayısı (M^2BS), başakta tane sayısı (BTS), tane protein (TP) ve tane gluten indeksi (TGİ), başaklanma döneminde bayrak yaprağı fosfor içeriği (BDBYPİ), hasat döneminde bitki vejetatif aksam fosfor içeriği (HDBVPİ), tane fosfor içeriği (TPİ), hasat döneminde biyolojik verim (tam bitki) ile kaldırılan fosfor miktarı (HDBVKPM), biyolojik verim ile gübre fosforunun agronomik etkinliği (PAE), biyolojik verim ile gübre fosforunun fizyolojik etkinliği (PFE) ve biyolojik verim ile gübre fosforunun geri alınma oranının korelasyonları

Parametreler	BV	TV	Hİ	BB	BTA	M^2BS	BTS	TP	TGİ	BDBYPİ	HDBVPİ	TPİ	HDBVKPM	Biyo. Ver. PAE	Biyo. Ver. PFE
TV	0.390**	-													
Hİ	-0.943**	-0.199	-												
BB	0.046	0.187	-0.002	-											
BTA	-0.217	-0.002	0.301*	0.121	-										
M^2BS	0.841**	0.363*	-0.841*	-0.014	-0.197	-									
BTS	-0.634**	0.027	0.766**	0.063	0.096	-0.734**	-								
TP	0.474**	0.469**	-0.405**	0.281	-0.073	0.347*	-0.134	-							
TGİ	-0.046	-0.001	0.023	-0.200	0.163	-0.121	0.074	0.154	-						
BDBYPİ	0.693**	0.527**	-0.616**	0.110	-0.192	0.619**	-0.416**	0.537**	-0.011						
HDBVPİ	0.369**	0.340*	-0.266	-0.081	-0.346*	0.274	0.147	0.261	0.005	0.330*					
TPİ	0.605**	0.466**	-0.545**	0.079	-0.333*	0.463**	-0.199	0.504**	0.098	0.574**	0.634**				
HDBVKPM	0.842**	0.524**	-0.732**	0.044	-0.304*	0.673**	-0.348*	0.521**	0.038	0.675**	0.730**	0.849**			
Biyo. Ver. PAE	0.826**	0.525**	-0.715**	-0.058	-0.173	0.725**	-0.455**	0.355*	-0.038	0.560**	0.323*	0.500**	0.712**		
Biyo. Ver. PFE	0.729**	0.420**	-0.704**	-0.055	-0.123	0.773**	-0.559**	0.382**	0.036	0.666**	0.288*	0.466**	0.600**	0.781**	
Biyo. Ver. GPGAO	0.603**	0.566**	-0.473**	-0.017	-0.287*	0.452**	-0.141	0.420**	0.078	0.529**	0.669**	0.655**	0.782**	0.725**	0.525**

**, $p \leq 0.01$; *, $p \leq 0.05$