

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**HÜMİK+FULVİK ASİTLE BİRLİKTE UYGULANAN FOSFOR
VE ÇİNKONUN KİREÇLİ BİR TOPRAKTA YETİŞTİRİLEN
BUĞDAYIN GELİŞİMİ VE MİNERAL BESLENMESİNE ETKİSİ**

Gürcan Duygu BAYSAL MACNEILLE

**Danışman
Prof. Dr. İbrahim ERDAL**

ISPARTA - 2025



© 2025 [Gürçan Duygu BAYSAL MACNEILLE]

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

16/05/2025

Gürcan Duygu BAYSAL MACNEILLE

.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.1.1. Tarla denemelerinin yürütüldüğü alanın toprak ve iklim özellikleri	22
3.1.2. Kullanılan bitki materyalleri ve özellikleri	23
3.1.3. Uygulama materyalleri.....	25
3.2. Metot	25
3.2.1. Tarla denemelerinin kurulması	25
3.2.2. Toprak ile bitki analiz yöntemleri ve bitki analiz sonuçları için sınır değerler	27
3.2.3. Verim parametreleri	29
3.2.4. İstatistiksel analizler.....	30
4. BULGULAR	31
4.1. Verim Parametrelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	31
4.1.1. Uygulamaların tane verimine etkisi	33
4.1.2. Uygulamaların sap verimine etkisi.....	34
4.1.3. Uygulamaların biyokütle verimine etkisi.....	35
4.1.4. Uygulamaların kardeş sayısına etkisi.....	36
4.1.5. Uygulamaların bin tane ağırlığına etkisi	39
4.1.6. Uygulamaların bitki boyuna etkisi	41
4.1.7. Uygulamaların başak uzunluğuna ve ağırlığına etkisi	44
4.1.8. Uygulamaların başaktaki tane ağırlığına ve sayısına etkisi	49
4.2. Bitki Besin Elementlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	52
4.2.1. Uygulamaların azot içeriği üzerine etkisi	64
4.2.1.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin azot içerikleri.....	64
4.2.1.2. Sap azot içerikleri.....	66
4.2.1.3. Tane azot içerikleri.....	68
4.2.1.4. Topraktan kaldırılan toplam azot miktarı.....	71
4.2.2. Uygulamaların fosfor içeriği üzerine etkisi.....	72
4.2.2.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin fosfor içerikleri.....	72
4.2.2.2. Sap fosfor içerikleri.....	76
4.2.2.3. Tane fosfor içerikleri.....	77
4.2.2.4. Topraktan kaldırılan toplam fosfor miktarı.....	80
4.2.3. Uygulamaların potasyum içeriği üzerine etkisi.....	81
4.2.3.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin potasyum içerikleri.....	81
4.2.3.2. Sap potasyum içerikleri.....	83
4.2.3.3. Tane potasyum içerikleri.....	86
4.2.3.4. Topraktan kaldırılan toplam potasyum miktarı.....	88
4.2.4. Uygulamaların kalsiyum içeriği üzerine etkisi	90

4.2.4.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin kalsiyum içerikleri.....	90
4.2.4.2. Sap kalsiyum içerikleri.....	92
4.2.4.3. Tane kalsiyum içerikleri.....	95
4.2.4.4. Topraktan kaldırılan kalsiyum miktarı.....	97
4.2.5. Uygulamaların magnezyum içeriği üzerine etkisi.....	98
4.2.5.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin magnezyum içerikleri.....	98
4.2.5.2. Sap magnezyum içerikleri.....	101
4.2.5.3. Tane magnezyum içerikleri.....	103
4.2.5.4. Topraktan kaldırılan toplam magnezyum miktarı.....	105
4.2.6. Uygulamaların çinko içeriği üzerine etkisi	107
4.2.6.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin çinko içerikleri	107
4.2.6.2. Sap çinko içerikleri	110
4.2.6.3. Tane çinko içerikleri	112
4.2.6.4. Topraktan kaldırılan toplam çinko miktarı	115
4.2.7. Uygulamaların mangan içeriği üzerine etkisi	117
4.2.7.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin mangan içerikleri.....	117
4.2.7.2. Sap mangan içerikleri.....	120
4.2.7.3. Tane mangan içerikleri.....	123
4.2.7.4. Topraktan kaldırılan toplam mangan miktarı.....	126
4.2.8. Uygulamaların bakır içeriği üzerine etkisi.....	127
4.2.8.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin bakır içerikleri	127
4.2.8.2. Sap bakır içerikleri	130
4.2.8.3. Tane bakır içerikleri	133
4.2.8.4. Topraktan kaldırılan toplam bakır miktarı	135
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	137
5.1. Verim Parametreleri	137
5.2. Bitki Besin Elementleri	145
KAYNAKLAR	158
ÖZGEÇMİŞ	168

ÖZET

Doktora Tezi

HÜMİK+FULVİK ASİTLE BİRLİKTE UYGULANAN FOSFOR VE ÇİNKONUN KİREÇLİ BİR TOPRAKTA YETİŞTİRİLEN BUĞDAYIN GELİŞİMİ VE MİNERAL BESLENMESİNE ETKİSİ

Gürcan Duygu BAYSAL MACNEILLE

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim ERDAL

Bu çalışmada hümik+fulvik asit (HFA), fosfor (P) ve çinko (Zn) uygulamalarının buğdayda verim parametreleri ve besin elementi alımı üzerindeki etkileri iki yıllık tarla denemeleriyle incelenmiştir. Deneme, tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş deneme deseninde üç tekrarlı yürütülmüştür. Hümik+fulvik asit (0, 5, 10 kg/da), P (0, 4, 8 kg/da) ve Zn (0, 1, 2 kg/da) olmak üzere üç faktör ve üç doz kullanılmıştır. Fosfor uygulamaları tane, sap ve biyokütle verimini arttırmış, en yüksek verim P8 uygulamasında sırasıyla, 187.2, 906.4 ve 1093.5 kg/da belirlenmiştir. Kardeş sayısı, bin tane ağırlığı, bitki boyu, başak uzunluğu ile ağırlığı ve başaktaki tane ağırlığı gibi verim parametrelerinde HFA5 ve P8 uygulamalarının olumlu etkisi saptanmıştır. Bitki besin elementi konsantrasyonlarına göre P ve Zn arasında antagonistik ilişki belirlenmiş, artan P dozlarıyla bitki ve sap Zn konsantrasyonu Esperia çeşidinde %21.8 ve %6.72 düşüş göstermiştir. Fosfor-Zn antagonizması, HFA'nın uygulanmadığı alanlarda her iki elementin etkinliğini azaltırken HFA varlığında bu olumsuz etkileşim dengelenmiştir; HFA ile bitki P içeriğinde %13.33 ve %25 artış sağlanmıştır. Fosfor uygulaması, biyokütle artışına bağlı olarak toplam Zn alımını artırmış, P0 ve P8 uygulamalarında 13.40 ve 17.20 g/da olmuştur. Hümik+fulvik asit uygulamalarının besin elementi içerikleri üzerindeki etkileri değişken bulunmuş, özellikle mikro element alımında olumlu katkılar sağlamıştır. Farklı dozlarda uygulanan HFA, P ve Zn uygulamalarıyla verim parametrelerinde ve bitki besin elementi konsantrasyonlarında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Hümik+fulvik asit uygulamaları, P-Zn antagonizmasını dengeleyerek HFA5-P8-Zn1 kombinasyonunun verim, besin elementi alımı ve maliyet etkinliği açısından optimum seçenek olmasını sağlamıştır. Kireçli bir toprakta buğday yetiştiriciliği için HFA5-P8-Zn1 uygulaması, pratik bir gübreleme stratejisi olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Hümik+fulvik asit, Fosfor, Çinko, Besin elementi alımı, Verim parametreleri

2025, 169 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Dissertation

THE EFFECT OF PHOSPHORUS AND ZINC APPLIED WITH HUMIC+FULVIC ACID ON GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF WHEAT GROWN IN CALCAREOUS SOIL

Gürcan Duygu BAYSAL MACNEILLE

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim ERDAL

This study was conducted to evaluate humic+fulvic acid (HFA), phosphorus (P), and zinc (Zn) effects on wheat yield parameters and nutrient uptake through two-year field experiments. The experiment used randomized complete block design with split-split plot arrangement and three replications. Three factors with three doses were applied: HFA (0, 5, 10 kg/da), P (0, 4, 8 kg/da), and Zn (0, 1, 2 kg/da). Phosphorus applications increased grain, straw, and biomass yields, with highest yields of 187.2, 906.4, and 1093.5 kg/da in P8 application. 5 kg/da HFA and P8 applications positively affected yield parameters including tiller number, thousand grain weight, plant height, spike length and weight, and grain weight per spike. Plant nutrient analysis revealed P-Zn antagonism, with plant and straw Zn concentrations showing 21.8% and 6.72% decreases in Esperia variety with increasing P doses. Phosphorus-Zn antagonism reduced efficiency of both elements without HFA, while this interaction was balanced with HFA; 13.33% and 25% increases in plant P content were achieved with HFA. Phosphorus application increased total Zn uptake due to increased biomass (13.40 and 17.20 g/da for P0 and P8, respectively). Humic+fulvic acid applications had variable effects on nutrient contents and provided positive contributions, especially in micronutrient uptake. Significant differences were observed in yield parameters and plant nutrient concentrations with different HFA, P, and Zn doses. Humic+fulvic acid applications balanced P-Zn antagonism, making HFA5-P8-Zn1 combination optimal for yield, nutrient uptake, and cost efficiency. For wheat cultivation in calcareous soil, HFA5-P8-Zn1 represents a practical fertilization strategy.

Key Words: Wheat, Humic+fulvic acid, Phosphorus, Zinc, Plant nutrition uptake, Yield parameters

2025, 169 pages

TEŞEKKÜR

Elinde büyüdüğüm, hayallerime inanan, beni her koşulda, her yerde ve her zaman destekleyen, hem akademik gelişimime hem de hayat tecrübeme katkı sağlayan, etik değerlerine hayran kaldığım, beni kızlarından ayırt etmeyen ve ömrümün sonuna kadar hep hayatımda kalmasını istediğim büyüğüm Prof. Dr. İbrahim ERDAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. İyi ki rahmetli babam, fakülteye kaydımı yaptığımız gün 'eti senin, kemiği benim hocam' diyerek beni size emanet etti.

Doktora eğitimim süresince desteğini esirgemeyen ve çalışmama katkı vermek için her zaman yanımda bulunan sayın Prof. Dr. Muharrem KAYA ve Prof. Dr. Zeliha KÜÇÜKYUMUK hocalarıma çok teşekkür ederim. Sınav jüri üyelerimiz Prof. Dr. Sahriye SÖNMEZ ve Doç. Dr. İlker SÖNMEZ hocalarıma kıymetli vakitlerini ayırdıkları için şükranlarımı sunarım.

Hayallerim için kendi yaşamından feragat etmiş, sadece eşim değil en yakın arkadaşım olan Ryan S. MACNEILLE'ye ve kızlarım, hayatıma girmiş meleklerim Lila ve Şila'ya dünyama kattıkları anlam ve güzellikler için sonsuz teşekkürler, siz olmasaydınız yaşamımı sürdüremezdim. Hayatımda varlığını hep hissettiğim, ilk arkadaşım ve kardeşim Burcu BAYSAL'a ve güzeller güzeli kızımız Açelya Büşra'ya çok teşekkür ederim. Bu hayata bir daha gelsem yine sizi ailem olarak seçerim.

Bu hayatta en büyük kalp ağrılarım olan ama yine de 'iyi ki hayatımdaydınız' dediğim babam Mehmet BAYSAL'a, 6 Şubat Depreminde kaybettiğim ailem Dr. Büşra - Dr. Tekin - Dr. Metin - Nimet - Zeynel KUTLU ve Boncuk'a, hayata bakış açımı farklı bir yön veren oğlum Brody ve kızım Angel'a çok teşekkür ederim. Sizler iyi ki benim hayatıma dokundunuz, sizleri hep seveceğim, ruhlarınız şad olsun.

Sadece doktora eğitimimde değil hayatın zorluklarında bile desteklerini hep gördüğüm arkadaşlarım Cennet YAYLACI ve Dr. Armağan TURAN'a borcumu asla ödeyemem, yollarımızın kesiştiğine çok mutluyum. En zor anlarımda en büyük destekçim olan kardeşim Dr. Sevdâ YILDIRIM YALÇIN'a çok teşekkür ederim. Mesai arkadaşlarımdan fazlası olan, bu çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Y. Barış ODABAŞI, Muammer COŞKUN, Dr. Özhan ŞAHİN, Bahar YALÇIN, Handan Ş. AÇIKGÖZ, Sevilay SUNAMAK, Beytullah FİDAN ve Dr. Nur A. KARAMAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Laboratuvar çalışmalarımda desteğini hiç esirgemeyen Doç. Dr. Pelin ALABOZ'a ve arazi çalışmalarımda tüm gücüyle yardım eden Dr. Öğr. Üyesi Aykut ŞENER'e çok teşekkür ederim.

Özgür bir Türk kadını olarak dünyanın dört bir yanında kendimi ifade etmemi sağlayan, 1924 yılında başlattığı eğitim projesi ile 8 yaşındaki kız çocuğunun hayallerinin gerçekleşmesine fırsat veren ve dünyanın her yerinde isminden gururla bahsettiğim rahmetli Mustafa Kemal ATATÜRK'e minnettarım, onun torunu olmakla hep gurur duyacağım.

Gürcan Duygu BAYSAL MACNEILLE

ISPARTA, 2025

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Denemenin ilk yılında meydana gelen kuş zararı ve hayvan tahribatı	24
Şekil 3.2. Denemenin 2. yılı.....	26
Şekil 3.3. Başaklanma döneminde alınan bitki örnekleri.....	27



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Tarla denemelerinin kurulduğu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	22
Çizelge 3.2. Tarla denemelerinin yürütüldüğü dönemlere ait sıcaklık, yağış ve nem verileri.....	23
Çizelge 3.3. Başaklanma döneminde alınan buğday örneklerinin vejetatif aksamalarında bulunan bazı besin elementleri için sınır değerler.....	29
Çizelge 4.1. Verim parametrelerine ait varyans analiz tablosu (Bezostaja)	32
Çizelge 4.2. Verim parametrelerine ait varyans tablosu (Esperia).....	32
Çizelge 4.3. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane verimine etkisi (kg/da) (Esperia)	33
Çizelge 4.4. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap verimine etkisi (kg/da) (Esperia) ..	34
Çizelge 4.5. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap + tane verimine etkisi (kg/da) (Esperia)	36
Çizelge 4.6. HFA, P ve Zn uygulamalarının kardeş sayısına etkisi (Bezostaja).....	37
Çizelge 4.7. HFA, P ve Zn uygulamalarının kardeş sayısına etkisi (Esperia)	38
Çizelge 4.8. HFA, P ve Zn uygulamalarının bin tane sayısına etkisi (g) (Bezostaja).....	40
Çizelge 4.9. HFA, P ve Zn uygulamalarının bin tane sayısına etkisi (g) (Esperia) ...	41
Çizelge 4.10. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitki boyuna etkisi (cm) (Bezostaja).....	42
Çizelge 4.11. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitki boyuna etkisi (cm) (Esperia).....	44
Çizelge 4.12. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak uzunluğuna etkisi (cm) (Bezostaja).....	45
Çizelge 4.13. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak uzunluğuna etkisi (cm) (Esperia)	46
Çizelge 4.14. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak ağırlığına etkisi (g) (Bezostaja).....	48
Çizelge 4.15. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak ağırlığına etkisi (g) (Esperia) ..	49
Çizelge 4.16. HFA, P ve Zn uygulamalarının başaktaki tane ağırlığına etkisi (g) (Esperia)	50
Çizelge 4.17. HFA, P ve Zn uygulamalarının başaktaki tane sayısına etkisi (Esperia)	52
Çizelge 4.18. Bezostaja çeşidinde başaklanma dönemi bitki analiz sonuçlarına ait varyans analiz tablosu	54
Çizelge 4.19. Esperia çeşidinde başaklanma dönemi bitki analiz sonuçlarına ait varyans analiz tablosu	55
Çizelge 4.20. Bezostaja çeşidinde saptaki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu	57
Çizelge 4.21. Esperia çeşidinde saptaki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu	58
Çizelge 4.22. Bezostaja çeşidinde tanedeki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu	60
Çizelge 4.23. Esperia çeşidinde tanedeki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu	61
Çizelge 4.24. Esperia çeşidinde topraktan toplam kaldırılan (sap+tane) besin elementi miktarlarına ait varyans analiz tablosu	63

Çizelge 4.25. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki N içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	65
Çizelge 4.26. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki N içeriğine etkisi (Esperia) (%)	66
Çizelge 4.27. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap N içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	67
Çizelge 4.28. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap N içeriğine etkisi (Esperia) (%) ..	68
Çizelge 4.29. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane N içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	69
Çizelge 4.30. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane N içeriğine etkisi (Esperia) (%).....	70
Çizelge 4.31. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) N miktarına etkisi (kg/da) (Esperia).....	72
Çizelge 4.32. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki P içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	74
Çizelge 4.33. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki P içeriğine etkisi (Esperia) (%)	75
Çizelge 4.34. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap P içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	76
Çizelge 4.35. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap P içeriğine etkisi (Esperia) (%)...	77
Çizelge 4.36. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane P içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	78
Çizelge 4.37. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane P içeriğine etkisi (Esperia) (%)..	79
Çizelge 4.38. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) P miktarına etkisi (kg/da) (Esperia).....	80
Çizelge 4.39. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki K içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	82
Çizelge 4.40. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki K içeriğine etkisi (Esperia) (%)	83
Çizelge 4.41. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap K içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	84
Çizelge 4.42. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap K içeriğine etkisi (Esperia) (%) ..	86
Çizelge 4.43. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane K içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	87
Çizelge 4.44. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane K içeriğine etkisi (Esperia) (%).....	88
Çizelge 4.45. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) K miktarına etkisi (kg/da) (Esperia).....	89
Çizelge 4.46. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Ca içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	91
Çizelge 4.47. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Ca içeriğine etkisi (Esperia) (%)	92
Çizelge 4.48. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Ca içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	93
Çizelge 4.49. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Ca içeriğine etkisi (Esperia) (%).....	94
Çizelge 4.50. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Ca içeriğine etkisi (Bezostaja) (%).....	95
Çizelge 4.51. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Ca içeriğine etkisi (Esperia) (%).....	96

Çizelge 4.52. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Ca miktarına etkisi (kg/da) (Esperia)	98
Çizelge 4.53. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mg içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)	99
Çizelge 4.54. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mg içeriğine etkisi (Esperia) (%)	101
Çizelge 4.55. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mg içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)	102
Çizelge 4.56. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mg içeriğine etkisi (Esperia) (%)	103
Çizelge 4.57. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mg içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)	104
Çizelge 4.58. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mg içeriğine etkisi (Esperia) (%)	105
Çizelge 4.59. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Mg miktarına etkisi (kg/da) (Esperia)	106
Çizelge 4.60. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Zn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	108
Çizelge 4.61. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Zn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	109
Çizelge 4.62. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Zn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	111
Çizelge 4.63. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Zn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	112
Çizelge 4.64. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Zn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	113
Çizelge 4.65. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Zn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	115
Çizelge 4.66. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Zn miktarına etkisi (g/da) (Esperia)	116
Çizelge 4.67. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	118
Çizelge 4.68. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	119
Çizelge 4.69. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	121
Çizelge 4.70. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	122
Çizelge 4.71. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	124
Çizelge 4.72. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	125
Çizelge 4.73. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Mn miktarına etkisi (g/da) (Esperia)	127
Çizelge 4.74. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Cu içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	128
Çizelge 4.75. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Cu içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	130
Çizelge 4.76. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Cu içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	131

Çizelge 4.77. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Cu içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	132
Çizelge 4.78. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Cu içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)	134
Çizelge 4.79. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Cu içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)	135
Çizelge 4.80. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Cu miktarına etkisi (g/da) (Esperia)	136



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BaA	Başak ağırlığı
BaTA	Başakta tane ağırlığı
BaTS	Başakta tane sayısı
BaU	Başak uzunluğu
BB	Bitki boyu
BiTA	Bin tane ağırlığı
BK	Biyokütle
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
da	Dekar
FA	Fulvik asit
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	Demir
fed	Feddan
g	Gram
ha	Hektar
HA	Hümkik asit
HFA	Hümkik+fulvik asit
HM	Hümkik madde
K	Potasyum
kg	Kilogram
KS	Kardeş sayısı
l	Litre
m	Metre
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
N	Azot
P	Fosfor
SD	Serbestlik derecesi
SV	Sap verimi
TV	Tane verimi
VK	Varyasyon kaynakları
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

İnsanoğlu var oluşundan bu yana beslenme, giyinme ve barınma gibi faaliyetleri yaşamı için öncelik olarak görmüştür. Beslenme, direkt olarak tarıma bağlı olmuş ve giyim dolaylı yollarla ziraat ile ilişkilendirilmiştir. Barınma ihtiyacı ise yine toprağın varlığıyla alakalıdır. Bu sebeplerden dolayı insanların toprağa olan bağımlılığı, insanoğlunun varoluşuyla başlamıştır. Ancak toprağın sınırsız bir doğal kaynak olmadığını ve bu kaynağın etkin kullanılabilmesi gerektiğini kabul etmek gerekir.

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) raporlarına göre, 2022-2023 yıllarında dünya nüfusu yaklaşık 8 milyara ulaşmış ve 2022 yılında 691 ile 783 milyon arasında insan açlıkla mücadele etmiştir (FAO, 2023). Bu raporlara göre, günümüzde her 10 insandan birinin açlık tehdidi ile karşı karşıya kaldığı ve açlığın artan nüfusa paralel olarak daha da artacağı açıktır. St. Clair ve Lynch (2010), 2030 yılında artan nüfusa paralel olarak yiyecek ihtiyacının 2-5 kat arası artacağını ve buna bağlı olarak üretimin %60 daha da artırılması gerektiğini bildirmişlerdir. Beslenme sorunlarının artmaması ve hatta azaltılabilmesi için tarımsal üretimin artması gerektiği aşîkârdır. Bu sebeple tarımsal üretimdeki esas gaye, artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanması için toprak gibi kısıtlı olan kaynakları kullanarak birim alandan maksimum ürünü elde etmek olmalıdır.

Tarımsal üretiminde daha fazla ürün eldesi için kullanılan kimyevi gübreler, doğru kullanıldığında verimde ve kalitede artış sağlamaktadır. Ancak sürdürülebilir tarım açısından önemli olan sorun, bu gübrelerin kendisinden ziyade, üretim süreçlerinde kullanılan yenilenemeyen enerji kaynakları, yüksek üretim maliyetleri ve özellikle çiftçiler tarafından bilinçsiz veya aşırı kullanımlarıdır. Bitkisel üretimin sürdürülebilir şekilde artırılması için, kimyevi girdilerin çevresel ayak izini azaltan üretim teknolojilerine yatırım yapılması, ekonomik verimliliğin artırılması ve tarım uygulamalarında doğru dozda ve zamanda kullanımının sağlanması gerekmektedir. Bu sorunların çözülememesi durumunda, kimyevi gübrelerin yanlış kullanımı toprakların üretkenliğini ve sürdürülebilir verimliliğini düşürmeye devam edecek ve bu gübrelerin maliyetinden dolayı ekonomik verimlilikte düşüşler görülecektir. Verimsizleşmeyi durdurabilmek ve verimsizleşmiş toprakların ıslahı amacıyla toprakların organik madde miktarlarının artırılması gerektiği apaçık ortadadır. Organik madde, toprak

yapısını iyileştirmekte, su tutma kapasitesini artırmakta, mikrobiyal aktiviteyi desteklemekte ve besin elementlerinin yararlanılabilirliğini yükseltmektedir. Bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından daha kolay bünyeye alınmasını sağlayan ve kullanılan gübrelerden en yüksek oranda faydalanılmasını mümkün kılan organik maddeler, sürdürülebilir tarımın önemli bir bileşenidir. Leonardit (Sönmez ve Asri, 2024), organik ürünlerden elde edilen biyogaz (Çalık ve Sönmez, 2024), vermikompost (Uz vd., 2016; Sönmez ve Öktüren, 2021) gibi materyallerin toprağa uygulanmasıyla toprak organik maddesinin artırılması mümkündür. Bitkisel üretimde yoğun olarak kullanılan kimyevi gübrelerin bitkiler tarafından kullanım oranları ne yazık ki düşüktür. Özellikle azotlu veya fosforlu gübrelerin düşük bir kısmı bitkiler tarafından kullanılmaktadır ve geriye kalan besin elementleri yıkanma, buharlaşma veya toprakta fiksasyon gibi çeşitli kayıplarla hem ekonomik hem de çevresel sorunlara yol açmaktadır. Örneğin, Sharpley vd. (2001), Amerika'da mısır üretiminde fosforlu gübrelerin birinci yılda bitki tarafından alınma etkinliğinin sadece %15 olduğunu, geriye kalan %85'lik kısmın ise toprakta fiks edildiğini bildirmişlerdir. Toprakların organik madde içeriği, bitkilerin besin elementi alımında kilit bir rol oynamaktadır. Organik maddenin toprakta ayrışması sonucunda oluşan hümitik asit, fulvik asit ve hümitin gibi hümitik maddeler, bitki besin elementlerinin toprakta tutulmasını ve bitkiler tarafından alınmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Hümitik maddeler, şelatlama özellikleri sayesinde mikro besin elementlerini bitkiler için daha kullanılabilir hale getirmekte ve makro besin elementlerinin ise yıkanmasını önleyerek bitkiye yararlanılabilirliğini artırmaktadır. Ayrıca hümitik maddeler, bitki kök gelişimini teşvik ederek besin alımını hızlandırmakta, bitki hücrelerinin geçirgenliğini artırarak besin elementlerinin hücre içine girişini kolaylaştırmakta ve bitkilerin stres koşullarına dayanıklılığını yükseltmektedir.

Dünyada ve ülkemizde birincil besin kaynağı olan buğday, en fazla yetiştiriciliği yapılan ve bazı alanlarda alternatifi olmayan en önemli tahıl türüdür (Atar vd., 2017). İlk çağlardan bu yana kültürü yapılan buğday bitkisi, stratejik önemi yüksek olan bir besin kaynağıdır. Dünya nüfusunun %35'i ve gelişmekte olan ülkelerin %60'ı günlük kalori ihtiyacını buğdaydan karşılamaktadır (Prasad ve Djanaguiraman, 2014).

İnsanların ve diğer canlıların vücutlarına aldıkları makro ve mikro element miktarları tükettikleri besinlerle doğrudan ilişkilidir. Beslenmesi büyük oranda tahıl ürünlerine

dayalı ülkelerde görülen çinko (Zn) gibi element noksanlıklarının temel sebebi, tüketilen diyetlerdeki düşük Zn konsantrasyonu ve Zn'nin biyoyararışlılığını olumsuz etkileyen yüksek fitin asit/Zn oranıdır. Büyüme ve gelişme geriliği, bağışıklık sisteminin zayıflaması ve çeşitli hastalıklara karşı immün sistemin zayıflaması Zn noksanlığıyla yakından ilgilidir. Tüm dünyada bitkisel üretimin yapıldığı alanlarda, Zn noksanlığı en fazla görülen eksikliklerdendir. Ülkemiz için de durum farklı olmamakla beraber; Sillanpaa (1982), Türkiye tarım topraklarında en fazla rastlanılan mikroelement noksanlığının yarayışlı Zn olduğunu bildirirken Eyüpoğlu vd. (1995), ülke tarım topraklarının yarısının Zn açısından yetersiz olduğunu belirlemiştir. Cakmak (2008), dünyada tahıl yetiştirilen toprakların %50'sinin yarayışlı Zn açısından fakir olduğunu ve hazırlanan raporların tüm dünya ülkelerinde ve farklı iklim şartlarında Zn noksanlığını işaret ettiğini bildirmiştir. Türkiye topraklarının %85'i yüksek pH'lı, %94'ünün organik maddece fakir ve %58'inin kireçli olduğu (Güçdemir, 2006) gerçeği göz önüne alınırsa ülkemiz topraklarındaki Zn noksanlığının görülmesi beklenen bir sonuçtur. Yarayışlı Zn'nin yetersiz olduğu topraklarda yetişen tahılları aşırı tüketen ülkelerde insan ve hayvanlarda ortaya çıkan Zn eksikliğine bağlı olarak semptomlar ve hastalıklar ise kaçınılmaz bir gerçekliktir.

Topraklardaki yarayışlı Zn noksanlığına ek olarak, tahıl tanelerinde yüksek miktarda bulunan fitin asidi, Zn, Ca ve Mg'yi bağlayarak yarayışsız forma dönüştürmekte ve canlılarda noksanlıklara yol açmaktadır (Erdal, 1998). Fitin asidi, tohumdaki fosforun depolandığı ve bitkilerin büyüme ile üremesi için hayati öneme sahip bir bileşiktir. Ancak fitin asidi/Zn oranı yükselmesi durumunda Zn'nin yarayışlılığı azalmakta ve Zn noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Özellikle P gübrelemesinin yoğun yapıldığı kireçli topraklarda, bitkideki fitin asidinin artması sebebiyle Zn noksanlığı en üst seviyelere çıkmaktadır. Ayrıca farklı şekillerde gerçekleşebilen P ve Zn arasındaki antagonistik etkileşimler de bitkiler tarafından Zn'nin alımını düşürerek Zn noksanlığına katkıda bulunmaktadır.

Fosfor ise tahıllarda tohum üzerinde etkisi yadsınamaz olan, bitkide enerji transferi, hücre bölünmesi, tohum oluşumu ve büyüme ile gelişmeden sorumlu olan önemli bir makro elementtir. Bu denli önemli bir element gübrelemesinin azaltılması hem kalite hem de verim üzerinde olumsuz etkilere yol açacağı açıktır. Bununla birlikte, özellikle kireçli topraklarda yarayışlı Zn'nin yetersiz olması ve P ile oluşan antagonistik

ilişkinin Zn noksanlığına neden olması, Zn ve P arasında dengeli bir ilişkinin kurulması gerektiğini göstermektedir.

Kireçli topraklarda organik maddenin ayrışmasıyla ortaya çıkan hümik maddeler, organik asitleri oluşturarak Zn gibi metal iyonlarla şelat bileşiklerini meydana getirirler. Şelatlanmış Zn kompleksleri toprakta daha uzun süre kalır, fiksasyon veya çökelmeye karşı korunur. Bu organik şelatlar bitki tarafından alınabilir formda olup Zn'nin kök bölgesine doğru hareketini kolaylaştırarak bitkilerce alımını kolaylaştırır. Türkiye topraklarının organik maddece zayıf ve yarayışlı Zn'nin düşük olduğu gerçeğine karşın, hümik madde ilavesiyle tahıllardaki Zn noksanlığının önüne geçilebileceği ihtimali düşünülmelidir.

Bütün bu bilgilerin ışığında, bu çalışmanın temel hedefi, hümik madde (Humik + fulvik asit, HFA) uygulamalarının P ve Zn antagonizmi üzerindeki etkilerini inceleyerek, arazi şartlarında yetiştirilen buğday bitkisinde Zn içeriğini artırıcı bir önlem olarak hümik maddenin rolünü değerlendirmektir. Araştırmamızın amaçlarını şu şekilde özetlemek mümkündür:

- a. Hümik madde uygulamasının buğdayın P ve Zn beslenmesine olan etkilerini incelemek.
- b. Hümik madde uygulamasının Zn yarayışlılığını artırarak P x Zn antagonistik etkileşimini azaltıcı etkisini belirlemek.
- c. Hümik madde, P ve Zn uygulamalarının bireysel ve karşılıklı etkileşimlerinin buğdayın gelişimi ve verimi üzerine olan etkilerini incelemek.
- d. Hümik madde, P ve Zn uygulamalarının bireysel ve karşılıklı etkileşimlerinin buğdayın P ve Zn ve diğer mineraller açısından beslenmesine olan etkilerini incelemek.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Erdal vd. (2000), mısır bitkisi üzerine yürüttükleri bir saksı çalışmasında artan hümik asit (HA) dozlarının (0, 250 ve 500 mg/kg) ve artan P dozlarının (0, 20, 40 ve 80 mg/kg) bitki mikro element içeriğine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan toprak organik maddece fakir, fazla kireçli, tuz sorunu olmayan ve yarayışlı P noksanlığı görülen bir topraktır. Araştırmanın sonucunda, artan P dozlarına bağlı olarak kuru ağırlıkta artış saptanırken her ne kadar istatistiksel bir fark olmasa da uygulanan HA'ya bağlı olarak kuru ağırlıkta artışların olduğunu bildirilmişlerdir. Fosforun düşük dozlarda uygulanmasıyla beraber HA uygulaması bitki kuru ağırlığını arttırmış, ancak yüksek P dozunda kuru madde miktarı azalmıştır. Bitki Fe içeriği HA uygulamalarıyla beraber artış göstermiştir. Bitki Zn içeriği üzerine P uygulamasının etkisi istatistiksel olarak fark göstermemiş olmasına rağmen en düşük Zn içeriği, P'nin en yüksek dozunun uygulandığı grupta belirlenmiştir. Bitki Mn konsantrasyonu HA ve P uygulamalarıyla olumlu olarak etkilenmiştir ve en büyük etki HA ve P'nin en düşük olduğu uygulamalarda görülmüştür. Hümik asit uygulamasıyla Cu içeriğinde istatistiksel olarak farklılık görülmesi de HA uygulamasıyla Cu içeriğinde azalma tespit edilmiştir. Fosfor uygulamalarının ise Cu içeriği üzerine olumlu etki gösterdiği saptanmıştır.

Zhu vd. (2001), saksıda kum kültüründe yürüttükleri bir denemede, iki farklı buğday çeşidinde Zn x P interaksiyonunu incelemek amacıyla iki farklı Zn dozu (0 ve 22 mg/kg) ve iki farklı P dozu (0.5 ve 1 g/kg) uygulamışlardır. Çalışma sonunda uygulanan P miktarına bağlı olarak, genotipten bağımsız olarak, bitki kök ve gövde örneklerinde P içeriği artmıştır. Benzer şekilde, genotipten bağımsız olarak, uygulanan Zn miktarına bağlı olarak bitki kök ve gövde örneklerinde Zn içeriği artmıştır. Bu çalışmada Zn ve P alımlarının birbirlerini baskılamamasının sebebi olarak kum kültüründe yeterince Zn ve P olmaması ve uygulanan elementlerin direkt bitki bünyesinde kullanılmış olabileceği şeklinde bildirilmiştir.

Sharif vd. (2002), Pakistan'daki bir serada mısır bitkisine linyit kömüründen elde edilen HA'yı 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mg/kg dozlarında uygulamışlar ve her saksıya 90 kg/ha P gelecek şekilde kombine gübre uygulamaları yapmışlardır. Denemenin sonucuna göre, HA uygulamalarının artan dozlarıyla toprak P içeriğinin

arttığı, istatistiksel olarak önemli olmasa da kök Zn içeriği artmıştır yani P x Zn antagonistik ilişkisinin etkisi görülmemiştir.

Erdal (2003), sera koşullarında farklı şehirlerden alınmış topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine 0, 5, 10 ve 20 mg/kg dozlarında Zn ilave etmiştir. Araştırmanın sonunda Zn uygulamalarına bağlı olarak kontrol grubuna kıyasla bitki kuru ağırlıklarında artışlar belirlenmiştir. Bitki Zn içeriği, artan dozlara paralel olarak artmış olup kontrol bitkilerinin Zn içeriği kritik konsantrasyonun altında bulunmuştur. Bitki N içeriği ise artan Zn dozlarına bağlı olarak azalma göstermiştir. Bitki P ve K içeriği üzerine Zn uygulamalarının etkisi toprak farklılıklarından etkilenmiş olup bazı saksılarda P ve K içeriği azalırken, bazılarında artışlar gözlenmiştir. Çinko uygulamalarına bağlı olarak bitkideki Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Na içeriklerinde ise azalmalar tespit edilmiştir.

Atak vd. (2004), Ankara’da yürüttükleri 2 yıllık bir arazi çalışmasında, Kızıltan 91 makarnalık buğday çeşidinde Zn ve HFA uygulamalarının verim parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada kontrol, tohum Zn uygulaması (8 ml Zn/1 kg tohum), yapraktan HFA uygulaması (200 cc/da) ve tohum Zn uygulaması (8 ml Zn/1 kg tohum) + yapraktan HFA uygulaması (200 cc/da) yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, bitki boyunun yaprak HFA uygulaması ve Zn uygulaması ile bitki boyunun arttığı bildirilmiştir. Kardeş sayısında ise uygulamalara bağlı olarak artış olsa da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Başaktaki tane sayısı da tüm uygulamalarla beraber artış göstermiştir ve en yüksek Zn ve HFA’nın beraber uygulandığı uygulamalarda görülmüştür. Tek başına uygulanan yaprak HFA uygulaması ve HFA + Zn uygulamalarıyla, başakta tane ağırlığı olumlu olarak etkilenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak başaktaki tane sayısı ile bin tane ağırlığı arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir; yani tane sayısı arttıkça bin tane ağırlığında düşüş görülmüştür. Birim alan tane verimi de uygulamalara bağlı olarak artış göstermiştir. Ancak uygulamalara bağlı olarak başak boyunda bir değişim saptanmamıştır.

Özcan ve Taban (2004), Çorum ilinde çeltik arazisinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, 6 farklı çeltik genotipine (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7781) Zn dozları (0, 0.5 ve 1 kg/da) uygulamışlardır. Deneme sonunda Osmancık 97 ve KA 080 genotiplerindeki bitkilerin Zn’den olumsuz etkilendiği ve

verimin azaldığı ancak bu azalmanın istatistiksel anlamda önemli olmadığı bildirilmiştir. Diğer çeşitlerde ise Zn uygulamasına bağlı olarak verim artmıştır. Tüm genotiplerde artan uygulamalara göre taneadaki Zn içeriği artmış, tane P içeriği ile fitin asidi ve fitin asidi/Zn oranı azalmıştır.

Cimrin ve Yılmaz (2005), Van'daki bir arazide marul bitkisine 0, 120 ve 240 kg P/ha ve 0, 100, 200 ve 300 kg HA/ha uygulamışlardır. Araştırmanın sonucunda, HA uygulamalarının verimi etkilemediği ancak P uygulamalarının verimi etkilediği bildirilmiştir. Fosfor ve HA uygulamalarının bitki N içeriğini olumlu yönde etkilediği, en yüksek değerlere HA'nın 300 kg/ha ve P'nin 240 kg/ha uygulamasında ulaşılmıştır. Hümik asit uygulamalarının bitki P içeriğine etkisi olmamıştır ve HA x P interaksyonu açısından uygulamalara bağlı olarak bir fark görülmemiştir ancak P uygulamaları bitki P içeriğini arttırmıştır. Hümik asit x P interaksyonunun, P ve HA uygulamalarının bitki K, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn içerikleri üzerine etkisi görülmemiştir. Çinko içeriği açısından, HA uygulamalarının ve HA x P interaksyonunun etkisi görülmezken, P uygulamalarına bağlı olarak bitki Zn içeriğinde azalmalar belirlenmiştir ve bu durum P x Zn antagonistik ilişkiyle bağdaştırılmıştır.

Delfine vd. (2005), İtalya'daki Akdeniz iklimine sahip, killi tın ve yüksek pH'lı toprak yapısına sahip arazide makarnalık buğday üzerine yürüttükleri 3 tekerrürlü iki yıllık bir çalışmada yapraktan uygulanan HA'nın kontrol grubuna göre buğdayda tane ağırlığını ve verimini arttırdığını saptamışlardır.

Kaya vd. (2005), Ankara şartlarında açık alanda iki yıl boyunca yürütmüş oldukları bir çalışmada 2 farklı ekmeklik buğday (Bezostaja 1 ve Gün 91) çeşidinde tohuma Zn uygulaması ile yapraktan HA uygulaması yapmışlardır. Birinci ve ikinci yılın sonunda en yüksek verim Zn ve HA'nın birlikte uygulandığı uygulamalardan elde edilmiştir. Tane verimi açısından en yüksek verim, kontrol grubu dışında kalan uygulamalardan elde edilmiştir. Bitki boyu açısından genel olarak uygulamalar boyu arttırmıştır. Başak uzunluğu ve kardeş sayısı açısından uygulamaların önemi görülmemiştir. Başaktaki tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve bin tane ağırlığı üzerine genel olarak uygulamaların olumlu etkisi görülmüştür.

Salman vd. (2005), Mısır'daki bir arazide farklı hibrit kavun çeşitlerinde 0, 2, 4 ve 6 l/4200 m² HA uygulamasını 3 tekerrürlü olacak şekilde iki dönem boyunca yapmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre 3 hibrit çeşitte de 6 l/4200m² HA uygulamasından en yüksek verimler elde edilmiştir. Ayrıca HA uygulamasının kavunda meyve kalitesini arttırdığı bildirilmiştir.

Arancon vd. (2006), Ohio/ABD'de bulunan bir serada büyükbaş hayvan, yemek ve kâğıt artıklarından elde edilen vermikomposttan elde edilen HA'yı topraktan kadife çiçeği, çilek, biber ve domates bitkilerine 0, 20, 100, 150, 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 mg/kg olarak uygulamışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre 250 ile 1000 mg/kg arasında HA'nın kadife çiçeği ve biberde kuru kök ağırlığını, çilekte meyve sayısını ve domateste meyve ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir.

Ören ve Başal (2006), Söke/Aydın'da yapmış oldukları 2 yıllık bir açık arazi çalışmasında pamuk bitkisinde HFA (topraktan 0, 100, 200 ve 300 g/da ve üstten 0, 25, 50, 75 ve 112.5 g/da) ve Zn (37.5, 75 ve 112.5 g/da) uygulamalarının verime ve kaliteye etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, HFA'nın uygulama metodu arasında farklılıklar bulunmazken tohum ağırlığı, koza kütlü ağırlığı, erkencilik ve verime ilişkin farklılıklar saptanmıştır. Çinko uygulamalarının verim ve lif kalite özelliklerine etkisi olmazken koza kütlü ağırlığı, koza sayısı, bitki boyu, odun dalı sayısı, boğum sayısı, erkencilik ve ilk beyaz çiçek üstü beş boğum uzunluğu bakımından istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir.

Yıldırım (2007), sera koşullarında topraktan ve yapraktan uygulanan 0, 10 ve 20 ml/l HA'nın domateste etkisini araştırmış ve 2 farklı metotla uygulanan HA'nın kontrolle kıyaslandığında verimi ve kaliteyi arttırdığını ve 20 ml/l yaprak uygulamasıyla verimde ve kalitede en yüksek noktaya ulaşıldığını bildirmiştir.

Gezgin vd. (2008), serada marul üzerine yürüttükleri bir çalışmada toprağa ekim öncesinde 4 farklı HA kaynağını 0, 250, 500 ve 1000 mg/kg dozlarında uygulamışlardır. Araştırmanın sonucuna göre yaş ağırlık ve kuru madde üzerine HA kaynaklarının ve dozun istatistiksel olarak etkili olduğu ve dozların artışına bağlı olarak artış saptandığı bildirilmiştir. Bitki besin elementleri açısından uygulama

dozlarının P, Ca, Mn ve Zn içeriği üzerine etkisi olmazken, artan dozlara bağılı olarak K, Mg, S, Fe, Cu ve B içeriği üzerine farklılıklar tespit edilmiştir.

Nikbakth vd. (2008), Çin’de bir serada gebera bitkisine 0, 100, 500 ve 1000 mg/l HA uygulamaları yapmışlardır. Araştırmanın sonunda artan dozlara bağılı olarak kök kuru ağırlığının artışı belirlenmiştir. Makro ve mikro element içerikleri açısından ise HA dozlarının artışına bağılı olarak N, P, K, Mg, Ca, Fe ve Zn içerikleri artmıştır.

Toğay ve Anlarsal (2008), Van ilinde bulunan bir arazide Sazak-91 ve Kışlık Kırmızı-51 mercimek çeşitlerine Zn (0, 1.5, 3, 4.5 kg/da) ve P (0, 2, 4 ve 6 kg P₂O₅/da) uygulamışlardır. İki yıl süren bu denemenin sonucunda en yüksek verim, 4 kg/da P ve 3 kg/da Zn uygulamalarından elde edilmiştir.

Selçuk (2009), Van ilinde arazide yürüttüğü çalışmasında mısır bitkisine 3 farklı Zn dozu (0, 0.5 ve 1 kg/da) ve 3 farklı HA dozu (0, 20 ve 40 kg/da) uygulamıştır. Araştırmanın sonunda, HA uygulamalarının bin tane ağırlığı, koçan sayısı ve koçandaki tane sayısı üzerinde etkileri görülmüştür. Çinko ise bin tane ağırlığı ve koçandaki tane sayısı üzerine etki yaparken koçan sayısı üzerine etki yapmamıştır. Hümik asit x Zn interaksiyonunun etkisi yukarıda bahsedilen 3 verim parametresi üzerine görülmemiştir. Hümik asit uygulamalarının tanedeki P içeriği üzerine etkisi görülmemiştir. Fakat bitki sap P içeriği üzerine etkisi belirlenmiştir. Çinkonun artan düzeylerine bağılı olarak, tanedeki P içeriği azalmıştır. Hümik asit x Zn interaksiyonunun tane P içeriği üzerine etkisi görülmezken sap P içeriğinde istatistiksel fark yarattığı bildirilmiştir. Sap P içeriği açısından en yüksek değer ise 40 kg/da HA ve 1 kg/da Zn uygulamasından elde edilmiştir. Bu çalışmadaki en yüksek P değerlerine Zn’nin uygulanmadığı alanlarda rastlanmıştır.

Verlinden vd. (2009), Belçika’da yürüttükleri arazi ve sera çalışmasında, çim, mısır, patates ve ıspanak bitkilerine topraktan ve yapraktan 0 ve 50 l/ha dozlarında HA uygulamışlardır. Araştırmanın sonucuna göre hem arazide hem de serada yetişen bitkilere uygulanan HA’nın büyümeyi olumlu yönde teşvik ettiği, bitki kuru madde miktarını arttırdığı, bitkilerin N, P, K ve Mg alımını teşvik ettiğini fakat bitki Na ve Ca içeriğine etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Khan vd. (2010), Pakistan'da yürüttükleri iki yıllık arazi çalışmasında, HA ve kimyasal gübre uygulamalarının buğdayın büyüme ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada altı farklı uygulama yapılmıştır: kontrol, 3 kg/ha HA, 1.5 kg/ha HA, 3 kg/ha HA + 30:20 kg/ha N-P, 1.5 kg/ha HA + 30:20 kg/ha N-P ve 60:40 kg/ha N-P. Araştırma sonuçlarına göre, her iki sezonda da bitki boyu, kardeş sayısı, başak uzunluğu, başaktaki tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimi gibi parametreler hem HA hem de kimyasal gübre uygulamalarından olumlu yönde etkilenmiştir.

Paksoy vd. (2010), tuzlu koşullarda yetişen Sultani çeşidindeki bamyada HA (0, 500, 1000 ve 1500 mg/kg) ve K (0, 75, 150 ve 300 mg/kg)'nın fide çıkışı, büyüme ve besin elementi içeriğine etkisini araştırmak amacıyla bir saksı denemesi yürütmüşlerdir. Hümik asit ve K uygulamasının bitkide N, P, K, Ca, Na, Cu, Fe, Mn ve Zn içeriğini olumlu yönde teşvik ettiği bildirilmiştir.

Ali vd. (2011), Mısır'da iki dönem boyunca kireçli bir arazide yürüttükleri bir buğday denemesinde P ve Zn gübrelemesinin buğday verimi ve besin alımı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Fosfor kaynağı olarak; süperfosfat, kaya fosfatı, HA ile zenginleştirilmiş ve P çözüdüren bakteriyle aşılansmış kaya fosfatı (P-hümat) 0 ve 30 kg P₂O₅/fed (28.89 kg/da) dozlarında uygulanmıştır. Çinko ise 0 ve 5 kg/fed (4.82 kg/da) dozunda ZnSO₄ ve 3 seferde olmak üzere Zn-hümat (14.45 l/da) formlarında verilmiştir. Fosfor uygulaması ile toprak pH'sı ve EC değerleri düşmüştür ve organik madde miktarı artmıştır. Tüm P uygulamalarından sonra verimde artış görülmüş, SP, KP ve P-hümat uygulamalarının tahıl verimi üzerindeki artışları sırasıyla, %222, 176 ve 242 olmuştur. Saman verimi açısından, süperfosfat, kaya fosfatı ve P-hümat uygulamalarıyla artış sırasıyla, %129, 100 ve 132 olarak belirlenmiştir. Çinko sülfat ve Zn-hümat formlarında uygulanan Zn gübrelemesinin kontrol grubuna kıyasla buğday verimi üzerine en yüksek etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Çinko sülfat uygulamasıyla tahıl veriminde %199 ile saman veriminde %109 ve Zn-hümat uygulamasıyla tahıl veriminde %229 ile saman veriminde %120 artış sağlandığı kaydedilmiştir. Fosfor ve Zn gübrelemesinin beraber uygulandığı tüm uygulamalarda kontrol grubuna göre hem tahıl hem de saman veriminde artışlar görülmüştür. Çinko hümat ve P-hümat uygulamalarının beraber olduğu alanlarda bu artış en yüksek olarak belirlenmiş ve tahıl ile saman verimindeki artışlar sırasıyla, %317 ve 108 olarak belirlenmiştir.

Dölgerbaki (2011), Isparta'da arazide maş fasulyesinde tohuma ve toprağa Zn uygulaması yapmıştır. Araştırmanın sonucunda, uygulamaların bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkideki meyve sayısı, bitki ağırlığı, bitkide tane sayısı ve verimi, yüz tane ağırlığı, tane verimi, ham protein oranı ve tanedeki Zn içeriğine etkisi belirlenmiştir. Ancak uygulamaların ilk bakla yüksekliği üzerine etkisi görülmemiştir.

Tahir vd. (2011), Pakistan'da yürüttükleri bir sera denemesinde buğday bitkisinin yetiştiğı kireçli ve kirecsiz toprakların kullanıldığı saksılara linyitten elde edilmiş olan HA'yı 0, 30, 60 ve 90 mg/kg dozlarında ilave etmişlerdir. Her iki toprak türünde yetiştirilen buğday bitkilerinde HA ihtivasına bağılı olarak bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığında artışlar göstermiş olup en yüksek buğday büyümesi 60 mg/kg HA uygulamasından elde edilmiştir. Hümk asit uygulama dozlarına bağılı olarak bitkideki N miktarı uygulamalardan etkilenirken P ve K sonuçlarında farklılık belirlenmemiştir. Azot açısından en yüksek miktar 60 mg/kg HA uygulamalarından elde edilmiştir.

Kaptan ve Aydın (2012), Aydın ilinde yürüttükleri bir pamuk denemesinde toprağa 0, 200 ve 400 kg/ha dozlarında %65 HA içeren katı formdaki hümk asidi uygulamışlardır. Hasattan sonra alınan örneklerin sonuçlarına göre, HA uygulamalarına bağılı olarak bitkilerin K, Fe, Mn, Cu ve B içerikleri artış göstermiş ancak N, P, Ca, Mg ve Zn içerikleri ise bitki gelişimine paralel olarak azalmıştır.

Kaptan ve Aydın (2012), Aydın ilinde yürüttükleri pamuk denemesinde, toprağa 0, 200 ve 400 kg/ha dozlarında %65 HA içeren katı formdaki hümk asidi uygulamışlardır. Hasat sonunda alınan örneklerin besin elementi analiz sonuçlarına göre, HA uygulamalarıyla bitkilerin K, Fe, Mn, Cu ve B içeriklerinde artışlar belirlenmiştir. Ancak, N, P, Ca, Mg ve Zn içerikleri, bitki gelişimine bağılı olarak azalmıştır.

Daur ve Bakhashwain (2013), Suudi Arabistan'daki bir arazide gerçekleştirmiş oldukları çalışmada yemlik mısırdaki topraktan 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 kg/ha HA uygulayarak bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, kuru madde miktarı, besin elementi ve ham protein gibi parametreleri incelemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, verim ve kuru madde miktarına bakıldığında

25 ve 30 kg/ha HA uygulamaları en yüksek istatistiksel grup içerisinde yer almış olup, bu HA miktarları bitki verim ve gelişimi için önerilmiştir.

Demirtaş vd. (2014), Antalya’da bulunan Aksu ve Manavgat ilçelerinde bulunan 2 farklı domates serasında HA’nın domates üzerine etkisini araştırmak amacıyla 0, 4, 8, 12, 16 ve 20 l/da dozlarında topraktan uygulama yapmışlardır. Manavgat sonuçlarına göre, HA uygulamaları N içeriğini arttırmış olup en yüksek değer 16 l/da uygulamadan elde edilmiştir ancak 20 l/da uygulamasında azalmıştır. Yaprak P içeriği ise HA uygulamasıyla artmış en düşük değer kontrol grubunda belirlenmiştir. Yaprak K, Ca ve Mg değerlerinde ise uygulamaya bağlı olarak bir değişim saptanmamıştır. Manavgat bölgesindeki serada, HA uygulamalarının etkisi Fe içeriğine olumlu bir katkı sağlamış olup en yüksek Fe içeriği 12, 16 ve 20 l/da uygulamalarından elde edilmiştir. HA uygulamalarının Mn, Zn ve B içeriğine katkısı olmamıştır. En yüksek Cu içeriğine 12 l/da uygulamasında ulaşılmıştır. Aksu çalışma alanında ise N, P ve K düzeyleri HA uygulamalarıyla artış göstermiştir ancak Ca ve Mg içeriğinde değişim görülmemiştir. Aksu sonuçlarına göre, Manavgat sonuçlarına benzer şekilde HA uygulamalarına bağlı olarak, Fe ve Cu içeriğinde istatistiksel farklılıklar belirlenmiş olup, Mn, Zn ve B içeriğinde değişim görülmemiştir.

Denre vd. (2014), Hindistan’da yaptıkları bir arazi çalışmasında, sarımsak bitkisine yapraktan 0, 100, 200, 300 ve 400 mg/l HA uygulamışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre Ca, Fe, Mg, P, K, Mn ve S içeriği artan HA ilavesine bağlı olarak artış göstermiş ancak Cu içeriğinde HA’nın bir etkisi saptanmamıştır. En yüksek sonuçlar 300 mg/l HA ile belirlenmiş olup bu uygulamayı 400 ve 200 mg/l HA uygulamaları takip ettiği için bu çeşitteki sarımsakta 300 mg/l HA uygulaması önerilmiştir.

Erdal vd. (2014), serada yürüttükleri bir çalışmada kireçli bir toprak üzerinde yetişen domates bitkisine HA, FA ve HFA’yı 0, 250, 500 ve 1000 mg/kg dozlarında topraktan uygulamışlardır. Araştırmanın sonucunda, uygulanan hümitik madde formlarının etkilerinin farklı olduğu, en yüksek kuru ağırlığın FA uygulamalarından elde edildiği ancak dozlar arasında istatistiksel fark olmadığı, bunu HFA uygulamalarının izlediği ve en düşüğün ise HA uygulamalarının olduğu bildirilmiştir. Hümitik madde uygulamalarının bitki P, Mg, Mn ve Zn içeriğine etkisi bulunmazken K ve N içeriği ise uygulama miktarına bağlı olarak artış göstermiştir. Farklı hümitik materyallerin

etkisi Cu içeriği üzerine istatistiksel farklılıklar yaratırken, doz farkının etkisi görülmemiştir. Bitki Fe içeriği hem dozdan hem de uygulanan materyalden etkilenmiş olup en yüksek değer HA uygulamalarında belirlenmiştir.

Kaya (2014), serada yürütülen bir ıspanak denemesinde toprağa 0, 500 ve 1000 mg/kg dozlarında HA ve 0, 5, 50 ve 500 mg/kg dozlarında Zn uygulamıştır. Araştırmanın sonucunda, bitki boyunda, yaprak yaş ağırlığında ve kök yaş ağırlığında Zn ve HA uygulama dozları arasında fark görülmezken, Zn x HA interaksyonu önemli olarak değerlendirilmiştir. Yaprak sayısında HA dozlarının önemi görülmezken, Zn dozları ile Zn x HA interaksyonunda istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Yaprak sayısında en yüksek değer 5 mg/kg Zn ve en düşük değer 500 mg/kg Zn uygulamalarından elde edilmiştir. Sap uzunluğunda Zn, HA dozlarının ve Zn x HA interaksyonunun etkisi saptanmamıştır. Suda çözünebilir kuru madde üzerine Zn dozlarının etkisi görülmezken, HA dozlarının ve Zn x HA interaksyonunun istatistiksel etkisi belirlenmiştir. Hümik asidin artışına bağlı olarak kuru madde artmıştır. Yaprak alanında uygulamalar arasında fark belirlenememiştir. Yaprak P içeriği açısından, Zn uygulamaları arasında fark belirlenmemesine karşılık, HA uygulamalarına bağlı olarak P içeriği artmış ve Zn X HA interaksyonları arasında farklılıklar bildirilmiştir. Yaprak Zn içeriği açısından, HA dozlarının etkisi görülememiştir ancak Zn uygulama dozlarına bağlı olarak Zn ve Zn x HA interaksyonunda farklılıklar belirlenmiş olup en yüksek değer 500 mg/kg Zn uygulamasından elde edilmiştir.

Uluyol (2014), Konya’da arazide yürüttüğü bir çalışmada *Physalis* (altın çilek) bitkisine 0, 20 ve 40 kg/da HA ve 5, 10, 15 ve 20 kg/da P uygulamıştır. Araştırmanın sonucunda, HA ve P uygulamalarının interaksyonunun toplam verimi ve bitki başına verimi önemli düzeyde etkilediği ancak P uygulamalarının kayda değer bir fark yaratmadığı bildirilmiştir. Bitki başına meyve sayısında ise değişen HA ve P dozlarının ayrı ayrı etkisinin olmadığı ancak iki uygulamanın beraber yapıldığı yerlerde etkisinin görüldüğü belirtilmiştir. Meyve ağırlığında ise tek başına HFA uygulamasının olduğu alanlarda etkinin görülmeyeceği ancak P dozlarının ve HA+P uygulamalarının meyve ağırlığına etkisinin olduğu saptanmıştır. Kapsüllü meyve genişliğinde HA’nın etkisi olmazken, P x HA interaksyonunun önemli olduğu belirtilmiştir. Kapsülsüz meyve genişliğinde, HA’nın ve HA x P interaksyonunun etkisi olduğu ancak P uygulamalarının etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Kapsüllü ve

kapsülsüz meyve boyunda ise değişen HA x P interaksiyonunun ve HA dozlarının istatistiksel fark yaratmasına rağmen, P uygulamalarının etkisinin olmadığı görülmüştür. Meyve pH'sında değişen HA uygulamalarının ve HA x P interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuşken, P'nin etkisi önemsiz bulunmuştur. Meyvede P içeriği açısından, HA x P interaksiyonunun değerleri önemli düzeyde etkilediği ancak HA ile P uygulamalarının tek başına önemsiz olduğu anlaşılmıştır. Yaprak P içeriği açısından ise uygulamalar arası farklılıklar belirlenmemiştir. Meyvedeki Zn içeriği açısından uygulamalar arasında fark görülmemiştir. Yaprak Zn içeriğinde ise değişen HA uygulamalarının etkisi olmazken, P uygulamasına bağlı olarak Zn içeriği düşüş göstermiş ve P x HA interaksiyonunda farklılıklar saptanmıştır.

Asri vd. (2016), Korkuteli/Antalya'da üretici şartlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, domates bitkisine yapraktan %0, 0.15, 0.30 ve 0.45 dozlarında HA uygulamışlardır. Bitki besin elementi analizleri sonuçlarına göre N içeriği HA uygulamalarından etkilenmiş ve kontrole göre yüksek bulunmuştur. Yaprak P ve K içeriği uygulamalardan etkilenmemiştir ancak istatistiksel olarak önemli bulunmasa da yapraktan HA uygulamalarının yaprak K içeriğini arttırdığı belirtilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak Ca ve Mg içeriklerinin arttığı ve en yüksek Ca içeriğinin %0.30 HA uygulamasında bulunduğu bildirilmiştir. Yaprak Fe ve Zn içerikleri istatistiksel olarak uygulamalardan etkilenmese de uygulamalarla kontrol değerlerine göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Yapraktan HA uygulamasıyla beraber bitki Mn ve Cu içeriğinde değişimler olmuş ve uygulamalardan elde edilen veriler kontrol bitkilerinin verilerine göre daha yüksek bulunmuştur. Özetle, yapraktan uygulanan HA ile bitki besin elementi alımı artış göstermiş ve en yüksek değerlerin %0.30 uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir. Uygulamalar ile verim artışı görülse bile uygulamalar istatistiksel olarak fark yaratmamıştır. Benzer şekilde meyve çapı ve ağırlığı üzerine uygulamalar arasında istatistiksel bir fark olmasa da %0.30 dozunda en yüksek değerlere ulaşılmıştır.

Arshad vd. (2016)'nin Pakistan'da arazide yürüttükleri bir çalışmada, 4 farklı Zn (0, 5, 10 ve 15 kg/ha) dozu ve 3 farklı P (45, 90 ve 135 kg/ha) dozu buğday bitkisine topraktan uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda 10 kg/ha Zn uygulaması ile başak uzunluğunun, 1000 tane ağırlığının, kuru madde ağırlığının ve verimin arttığı bildirilmiştir. Fosfor uygulamalarında ise 90 kg/ha uygulaması ile bitki boyu, bin tane

ağırlığı, toplam kuru madde ve verim en fazla olmuştur. Diğer dozların kombinasyonlarında ise Zn ve P arasındaki olumsuz etkileşimden dolayı verim ve diğer parametrelerde azalmalar söz konusu olmuştur.

Kumar vd. (2016), Hindistan’da bulunan bir arazi üzerinde gerçekleştirmiş oldukları yemlik börülce çalışmasında, 4 farklı P (0, 40, 60 ve 80 kg/ha P_2O_5) ve 5 farklı Zn (0, 10, 20, 30 ve 40 kg/ha $ZnSO_4$) dozu ekimle birlikte uygulamışlardır. Çalışmanın sonunda, artan P ve Zn dozlarına bağlı olarak bitki boyunun, yaprak uzunluğu ile genişliğinin, yaprak ve dal sayısının arttığı açıklanmıştır. Toprakten P alımına bakıldığında, en yüksek seviye 60 kg/ha P_2O_5 uygulamasıyla elde edilmiştir ve artan Zn uygulaması ile bu alımın azaldığı bildirilmiştir. Toprakten kaldırılan Zn miktarının ise uygulanan miktara bağlı olarak arttığı açıklanmıştır.

Öktem vd. (2017), Harran Ovası’nda yetiştirilen tanelik mısır bitkisinde topraktan uygulanan HA’nın etkisini araştırmak amacıyla 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 ve 1200 ml/da dozlarında uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre artan HA dozlarına bağlı olarak yaprak sayısı artış göstermiştir ve 600 ml/da ve daha yüksek HA dozlarının uygulandığı parsellerdeki yaprak sayısı, istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Bitki boyu ve sap kalınlığı açısından HA dozlarının etkisi açısından farklılık belirlenememiştir. Hümitik asit uygulamalarının koçan kalınlığı, koçandaki tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane verimi üzerine olumlu bir etkisi olduğu saptanmıştır.

Öktem vd. (2017), Harran Ovası’nda yürüttükleri 2 yıllık bir çalışmada Fırat-87 çeşidindeki kırmızı mercimeğe 0, 2, 4, 6 ve 8 l/da dozlarında HA’yı topraktan uygulamışlardır. Denemenin sonunda bitki boyunda uygulamalara bağlı farklılık görülmemiş olmasına rağmen her iki deneme yılında da en kısa ve en uzun bitki boyu sırasıyla, kontrol grubunda ve 4 l/da uygulamalarında belirlenmiştir. İlk bakla yüksekliği bakımından dozlar arasında fark görülmemesine rağmen, en yüksek 4 l/da dozunda belirlenirken en düşük bakla yüksekliği kontrol grubunda belirlenmiştir. En yüksek bin tane ağırlığında ve hasat indeksinde dozlar arasında istatistiksel fark belirlenememiştir ancak en yüksek 4 l/da uygulamasında görülmüştür. Bakla sayısı açısından HA dozları arasında farklılıklar saptanmıştır. Tane verimi açısından her iki

yılda da istatistiksel farklılık görülmemesine rağmen en düşük verim kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

Gülser vd. (2018), Essential, DeppestRed ve RoseSpreme glayöl çeşitleri üzerinde yürüttükleri bir saksı denemesinde HA ve P'nin etkilerini belirlemek istemişlerdir. Hümik asit 0, 1000 ve 2000 mg/kg dozlarında, P ise 0, 100 ve 200 mg/kg dozlarında uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda, HA uygulamalarına göre Fe ve Cu içeriklerinde farklılıklar belirlenirken, Zn ve Mn içeriklerinde farklılıklar görülmemiştir. En yüksek Fe içeriği tüm çeşitlerde HA uygulamalarının tüm dozlarında belirlenirken en düşük kontrol grubunda bulunmuştur. En yüksek Cu içeriği çeşitlere bağlı olarak değişim göstermiştir. Genel olarak HA artışına bağlı olarak Cu içeriği düşüş göstermiş olup en yüksek Cu içeriği kontrol grubunda belirlenmiştir. Çeşitlerde Zn içeriklerinde istatistiksel olarak fark görülmediği gibi, içerikler birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir. Hümik asit uygulamaları genel olarak Mn içeriğini etkilememiştir.

Güngör (2018), saksı denemesi olarak kurduğu araştırmasında silajlık ve tatlı mısır çeşitlerine 0, 50, 100, 150 ve 200 mg/kg dozlarında HA uygulamıştır. Araştırmanın sonucunda; tatlı mısır çeşidinde HA dozlarının artışına bağlı olarak kuru gövde ağırlığında artış olmuş ve HA uygulaması ile istatistiksel fark belirlenmiştir ancak gövde uzunluk ve yaş ağırlık parametrelerinde fark görülmemiştir. Silajlık mısırdan ise gövde uzunluğu ve yaş ağırlık üzerine HA'nın etkisi olmamıştır ancak kuru ağırlık üzerine HA'nın artan dozlarına bağlı olarak farklılıklar bildirilmiştir. Toprak üstü P içeriği açısından, HA uygulamalarının istatistiksel olarak önem arz etmese de silajlık mısırdan P'yi arttırdığı ve kök P içeriğinde farklılığın olmadığı söylenmiştir. Tatlı mısır çeşidinde ise artan HA uygulamalarına karşın toprak üstü P miktarında farklılık belirlenmemiştir ancak kök P içeriği, HA dozlarına bağlı olarak farklılık göstermiş ve en yüksek değer 150 mg/kg HA dozunda belirlenmiştir. Toprak üstü Zn içeriği bakımından tatlı mısırdan artan HA dozlarına bağlı olarak Zn içeriğinde azalma görülmüştür. Silajlık mısırdan ise HA dozuna bağlı olarak toprak üstü Zn içeriğinde istatistiksel farklılıklar saptanmış olup en yüksek değer 50 mg/kg uygulamasından elde edilmiştir. Kök Zn içeriği bakımından tatlı mısırdan artan HA uygulamalarına bağlı olarak Zn içeriğinde istatistiksel farklılıklar görülmüştür. Silajlık mısır kök Zn miktarında ise HA dozlarının istatistiksel fark oluşturduğu ve en düşük kontrol grubunda en yüksek ise 50 ve 100 mg/kg uygulamasından elde edildiği belirtilmiştir.

Khan vd. (2018), Pakistan’da yürüttükleri killi tın ve kumlu tın toprakların kullanıldığı ve buğdayın yetiştirildiği bir sera çalışmasında kömürden ve bitkisel materyallerden ürettikleri farklı HA’ları 0, 50 ve 100 kg/ha dozlarında topraktan uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre her iki toprak tipinin kullanıldığı saksılarda da başak ağırlığı, saman ve tane ağırlığı HA uygulamalarından olumlu olarak etkilenmiştir. Killi tın toprakta yetişen buğdayların P ve K içerikleri, HA uygulamalarına göre genel anlamda artış göstermiştir ancak Fe içeriği en yüksek bitkisel HA’nın 50 kg/ha uygulamasından elde edilirken en düşük ise kömürden üretilen HA’nın 100 kg/ha uygulamasında belirlenmiştir. Kumlu tın toprakta yetişen bitkilerin P, K ve Fe içerikleri ise yine HA’nın üretildikleri materyallere ve dozlarına bağlı olarak farklılık göstermiştir.

Rosa vd. (2018), Brezilya’da yürütülen bir saksı denemesinde buğday bitkisinde HA ve P uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 5 farklı karbon konsantrasyonu (0, 5, 10, 50 ve 100 mg/kg C-HA) ve 2 farklı fosfor kaynağı (süperfosfat ve fosfat kayası) 400 mg/kg dozlarında uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda, HA ve P uygulamalarıyla kuru kök ve gövde ağırlığı, toplam kuru madde ve kök/gövde oranı artış göstermiştir. Hümik asit ve P uygulamalarıyla, P, S, Cu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları etkilenmiştir. Hümik asidin artmasıyla bitkideki besin elementlerinin konsantrasyonu artmış, P’nin 50 mg/kg uygulandığı ortamlarda en yüksek bitki besin elementi sonuçları elde edilmiştir.

Çakmak (2019), Ordu ilinde soya bitkisinin yetiştiği arazide topraktan uyguladığı HA (0, 2, 4 ve 8 l/da) ve Zn (0, 2.5 ve 5 kg/da) uygulamalarının bitki verim ve kalite parametreleri ile ham protein verimini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda, uygulamaların ve bu uygulamaların interaksiyonlarının bitki boyuna, bakla sayısına, ilk bakla yüksekliğine, bakla uzunluğuna, baklada tane sayısına, 100 tane sayısına ve dal sayısına etkileri önemsiz bulunmuştur. Ancak, HAxZn interaksiyonu tohum veriminde önemli değişiklikler yaratmış olup HA’nın uygulanmasıyla verim artışı gözlemlenmiştir. Ham yağ oranı açısından, HA uygulamalarının etkisi görülmemekle beraber, Zn uygulamaları ve Zn x HA interaksiyonunun etkisi belirlenmiştir. Ham yağ verimi açısından uygulamaların ayrı ayrı etkisi olmazken, Zn x HA interaksiyonunun etkisi önemli olarak görülmüştür. Çinko uygulamasının ve Zn x HA interaksiyonunun ham protein oranı üzerine etkisi çok büyük olarak bulunmuştur, fakat HA uygulamalarının etkisi görülmemiştir. Ham protein verimi açısından Zn ve HA

uygulamalarının etkisi görülmez iken, Zn x HA interaksiyonunun etkisi önemli olarak belirlenmiştir.

Kılıç ve Sönmez (2019) serada marul üzerinde yürüttükleri denemede çiftlik gübresi (0, 100, 200 ve 300 kg/da), tavuk gübresi (0, 100, 200 ve 300 kg/da), leonardit (0, 50, 100 ve 150 kg/da) ve vermikompostu (0, 100, 200 ve 300 kg/da) uygulamışlardır. Leonardit ve çiftlik gübresinin en yüksek dozuyla topraktaki en yüksek organik maddenin elde edildiği bildirilmiştir.

Erdem vd. (2020)'nin 2 yıl süreyle yürüttüğü bir arazi çalışmasında farklı ekmeklik buğday çeşitlerine HA (toplamda 4 l/da), rizobakteri ve kimyasal gübre olarak N ve P uygulamışlardır. Hümik asit uygulaması, kontrol grubuna kıyasla metrekaresindeki başak sayısını, başaktaki tane sayısını, bitki boyunu ve tane ile toplam verimlerini arttırmıştır. Bin tane ağırlığı üzerine HA uygulamasının etkisi görülmemiştir.

İstanbulu vd. (2020), sera koşullarında yürüttükleri bir biber çalışmasında bitkilere Zn (0, 5 ve 10 mg/kg) ve HA (0, 50, 100 ve 200 mg/l) uygulamışlardır. Araştırmanın sonucunda, kuru madde ağırlığı üzerine artan uygulamaların etkisi olumlu olarak belirlenmiş ve en yüksek değere Zn ve HA'nın en yüksek dozlarda beraber uygulandığı uygulamadan elde edilmiştir. Bitki P içeriği açısından, Zn ve HA uygulamalarının etkisi bulunmamasına rağmen en yüksek P miktarı Zn (0 mg/kg) ve HA (200 mg/l) uygulamasından elde edilmiştir. Artan Zn uygulamalarına bağlı olarak bitkideki Zn içeriği artış göstermiştir. Ayrıca artan HA uygulamalarıyla beraber bitkinin Zn içeriği artmıştır. Benzer şekilde Zn'nin uygulanmadığı alanlarda, kontrol grubu Zn içeriğiyle kıyaslandığında HA'nın en yüksek dozundan elde edilen sonuç %77 fazla olmuştur.

Shafi vd. (2020), Pakistan'da açık arazide iki dönem yürüttükleri bir buğday denemesinde P (0, 45, 67.5, 90 ve 112.5 P₂O₅ kg/ha) ve HA (0 ve 5 kg/ha) uygulamışlardır. Bitki boyu, başak uzunluğu, bin tane ağırlığı, tahıl verimi, saman verimi ve toplam verim hem P hem de HA uygulamalarından etkilenmiştir. Bitki boyu ve başak uzunluğu açısından en yüksek değerler 5 kg/ha HA ve 90 kg/ha P₂O₅ uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler kontrol grubunda saptanmıştır. Bin tane ağırlığında en düşük ağırlık kontrol grubundan elde edilirken, en yüksek ağırlık 112.5 kg P₂O₅ ve 5 kg/ha HA uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük tahıl verimi

kontrolde bulunmuştur ve en yüksek değer ise 90 kg/ha P_2O_5 ve 5 kg/ha HA uygulamasında belirlenmiştir. Saman verimi açısından, en düşük değer uygulama yapılmayan alandan elde edilirken, en yüksek değere ise P'nin en yüksek olduğu uygulamada belirlenmiştir. Saman verimi açısından HA'nın etkisi önemli bulunmamıştır. Toplam verimde ise en düşük değere kontrol alanlarında saptanırken, en yüksek değer ise HA'nın uygulandığı en yüksek P uygulamalarından elde edilmiştir. Hem P hem de HFA uygulamalarının bitki P konsantrasyonu üzerine etkileri görülmüş olup en yüksek değer her iki uygulamanın da en yüksek olduğu uygulamadan elde edilmiştir.

Anamur ve Türkmen (2021)'in Bayramiç Beyazı nektarin çeşidi üzerinde yürütmüş oldukları çalışmada topraktan taç izdüşümüne 0, 150, 300 ve 600 ml/ağaç HA uygulamaları yapmışlardır. Yaprak N içeriğinde uygulamalar sonrasında bir değişim olmamıştır. Fosfor içeriği uygulama dozlarına ters orantılı olarak azalmıştır. Potasyum içeriğinde ise en düşük değer 600 ml/ağaç dozunda görülmüş olup diğer uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Kalsiyum içeriği HA uygulamaları ile artış göstermiştir. Mg içeriğinde uygulamalarla değişim olmamıştır. Yaprak analizlerine göre, Fe, Zn, Mn ve B önemli seviyelerde değişmiştir ancak Cu içeriğinde gerek hasat öncesi gerek hasat sonrası bir değişim belirlenmemiştir.

Yaylacı ve Erdal (2021), serada biberin kullanıldığı bir saksı denemesinde, vermikomposttan üretilen HA, Fulvik asit (FA) ve HFA'nın 0 ve 1000 mg/kg dozlarını kullanmışlardır. Ayrıca kimyasal gübre olarak da 0 ve 300 mg/kg N + 200 mg/kg P + 200 mg/kg K + 5 mg/kg Zn + 10 mg/kg Fe uygulamışlardır. Denemenin sonunda, uygulamalara bağlı olarak N, K, Ca ve Mg miktarlarında farklılıklar belirlenmiş olup en fazla besin elementinin kimyasal gübre ve HFA uygulaması yapılan saksılarda belirlenmiştir. Bitki mikro element içeriği açısından, uygulamaların hepsinin yaprak Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonlarını etkilediği anlaşılmıştır. Demir ve Zn yönünden en yüksek yaprak sonuçlarına HFA uygulamalarından ulaşılmıştır. Yaprak Cu ve Mn açısından en yüksek değerler ise FA uygulamalarından elde edilmiştir. Toprak Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri değerlendirildiğinde ise kimyasal gübre ve HFA uygulamalarıyla topraktan en fazla besin elementinin kaldırıldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak HFA uygulamalarının erken dönemde biberin mineral beslenmesine olumlu yönde

etkilediği anlaşılmıştır. Bu etkilerin daha detaylı anlaşılabilmesi için farklı dozların da çalışılması gerektiği bildirilmiştir.

Al-Barakat vd. (2023), Irak'ta yürüttükleri bir arazi çalışmasında HFA'nın topraktaki ve bitkideki P ile Zn miktarına ve mısır bitkisi verimine etkisini belirlemek amacıyla farklı dozlarda ve uygulama metotlarıyla denemeler gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar HFA uygulamalarını kontrol (0 ml/l), ekimden 40 gün sonra 10 ml/l püskürtme, ekimden 80 gün sonra 10 ml/l püskürtme, ekimden 24 saat önce tohumları 20 ml/l çözeltide ıslatma ve tohumları 20 ml/l çözeltide ıslatma ile birlikte 10 ml/l püskürtme kombinasyonu şeklinde beş farklı yöntemle uygulamışlardır. Ayrıca ekimden 40 ve 80 gün sonra olmak üzere 0 ml/l, 30 ml/l ve 60 ml/l dozlarında Zn sülfat uygulamışlardır. Denemenin sonunda topraktaki ve bitkideki Zn ve P içerikleri üzerine hem HFA hem de çinko uygulamalarının olumlu etkisi olduğu belirlenmiş ve en yüksek değerler en yüksek doz uygulamalarından elde edilmiştir. Hem bitki kuru ağırlığı hem de tane verimi üzerine en olumlu etki, en yüksek dozların uygulandığı kombinasyonlarda gözlemlenmiştir. Tüm parametrelerde artan dozlara bağlı olarak belirgin artışlar kaydedilmiştir.

Moreno-Lora ve Delgado (2023), İspanya'da bulunan bir serada yürüttükleri buğday denemesinde kireçli ve kireçsiz topraklarda uyguladıkları 1, 5 ve 10 mg/kg Zn ve 0, 0.05, 0.10 ve 0.50 g C/kg hümik madde (HM) ilavesinin etkilerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, HM uygulaması ile kuru madde miktarı, tane verimi, kök gelişimi, tanedeki Zn ve Cu, kökteki P, Zn ve Mn ve topraktan kaldırılan Fe ve Cu miktarları etkilenmiştir, ancak bu etki diğer faktörlere bağlı olarak değişim göstermiştir. Kireçsiz ortamda yetişen bitkiler kuru madde miktarı ve besin elementi alımı açısından daha iyi performans göstermişlerdir. Çinko uygulamalarıyla kök gelişimi açısından her ne kadar istatistiksel olarak farklılıklar görülmesine de artan dozlara bağlı olarak kök gelişiminde artışlar olmuştur. Toplam ağırlıktaki artışın sebebinin ise çinko dozlarına bağlı olarak daha iyi bir kök gelişiminden kaynaklandığı düşünülmüştür. Artan HM uygulamalarıyla topraktan kaldırılan Fe ve Cu miktarlarında azalmalar görülmüştür. Bitkideki Mn konsantrasyonu hem kireçli hem kireçsiz ortamdaki bitkilerde HM uygulamasıyla artış göstermiştir. Bitkideki toplam P miktarında her iki büyüme ortamında da Zn uygulama dozlarının artışına paralel olarak azalmalar görülmüştür. En düşük iki Zn dozunda, artan HM oranlarının toplam P

alımına belirgin bir etkisi görülmemiştir. En yüksek Zn dozunda ise, toplam P alımı artan HM oranlarıyla azalma eğilimi göstermiştir.

Sönmez ve Asri (2024), serada yürüttükleri bir domates çalışmasında saksılara 0, 20, 40 ve 60 t/ha dozlarında leonardit uygulamışlardır. Uygulamaların sonucunda toprakta organik madde, toplam N, değişebilir Ca, yarıyışlı Fe, Mn ve Zn miktarlarında artışlar belirlenmiştir. Leonardit uygulamalarının N, Fe ve Cu elementleri dışında domates bitkisinin besin elementi konsantrasyonlarına etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Araştırmanın sonucunda tek başına leonarditin domates bitkisi için besleme açısından yeterli olmayacağı bildirilmiş ve 40 t/ha leonardit ile uygun kimyasal gübreleme önerilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Tarla denemelerinin yürütüldüğü alanın toprak ve iklim özellikleri

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma arazisinde yer alan, WGS 1984 UTM Zone 36 N 283100-282921 N ve 4190355-4191399 E koordinatlarındaki alanda tarla denemeleri şeklinde yürütülmüştür. Denemelerimiz, 2021-2022 ve 2022-2023 yıllarında birbirine benzer toprak özelliklerine sahip farklı iki parselde yürütülmüştür.

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1’de sunulmuştur. Deneme alanı toprağı killi tın bünyeye sahip (Bouyoucos, 1936), hafif alkalin reaksiyonlu (Thomas, 1996), çok fazla kireçli (Loeppert ve Suarez, 1996) ve orta düzeyde organik madde içermektedir (Walkley ve Black, 1934).

Richards (1954)’ın belirlemiş olduğu sınır değerlere göre, 1. ve 2. yıl araziden alınmış toprak örneklerinin değerleri ve değerlendirmelere göre sonuçları Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Tarla denemelerinin kurulduğu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özellikleri	1. yıl deneme alanı	2. yıl deneme alanı	Değerlendirme (1. yıl- 2. yıl)
Bünye	Killi tın	Killi tın	Orta bünyeli-Orta bünyeli
pH	7.8	7.8	Hafif alkali-Hafif alkali
EC (dS/m)	0.39	0.42	Tuzsuz-Tuzsuz
CaCO ₃ (%)	24	27	Fazla kireçli-Çok fazla kireçli
Organik Madde (%)	2.1	2.5	Orta-Orta
Toplam N (%)	0.11	0.14	Yeterli-Yeterli
Yarayışlı P (mg/kg)	16	13	Yeterli-Yeterli
Yarayışlı K (mg/kg)	385	358	Fazla-Yeterli
Yarayışlı Ca (mg/kg)	4250	4160	Fazla-Fazla
Yarayışlı Mg (mg/kg)	168	191	Yeterli-Yeterli
Yarayışlı Fe (mg/kg)	4.80	5.21	Fazla-Fazla
Yarayışlı Cu (mg/kg)	5.11	7.62	Yeterli-Yeterli
Yarayışlı Zn (mg/kg)	1.62	1.48	Yeterli-Yeterli
Yarayışlı Mn (mg/kg)	23.42	18.65	Yeterli-Yeterli

Denemelerin yürütüldüğü tarihlere (Kasım-Haziran 2021-2023) ait ortalama sıcaklık, yağış ve nem verileri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Çalışmanın ilk yılında Şubat 2022 tarihinde Isparta’da yoğun bir kar yağışı yaşanmış ve bu durumdan dolayı bitkisel yetiştiricilikte olumsuzluklar yaşanmıştır.

Çizelge 3.2. Tarla denemelerinin yürütüldüğü dönemlere ait sıcaklık, yağış ve nem verileri

Tarih	Ort. Sıcaklık (C)	Ort. Yağış (mm)	Ort. Nem (%)
Kasım 2021	11.7	22.1	61.9
Aralık 2021	6.0	124.9	76.8
Ocak 2022	1.9	75.2	71.7
Şubat 2022	4.0	171.3	75.4
Mart 2022	3.2	78.3	61.2
Nisan 2022	14.6	17.4	45.7
Mayıs 2022	17.3	12.9	52.5
Haziran 2022	21.5	46.1	58.1
Ortalama	10.0	68.5	62.9
Kasım 2022	10.8	18.6	63.3
Aralık 2022	7.4	22.7	77.6
Ocak 2023	5.4	125.3	75.3
Şubat 2023	3.6	5.8	59.3
Mart 2023	9.1	73.8	67.1
Nisan 2023	10.8	69.9	65.0
Mayıs 2023	15.5	111.0	71.7
Haziran 2023	20.1	47.3	65.8
Ortalama	10.3	59.3	68.1

3.1.2. Kullanılan bitki materyalleri ve özellikleri

Denemenin ilk yılında Bezostaja 1 (*Triticum aestivum* L. ‘Bezostaja 1’) çeşidi kullanılmıştır. Ancak bu çeşidin kılçıksız olması nedeniyle parsellerimiz büyük oranda kuş zararına uğramıştır. Buna ilaveten deneme parsellerimizin etrafının korunaksız olması sebebiyle koyun, keçi ve köpek gibi hayvanlar tarafından büyük ölçüde tahrip edilmiştir. Bu nedenle ilk yıl sağlıklı verim değerleri alınamamış sadece bitki besin elementi analizlerine yetecek miktarda örnek alınabilmektedir (Şekil 3.1). İkinci yıl ise kılçıklı bir buğday çeşidi olan Esperia (*Triticum aestivum* L. ‘Esperia’) kullanılmıştır. Kullanılan buğday çeşitlerine ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemenin ilk yılında meydana gelen kuş zararı ve hayvan tahribatı

Bezostaja 1: Türkiye'de ekonomik değeri bulunan hekzaploid gruptan olan bu buğday çeşidi, Türkiye'de Doğu Karadeniz bölgesindeki küçük bir şerit haricinde hemen hemen her yerde yetişebilen bir buğday çeşididir. Özellikle Orta Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Vernalizasyona gerek duyan bu çeşit, kısa boylu, sağlam saplı, başağı kılçıksızdır. Bu çeşit, kış soğuğuna, yatmaya ve sarı ile kahverengi pasa dayanıklıdır ancak kuraklığa dayanıklı değildir. Ekmeklik kalitesi iyi olmakla beraber az kardeşlenen bir çeşit olarak değerlendirilmektedir. Tanesi kırmızı ve serttir. Bin tane ağırlığı 40-44 g ağırlığında olup protein oranı %17'ye çıkabilmektedir (Kün, 1996).

Esperia: Kışlık gelişme tabiatlı ve orta erkenci bir çeşittir. Vernalizasyon ihtiyacı vardır. Başak yapısı kılçıklı ve rengi beyaz olan bu çeşidin tane rengi kırmızı ve yapısı serttir. Orta boylu bu çeşidin sapı sağlamdır ve kolay yatmaz. Bin tane ağırlığı 35-40 g aralığındadır. Enerji değeriyle ön plana çıkan bu çeşidin protein oranı iyidir (%14-14.5). Sarı pas, yaprak lekesi (Septoria) ve külleme hastalıklarına orta dayanıklıdır. Orta Anadolu, Batı ve Doğu Geçit Bölgeleri, İç Ege, Trakya, Güneydoğu Anadolu ve sahil bölgelerinin yüksek alanlarında ekimi yapılabilir (TMO, 2022).

3.1.3. Uygulama materyalleri

Tüm uygulamaların dozları, parsellere ayrı ayrı verilecek şekilde toprağa uygulama şeklinde yapılmıştır. Denemede hümik+fulvik asit (HFA) kaynağı olarak sıvı formda ve %12 HFA içeren, leonarditten üretilmiş TKİ-HÜMAS 20 lt suda çözülerek 0, 5 ve 10 kg/da dozlarında uygulanmıştır. Çinko kaynağı olarak çinko sülfat monohidrat ($ZnSO_4 \cdot H_2O$), 0, 1 ve 2 kg/da dozlarında olacak şekilde suda çözülerek verilmiştir. Fosfor kaynağı olarak TSP (%44 P_2O_5) kullanılmış olup toprağa katı formda 0, 4 ve 8 kg/da dozlarında uygulanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Tarla denemelerinin kurulması

Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde bölünen bölünmüş parsellere göre HFA dozları ana, P dozları alt ve Zn dozları altın altı olacak şekilde, 3 HFA dozu x 3 Zn dozu x 3 P dozu x 3 tekerrür olmak üzere toplamda 81 parselden oluşturulmuştur. Denemeler, 2 x 1 m ölçülerindeki parsellerde ve parseller arası 1 m mesafe olacak şekilde düzenlenmiştir. Parselizasyonun tamamlanmasıyla beraber her parselde 5 kg/da K (potasyum nitrat) ve 10 kg/da N (potasyum nitrat+üre) verilerek toprağa uygulanmıştır. Çinko, P ve HFA uygulamaları da yine parsellere ayrı ayrı olacak şekilde toprakla karıştırılmıştır. Uygulamalardan sonra metrekaresine 550 tohum gelecek şekilde 5 sıralı ve sıra araları 20 cm olacak şekilde el ile ekim yapılmıştır.

İlk yıldan farklı olarak ikinci yılda arazinin çevresine elektrikli tel çekilip bitkilere dışarıdan gelebilecek zararlar engellenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.2). Ekim işlemleri, ilk yıl 13 Kasım 2021 tarihinde, ikinci yıl 10 Kasım 2022 tarihinde yapılmıştır. Kuru tarım yapılmış olup bitkiler sadece yağışlarla su ihtiyacını gidermişlerdir. İlk yağış 2021 yılı için ekimden 7 gün sonra, ikinci yıl için ekimden 10 gün sonra olmuştur. Başaklanma, her iki yılda da Mayıs ayının ikinci yarısında başlamış ve bu dönemlerde bitki örneği alınmıştır (Şekil 3.3). İlk yılın hasadı 26 Haziran 2022 tarihinde, ikinci yılın hasadı ise 21 Haziran 2023 tarihinde yapılmıştır.



Şekil 3.2. Denemenin 2. yılı



Şekil 3.3. Başaklanma döneminde alınan bitki örnekleri

3.2.2. Toprak ile bitki analiz yöntemleri ve bitki analiz sonuçları için sınır değerler

Deneme toprağındaki toplam azot, Kjeldal yöntemiyle (Kacar, 1994) belirlenmiştir. Topraktaki yarıyırlı P, Olsen (1954) tarafından bildirildiğı üzere sodyum bikarbonat yöntemiyle molibdofosforik mavi renk metoduyla spektrofotometrede (Shimadzu UV

1208) belirlenmiştir. Değişebilir Ca, Mg ve K konsantrasyonları, Carson (1980)'ın belirtmiş olduğu üzere 1.0 N nötr (pH=7) amonyum asetat ile ekstrakte edilerek atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS) (Varian AA 240 FS) belirlenmiştir. Yarayışlı Fe, Zn, Mn ve Cu miktarları Lindsay ve Norvell (1969)'in belirttikleri üzere DTPA ile ekstrakte edildikten sonra AAS'de ölçülmüştür.

Uygulamaların bitkinin mineral beslenmesi üzerine etkilerini belirlemek için her iki dönemde de başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinde, hasat sonrası sap ve tane örneklerinde bitki kimyasal analizleri yapılmıştır. Alınan bitki örnekleri, yıkama sonrasında sabit ağırlığa gelinceye kadar 75°C'de kurutulmuştur. Kurutulan tüm örnekler un haline gelecek şekilde öğütülmüş ve nemsiz bir ortamda saklanmıştır (Kacar ve İnal, 2010). Örneklerin analize hazır hale getirildiği tüm aşamalarda olası bulaşmalara karşı tüm önlemler alınmıştır.

Analize hazır hale getirilen bitki, sap ve tane örneklerinden 0.5 g tartıldıktan sonra P, K, Ca, Mg, Zn, Mn ve Cu analizleri için 550°C'de 6 saat süreyle krezelerin içerisinde kuru olarak kül fırınında yakılmıştır. Kül haline dönen örneklerin üzerine 2 ml saf su ilavesinden sonra 4ml 3 N HCl ilave edilerek tamamen çözünmesi sağlanmıştır. Sonrasında örnekler, 50 ml ölçü balonlarına filtre kağıdıyla süzildikten sonra 50 ml hacmine gelecek şekilde ultra saf su ile tamamlanmıştır (Kacar ve İnal, 2010). Daha sonra bu örneklerde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlarının doğruluğunu kontrol için referans materyal de kullanılmış olup, sonuçların doğruluk payının yüksek olmasına dikkat edilerek analizler tamamlanmıştır.

Bitki örneklerinde azot miktarını belirlemek için Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Bremner ve Mulvaney, 1982). Fosfor, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemiyle spektrofotometrede kolorometrik olarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010). Süzük haline getirilen örneklerde K, Ca, Mg, Zn, Cu ve Mn belirlemeleri için ICP-OES cihazı kullanılmıştır.

Uygulamaların buğdayın mineral beslenmesine olan etkilerini değerlendirebilmek için başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 3.3'de verilen sınır değerlere göre yorumlanmıştır (Mills ve Jones, 1996).

Çizelge 3.3. Başaklanma döneminde alınan buğday örneklerinin vejetatif aksamalarında bulunan bazı besin elementleri için sınır değerler

Element (%)	Noksan	Yeterli	Fazla	Element (mg/kg)	Noksan	Yeterli	Fazla
N	1.00-1.99	2.00-3.00	>3.00	Cu	<5	5-25	>25
P	0.15-0.19	0.20-0.50	>0.50	Fe	<25	25-100	>100
K	1.25-1.49	1.50-3.00	>3.00	Mn	5-24	25-100	>100
Ca	<0.20	0.20-0.50	>0.50	Mo	<0.09	0.09-0.18	>0.18
Mg	<0.15	0.15-0.50	>0.50	Zn	<15	15-70	>70

Bu çalışmada, bitkinin topraktan kaldırdığı toplam element miktarı, tane ve sap kısımlarının element içerikleri ve ağırlıkları dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle tane ve sap örneklerinin element konsantrasyonları ayrı ayrı analiz edilmiştir. Ardından hasat edilen tane ve sapın kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Toprakten kaldırılan toplam element miktarı, tanedeki element konsantrasyonu ile tane ağırlığının çarpımı ve saptaki element konsantrasyonu ile sap ağırlığının çarpımının toplanması yoluyla hesaplanmıştır. Bu yaklaşım, bitkinin farklı organlarında biriken element miktarlarını dikkate alarak, topraktan kaldırılan toplam element miktarının daha doğru bir şekilde tahmin edilmesine olanak sağlamıştır.

3.2.3. Verim parametreleri

Bu çalışmada, hasat zamanında rastgele seçilen 10 bitkide (Atak vd., 2004; Kaya vd., 2005) kardeş sayısı (KS), başak uzunluğu (BaU), bitki boyu (BB), başaktaki tane sayısı (BaTS), başaktaki tane ağırlığı (BaTA), başak ağırlığı (BaA) parametreleri incelenmiştir. Hasat sonrasında; biyokütle (Sap+tane) (BK), sap verimi (SV), tane verimi (TV) ve 1000 tane ağırlığı (BiTA) gibi verim parametreleri incelenmiştir. Başaktaki tane sayısı ve ağırlığı için, rastgele alınan başaklar önce hassas terazide tartılmıştır. Tartılan başaklar kırılarak içerisindeki taneler çıkarılıp sayımı yapılmıştır. Sayımı yapılan bu tanelerin toplam ağırlığı hassas terazide ölçülmüştür. Bin tane ağırlığının belirlenmesi amacıyla her parselden alınan tane ürününden 3 kere ayrı ayrı 100 tane sayılmış ve bu taneler hassas terazide tartılıp ortalaması alındıktan sonra 10 ile çarpılmıştır.

Hasattan sonra parsellerdeki tüm bitkiler demet haline getirilip terazi ile tartılarak toplam ağırlık tespit edilmiştir. Demet haline getirilen bu bitkiler, tane ayırma işlemine

tabi tutularak saman ve tohum olarak ayrılmıştır. Tane kısmının ağırlığı, tane verimini belirlemiştir. Sap verimi ise toplam ağırlıktan tane veriminin matematiksel olarak çıkarılmasıyla hesaplanmıştır. İlk yıl karşılaşılan sorunlar nedeniyle toplam verim, sap ve tane verimi hesaplamaları yapılamamıştır.

3.2.4. İstatistiksel analizler

Tüm elde edilen verilerin değerlendirilebilmesi amacıyla SAS JMP programı (JMP Pro 17.2) kullanılmış olup ANOVA, Tukey, LSD (0.01 ve 0.05) testleri yapılmıştır. Bu testler ile sonuçlar arasındaki istatistiksel farklılıklar incelenmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Verim Parametrelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Çalışmanın 1.yılında HFA, P ve Zn uygulamalarının başak ağırlığı, başak uzunluğu, bin tane ağırlığı, bitki boyu ve kardeş sayısı üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Hümik+fulvik asit uygulamalarının kardeş sayısı, bin tane ağırlığı, bitki boyu, başak uzunluğu ve ağırlığı üzerine etkisi önemli olmuştur ($p<0.01$). Fosfor uygulamalarının kardeş sayısı ile başak uzunluğu ($p<0.01$) ve bin tane ağırlığı ile bitki boyu ($p<0.05$) üzerine etkisi olduğu belirlenmiştir. Çinko uygulamalarının ise bin tane ağırlığı ve kardeş sayısı üzerine etkisi olduğu ve diğer verim parametrelerinin üzerinde ise etkisinin olmadığı görülmüştür. Hümik+fulvik asit x P interaksiyonunun kardeş sayısı, bin tane ağırlığı, bitki boyu ve başak ağırlığı üzerine etkisi belirlenmiştir. Hümik+fulvik asit x Zn interaksiyonunun sadece bin tane ağırlığı üzerine etkisi görülmüştür. Fosfor x Zn interaksiyonu sadece kardeş sayısını etkilemiştir. Üçlü interaksiyonda ise sadece başak ağırlığında istatistiksel farklılıklar oluşmuştur (Çizelge 4.1).

Benzer şekilde 2. yılda da uygulanan HFA, P ve Zn ile verim parametrelerinin değerlendirilmelerinde farklılıklar görülmüş olup, bu değişimler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılabacağı üzere, tane verimi, sap verimi ve toplam biyokütle (sap+tane) dışında, HFA uygulamalarının etkisinin olduğu belirlenmiştir. Fosfor uygulamalarıyla kardeş sayısı dışında diğer verim parametreleri istatistiksel olarak etkilenmiştir. Çinko uygulamalarına bağlı olarak, başak ağırlığı, başak uzunluğu ve başaktaki tane sayısı etkilenmiştir. Uygulamaların interaksiyonlarının verim parametreleri üzerine etkisinin görüldüğü Çizelge 4.2’ye göre üçlü interaksiyonun sadece başak uzunluğu üzerine etkisi vardır.

Çizelge 4.1. Verim parametrelerine ait varyans analiz tablosu (Bezostaja)

VK	SD	F Değerleri				
		KS	BiTA	BB	BaU	BaA
HFA	2	36.14**	42.52**	37.03**	8.09**	16.62**
P	2	5.95**	3.99*	3.35*	10.68**	0.82
Zn	2	3.18*	4.73*	0.66	1.45	2.54
HFA x P	4	4.18**	4.20**	8.38**	1.03	3.77**
HFA x Zn	4	1.90	2.74*	0.59	2.48	0.97
P x Zn	4	3.31*	1.73	0.69	1.66	1.66
HFA x P x Zn	8	1.84	1.89	1.37	1.81	2.77*

*p<0.05, **p<0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik derecesi, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko, KS: Kardeş sayısı, BiTA: Bin tane ağırlığı, BB: Bitki boyu, BaU: Başak uzunluğu, BaA: Başak ağırlığı

Çizelge 4.2. Verim parametrelerine ait varyans tablosu (Esperia)

VK	SD	F Değerleri									
		TV	SV	BK	KS	BiTA	BB	BaU	BaA	BaTA	BaTS
HFA	2	0.40	0.09	0.08	29.82**	4.90*	28.23**	22.25**	28.96**	24.02**	21.90**
P	2	3.82*	15.02**	16.94**	1.56	5.26**	7.12**	10.57**	10.09**	7.44**	16.03**
Zn	2	0.24	0.15	0.05	2.57	0.94	2.73	32.54**	5.06**	3.66*	2.59
HFA x P	4	1.45	0.56	0.50	0.88	1.47	6.22**	6.76**	0.84	0.23	0.60
HFA x Zn	4	0.44	0.49	0.41	3.68*	1.60	3.73**	7.82**	2.17	2.65*	0.71
P x Zn	4	1.43	0.33	0.66	3.31*	4.02**	9.20**	47.40**	1.76	0.62	1.64
HFA x P x Zn	8	0.34	0.48	0.45	1.83	0.72	1.78	6.46**	0.72	0.61	1.48

*p<0.05, **p<0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik derecesi, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko, TV: Tane verimi, SV: Sap verimi, BK: Biyokütle, KS: Kardeş sayısı, BiTA: Bin tane ağırlığı, BB: Bitki boyu, BaU: Başak uzunluğu, BaA: Başak ağırlığı, BaTA: Başaktaki tane ağırlığı, BaTS: Başaktaki tane sayısı

4.1.1. Uygulamaların tane verimine etkisi

Esperia çeşidinin yetiştirildiği denemede elde edilen tane verim değerleri 127.0 kg/da (HFA5xP4xZn2) ile 231.0 kg/da (HFA0xP8xZn2) arasında değişim göstermiştir. Çizelge 4.3'den anlaşılabacağı üzere, HFA ve Zn uygulamalarının tane verimi üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır. Buna karşın P uygulama dozları arasında istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Fosforun uygulanmadığı parsellerdeki tane verimi ortalaması 151.2 kg/da olarak belirlenirken, P uygulamalarının en yüksek dozunda 187.2 kg/da olarak saptanmıştır. İkili ve üçlü interaksiyonlara göre, istatistiksel farklılıklar görülmesine de P uygulamasıyla rakamsal artışlar saptanmıştır. Örneğin, Zn ve HFA'nın hiç uygulanmadığı parsellerde, P'nin uygulanmadığı parsellerin ortalamasına kıyasla 8 kg/da P uygulamasıyla tane veriminde %21.6 oranında artış saptanmıştır.

Çizelge 4.3. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane verimine etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	165.0	145.0	131.7	147.2	151.2b*
	1	172.0	143.3	132.7	149.3	
	2	169.7	166.3	135.3	157.1	
Ort.(PxHFA)		168.9	151.6	133.2		
4	0	156.0	165.0	193.0	171.3	166.9ab
	1	160.3	171.0	209.7	180.3	
	2	159.7	127.0	160.3	149.0	
Ort.(PxHFA)		158.7	154.3	187.7		
8	0	200.7	186.7	210.0	199.1	187.2a
	1	161.3	185.0	137.7	161.3	
	2	231.0	205.7	166.3	201.0	
Ort.(PxHFA)		197.7	192.4	171.3		
Genel Ort.(HFA)		175.1	166.1	164.1		
Genel Ort.(Zn)	0	172.6				
	1	163.7				
	2	169.0				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		173.9	165.6	178.2		
1		164.6	166.4	160.0		
2		186.8	166.3	154.0		

*p<0.05, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.1.2. Uygulamaların sap verimine etkisi

Esperia çeşidinin yetiştirildiği denemede HFA, P, Zn uygulamalarının bireysel etkileriyle bu uygulamaların ikili ve üçlü interaksiyon etkisiyle elde edilen sap verimi ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.4’de gösterilmektedir. İlgili çizelgeden görüleceği üzere ikili ve üçlü interaksiyonun sap verimi üzerine istatistiksel bir etkisi görülmemiştir. Üçlü interaksiyon etkisi altındaki sap verim değerleri 674.8 kg/da (HFA0xP0xZn1) ile 1013.7 kg/da (HFA10xP8xZn2) arasında değişim göstermiştir. Uygulamalara ait ortalama sap verimine ait değerler incelendiğinde P uygulamaları ile sap veriminin pozitif olarak etkilendiği ve doz artışına bağlı olarak sap veriminin anlamlı ($p<0.05$) derecede arttığı görülmüştür. Kontrol (P0) koşullarında 687.8 kg/da olan sap verimi 4 ve 8 kg P/da uygulamalarıyla ile sırasıyla 812.8 ve 906.4 kg/da’a yükselmiştir. Buna göre P0 koşullarına göre P4 ve P8 uygulamalarında sırasıyla %18 ve %32 verim artışları elde edilmiştir. Dekara 4 ve 8 kg P dozlarının sap verimine olan katkısı istatistiksel anlamda benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.4. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap verimine etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	764.7	657.3	653.3	691.8	687.8b*
	1	674.8	675.0	711.3	687.0	
	2	713.7	572.7	767.3	684.6	
Ort.(PxHFA)		717.7	635.0	710.7		
4	0	774.3	821.3	825.0	806.9	812.8a
	1	835.0	866.3	861.3	854.2	
	2	818.7	788.0	725.0	777.2	
Ort.(PxHFA)		809.3	825.2	803.8		
8	0	900.3	876.0	885.7	887.3	906.4a
	1	865.0	989.8	857.7	904.2	
	2	864.0	905.3	1013.7	927.7	
Ort.(PxHFA)		876.4	923.7	919.0		
Genel Ort.(HFA)		801.2	794.7	811.2		
Genel Ort.(Zn)	0	795.3				
	1	815.1				
	2	796.5				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		813.1	784.9	788.0		
1		791.6	843.7	810.1		
2		798.8	755.3	835.3		

* $p<0.05$, HFA: Hümk+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.1.3. Uygulamaların biyokütle verimine etkisi

Esperia çeşidinin kullanıldığı denemede HFA, P, Zn uygulamalarının bireysel etkileriyle bu uygulamaların ikili ve üçlü interaksiyonlarının etkisine ait biyokütle (sap + tane) verimi ortalamalarına ait değerlerin gösterildiği Çizelge 4.5'e göre, HFA ve Zn uygulamalarının etkisi olmazken P uygulamalarına bağlı olarak farklı istatistiksel gruplar elde edilmiştir. Fosforun uygulanmadığı parsellerde toprak üstü ağırlık 839 kg/da olarak belirlenmiş ve en az biyokütlenin olduğu parseller olarak belirlenmiştir. Fosforun 4 kg/da uygulandığı parsellerin ortalaması 979.7 kg/da olarak belirlenmiş olup kontrol ve P8 uygulamalarından farklı istatistiksel grupta yer almıştır. Fosforun en yüksek uygulandığı parsellerin ortalamaları ise 1093.5 kg/da değeriyle en yüksek ağırlığa ulaşmıştır. En düşük biyokütle verimi sadece HFA10'un uygulandığı ve diğer mineral gübrelerin uygulanmadığı parselden 785 kg/da değeriyle elde edilirken en yüksek ağırlık HFA, P ve Zn'nin en yüksek dozlarda uygulandığı parsellerde 1180 kg/da olarak belirlenmiştir. En yüksek ağırlığın elde edildiği parsellerin ortalaması, en düşük ortalamaların olduğu parsellerden %50 oranında yüksektir. Her ne kadar ikili ve üçlü interaksiyonlarda istatistiksel farklılıklar görülmemiş olsa da P dozlarının artışına göre toplam ağırlıkta artışlar görülmüştür. Örneğin, P uygulanmamış Zn2xHFA0 uygulaması ile 8 kg/da P uygulaması yapılmış Zn2xHFA0 parselleri arasında %24 oranında ağırlık artışı görülmüştür. İstatistiksel farklılıklar belirlenmese de en yüksek biyokütle ağırlığına 8 kg/da P uygulamalarında rastlanılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap + tane verimine etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	929.7	802.3	785.0	839.0	839.0c*
	1	846.7	818.3	844.0	836.3	
	2	883.3	739.0	902.7	841.7	
Ort.(PxHFA)		886.6	786.6	843.9		
4	0	930.3	986.3	1018.0	978.2	979.7b
	1	995.3	1037.3	1071.0	1034.6	
	2	978.3	915.0	885.3	926.2	
Ort.(PxHFA)		968.0	979.6	991.4		
8	0	1101.0	1062.7	1095.7	1086.4	1093.5a
	1	1026.3	1174.8	995.3	1065.5	
	2	1095.0	1111.0	1180.0	1128.7	
Ort.(PxHFA)		1074.1	1116.2	1090.3		
Genel Ort.(HFA)		976.2	960.8	975.2		
Genel Ort.(Zn)	0	976.9				
	1	978.8				
	2	965.5				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	987.0	950.4	966.2			
1	956.1	1010.2	970.1			
2	985.6	921.7	989.3			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.1.4. Uygulamaların kardeş sayısına etkisi

Bezostaja çeşidinin kullanıldığı sezonda kardeş sayısına ait değerlerin gösterildiği Çizelge 4.6'ya göre, HFA uygulamalarının dozlarının artışına bağlı olarak kardeş sayısının arttığı ve HFA'nın uygulanmadığı parsellerin ortalamalarının HFA uygulanmış parsellerin ortalamalarına göre daha düşük çıktığı ve istatistiksel olarak farklı sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Fosfor uygulamalarında ise P8 ve P0 uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer almış olup P4 uygulamasında en düşük kardeşlenme sayısı (4.2 adet) görülmüştür. Çinko uygulamaları arasında her ne kadar F testine göre farklılık olsa da Tukey testi bu farklılıkları belirleyememiştir. Bunun sebebi ise p değerinin (0.0493) 0.05'e çok yakın olmasıdır. İkili interaksyonlar açısından PxHFA ve PxZn interaksyonunun kardeş sayısı üzerine etkisi görülmüştür.

İkili interaksiyonlara göre P dozlarının artışıyla kardeş sayısının arttığı belirlenmiştir. Üçlü interaksiyon açısından uygulamaların aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmektedir. Uygulamalara bağlı olarak en düşük kardeş sayısı 2.5 adet değeriyle HFA0xP4xZn1 uygulamasından elde edilirken en yüksek kardeş 6.6 adet değeriyle HFA10xP8xZn2 uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. HFA, P ve Zn uygulamalarının kardeş sayısına etkisi (Bezostaja)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	4.3	4.7	4.8	4.6a-c*	4.7a
	1	5.0	5.5	4.2	4.9ab	
	2	3.6	5.1	5.4	4.7a-c	
Ort.(PxHFA)		4.3bc	5.1ab	4.8ab		
4	0	3.4	4.4	5.2	4.4a-c	4.2b
	1	2.5	4.5	4.5	3.8c	
	2	3.8	4.4	4.7	4.3bc	
Ort.(PxHFA)		3.2d	4.4b	4.8ab		
8	0	3.1	4.3	5.2	4.2bc	4.6a
	1	3.4	4.7	5.1	4.4a-c	
	2	3.6	5.8	6.6	5.3a	
Ort.(PxHFA)		3.3cd	4.9ab	5.6a		
Genel Ort.(HFA)		3.6b	4.8a	5.1a		
Genel Ort.(Zn)	0	4.4				
	1	4.4				
	2	4.8				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		3.6	4.5	5.1		
1		3.6	4.9	4.6		
2		3.7	5.1	5.6		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin kullanıldığı sezonda HFA'nın olumlu etkisi görülmüştür (Çizelge 4.7) Hümik+fulvik asit dozlarının artışıyla kardeş sayısı artmış olup HFA'nın uygulanmadığı parseller, uygulandığı parsellerden farklı bir grupta yer almıştır. Ancak P ve Zn'nin bireysel olarak uygulamaları istatistiksel bir fark yaratmamıştır. İkili interaksiyonların tümü istatistiksel farklılıklar oluşturmuştur. Uygulamaların üçlü interaksiyonuna dair değişimler incelendiğinde tüm uygulamalar aynı sınıflarda yer

alsalar da HFA uygulamalarıyla kardeş sayısında rakamsal olarak artışlar belirlenmiştir. Örneğin, hiçbir mineral gübrenin uygulanmadığı parsellerde 10 kg/da HFA uygulamasıyla (5.0 adet), hiç uygulama yapılmamış olan parsellere (3.4 adet) göre %48 oranında artış sağlanmıştır. En düşük kardeş sayısına HFA ile Zn'nin uygulanmadığı ve 4 kg/da P'nin uygulandığı parsellerden 3.0 ortalama değerinden elde edilirken en yüksek kardeş sayısına HFA'nın en yüksek dozunun uygulandığı ve hiçbir mineral gübrenin uygulanmadığı parsellerde 5.0 adet ortalama değeriyle ulaşılmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. HFA, P ve Zn uygulamalarının kardeş sayısına etkisi (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	3.4	3.5	5.0	3.9ab	4.2
	1	3.3	4.8	4.7	4.3a	
	2	3.9	4.5	4.4	4.3a	
Ort.(PxHFA)		3.5bc*	4.3ab	4.7a		
4	0	3.0	4.1	4.6	3.9ab	4.0
	1	3.6	4.2	4.2	4.0ab	
	2	3.3	4.4	4.3	4.0ab	
Ort.(PxHFA)		3.3c	4.2ab	4.4a		
8	0	3.1	4.4	4.6	4.0ab	4.0
	1	3.9	4.8	4.3	4.4a	
	2	3.6	3.2	3.6	3.5b	
Ort.(PxHFA)		3.5bc	4.1ab	4.2ab		
Genel Ort.(HFA)		3.5b	4.2a	4.4a		
Genel Ort.(Zn)	0	4.0				
	1	4.2				
	2	3.9				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	3.2c	4.0ab	4.7a			
1	3.6bc	4.6a	4.4a			
2	3.6bc	4.1ab	4.1ab			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.1.5. Uygulamaların bin tane ağırlığına etkisi

Bezostaja çeşidinde HFA, P ve Zn uygulamalarının bin tane ağırlığına etkisini gösteren Çizelge 4.8 incelendiğinde, tüm uygulamaların bireysel, ikili ve üçlü interaksiyonlarının istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yarattığı görülmüştür. Fosfor uygulamaları açısından en yüksek bin tane ağırlığına P4 uygulamasıyla 40.5 g olarak ve en düşük P kullanılmayan parsellerde 39.4 g değeriyle saptanmış olup P4 ve P8 uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. Çinko uygulamaları açısından en yüksek değere Zn1 uygulamasıyla (40.7 g) ulaşılmış olup en düşük Zn2 uygulamasından 39.4 g değeriyle ulaşılmıştır. Hümik asit uygulamalarıyla artışlar saptanmış olup en düşük bin tane ağırlığına HFA0 uygulama parsellerinde rastlanılmış ve diğer uygulamalardan farklı bir grupta saptanmıştır. Üçlü interaksiyon incelendiğinde istatistiksel farklılıklar görülme de HFA uygulamasının rakamsal olarak bin tane ağırlığı üzerine olumlu etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Örnek vermek gerekirse, en yüksek dozda P ve Zn'nin uygulandığı parsellerin kıyaslamasında, HFA uygulamasının yapılmadığı parsellerin ortalamasına (37.9 g) kıyasla, HFA5 uygulamasıyla %27 ve HFA10 uygulamasıyla %20 payında artışlar saptanmıştır. Diğer parsellerde de her ne kadar uygulamaların ve dozlarının interaksiyonuna bağlı olarak bin tane ağırlıkları aynı istatistiksel gruplarda yer alsalar da HFA uygulanması ile artışların olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. HFA, P ve Zn uygulamalarının bin tane sayısına etkisi (g) (Bezostaja)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	38.0	41.0	39.1	39.4	39.4b*
	1	38.6	39.5	40.1	39.4	
	2	37.8	39.3	41.4	39.5	
Ort.(PxHFA)		38.1cd	39.9bc	40.2abc		
4	0	38.0	40.7	42.5	40.4	40.5a
	1	39.8	40.9	42.8	41.2	
	2	37.4	40.8	41.4	39.9	
Ort.(PxHFA)		38.4cd	40.8ab	42.2a		
8	0	38.4	41.6	41.1	40.4	40.3a
	1	39.5	42.8	42.1	41.5	
	2	33.7	42.8	40.5	39.0	
Ort.(PxHFA)		37.2d	42.4a	41.2ab		
Genel Ort.(HFA)		37.9b	41.0a	40.2a		
Genel Ort.(Zn)	0	40.1ab				
	1	40.7a				
	2	39.4b				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		38.2cd	41.1ab	40.9ab		
1		39.3bc	41.1ab	41.6a		
2		36.3d	41.0ab	41.1ab		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Yürütülen bu çalışmanın Esperia çeşidi kullanıldığı sezonuna dair uygulamalar ve dozlarının interaksiyonunun bin tane sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.9’da gösterilmektedir. Çinko uygulamalarının ortalamalar üzerine istatistiksel bir önemi olmamıştır ancak P ile HFA uygulamalarının bin tane ağırlığı üzerine etkileri görülmüştür. Fosfor uygulanmamış parseller 35.5 g değeriyle P uygulanmış olan parsellere göre daha yüksek çıkmış olup en düşük bin tane ağırlığı 34 g değeriyle P4 uygulamasından elde edilmiştir. Üçlü interaksiyonda ve HFAxZn interaksiyonunda istatistiksel farklılıklar belirlenmemiş olup tüm uygulamalar aynı istatistiksel sınıfta yer almıştır. Ancak PxZn ve PxHFA interaksiyonlarının bin tane sayısı üzerine istatistiksel etkisi görülmüştür. Üçlü interaksiyona bağlı olarak en düşük bin tane ağırlığı HFA5xP4xZn1 uygulamasından 31.0 g değeriyle elde edilirken en yüksek bin

tane ağırlığı 37.9 g değeriyle HFA10xP0xZn1 uygulamalarının olduğu parsellerin ortalamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. HFA, P ve Zn uygulamalarının bin tane sayısına etkisi (g) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	35.4	34.9	33.3	34.6ab	35.5a*
	1	36.5	36.5	37.9	37.0a	
	2	34.1	35.0	36.2	35.1ab	
Ort.(PxHFA)		35.3a	35.5a	35.8a		
4	0	34.7	33.5	35.5	34.5ab	34.0b
	1	33.5	31.0	34.1	32.9b	
	2	35.4	33.0	35.1	34.5ab	
Ort.(PxHFA)		34.5ab	32.5b	34.9		
8	0	35.8	33.9	33.2	34.3ab	34.9ab
	1	34.4	33.0	36.2	34.5ab	
	2	37.3	34.5	35.6	35.8a	
Ort.(PxHFA)		35.8a	33.8ab	35.0ab		
Genel Ort.(HFA)		35.2a	33.9b	35.2a		
Genel Ort.(Zn)	0	34.5				
	1	34.8				
	2	35.1				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		35.3	34.1	34.0		
1		34.8	33.5	36.0		
2		35.6	34.1	35.6		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.1.6. Uygulamaların bitki boyuna etkisi

Çalışmanın Bezostaja kullanıldığı sezonunda uygulanan HFA, P ve Zn ihtivalarının bitki boyu üzerine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.10'a göre, HFA ve P uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi görülürken Zn uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hümik+fulvik asidin uygulanmasıyla bitki boyunda artış gözlemlenmiş olup uygulama yapılmamış parsellerin ortalamasına kıyasla HFA5 ve HFA10 uygulamalarıyla %14 oranında artış saptanmıştır. Fosfor uygulamalarına göre en düşük bitki boyu 65.1 cm ile P4 uygulamasında ve en uzun bitki boyu 68.1 cm ile P8 uygulamasında tespit edilmiş olup istatistiksel olarak farklı sınıflarda yer almışlardır. İkili interaksiyonlardan sadece PxHFA interaksiyonu

istatistiksel fark yaratmıştır. Üçlü interaksiyona göre istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Üçlü interaksiyona bağlı olarak en yüksek bitki boyu HFA ve P'nin en yüksek dozda uygulandığı ve Zn'nin uygulanmadığı parsellerden 74.3 cm ortalama değeriyle elde edilmiştir. En kısa bitkilerin bulunduğu parseller ise HFA'nın hiç uygulanmadığı ancak P ve Zn'nin en yüksek uygulandığı parsellerde 57.9 cm uzunluğunda belirlenmiştir. Her ne kadar HFAxPxZn interakسیونu istatistiksel fark yaratmamış olmasına rağmen HFA uygulamalarına bağlı olarak bitki boyunun arttığı görülmüştür. Örneğin; en yüksek P ve Zn uygulamalarının olduğu parsellerde HFA uygulamalarına bağlı olarak bitki boyunun rakamsal olarak arttığı belirlenmiştir. Hümik+fulvik asidin uygulanmadığı ve P ile Zn'nin en yüksek uygulamaların yapıldığı parsellerdeki bitkilerin boyuna kıyasla, HFA5 uygulamasıyla %24 oranında ve HFA10 uygulamasıyla %27 oranında bitki boyunda artış saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitki boyuna etkisi (cm) (Bezostaja)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	60.6	73.9	66.2	66.9	66.6ab*
	1	63.9	67.6	63.9	65.2	
	2	65.6	71.6	65.8	67.7	
Ort.(PxHFA)		63.4cde	71.0ab	65.3bcd		
4	0	61.8	62.9	66.8	63.8	65.1b
	1	61.0	61.2	72.4	64.8	
	2	59.6	70.1	70.1	66.6	
Ort.(PxHFA)		60.8de	64.7bcde	69.8abc		
8	0	58.0	70.9	74.3	67.7	68.1a
	1	59.3	73.8	73.4	68.9	
	2	57.9	71.7	73.6	67.7	
Ort.(PxHFA)		58.4e	72.2a	73.8a		
Genel Ort.(HFA)		60.9b	69.3a	69.6a		
Genel Ort.(Zn)	0	66.2				
	1	66.3				
	2	67.3				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		60.2	69.2	69.1		
1		61.4	67.5	69.9		
2		61.0	71.1	69.8		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinde uygulamaların bitki boyu üzerine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.11'e göre HFA ve P uygulamalarıyla bitki boyunda artışlar görüldüğü ve Zn uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisinin olmadığını belirlenmiştir. Bitki boyu açısından HFA'nın hiç uygulanmadığı parseller (72.3 cm) ile 5 kg/da (77.6 cm) ve 10 kg/da (76.5 cm) HFA uygulaması yapılan parsellerdeki bitkilerin ortalama boyları istatistiksel olarak farklılık göstermişlerdir. Fosforun en yüksek dozda uygulandığı parsellerdeki bitki boyları (77.0 cm) ve P'nin uygulanmadığı parsellerin boy ortalamalarına (74.2 cm) göre daha uzun çıkmış olup aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İkili interaksiyonların tümünün istatistiksel etkisi görülmüştür ancak üçlü interaksiyonun bitki boyunda etkisi görülmemiştir. Bu sezonda en kısa bitki boyu (67.1cm) HFA0xP4xZn0 uygulamasından elde edilirken en uzun bitki boyu (83.8cm) tüm uygulamaların en yüksek dozda olduğu HFA10xP8xZn2 parsellerinden elde edilmiştir. Her ne kadar üçlü interaksiyonda uygulamalar birbirleriyle aynı sınıflarda belirlenmiş olsalar da HFA ve P uygulamalarına bağlı olarak bitki boyunun rakamsal olarak arttığı anlaşılmıştır. Hümik+fulvik asit ihtivası ile ilgili bir örnek verilecek olursa; P ve Zn'nin en yüksek dozlarda uygulandığı parsellerde, HFA'nın uygulanmadığı bitki boylarıyla kıyaslandığında HFA5 uygulamasıyla %11 ve HFA10 uygulamasıyla %17 oranında artış sağlanmış olup HFA'nın hiç uygulanmadığı parseller ile en yüksek dozda uygulandığı parseller farklı gruplarda yer almışlardır. Fosforun bitki boyunu arttırdığı noktasındaki örnek ise HFA ve Zn'nin en yüksek dozlarda olduğu parsellerden verilebilir; P0 uygulamasına kıyasla P4 uygulamasıyla %7 oranında ve P8 uygulaması ile %17 artış sağlanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitki boyuna etkisi (cm) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	72.6	79.3	78.6	76.8a	74.2b*
	1	76.8	76.1	70.4	74.4abc	
	2	70.7	71.0	71.9	71.2c	
Ort.(PxHFA)		73.4bcd	75.5bc	73.6bcd		
4	0	67.1	76.2	73.9	72.4bc	75.3ab
	1	75.8	77.8	77.6	77.1a	
	2	74.5	78.4	76.7	76.5ab	
Ort.(PxHFA)		72.5cd	77.4ab	76.1abc		
8	0	69.5	78.6	76.4	74.8abc	77.0a
	1	72.1	81.7	79.6	77.8a	
	2	71.5	79.7	83.8	78.3a	
Ort.(PxHFA)		71.0d	80.0a	79.9a		
Genel Ort.(HFA)		72.3b	77.6a	76.5a		
Genel Ort.(Zn)	0	74.7				
	1	76.4				
	2	75.4				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	69.7c	78.0a	76.3ab			
1	74.9ab	78.5a	75.9ab			
2	72.2bc	76.4ab	77.5a			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.1.7. Uygulamaların başak uzunluğuna ve ağırlığına etkisi

Bezostaja buğday çeşidinin kullanıldığı sezonda HFA ve P uygulamalarının başak uzunluğu üzerine etkisi görülürken Zn'nin etkisi görülmemiştir (Çizelge 4.12). Hümik+fulvik asit uygulamalarının en yüksek olduğu parsellerdeki başak uzunluğu ortalaması, diğer HFA uygulamalarının yapıldığı parsellerin ortalamalarına göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ve HFA10 uygulamasında en yüksek başak uzunluğu (8.2 cm) belirlenmiştir. Hiç HFA uygulaması olmayan parsellerdeki başak uzunlukları (7.8 cm) ile en yüksek başak uzunluğunun tespit edildiği HFA10 parselleri kıyaslandığında, 10 kg/da HFA uygulaması ile %6 oranında artış sağlanmıştır. Fosfor uygulamalarının olduğu parsellerin ortalamasına göre P4 uygulaması, diğer uygulamalara göre daha kısa başak uzunluğu sonucunu vermiştir. Çinko

uygulamalarının ortalamalarına göre dozlar arasında farklılık belirlenememiştir. Tüm ikili interaksiyonların ve üçlü interaksiyonun istatistiksel bir fark yaratmadığı belirlenmiştir. Her ne kadar uygulamalara bağlı olarak başak uzunlukları aynı istatistiksel gruplarda yer alsalar da HFA uygulamalarıyla başak uzunluğunun arttığı belirlenmiştir. Başak uzunluğunun en yüksek bulunduğu parsel ortalaması 9.0cm ile P ve Zn'nin uygulanmadığı ancak HFA'nın en yüksek dozda verildiği uygulamalar olmuştur. En düşük başak uzunluğu ise HFA ve Zn'nin uygulanmadığı P4 uygulamasından 6.9cm ile elde edilmiştir. En yüksek başak uzunluğu, en kısa başak uzunluğunun 1.3 katıdır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak uzunluğuna etkisi (cm) (Bezostaja)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	8.0	8.7	9.0	8.6	8.3a*
	1	7.7	8.4	8.4	8.2	
	2	8.7	8.1	7.8	8.2	
Ort.(PxHFA)		8.2	8.4	8.4		
4	0	6.9	7.9	8.2	7.7	7.7b
	1	7.5	7.5	8.1	7.7	
	2	7.8	7.8	8.0	7.8	
Ort.(PxHFA)		7.4	7.7	8.1		
8	0	7.8	8.8	8.2	8.3	8.1a
	1	8.2	8.2	8.4	8.3	
	2	7.3	8.3	8.1	7.9	
Ort.(PxHFA)		7.7	8.4	8.2		
Genel Ort.(HFA)		7.77b	8.18b	8.24a		
Genel Ort.(Zn)	0	8.2				
	1	8.1				
	2	8.0				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		7.6	8.5	8.5		
1		7.8	8.0	8.3		
2		7.9	8.0	7.9		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin kullanıldığı sezonda başak uzunluğu üzerine tüm uygulamaların ve bunların ikili ile üçlü interaksiyonlarının etkisi görülmüştür (Çizelge 4.13). Hümik+fulvik asit uygulamalarıyla başak uzunluğu artmıştır ancak P ve Zn

uygulamaları başak uzunluğunu kısaltmıştır. Çizelge 4.13’den görüleceği üzere, HFA uygulamasının yapılmadığı parsellere kıyasla, 5 kg/da HFA uygulaması ile %13 ve 10 kg/da HFA uygulamasıyla %7 artış belirlenmiş olup bütün uygulamaların ortalamaları farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Çinko ve P uygulamaları ile başak uzunluğu azalmış olup uygulama yapılmayan parseller ile uygulama yapılan parsellerdeki ortalama başak uzunlukları farklı istatistiksel sınıflarda yer almışlardır. Esperia çeşidinin kullanıldığı bu sezonda en kısa başak uzunluğu HFA10xP0xZn1 ve HFA0xP0xZn2 uygulamalarından 5.39 cm değeriyle elde edilirken en uzun başak uzunluğu HFA5xP0xZn0 uygulamasından 10.48 cm uzunluğuyla elde edilmiştir. Rakamsal olarak bakıldığında, P ve Zn uygulamalarının başak uzunluğu üzerine olumsuz bir etkisi görülürken genel olarak uygulamalar ve dozlarının interaksiyonlarına bağlı olarak sonuçlar birbirine benzer çıkmış olup istatistiksel olarak benzer sınıflarda yer almışlardır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak uzunluğuna etkisi (cm) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	7.60b*	10.48a	7.14bc	8.4a	6.6a*
	1	5.73d-f	5.42ef	5.39f	5.5c	
	2	5.39f	5.90c-f	6.25b-f	5.8bc	
Ort.(PxHFA)		6.2b	7.3a	6.3b		
4	0	6.09c-f	6.30b-f	6.26b-f	6.2b	6.1b
	1	6.00c-f	6.21c-f	6.18c-f	6.1bc	
	2	5.73d-f	6.18c-f	6.03c-f	6.0bc	
Ort.(PxHFA)		5.9bc	6.2b	6.2b		
8	0	5.24f	6.15c-f	6.06c-f	5.8bc	6.1b
	1	5.55ef	6.42b-f	6.39b-f	6.1bc	
	2	5.52ef	6.79b-e	7.09b-d	6.5b	
Ort.(PxHFA)		5.4c	6.4b	6.5b		
Genel Ort.(HFA)		5.9c	6.7a	6.3b		
Genel Ort.(Zn)	0	6.8a				
	1	5.9b				
	2	6.1b				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		6.3bc	7.6a	6.5b		
1		5.8cd	6.0bcd	6.0bcd		
2		5.5d	6.3bc	6.5b		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Bezostaja çeşidinin kullanıldığı sezonda uygulanan HFA, P ve Zn uygulamalarının başak ağırlığı üzerine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.14'e göre, P ve Zn uygulamalarının başak ağırlığı üzerine etkisi saptanmazken HFA uygulamalarının dozlarının etkisi görülmektedir. Hümik+fulvik asit uygulamalarına bağlı olarak başak ağırlığında artışlar görülmüş olup en düşük başak ağırlığı HFA uygulamasının olmadığı parsellerin ortalamasında (1.06 g) belirlenirken en yüksek etki HFA10 uygulamalarının yapıldığı parsellerin ortalamalarından (1.33 g) elde edilmiştir. Her ne kadar istatistiksel olarak aynı grupta yer alsalar da 5 kg/da HFA uygulaması ile kontrol grubuna göre başak ağırlığında artış görülmüştür. Fosfor x HFA interaksyonu ile üçlü interaksyonun başak ağırlığı üzerine etkisi görülürken PxZn ve HFAxZn interaksyonlarının etkisi bulunmamıştır. Tüm uygulamalara göre, en düşük başak ağırlığı HFA'nın uygulanmadığı ve P ile Zn'nin en yüksek dozlarda uygulandığı parsellerde 0.62 g ortalama değeriyle bulunmuştur. En ağır başak ağırlığı ise 1.54 g değeriyle HFA10xP0xZn1 parsellerinin ortalamalarında belirlenmiştir. Üçlü interaksyona göre, en düşük değerlerin genel anlamıyla HFA'nın uygulanmadığı parseller olduğu anlaşılmıştır. Diğer taraftan, HFA uygulamaları ile başak ağırlığında artışlar söz konusudur. Her ne kadar HFA10 uygulamalarındaki değerler aynı istatistiksel grupta yer alsalar da en yüksek başak ağırlığı P0xZn1 uygulamalarından 1.54 g değeriyle tespit edilmiştir. Başak ağırlığı üzerine HFA uygulamalarının olumlu etkisiyle beraber, Zn ve P arasındaki antagonistik ilişkinin etkisi görülmüştür. Bu antagonistik etkinin başak ağırlığı üzerine olumsuz etkisinin HFA uygulamalarıyla tolere edildiği P8xZn2 uygulamalarında açıkça görülmektedir; HFA'nın hiç uygulanmadığı parsellerdeki başak ağırlığı en düşük grupta yer almış olup, HFA uygulamaları ile başak ağırlığında artış görülmüştür. Hümik+fulvik asidin uygulanmadığı parsellere kıyasla, 5 kg/da HFA uygulamasıyla %116 ve 10 kg/da HFA uygulamasıyla %74 artış sağlanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak ağırlığına etkisi (g) (Bezostaja)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.96bc*	1.08abc	1.30ab	1.1	1.2
	1	1.05abc	1.19ab	1.54a	1.3	
	2	1.35ab	0.99abc	1.22ab	1.2	
Ort.(PxHFA)		1.12abc	1.09bc	1.35ab		
4	0	1.23ab	1.08abc	1.44ab	1.3	1.2
	1	1.20ab	1.04abc	1.40ab	1.2	
	2	0.96bc	1.14abc	1.34ab	1.1	
Ort.(PxHFA)		1.13abc	1.08bc	1.39a		
8	0	1.11abc	1.19a	1.38ab	1.2	1.1
	1	1.02abc	1.24ab	1.30ab	1.2	
	2	0.62c	1.34ab	1.08abc	1.0	
Ort.(PxHFA)		0.91c	1.26ab	1.25ab		
Genel Ort.(HFA)		1.1b	1.1b	1.3a		
Genel Ort.(Zn)	0	1.2				
	1	1.2				
	2	1.1				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	1.1	1.1	1.4			
1	1.1	1.2	1.4			
2	1.0	1.2	1.2			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin kullanıldığı sezona ait başak ağırlığı üzerine uygulamaların etkisinin gösterildiği Çizelge 4.15'e göre, HFA, P ve Zn uygulamalarıyla başak ağırlığında artış belirlenmiştir. Hümik+fulvik asit ve P uygulamalarının bireysel ortalamalarına göre, uygulama dozlarına bağlı olarak başak ağırlıkları artmış olup kontrol grubu farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Çinko uygulamalarında da dozların artışına bağlı olarak başak ağırlığında artışlar saptanmıştır ve en yüksek dozdaki uygulamayla en yüksek başak ağırlığı (1.8 g) elde edilmiştir. Her ne kadar bireysel olarak HFA, P ve Zn uygulamalarının bireysel etkileri görülse de ikili ve üçlü interaksyonda istatistiksel farklılık belirlenmemiştir. Tüm uygulamalara bağlı olarak en yüksek başak ağırlığı HFA, P ve Zn'nin en yüksek dozlarında olduğu parsellerden 2.2 g değeriyle elde edilmiştir. En düşük başak ağırlığı ise HFA'nın ve P'nin uygulanmadığı ve Zn'nin 1 kg/da uygulandığı parsellerin ortalamasında (1.3 g) belirlenmiştir. Her ne kadar elde edilen sonuçlar aynı istatistiksel gruplarda yer alsa da genel olarak HFA ve P uygulamalarına bağlı olarak başak ağırlığının arttığı, HFA uygulamalarıyla beklenen

P x Zn olumsuz ilişkisinin başak ağırlığı üzerine etkisinin azaldığı görülmektedir. Örneğin; P8 ve Zn2 uygulamalarının olduğu parsellerde HFA uygulamalarıyla başak ağırlığında artışın görüldüğü ve HFA uygulanmış parsellerle (2.1 ve 2.2 g) uygulanmamış parsellerin ortalamalarının (1.5 g) farklı istatistiksel gruplarda yer aldığı görülmektedir. Hümik+fulvik asidin uygulanmadığı ve P ile Zn dozlarının en yüksek olduğu parsellere kıyasla, HFA5 uygulamasıyla %43.8 ve HFA10 uygulamasıyla %48.6 oranında artış belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. HFA, P ve Zn uygulamalarının başak ağırlığına etkisi (g) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	1.4	1.6	1.6	1.5	1.6b*
	1	1.3	1.6	1.6	1.5	
	2	1.3	2.0	1.8	1.7	
Ort.(PxHFA)		1.3	1.7	1.7		
4	0	1.5	1.7	1.7	1.6	1.8a
	1	1.6	1.8	2.1	1.8	
	2	1.6	1.9	1.9	1.8	
Ort.(PxHFA)		1.6	1.8	1.9		
8	0	1.7	1.9	1.8	1.8	1.8a
	1	1.5	1.8	1.8	1.7	
	2	1.5	2.1	2.2	1.9	
Ort.(PxHFA)		1.5	1.9	1.9		
Genel Ort.(HFA)		1.5b	1.8a	1.8a		
Genel Ort.(Zn)	0	1.7b				
	1	1.7b				
	2	1.8a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		1.5	1.8	1.7		
1		1.5	1.8	1.8		
2		1.5	2.0	2.0		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.1.8. Uygulamaların başaktaki tane ağırlığına ve sayısına etkisi

Esperia çeşidine uygulanan HFA, P ve Zn ihtivalarının başaktaki tane ağırlığına etkisinin gösterildiği Çizelge 4.16'ya göre, tüm uygulamaların olumlu etkisi belirlenmiştir; tüm uygulamalarda doz artışlarına bağlı olarak başaktaki tane

ağırlığında artışlar tespit edilmiştir. Üçlü interaksyonun ve PxHFA ile PxZn interaksyonlarının başaktaki tane ağırlığı üzerine etkisi görülmezken HFAxZn interaksyonunun olumlu bir etkisi belirlenmiştir. Tüm uygulamalara göre, en yüksek başaktaki tane ağırlığı 1.6 g değeriyle HFA10xP8xZn1 uygulamasında ve en düşük 1.0 g değeriyle hiçbir HFA ve P uygulamasının yapılmadığı parsellerde belirlenmiş olup en yüksek değer, en düşük değerın 1.60 kat fazlasıdır. Üçlü interaksyon açısından bakıldığında istatistiksel bir fark olmasa da HFA uygulamalarının özellikle P ile Zn dozlarının yüksek olduğu alanlarda başaktaki tane ağırlığını arttırdığı görülmüştür. Örneğin; HFA0xP8x Zn2 parsel ortalamasına kıyasla, HFA5 uygulamasıyla %33 ve HFA10 uygulamasıyla %34 oranlarında artış görülmüştür. Bu durum, PxZn antagonistik ilişkisinin başaktaki tane ağırlığı üzerine oluşabilecek olumsuz etkisinin HFA takviyesiyle giderilebileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.16. HFA, P ve Zn uygulamalarının başaktaki tane ağırlığına etkisi (g) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	1.0	1.2	1.2	1.1	1.2b*
	1	1.0	1.2	1.2	1.1	
	2	1.0	1.4	1.4	1.3	
Ort.(PxHFA)		1.0	1.3	1.3		
4	0	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3a
	1	1.1	1.3	1.6	1.3	
	2	1.1	1.4	1.4	1.3	
Ort.(PxHFA)		1.1	1.3	1.4		
8	0	1.2	1.5	1.3	1.3	1.3a
	1	1.1	1.2	1.5	1.3	
	2	1.2	1.5	1.5	1.4	
Ort.(PxHFA)		1.1	1.4	1.4		
Genel Ort.(HFA)		1.1b*	1.3a*	1.4a*		
Genel Ort.(Zn)	0	1.2b				
	1	1.2b				
	2	1.3a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		1.11bc	1.34ab	1.24abc		
1		1.06c	1.23abc	1.42a		
2		1.10bc	1.46a	1.44a		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidine uygulanan mineral gübrelerin ve HFA'nın başaktaki tane sayısına etkisi Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Başaktaki tane sayısı üzerine uygulamaların bireysel etkilerine göre, Zn uygulamaların etkisi görülmezken P ve HFA uygulamalarıyla artışlar saptanmıştır. Fosforun uygulanmadığı alanlara kıyasla, P4 uygulamasıyla %17 ve P8 uygulamasıyla %13 artış sağlanmış olup uygulama yapılmayan parseller ile uygulama yapılan parseller farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Hümik asit uygulanan alanlar ile uygulanmayan alanlar arasında da anlamlı değişimler görülmüş olup HFA5 uygulaması ile %19'luk bir artış ve HFA10 uygulaması ile %18'lik artışlar belirlenmiştir. En düşük tane sayısı (26.0 adet) HFA0xP0xZn1 uygulamasında belirlenirken, en yüksek (43.13 adet) HFA5xP4xZn2 uygulamasında bulunmuştur. İkili ve üçlü interaksiyonların hiçbirinin istatistiksel bir etkisi belirlenememiştir. Üçlü interaksiyona bağlı olarak başaktaki tane sayıları aynı istatistiksel sınıfta yer alsalar da HFA ve P uygulamalarına bağlı olarak artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Örneğin, P8xZn2 uygulamalarının yapıldığı parsellerde HFA uygulamalarına bağlı olarak artışlar saptanmıştır; HFA0 parsellerine kıyasla, HFA5 uygulaması ile %23 ve HFA10 uygulaması ile %34 artış görülmüştür. Buradan P ile Zn arasında oluşabilecek antagonistik ilişkinin önemli bir parametre olan başaktaki tane sayısı üzerine etkilerinin giderilebileceği ve HFA'nın başaktaki tane sayısı üzerine artış sağlayabileceği düşüncesine ulaşılmaktadır. Fosfor uygulamalarının da başaktaki tane sayısı üzerine olumlu etkilerine örnek verilecek olursa, Zn ve HFA'nın uygulanmadığı alanlarda P uygulanmayan alanlara kıyasla hem P4 hem de P8 uygulaması ile %31 oranında artış belirlenmiştir. Bu durumun benzeri HFA'nın ve Zn'nin uygulama yapıldığı alanlarda da belirlenebilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. HFA, P ve Zn uygulamalarının başaktaki tane sayısına etkisi (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	26.9	34.7	35.2	32.29	32.2b*
	1	26.0	30.6	33.4	29.99	
	2	28.8	37.4	36.6	34.29	
Ort.(PxHFA)		27.3	34.3	35.1		
4	0	35.2	37.2	35.1	35.83	37.8a
	1	33.4	38.5	42.8	38.22	
	2	35.7	43.1	39.4	39.38	
Ort.(PxHFA)		34.7	39.6	39.1		
8	0	35.4	39.9	37.6	37.60	36.5a
	1	31.7	39.8	33.9	35.14	
	2	30.8	37.7	41.4	36.64	
Ort.(PxHFA)		32.6	39.1	37.6		
Genel Ort.(HFA)		31.5b	37.7a	37.3a		
Genel Ort.(Zn)	0	35.2				
	1	34.5				
	2	36.8				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	32.5	37.3	36.0			
1	30.4	36.3	36.7			
2	31.8	39.4	39.1			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2. Bitki Besin Elementlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Bezostaja çeşidinde HFA, Zn ve P uygulamalarının ve dozlarının başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinde bazı element içeriklerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de gösterilmiştir. Bezostaja çeşidinde HFA uygulamalarıyla bitkinin N, P, Ca ve Zn içerikleri etkilenmiştir. Fosfor uygulamaları ile N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn ve Cu içeriklerinde değişimler belirlenmiştir. Çinko uygulamaları ile P ve Ca miktarları etkilenmiştir. Hümik+fulvik asit ve P interaksyonundan dolayı başaklanma döneminde alınan bitki örneklerindeki P ve Mg miktarları etkilenmiştir. Çinko ve HFA interaksyonuyla P, K, Zn ve Cu içeriklerinde değişimler meydana gelmiştir. Fosfor ve Zn’nin interaksyonu ile N, P, Ca Zn, Mn ve Cu içeriklerinde farklılıklar oluşmuştur. Üçlü interaksyon (HFAxPxZn) ise P, Ca ve Zn içeriklerinde etki yaratmıştır (Çizelge 4.18).

Başaklanma döneminde Esperia çeşidinden alınan bitki örneklerinin besin elementi varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.19) göre HFA uygulamalarından dolayı P, Zn ve Mn içeriklerinde farklılıklar belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları ile N hariç tüm elementlerde farklılıklar görülmüştür. Çinko uygulamalarıyla bitki örneklerinde P, Mg, Zn ve Cu içeriklerinde farklılıklar saptanmıştır. Hümik+fulvik asit ve P interaksyonu sonucunda, bitki Zn ve Cu içerikleri üzerine etkisi görülmüştür. Çinko ve HFA interaksyonunun Zn içeriği üzerine etkileri 0.001 önem düzeyinde farklı bulunmuştur. Fosfor ve Zn'nin interaksyonunun bitki örneklerinin Ca, Mg ve Mn içerikleri hariç diğer elementlerin içerikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Üçlü interaksyonun 2. sezon başaklanma döneminde alınan bitki örneklerindeki elementleri üzerine etkisi bulunmamıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.18. Bezostaja çeşidinde başaklanma dönemi bitki analiz sonuçlarına ait varyans analiz tablosu

VK	SD	F Değerleri							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
HFA	2	4.12*	9.96**	0.07	4.20*	1.27	13.50**	0.63	1.17
P	2	10.36**	3.25*	8.41**	5.14**	66.78**	9.30**	3.95*	16.64**
Zn	2	0.01	63.12**	0.22	5.08**	1.09	2.07	3.01	0.38
HFA x P	4	0.50	4.45**	2.28	0.55	4.68**	0.90	1.38	0.16
HFA x Zn	4	2.41	47.51**	4.60**	1.55	0.69	6.89**	1.35	6.42**
P x Zn	4	3.59*	6.84**	2.08	6.21**	2.01	2.95*	2.87*	7.29**
HFA x P x Zn	8	1.74	11.71**	1.21	3.60**	1.43	4.95**	0.31	0.46

*p>0.05, **p>0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik Derecesi, HFA: Hümik+fulvik asit, N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Zn: Çinko, Mn: Mangan ve Cu: Bakır

Çizelge 4.19. Esperia çeşidinde başaklanma dönemi bitki analiz sonuçlarına ait varyans analiz tablosu

VK	SD	F Değerleri							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
HFA	2	0.65	16.70**	0.45	0.76	0.89	6.52**	3.24*	0.80
P	2	0.22	87.20**	4.15*	4.33*	7.53**	20.04**	3.22*	5.79**
Zn	2	0.08	22.67**	0.29	2.33	6.65**	68.86**	2.85	4.88*
HFA x P	4	2.35	2.04	1.37	0.76	2.28	3.91**	0.99	3.24*
HFA x Zn	4	0.25	0.33	0.84	1.55	1.14	7.13**	0.81	1.00
P x Zn	4	2.79*	7.99**	2.75*	1.05	0.81	3.29*	0.76	2.62*
HFA x P x Zn	8	1.09	1.87	1.22	1.12	0.90	2.00	0.41	0.40

*p>0.05, **p>0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik Derecesi, HFA: Hümik+fulvik asit, N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Zn: Çinko, Mn: Mangan ve Cu: Bakır

Bezostaja çeşidine uygulanmış olan HFA, P ve Zn ihtivalarının saptaki bazı bitki besin elementleri üzerine etkisinin gösterildiği varyans analiz tablosu Çizelge 4.20’de verilmiştir. Hümik+fulvik asit uygulamaları ile saptaki Mg, Zn ve Mn içerikleri farklı önem seviyelerinde değişimler göstermiştir. Fosfor uygulamalarıyla K, Zn ile Mn $p<0.01$ önem derecesinde farklılıklar göstermiştir. Çinko uygulamalarıyla saptaki Zn içeriğini etkilenmiştir. Fosfor ve HFA interaksyonuyla Zn etkilenmiştir. Çinko ve HFA interaksyonundan dolayı saptaki K ve Zn içerikleri etkilenmiştir. Fosfor ve Zn interaksyonunun saptaki Mg ve Zn miktarları üzerine etkisi saptanmıştır. Tüm uygulamaların interaksyonu sebebiyle saptaki Zn ve Mn miktarları farklı önem düzeylerinde etkilenmiştir (Çizelge 4.20).

Esperia çeşidinin kullanıldığı sezonda uygulanan HFA, Zn ve P uygulamalarının saptaki bazı bitki besin elementlerinin üzerine etkileri Çizelge 4.21’de gösterilmektedir. Bahsi geçen çizelgeden anlaşılabacağı üzere HFA uygulamalarıyla saptaki N, P, K ve Zn içerikleri etkilenmiştir. Fosfor uygulamalarıyla saptaki N ve K miktarı hariç diğer tüm elementlerde farklı önem düzeylerinde etkiler saptanmıştır. Çinko uygulamalarının saptaki P, Ca, Mg, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonları üzerine etkisi belirlenmiştir. Fosfor ile HFA interaksyonu, saptaki K ve Zn içeriklerini etkilemiştir. Çinko ile HFA uygulamalarının interaksyonu, saptaki bitki besin elementlerinin içerikleri üzerine etki yaratmamıştır. Fosfor ile Zn interaksyonunun ise tüm elementlerin üzerinde etkisi görülmüştür. Üçlü interaksyonun saptaki Zn içeriği haricinde etkisi saptanmamıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20. Bezostaja çeşidinde saptaki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu

VK	SD	F Değerleri							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
HFA	2	1.88	0.36	1.27	0.44	4.80*	8.97**	4.23*	0.55
P	2	3.04	0.55	7.35**	7.02**	2.15	91.51**	8.67**	1.77
Zn	2	1.57	1.47	0.65	4.18*	0.89	12.10**	0.31	1.48
HFA x P	4	1.87	2.91	1.43	1.01	0.22	5.57**	1.81	0.41
HFA x Zn	4	0.18	1.30	4.11**	0.90	2.68*	13.64**	1.33	0.57
P x Zn	4	2.03	2.99	0.94	0.52	1.07	16.26**	0.26	1.34
HFA x P x Zn	8	0.73	1.24	0.46	1.49	1.0.	9.36**	2.31*	1.02

*p>0.05, **p>0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik Derecesi, HFA: Hümik+fulvik asit, N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Zn: Çinko, Mn: Mangan ve Cu: Bakır

Çizelge 4.21. Esperia çeşidinde saptaki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu

VK	SD	F Değerleri							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
HFA	2	3.92*	3.41*	11.90**	1.11	0.09	3.32*	2.30	0.60
P	2	2.36	179.61**	10.05**	10.58**	30.92**	3.68*	5.05**	222.77**
Zn	2	1.56	50.34**	5.65**	8.21**	15.78**	9.92**	4.25*	37.57**
HFA x P	4	1.05	1.96	3.19**	1.26	0.16	8.14**	0.73	1.02
HFA x Zn	4	1.39	0.21	1.61	1.26	0.26	1.51	0.60	2.02
P x Zn	4	2.96*	34.09**	10.33**	2.92*	3.25*	1.76	3.38*	42.36**
HFA x P x Zn	8	0.55	1.53	0.95	0.24	0.31	4.85**	1.65	1.74

*p>0.05, **p>0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik Derecesi, HFA: Hümik+fulvik asit, N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Zn: Çinko, Mn: Mangan ve Cu: Bakır

Tanede bulunan bitki besin elementleri açısından Bezostaja çeşidinde uygulamaların etkisinin gösterildiği Çizelge 4.22'ye göre HFA uygulamalarının Mg ile Zn içerikleri üzerine $p<0.01$ önem derecesinde ve Cu içeriği üzerine $p<0.01$ önem derecesinde etkisi görülmüştür. Fosfor uygulamalarıyla N, Ca, Zn ve Cu farklı önem derecelerinde etkilenmişlerdir. Çinko uygulamasıyla tanedeki P, Zn ve Cu içerikleri farklı önem derecelerinde etkilenmişlerdir. Fosfor x HFA interaksyonu farklı önem düzeyinde tanedeki P ile Ca ($p<0.01$), Zn ($p<0.01$) ve Cu ($p<0.05$) miktarını etkilemiştir. Çinko x HFA interaksyonunun tanedeki P, Ca ve Cu miktarları üzerine farklı önem seviyelerinde etkisi görülmüştür. Fosfor x Zn interaksyonunun Mg, Zn ve Mn elementleri haricindeki tüm elementlerin miktarları üzerine etkisi görülmüştür. Üçlü interaksyonun etkisi, tanedeki Ca ($p<0.01$) miktarı haricindeki diğer elementlerde görülmemiştir (Çizelge 4.22).

Esperia çeşidine uygulanan HFA, P ve Zn ihtivalarının tanedeki bazı besin elementleri üzerine etkisinin gösterildiği varyans analiz tablosuna (Çizelge 4.23) göre, HFA uygulamalarıyla tanedeki P ($p<0.01$) ve Mn ($p<0.05$) içerikleri etkilenmiştir. Fosfor uygulamalarının tanedeki N, P, Ca, Mg, Zn ve Mn içerikleri üzerine $p<0.01$ önem düzeyinde etkisi saptanmıştır. Çinko uygulamalarının farklı önem düzeylerinde tanedeki P ($p<0.05$), Ca, Zn ve Mn ($p<0.01$) içerikleri üzerinde etkisi belirlenmiştir. Fosfor x HFA interaksyonunun tanedeki Mg ($p<0.05$) ve Cu ($p<0.01$) içeriği üzerinde etkisi görülmüştür. Çinko x HFA interaksyonu ile tanedeki Mg $p<0.05$ düzeyinde etkilenmiştir. Fosfor x Zn interaksyonuyla tanedeki P, Ca, Mg, Zn ve Mn farklı önem düzeylerinde etkilenmişlerdir. Üçlü interaksyon ile tanedeki P ($p<0.01$) ve Zn ($p<0.05$) miktarları etkilenmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.22. Bezostaja çeşidinde tanedeki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu

VK	SD	F Değerleri							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
HFA	2	1.15	2.26	0.09	0.30	7.90**	15.98**	0.49	6.39**
P	2	27.95**	2.92	2.54	5.12**	0.43	4.64*	1.41	67.86**
Zn	2	2.07	4.10*	0.85	2.17	1.51	3.22*	0.58	5.51**
HFA x P	4	0.67	4.07**	0.69	0.21	0.90	6.24**	0.83	2.61*
HFA x Zn	4	0.70	6.35**	2.86	0.05	1.71	1.53	1.35	3.02*
P x Zn	4	8.74**	10.40**	4.27**	2.04	0.30	1.13	1.13	6.03**
HFA x P x Zn	8	1.02	1.14	0.57	0.63	0.88	0.65	1.00	1.86

*p>0.05, **p>0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik Derecesi, HFA: Hümik+fulvik asit, N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Zn: Çinko, Mn: Mangan ve Cu: Bakır

Çizelge 4.23. Esperia çeşidinde tanedeki bitki besin elementi içeriklerine ait varyans analiz tablosu

VK	SD	F Değerleri							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
HFA	2	0.45	6.41**	1.43	0.10	1.06	1.14	3.71*	0.66
P	2	7.96**	11.70**	1.13	37.90**	34.01**	28.00**	34.28**	1.73
Zn	2	0.12	4.12*	0.52	13.30**	1.85	21.57**	18.78**	0.21
HFA x P	4	2.53	0.73	0.98	0.85	3.25*	0.34	1.80	4.51**
HFA x Zn	4	1.26	1.74	0.94	1.90	3.24*	0.78	2.19	0.81
P x Zn	4	0.92	9.19**	0.67	3.25*	4.33**	5.03**	6.86**	1.53
HFA x P x Zn	8	0.58	2.92**	1.20	1.30	0.81	2.24*	1.18	1.08

*p>0.05, **p>0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik Derecesi, HFA: Hümik+fulvik asit, N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Zn: Çinko, Mn: Mangan ve Cu: Bakır

Esperia eşidinin kaldırdığı toplam (sap+tane) bitki besin elementlerine ait varyans analiz tablosu izelge 4.24’de gösterilmektedir. Bahsedilen çizelgeden anlaşılacağı üzere, HFA uygulamalarıyla topraktan kaldırılan K miktarı $p<0.05$ önem derecesinde etkilenmiştir. Fosfor uygulamaları, topraktan kaldırılan tüm elementlerin miktarları üzerine farklı önem derecelerinde etki yapmıştır. Çinko uygulamalarıyla topraktan kaldırılan P ($p<0.01$), Mg ($p<0.01$) ve Zn ($p<0.05$) elementlerinin miktarları etkilenmişlerdir. Hümik+fulvik asit x P ve HFA x Zn interaksiyonlarının topraktan kaldırılan besin elementi miktarları üzerine etkisi olmamıştır. Fosfor x Zn interaksiyonunun topraktan kaldırılan P ve K miktarları üzerine $p<0.01$ önem düzeyinde ve Ca, Mg, Zn ve Cu üzerine $p<0.05$ önem düzeyinde etkileri görülmüştür. Üçlü interaksiyonunun topraktan kaldırılan bitki besin elementi üzerine etkisi görülmemiştir (izelge 4.24).

Çizelge 4.24. Esperia çeşidinde topraktan toplam kaldırılan (sap+tane) besin elementi miktarlarına ait varyans analiz tablosu

VK	SD	F Değerleri							
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
HFA	2	0.46	0.36	3.90*	0.12	0.16	0.33	0.45	0.24
P	2	4.93*	9.28**	26.52**	30.39**	35.70**	13.83**	23.57**	53.08**
Zn	2	0.46	7.84**	2.13	2.52	6.05**	3.88*	0.50	1.58
HFA x P	4	0.42	1.41	2.51	0.94	0.31	2.18	0.3	0.84
HFA x Zn	4	0.48	0.14	1.25	0.53	0.82	0.62	0.25	0.23
P x Zn	4	0.78	11.56**	6.41**	2.26	3.22*	2.95*	1.60	2.72*
HFA x P x Zn	8	0.46	1.19	0.52	0.27	0.51	1.25	0.58	0.61

*p>0.05, **p>0.01, VK: Varyasyon Kaynakları, SD: Serbestlik Derecesi, HFA: Hümik+fulvik asit, N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Zn: Çinko, Mn: Mangan ve Cu: Bakır

4.2.1. Uygulamaların azot içeriği üzerine etkisi

4.2.1.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin azot içerikleri

Bezostaja çeşidinin kullanıldığı sezondaki başaklanma döneminde alınan bitki örneklerindeki N içeriğine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.25'e göre HFA ve P uygulamalarının etkisi görülmüştür, ancak Zn uygulamaları istatistiksel olarak fark yaratmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına bağlı olarak bitkideki N miktarında artış saptanmış olup en düşük ve en yüksek HFA'nın uygulandığı bitki N içerikleri, sırasıyla %2.19 ve %2.35 bulunmuş olup farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Fosfor uygulamasına bağlı olarak bitkideki N miktarı da uygulama dozlarına bağlı olarak değişimler göstermiştir. Fosfor uygulama ortalamalarına göre, en yüksek N içeriğinin bulunduğu sınıf P'nin hiç uygulanmadığı parsellerde %2.37 olarak belirlenirken en düşük N içeriği %2.09 değeriyle 4 kg/da P uygulanan alanların ortalamalarında tespit edilmiştir. İkili ve üçlü interaksyonların hiçbirisi istatistiksel fark yaratmamıştır. Bezostaja çeşidinin kullanıldığı bu sezonda tüm uygulamalara göre başaklanma döneminde alınan bitki örneklerindeki en yüksek N içeriği, HFA'nın en yüksek olduğu ancak P ve Zn'nin uygulanmadığı parsellerden %2.79 değeriyle elde edilmiştir. En düşük bitki N içeriği ise HFA5xP4xZn2 uygulama alanlarında %1.87 miktarıyla tespit edilmiştir. Genel anlamıyla, HFAxPxZn interaksyonu ile tüm uygulamaların birbirine benzer istatistiksel gruplarda olduğunu söylenebilse de HFA'nın uygulandığı alanlarda uygulanmamış olan alanlara nazaran rakamsal olarak daha yüksek N'nin olduğu görülmektedir. Buna örnek vermek gerekirse, P ve Zn'nin en yüksek olduğu parsellerde, HFA'nın hiç uygulanmadığı alanlara kıyasla HFA5 ile %30 ve HFA10 uygulamasıyla %39 artış sağlanmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki N içeriğine etkisi (Bezostaja)
(%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	2.38	2.14	2.79	2.44a	2.37a*
	1	2.42	2.51	2.45	2.46a	
	2	2.01	2.28	2.37	2.22ab	
Ort.(PxHFA)		2.27	2.31	2.54		
4	0	2.08	1.97	1.92	1.99b	2.09b
	1	2.05	2.37	2.08	2.16ab	
	2	2.06	1.87	2.38	2.10ab	
Ort.(PxHFA)		2.06	2.07	2.12		2.28ab
8	0	2.30	2.17	2.44	2.30ab	2.28a
	1	2.18	2.04	2.19	2.13ab	
	2	2.18	2.48	2.57	2.41a	
Ort.(PxHFA)		2.22	2.23	2.40		
Genel Ort.(HFA)		2.19	2.20	2.35		
Genel Ort.(Zn)	0	2.25				
	1	2.25				
	2	2.25				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	2.26	2.09	2.38			
1	2.22	2.30	2.24			
2	2.08	2.21	2.44			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin kullanıldığı denemede başaklanma döneminde alınan bitki örneklerindeki N içeriği üzerine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.26'ya göre uygulamaların, dozlarının ve tüm interaksiyonların bitki N içeriği üzerine etkisi belirlenememiştir. En yüksek bitki N içeriği %2.31 değeriyle HFA5xP8xZn0 uygulama parsellerinden elde edilirken en düşük bitki N içeriği %1.65 olarak HFA0xP8xZn2 uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki N içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	2.17	1.82	1.91	1.97ab*	1.97
	1	2.11	2.09	1.91	2.04a	
	2	1.91	1.96	1.87	1.91ab	
Ort.(PxHFA)		2.07	1.96	1.90		
4	0	1.89	1.82	1.72	1.81b	1.94
	1	1.95	1.94	1.86	1.92ab	
	2	2.26	2.08	1.93	2.09a	
Ort.(PxHFA)		2.03	1.95	1.84		
8	0	1.89	2.31	2.03	2.08a	1.98
	1	1.97	2.00	1.96	1.98ab	
	2	1.65	1.88	2.11	1.88b	
Ort.(PxHFA)		1.84	2.06	2.03		
Genel Ort.(HFA)		1.98	1.99	1.92		
Genel Ort.(Zn)	0	1.95				
	1	1.98				
	2	1.96				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	1.99	1.98	1.89			
1	2.01	2.01	1.91			
2	1.94	1.97	1.97			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.1.2. Sap azot içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan sap örneklerinin N içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.27'ye göre hiçbir uygulamanın sap N içeriği üzerine etkisi görülmemiştir. Bu sezonda alınan sap örneklerinin N içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.27'ye göre en düşük sap N içeriği HFA10xP8xZn2 uygulamasından (%0.48) ve en yüksek N içeriği HFA0xP8xZn1 (%0.94) uygulamasından elde edilmiştir. Üçlü ve tüm ikili interaksiyonlara bağlı olarak tüm uygulamalar istatistiksel olarak aynı sınıfta yer almıştır (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap N içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.70	0.80	0.69	0.73	0.71
	1	0.67	0.70	0.69	0.68	
	2	0.75	0.73	0.68	0.72	
Ort.(PxHFA)		0.71	0.74	0.69		
4	0	0.72	0.69	0.64	0.68	0.67
	1	0.66	0.69	0.78	0.71	
	2	0.63	0.63	0.64	0.63	
Ort.(PxHFA)		0.67	0.67	0.68		
8	0	0.57	0.53	0.49	0.53	0.62
	1	0.94	0.69	0.56	0.73	
	2	0.66	0.64	0.48	0.59	
Ort.(PxHFA)		0.72	0.62	0.51		
Genel Ort.(HFA)		0.70	0.68	0.63		
Genel Ort.(Zn)	0	0.65				
	1	0.71				
	2	0.65				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.66	0.67	0.61			
1	0.75	0.69	0.67			
2	0.68	0.67	0.60			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinde saptaki N miktarlarının gösterildiği Çizelge 4.28'in incelenmesiyle P ve Zn uygulamalarının N içeriği üzerine etkisi görülmezken HFA uygulamalarının etkisi belirlenmiştir. Hümik+fulvik asit ihtivasıyla istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiş olup en yüksek sap N içeriği ortalama olarak %0.44 değeriyle 5 kg/da HFA uygulamasından elde edilmiştir ve diğer uygulamaların ortalamalarından istatistiksel olarak farklı çıkmıştır. Üçlü ve PxHFA, HFAxZn interaksyonlarında istatistiksel fark belirlenmemiştir. Fosfor x Zn interaksyonu saptaki N içeriğinin etkilemiş olup en yüksek P0xZn0 ve en düşük P0xZn2 kombinasyonlarında belirlenmiştir. Esperia çeşidinden alınan sap örneklerindeki en yüksek N içeriği %0.53 değeriyle P ve Zn'nin uygulanmadığı ve HFA'nın 5 kg/da uygulandığı parsellerde tespit edilmiştir. En düşük sap N içeriği ise HFA10xP0xZn2 parsellerinde %0.33 olarak belirlenmiştir. Genel olarak, en düşük ve en yüksek N'nin belirlendiği parsellerin haricinde, diğer

parsellerin sap N içerikleri istatistiksel olarak en yüksek ve en düşük parsellere benzer çıkmış ve rakamsal olarak birbirine yakın sonuçlar vermiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap N içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.42	0.53	0.51	0.49a*	0.43
	1	0.40	0.40	0.41	0.40ab	
	2	0.41	0.42	0.33	0.39b	
Ort.(PxHFA)		0.41	0.45	0.42		
4	0	0.41	0.49	0.41	0.44ab	0.43
	1	0.44	0.44	0.36	0.41ab	
	2	0.41	0.50	0.38	0.43ab	
Ort.(PxHFA)		0.42	0.48	0.39		
8	0	0.35	0.39	0.39	0.38b	0.39
	1	0.40	0.42	0.40	0.41ab	
	2	0.39	0.40	0.40	0.40ab	
Ort.(PxHFA)		0.38	0.40	0.40		
Genel Ort.(HFA)		0.40b*	0.44a	0.40b		
Genel Ort.(Zn)	0	0.43				
	1	0.41				
	2	0.41				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.39	0.47	0.44		
1		0.41	0.42	0.39		
2		0.40	0.44	0.37		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.1.3. Tane azot içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan tane örneklerinin N içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.29'a göre HFA ve Zn uygulamalarının tanedeki N içeriği üzerine etkisi görülmemiştir ancak artan P dozlarına bağlı olarak tohumdaki N içeriğindeki düşüşler istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Fosfor x HFA ve HFAxZn interaksiyonları istatistiksel bir fark yaratmazken PxZn interaksiyonu istatistiksel olarak fark oluşturmuştur. Fosfor x Zn interaksiyonuna göre en düşük ve en yüksek tane N içerikleri sırasıyla, P8xZn2 ve P0xZn2 kombinasyonlarında belirlenmiştir. Üçlü interaksiyon tanedeki N içeriğinde

istatistiksel bir fark yaratmamıştır. Bu sezonda alınan tane örneklerindeki en yüksek N içeriği HFA ve Zn'nin en yüksek dozları ile P'nin uygulanmadığı parsellerden %3.63 olarak elde edilmiştir. En düşük tohum N içeriği ise HFA5xP8xZn1 (%2.28) parsellerinin ortalamalarında tespit edilmiştir. Üçlü interaksyonda her ne kadar tüm uygulamalar aynı istatistiksel sınıfta yer alsalar da HFA5 uygulama alanlarında P dozlarının artışıyla tohumdaki N miktarı düşüş göstermiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane N içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	2.59	2.87	2.57	2.68bc*	2.95a*
	1	2.79	3.02	2.79	2.87b	
	2	3.10	3.22	3.63	3.32a	
Ort.(PxHFA)		2.83	3.04	3.00		
4	0	2.55	2.71	2.68	2.65bc	2.54b
	1	2.37	2.53	2.53	2.48c	
	2	2.48	2.50	2.51	2.50bc	
Ort.(PxHFA)		2.47	2.58	2.58		
8	0	2.65	2.64	2.64	2.64bc	2.49b
	1	2.58	2.28	2.45	2.44c	
	2	2.30	2.46	2.38	2.38c	
Ort.(PxHFA)		2.51	2.46	2.49		
Genel Ort.(HFA)		2.60	2.69	2.69		
Genel Ort.(Zn)	0	2.66				
	1	2.59				
	2	0.41				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		2.60	2.74	2.63		
1		2.58	2.61	2.59		
2		2.63	2.73	2.84		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınan tane örneklerinin N içeriği Çizelge 4.30'da gösterilmektedir. Tanedeki N içeriği üzerine HFA ve Zn uygulamalarının etkisi belirlenememiş olup tüm parseller aynı istatistiksel gruplar içerisinde yer almışlardır. Fosfor uygulamalarına bağlı olarak tanedeki N içeriğinde düşüşler görülmüştür. Fosfor uygulamalarına bağlı olarak, en yüksek ve en düşük N içerikleri sırasıyla, P0 (%2.00)

ve P8 (%1.81) uygulamalarında belirlenmiştir ve P uygulamasının yapılmadığı parsellerin ortalaması P uygulamasının yapıldığı parsellerden istatistiksel olarak farklı çıkmıştır. İkili ve üçlü interaksiyonlara göre, uygulamalar ile dozlarının tohumdaki N içeriği üzerine etkisi saptanmamıştır. Esperia çeşidinden alınan tane örneklerindeki en yüksek N içeriği %2.17 değeriyle HFA5xP0xZn2 uygulamalarının olduğu parsellerden elde edilmiştir. En düşük tane N içeriği ise %1.66 miktarıyla HFA10xP4xZn1 uygulama parsellerinde saptanmıştır. En düşük ve en fazla N miktarı karşılaştırıldığında 1.3 katlık bir farklılık belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane N içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	2.01	1.82	1.96	1.93	2.00a*
	1	2.08	1.92	2.11	2.04	
	2	1.94	2.17	2.00	2.03	
Ort.(PxHFA)		2.01	1.97	2.02		
4	0	2.02	1.82	1.86	1.90	1.86b
	1	1.94	1.82	1.66	1.81	
	2	1.90	2.02	1.68	1.87	
Ort.(PxHFA)		1.95	1.89	1.73		
8	0	1.86	1.76	1.93	1.85	1.81b
	1	1.72	1.75	1.86	1.78	
	2	1.75	1.70	1.92	1.79	
Ort.(PxHFA)		1.77	1.74	1.90		
Genel Ort.(HFA)		1.91	1.86	1.89		
Genel Ort.(Zn)	0	1.89				
	1	1.87				
	2	1.90				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		1.96	1.80	1.92		
1		1.91	1.83	1.88		
2		1.86	1.96	1.87		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.1.4. Topraktan kaldırılan toplam azot miktarı

Esperia çeşidinin topraktan kaldırdığı toplam (sap+tane) N miktarının gösterildiği Çizelge 4.31'e göre, P uygulamaları istatistiksel olarak fark yaratırken diğer ihtivalar ile dozlarının önemi görülmemiştir. En yüksek P dozu, topraktan kaldırılan toplam N miktarını arttırmış olup diğer P dozlarından istatistiksel olarak farklı çıkmıştır. Fosforun hiç uygulanmadığı alanlar (%5.92) baz alınarak, 4 kg/da P uygulamasıyla %10 ve 8 kg/da P uygulamasıyla %17 oranlarında topraktan kaldırılan toplam N miktarı artış göstermiştir. İkili ve üçlü interaksiyonların hiçbirisi istatistiksel bir fark yaratmamıştır. Uygulamalar ve dozların interaksiyonuna bağlı olarak, topraktan kaldırılan N miktarında istatistiksel farklılıklar belirlenememiş olmasına rağmen P uygulamasının artmasıyla rakamsal olarak artışlar gözlemlenmiştir. Örneğin; HFA5xZn0 parsellerindeki P0, P4 ve P8 uygulamaları kıyaslandığında P uygulanmayan alanlara kıyasla P4 uygulamasıyla %80 ve P8 uygulamasıyla %58 artış belirlenmiştir. Başka bir örnek vermek gerekirse, HFA10xZn2 uygulama parsellerinde, P0 parsellerine oranla, P4 uygulamasıyla %3.1 ve P8 uygulamasıyla %37 oranında artış görülmüştür. Topraktan kaldırılan en düşük ve en yüksek N miktarları sırasıyla, 5.25 kg/da ile HFA10xP0xZn2 ve 7.57 kg/da ile HFA10xP8xZn0 uygulama alanlarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) N miktarına etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	6.50	6.12	5.88	6.16	5.92b*
	1	6.19	5.32	5.71	5.74	
	2	6.25	6.05	5.25	5.85	
Ort.(PxHFA)		6.31	5.83	5.61		
4	0	6.30	6.92	6.98	6.73	6.53ab
	1	6.83	6.89	6.53	6.75	
	2	6.39	6.53	5.42	6.11	
Ort.(PxHFA)		6.51	6.78	6.31		
8	0	6.79	6.70	7.57	7.02	6.93a
	1	6.22	7.41	5.95	6.53	
	2	7.37	7.14	7.26	7.26	
Ort.(PxHFA)		6.80	7.08	6.93		
Genel Ort.(HFA)		6.54	6.56	6.28		
Genel Ort.(Zn)	0	6.64				
	1	6.34				
	2	6.41				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	6.53	6.57	6.81			
1	6.42	6.54	6.06			
2	6.67	6.57	5.98			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.2. Uygulamaların fosfor içeriği üzerine etkisi

4.2.2.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin fosfor içerikleri

Bezostaja çeşidinde başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin P içeriği üzerine HFA, P ve Zn uygulamalarının etkisinin gösterildiği Çizelge 4.32'ye göre HFA ve Zn uygulamalarının etkisi görülürken P uygulamalarının etkisi görülmemiştir. Hümik+fulvik asit uygulamalarının en yüksek dozunda P içeriği en yüksek değere (%0.17) ulaşırken HFA0 ve HFA5 uygulamalarının yapıldığı parsellerinin (%0.15) ortalamalarından farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Çinko uygulama dozlarına bağlı olarak parsellerin ortalamaları istatistiksel açıdan birbirinden farklı olarak

bulunmuştur ve Zn dozlarının artışıyla bitki P içeriğinde düşüşler belirlenmiştir. İkili ve üçlü interaksyonların tümünde istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Üçlü interaksyona göre HFA uygulamalarıyla P içeriğinin arttığı anlaşılmaktadır. Örneğin; P ve Zn'nin hiç uygulanmadığı alanlar incelendiğinde HFA uygulamalarına bağlı olarak bitkideki P miktarındaki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı değişimler olduğu görülebilir. Çinko uygulamaları ile bitki P içeriğinde rakamsal düşüşler ve farklı istatistiksel grupların oluştuğu fark edilmiştir. Örneğin; özellikle HFA5 ve HFA10'un uygulandığı parsellerde artan Zn miktarına oranla bitkideki P miktarında azalmalar görülmüştür. Hümik+fulvik asidin 5 kg/da uygulandığı P0 grubunda Zn0 uygulamasına kıyasla, Zn1 uygulamasıyla %17.6 ve Zn2 uygulamasıyla %41.2 azalma tespit edilmiştir. Benzer şekilde HFA10 ve P0 uygulamalarının olduğu parsellerde Zn1 uygulamasıyla %22.7 ve Zn2 uygulamasıyla %40.9 azalma saptanmış olup Zn uygulamalarına bağlı olarak farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Farklı bir örnek vermek gerekirse, HFA10 ve P8 uygulamalarının olduğu parsellerde Zn1 ve Zn2 uygulamalarına bağlı olarak Zn'nin hiç uygulanmadığı parseller baz alınarak sırasıyla %39.1 ve %43.5 oranında azalmalar olmuştur. Bitkideki en yüksek P içeriğine HFA10xP8xZn0 uygulamasıyla %0.23 değerinde ulaşılırken en düşük bitki P miktarı %0.10 değerinde HFA5xP0xZn2 uygulama parselleri ortalamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki P içeriğine etkisi (Bezostaja)
(%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.12g-i*	0.17c-e	0.22ab	0.171ab	0.15b
	1	0.15c-h	0.14d-i	0.17c-f	0.156ab	
	2	0.14d-i	0.10i	0.13g-i	0.125c	
Ort.(PxHFA)		0.141bc	0.139c	0.173a		
4	0	0.12g-i	0.19a-c	0.18b-d	0.166ab	0.16a
	1	0.18b-d	0.11hi	0.19b-d	0.160ab	
	2	0.16c-g	0.18b-d	0.12g-i	0.151ab	
Ort.(PxHFA)		0.155abc	0.162a	0.161ab		
8	0	0.14d-i	0.19a-c	0.23a	0.188a	0.16a
	1	0.20a-c	0.16c-g	0.14e-i	0.163ab	
	2	0.13g-i	0.12g-i	0.13g-i	0.126c	
Ort.(PxHFA)		0.156abc	0.156abc	0.164a		
Genel Ort.(HFA)		0.15b	0.15b	0.17a		
Genel Ort.(Zn)	0	0.18a				
	1	0.16b				
	2	0.13c				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.13d	0.19b	0.21a			
1	0.18bc	0.14d	0.16c			
2	0.14d	0.14d	0.12d			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınmış bitki örneklerindeki P miktarının gösterildiği Çizelge 4.33'e göre tüm uygulamaların ortalamalarında istatistiksel farklılıklar görülmüştür. Hümik+fulvik asit ihtivasi ile tüm dozlarda kontrol grubuna kıyasla %25 oranında bitki P miktarında artış görülmüştür. Fosfor uygulamasıyla tüm P dozlarının ortalamaları farklı istatistik gruplarda yer almış olup kontrol grubuna oranla P4 ilavesiyle %22.2 ve P8 ilavesiyle %66.7 oranında artışlar tespit edilmiştir. Çinko uygulama dozlarına bağlı olarak da bitkideki P miktarlarında farklı istatistiksel gruplar elde edilmiş olup kontrol grubuna (%0.20) kıyasla Zn1 (%0.24) ve Zn2 (%0.26) ihtivalarıyla sırasıyla %20 ve %30 oranlarında artışlar belirlenmiştir. İkili interaksiyonlardan PxZn ve PxHFA interaksiyonlarında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Üçlü interaksiyon ve HFAxZn interaksiyonlarında istatistiksel

farklılıklar saptanmamıştır. Uygulamalar ve dozlarının bitki P miktarı üzerine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.33'e göre en yüksek P içeriği (%0.39) HFA10xP8xZn2 uygulamalarından ve en düşük (%0.13) ise HFA0xP4xZn0 uygulamalarından elde edilmiştir. Hümik+fulvik asit uygulamalarıyla tüm uygulamalar her ne kadar istatistiksel olarak aynı sınıflarda yer alsalar da rakamsal olarak artışlar saptanmıştır. Örneğin, P8xZn1 uygulama parsellerinde, HFA uygulamasına bağlı olarak 5 kg/da HFA uygulaması ile %23.1 ve HFA10 uygulamasıyla %46.1'lik artışlar belirlenmiş olup HFA0 ile HFA10'daki bitki örneklerinin P içerikleri farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Fosfor ihtivaları ile de bitki P içeriklerinde istatistiksel olarak farklı olmayan ama rakamsal artışlar tespit edilmiştir (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki P içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.14	0.17	0.16	0.156d	0.18c*
	1	0.16	0.17	0.17	0.167cd	
	2	0.15	0.25	0.21	0.205bcd	
Ort.(PxHFA)		0.15	0.20	0.18		
4	0	0.13	0.23	0.25	0.206bcd	0.22b
	1	0.19	0.25	0.22	0.222b	
	2	0.1	0.24	0.22	0.217bc	
Ort.(PxHFA)		0.17	0.24	0.23		
8	0	0.20	0.23	0.24	0.226b	0.30a
	1	0.26	0.32	0.38	0.321a	
	2	0.35	0.35	0.39	0.362a	
Ort.(PxHFA)		0.27	0.30	0.34		
Genel Ort.(HFA)		0.20b*	0.25a	0.25a		
Genel Ort.(Zn)	0	0.20c*				
	1	0.24b				
	2	0.26a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.16	0.21	0.22		
1		0.21	0.25	0.26		
2		0.23	0.28	0.27		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.2.2. Sap fosfor içerikleri

Bezostaja çeşidine uygulanan HFA, P ve Zn uygulamalarının saptaki P içeriği üzerine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.34'e göre hiçbir uygulamanın etkisi görülememiştir. Ayrıca tüm ikili ve üçlü interaksiyonların saptaki P içeriği üzerine istatistiksel bir etkisi olmamıştır ve rakamsal olarak da birbirine yakın sonuçlar vermiştir.

Çizelge 4.34. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap P içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)	
		0	5	10			
0	0	0.02	0.04	0.06	0.04	0.03	
	1	0.03	0.04	0.03	0.03		
	2	0.02	0.03	0.03	0.03		
Ort.(PxHFA)		0.02	0.04	0.04			
4	0	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	
	1	0.02	0.03	0.04	0.03		
	2	0.04	0.02	0.04	0.03		
Ort.(PxHFA)		0.03	0.03	0.03			
8	0	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	
	1	0.06	0.04	0.03	0.04		
	2	0.05	0.01	0.02	0.03		
Ort.(PxHFA)		0.04	0.03	0.03			
Genel Ort.(HFA)		0.03	0.03	0.03			
Genel Ort.(Zn)	0	0.03					
	1	0.04					
	2	0.03					
HFA (kg/da)							
Zn (kg/da)		0	5	10			
0		0.03	0.03		0.04		
1		0.03	0.04		0.03		
2		0.03	0.02		0.03		

*p<0.05, HFA: Hümk+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin sap P içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.35'e göre P uygulamaları saptaki P içeriğini artırırken Zn uygulamaları düşürmüştür. Hümk+fulvik asit uygulamaları P içeriğini etkilemiştir; en yüksek sap P içeriği HFA5 uygulamasında (%0.101) ve en düşük HFA10 uygulamasında (%0.092) bulunmuştur. İkili interaksiyonlardan sadece PxZn interaksiyonu etkili olmuştur. Üçlü interaksiyona göre

uygulamaların etkisi görülmemiştir ancak en yüksek P içeriğinin bulunduğu HFA0xP0xZn0 (%0.18) uygulaması, en düşük P'nin elde edildiği HFA0xP4xZn2 ve HFA0xP8xZn0 (%0.05) uygulamalarından 3.6 kat fazladır (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap P içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.18	0.16	0.16	0.168a	0.14a
	1	0.14	0.14	0.14	0.141b	
	2	0.10	0.10	0.09	0.096c	
Ort.(PxHFA)		0.14	0.13	0.13		
4	0	0.13	0.14	0.11	0.123b	0.09b
	1	0.08	0.08	0.06	0.075d	
	2	0.05	0.08	0.07	0.065d	
Ort.(PxHFA)		0.09	0.10	0.08		
8	0	0.05	0.06	0.06	0.057d	0.07c
	1	0.07	0.08	0.06	0.069d	
	2	0.08	0.08	0.07	0.077cd	
Ort.(PxHFA)		0.07	0.07	0.07		
Genel Ort.(HFA)		0.098ab	0.101a	0.092b		
Genel Ort.(Zn)	0	0.12a				
	1	0.10b				
	2	0.08c				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.12	0.12	0.11			
1	0.10	0.10	0.09			
2	0.08	0.09	0.07			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.2.3. Tane fosfor içerikleri

Bezostaja çeşidindeki tane P konsantrasyonu Çizelge 4.36'da gösterilmiştir. Belirtilen çizelgenin incelenmesiyle P ve HFA dozlarının tanedeki P miktarı üzerine etkisi olmazken Zn uygulamalarının etkisi görülmüştür. Çinko uygulamalarına bağlı olarak en yüksek P miktarı %0.34 değeriyle Zn1 uygulama ortalamalarından elde edilirken en düşük ise %0.31 değeriyle Zn0 uygulama ortalamalarından elde edilmiştir. Fosfor x Zn interaksyonu tane P içeriğini etkilemiş olup uygulamaların en yüksek dozunda

en yüksek P içeriği elde edilmiştir. Fosfor x HFA, HFAxZn ve HFAxPxZn interaksiyonlarında istatistiksel farklılık belirlenmemiştir. Uygulamalar ve dozlara göre en yüksek P içeriği (%0.41) HFA0xP8xZn2 uygulama parsellerinden ve en düşük ise (%0.23) HFA5xP8xZn0 uygulama parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane P içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.31	0.36	0.37	0.34ab	0.34
	1	0.34	0.36	0.33	0.34ab	
	2	0.35	0.31	0.33	0.33ab	
Ort.(PxHFA)		0.33	0.34	0.34		
4	0	0.28	0.34	0.36	0.33ab	0.32
	1	0.34	0.32	0.31	0.32ab	
	2	0.33	0.31	0.28	0.30bc	
Ort.(PxHFA)		0.32	0.32	0.32		
8	0	0.29	0.23	0.29	0.27c	0.32
	1	0.39	0.32	0.31	0.34ab	
	2	0.41	0.37	0.31	0.37a	
Ort.(PxHFA)		0.36	0.31	0.31		
Genel Ort.(HFA)		0.34	0.32	0.32		
Genel Ort.(Zn)	0	0.31b*				
	1	0.34a				
	2	0.33ab				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.29	0.31	0.34		
1		0.36	0.34	0.32		
2		0.36	0.33	0.31		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin tane P içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.37'ye göre, tüm uygulamaların tanedeki P üzerine etkisi görülmüştür. Hümik+fulvik asit dozlarının artışıyla tohumdaki P miktarı artmış olup en yüksek değer HFA10 uygulamasından elde edilmiştir. Çinko uygulamalarının ortalamalarına göre en yüksek tohum P içeriği Zn1 uygulamasından (%0.29) elde edilmiş olup en düşük ise Zn'nin hiç uygulanmadığı parsellerde (%0.27) bulunmuştur. Fosfor uygulamalarına bağlı olarak en yüksek tohumdaki P içeriği P0 (%0.30) ve P8 (%0.28) uygulamalarından elde edilmiş olup P4 uygulaması (%0.26) bu uygulamalardan farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. İkili interaksiyonlar açısından, tanedeki P içeriği üzerine PxZn

interaksiyonunun etkisi olmasına rağmen diğer ikili interaksiyonların etkisi bulunmamıştır. Üçlü interaksiyonun etkisi belirlenmiş olup en yüksek tohumdaki P içeriği, %0.36 değeriyle HFA10xP0xZn1 uygulamalarının olduğu parselden elde edilirken, en düşük tohum P içeriği HFA5xP4xZn2 parsellerinden %0.23 değeriyle elde edilmiştir. Genel olarak HFA ilavesiyle tanedeki P içeriğinde artış görülmektedir fakat bazı durumlarda, örneğin P4xZn0 ve P4xZn2 uygulamalarında, HFA'nın etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Uygulanan P miktarına bağlı olarak tohumdaki P miktarı değişim gösterebilmektedir; P0 ve P8 kombinasyonlarında genel olarak tohumdaki P miktarı artarken (%0.29-0.31), P4 dozunda ise sonuçlar daha değişken (%0.23-0.30) olarak görülmektedir. Çinko uygulamalarına bağlı olarak, bazı kombinasyonlarda P içeriği artarken diğerlerinde etkisinin sınırlı olduğu görülmektedir. Hümik+fulvik asit ihtivasının en yüksek dozunda Zn1 ve Zn2 uygulamalarında en yüksek P içerikleri belirlenmiştir. Ancak her ne kadar yüksek HFA uygulamaları genel olarak tanedeki P içeriğini artırıyor gibi görünse de P ve Zn'nin dozlarının kombinasyonları bu etkinin boyutunu belirlemektedir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane P içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.27bc*	0.29a-c	0.26bc	0.274b-d	0.30a
	1	0.28a-c	0.31ab	0.36a	0.318a	
	2	0.29a-c	0.31ab	0.30a-c	0.301ab	
Ort.(PxHFA)		0.29	0.30	0.31		
4	0	0.28a-c	0.29a-c	0.29a-c	0.286a-d	0.26b
	1	0.24bc	0.24bc	0.30a-c	0.261cd	
	2	0.24bc	0.23bc	0.26bc	0.247d	
Ort.(PxHFA)		0.25	0.26	0.28		
8	0	0.22c	0.24bc	0.29a-c	0.252d	0.28a
	1	0.31ab	0.28a-c	0.29a-c	0.291a-c	
	2	0.31ab	0.31ab	0.30a-c	0.304ab	
Ort.(PxHFA)		0.28	0.28	0.29		
Genel Ort.(HFA)		0.27b*	0.28b	0.30a		
Genel Ort.(Zn)	0	0.27b*				
	1	0.29a				
	2	0.28ab				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.26	0.27	0.28		
1		0.27	0.28	0.32		
2		0.28	0.28	0.29		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.2.4. Topraktan kaldırılan toplam fosfor miktarı

Esperia çeşidinin topraktan kaldırdığı toplam (sap+tane) P miktarının gösterildiği Çizelge 4.38'e göre P ve Zn uygulamalarının kaldırılan P üzerine etkisi varken HFA uygulamalarının etkisi görülememiştir. Uygulanan P miktarı arttıkça topraktan kaldırılan P miktarında azalmalar belirlenmiş ve P'nin uygulanmadığı parseller ve P4 ile P8 uygulama parselleri farklı istatistiksel sınıflarda yer almışlardır. Çinko uygulama dozlarının artışıyla toplam kaldırılan P miktarında azalmalar belirlenirken en düşük (1.11 kg/da) Zn2 parsellerinde ve en yüksek Zn0 (1.35 kg/da) parsellerinde saptanmıştır. Uygulamaların ikili interaksiyonlarında sadece PxZn interaksiyonunun etkisi belirlenmiş olup diğer ikili interaksiyonların etkisi görülmemiştir. Üçlü interaksiyona göre istatistiksel farklılıklar bulunmamıştır. Tüm uygulamalara göre en yüksek kaldırılan P ortalaması, HFA0xP0xZn0 (1.83 kg/da) uygulamasından elde edilirken en düşük kaldırılan P ortalaması HFA0xP4xZn2 (0.80 kg/da) uygulanmasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) P miktarına etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	1.83	1.48	1.39	1.57a	1.38a
	1	1.43	1.39	1.48	1.44ab	
	2	1.25	1.06	1.08	1.13b-d	
Ort.(PxHFA)		1.50	1.31	1.32		
4	0	1.40	1.61	1.43	1.48a	1.16b
	1	1.09	1.10	1.16	1.11b-d	
	2	0.80	0.91	0.90	0.87d	
Ort.(PxHFA)		1.10	1.21	1.17		
8	0	0.90	0.98	1.15	1.01cd	1.14b
	1	1.07	1.27	0.93	1.09cd	
	2	1.41	1.35	1.24	1.33a-c	
Ort.(PxHFA)		1.13	1.20	1.10		
Genel Ort.(HFA)		1.24	1.24	1.20		
Genel	0	1.35a				
Ort.(Zn)	1	1.21ab				
	2	1.11b				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		1.38	1.36	1.32		
1		1.19	1.25	1.19		
2		1.15	1.11	1.07		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.3. Uygulamaların potasyum içeriği üzerine etkisi

4.2.3.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin potasyum içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin K içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.39'a göre HFA uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak olmamıştır ve HFA uygulamalarına göre ortalama K içerikleri %2.37-2.39 aralığında değişmiştir. Çinko uygulamalarının da bitki K içeriği üzerine etkisi görülmezken ortalama K içerikleri %2.36-2.40 aralığında değişmiştir. Ancak, P uygulamalarıyla bitki K içeriğinde değişimler gözlemlenmiş olup P0 (%2.46) ve P8 (%2.43) uygulamalarının yapıldığı alanların ortalamaları ile P4 (%2.24) uygulamalarının yapıldığı parsellerin ortalamalarında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. İkili interaksyonlar açısından HFAxZn interaksyonunun etkisi görülmüş olup diğer ikili interaksyonların etkisi belirlenememiştir. Üçlü interaksyonlara göre istatistiksel farklılık belirlenmemiş olup en yüksek K içeriği (%2.65) HFA5xP8xZn0 uygulamalarından ve en düşük K içeriği (%1.77) HFA0xP4xZn0 uygulama parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki K içeriğine etkisi (Bezostaja)
(%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	2.46	2.57	2.54	2.52	2.46a*
	1	2.59	2.35	2.51	2.48	
	2	2.56	2.08	2.51	2.38	
Ort.(PxHFA)		2.54	2.33	2.52		
4	0	1.77	2.54	2.15	2.15	2.24b
	1	2.21	2.15	2.26	2.20	
	2	2.50	2.29	2.26	2.35	
Ort.(PxHFA)		2.16	2.33	2.22		
8	0	2.40	2.65	2.48	2.51	2.43a
	1	2.61	2.46	2.29	2.45	
	2	2.27	2.41	2.33	2.34	
Ort.(PxHFA)		2.43	2.51	2.37		
Genel Ort.(HFA)		2.37	2.39	2.37		
Genel Ort.(Zn)	0	2.40				
	1	2.38				
	2	2.36				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	2.21b	2.59a	2.39ab			
1	2.47ab	2.32ab	2.35ab			
2	2.44ab	2.26ab	2.36ab			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidi bitki örneklerinin K içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.40'a göre HFA dozlarının istatistiksel bir fark yaratmadığı görülürken ortalama K içeriği HFA dozlarında %1.53-1.57 aralığında değişmiştir. Çinko dozları arasında da istatistiksel bir fark bulunmazken bitki K içeriği %1.53-1.55 aralığında saptanmıştır. Fosfor uygulaması bitkideki K içeriğini önemli düzeyde etkilemiş olup en yüksek K içeriği P8 dozunda (%1.60) ve en düşük P0 dozunda (%1.48) belirlenmiştir. Fosforun 4 kg/da uygulandığı parsellerin ortalaması (%1.56) ise hem kontrol hem de P8 parsellerinin ortalamasına benzer çıkmıştır. Fosfor x Zn interaksiyonu bitki K içeriğini etkilemiş olup P8xZn2 en yüksek ve P0xZn1 en düşük olarak belirlenmiştir. Fosfor x HFA, HFAxZn ve HFAxPxZn interaksiyonlarında istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Esperia çeşidinden alınan bitki örneklerindeki en yüksek K içeriği %1.86 değeriyle

HFA10xP8xZn2 uygulamasından ve en düşük K içeriği %1.29 değeriyle HFA5xP0xZn1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki K içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	1.60	1.53	1.55	1.56ab*	1.48b
	1	1.55	1.29	1.37	1.40b	
	2	1.46	1.52	1.44	1.47ab	
Ort.(PxHFA)		1.54	1.45	1.45		
4	0	1.57	1.72	1.49	1.59ab	1.56ab
	1	1.53	1.62	1.57	1.57ab	
	2	1.51	1.52	1.49	1.50ab	
Ort.(PxHFA)		1.54	1.62	1.51		
8	0	1.51	1.57	1.46	1.51ab	1.60a
	1	1.53	1.72	1.54	1.60ab	
	2	1.56	1.61	1.86	1.68a	
Ort.(PxHFA)		1.53	1.63	1.62		
Genel Ort.(HFA)		1.54	1.57	1.53		
Genel Ort.(Zn)	0	1.55				
	1	1.53				
	2	1.55				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		1.56	1.60	1.50		
1		1.54	1.54	1.49		
2		1.51	1.55	1.59		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.3.2. Sap potasyum içerikleri

Bezostaja çeşidinin sap K içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.41'e göre, HFA dozlarının saptaki K içeriği üzerine etkisi saptanmazken ortalama sap K miktarı %1.54-1.65 aralığında değişmiştir. Fosfor uygulamaları ile saptaki K içerikleri arasında istatistiksel farklılıklar saptanmış olup en yüksek K içeriği kontrol grubunda %1.73 değeriyle ve en düşük %1.45 değeriyle P4 uygulamasından elde edilmiştir. Fosforun 8 kg/da uygulandığı parsellerde sap K içeriği %1.57 olarak belirlenmiştir ve bu gruptaki parsellerin ortalaması hem kontrol hem de P4 uygulama parsellerinin

ortalamalarına benzer bulunmuştur. Saptaki K içeriği üzerine Zn uygulamalarının etkisi görülmemiş olup %1.55-1.63 arasında belirlenmiştir. İkili interaksyonlardan sadece HFAxZn interaksyonunun etkisi belirlenmiş olup diğer ikili interaksyonların ve üçlü interaksyonun saptaki K içeriği üzerine etkisi olmamıştır. Bezostaja çeşidinden alınan sap örneklerindeki en yüksek K içeriği %2.07 değeriyle HFA0xP0xZn2 uygulama parsellerinde ve en düşük K %1.18 miktarıyla HFA10xP4xZn2 uygulama parsellerinde tespit edilmiştir. Üçlü interaksyona göre, istatistiksel bir farklılık olmasa da rakamsal olarak P4 uygulamasının saptaki K içeriğini düşürdüğü ve P uygulanmayan alanlarda en yüksek sap K içeriğinin bulunduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap K içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	1.86	1.69	1.79	1.78	1.73a*
	1	1.61	1.59	1.72	1.64	
	2	2.07	1.44	1.83	1.78	
Ort.(PxHFA)		1.84	1.57	1.78		
4	0	1.29	1.63	1.44	1.45	1.45b
	1	1.42	1.44	1.52	1.46	
	2	1.76	1.36	1.18	1.43	
Ort.(PxHFA)		1.49	1.48	1.38		
8	0	1.49	1.92	1.57	1.66	1.57ab
	1	1.64	1.62	1.57	1.61	
	2	1.71	1.37	1.22	1.44	
Ort.(PxHFA)		1.61	1.64	1.45		
Genel Ort.(HFA)		1.65	1.56	1.54		
Genel Ort.(Zn)	0	1.63				
	1	1.57				
	2	1.55				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		1.55ab	1.75ab	1.60ab		
1		1.56ab	1.55ab	1.60ab		
2		1.85a	1.39b	1.41b		

*p<0.05, HFA: Hümk+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin kullanıldığı sezonda alınan sap örneklerinin K içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.42'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. Hümik+fulvik asidin uygulanmadığı (%0.80) ve HFA5 uygulamalarının yapıldığı parseller (%0.83) istatistiksel olarak aynı sınıfta yer almış olup HFA10 uygulamalarının yapıldığı parsellerden (%0.69) farklı çıkmışlardır. Fosfor uygulamalarına bağlı olarak saptaki K miktarı artmış olup P0 uygulaması (%0.69), P4 (%0.78) ile P8 (%0.84) uygulamalarından farklı istatistiksel grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da K içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek K miktarı %0.82 değeriyle Zn2 uygulamalarından ve en düşük K miktarı %0.71 değeriyle Zn1 uygulamalarından elde edilmiştir. Çinkonun uygulanmadığı parsellerin ortalaması ise %0.78 değeriyle hem Zn1 hem de Zn2 uygulamalarının istatistiksel sınıflarına benzer sınıfta yer almışlardır. İkili interaksiyonlardan sadece HFAxZn interaksiyonunda farklılık bulunmamış olup PxZn ve PxHFA interaksiyonlarında farklılıklar tespit edilmiştir. Üçlü interaksiyona bağlı olarak istatistiksel farklılıklar bulunmamıştır. Esperia çeşidinden alınan sap örneklerindeki en düşük K içeriği %0.45 değeriyle hem HFA10xP0xZn1 hem de HFA10xP4xZn1 uygulamalarında belirlenmiş olup her iki kombinasyonda da rakamsal olarak yüksek HFA dozunun düşük K içeriğine neden olduğu görülmüştür. En yüksek sap K içeriği ise %1.04 miktarıyla HFA5xP8xZn2 uygulama parsellerinde saptanmıştır. Genel olarak istatistiksel farklılık belirlenemese de rakamsal olarak P ve Zn'nin en yüksek dozlarının saptaki K içeriğini arttırdığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap K içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.82	0.80	0.71	0.78bcd*	0.69b
	1	0.70	0.65	0.45	0.60d	
	2	0.66	0.78	0.68	0.71bcd	
Ort.(PxHFA)		0.73bc	0.74abc	0.61c		
4	0	0.93	0.96	0.75	0.88ab	0.78a
	1	0.92	0.75	0.45	0.71bcd	
	2	0.78	0.82	0.69	0.76bcd	
Ort.(PxHFA)		0.88ab	0.84ab	0.63c		
8	0	0.63	0.79	0.62	0.68cd	0.84a
	1	0.76	0.91	0.83	0.84abc	
	2	0.97	1.04	0.98	1.00a	
Ort.(PxHFA)		0.79abc	0.91a	0.81ab		
Genel Ort.(HFA)		0.80a	0.83a	0.68b		
Genel Ort.(Zn)	0	0.78ab				
	1	0.71b				
	2	0.82a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.79	0.85	0.69		
1		0.80	0.77	0.58		
2		0.80	0.88	0.78		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.3.3. Tane potasyum içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan tane örneklerinin K içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.43'e göre HFA, P ve Zn uygulamalarının tanedeki K konsantrasyonuna istatistiksel bir etkisi saptanmamıştır. Çinko ve HFA uygulamalarının farklı dozlardaki tüm parsellerinin ortalamaları %0.23 olarak bulunmuştur. Fosfor uygulamalarında P0 uygulamasında %0.24 ve P4 ile P8 uygulamalarının alanlarının ortalamasında %0.23 olarak belirlenmiştir. İkili interaksiyonlardan sadece PxZn interaksiyonunun istatistiksel fark oluşturduğu saptanmıştır. Üçlü interaksiyona göre de tanedeki K içeriklerinde istatistiksel fark görülmemiştir. Tane K içeriği tüm alanlarda %0.20-0.26 aralığında değişmiştir. En yüksek tane K içeriği HFA0xP8xZn2 ve HFA5xP8xZn2

uygulamalarında belirlenirken en düşük tane K miktarı HFA0xP4xZn0 ve HFA10xP4xZn2 uygulama parsellerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane K içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.24	0.24	0.24	0.243ab	0.23
	1	0.23	0.23	0.24	0.237ab	
	2	0.24	0.23	0.22	0.231ab	
Ort.(PxHFA)		0.24	0.24	0.24		
4	0	0.20	0.23	0.23	0.221ab	0.23
	1	0.23	0.23	0.24	0.232ab	
	2	0.23	0.23	0.20	0.223ab	
Ort.(PxHFA)		0.22	0.23	0.23		
8	0	0.22	0.21	0.23	0.219b	0.23
	1	0.23	0.21	0.22	0.217b	
	2	0.26	0.26	0.23	0.249a	
Ort.(PxHFA)		0.24	0.22	0.23		
Genel Ort.(HFA)		0.23	0.23	0.23		
Genel Ort.(Zn)	0	0.23				
	1	0.23				
	2	0.23				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.22	0.23	0.24		
1		0.23	0.22	0.23		
2		0.24	0.24	0.22		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin tane K konsantrasyonunun gösterildiği Çizelge 4.44'e göre HFA, P ve Zn uygulamalarının tane K içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Hümik+fulvik asit dozlarına göre tanedeki K içeriği %0.19-0.20 aralığında değişmiştir. Fosfor uygulamaları açısından tanedeki K içeriği P0 uygulamalarında %0.20 ve P4 ile P8 uygulamalarında %0.19 olarak belirlenmiştir. Çinko uygulamalarıyla tanedeki K içeriği tüm uygulamalarının ortalamalarında %0.19 olarak bulunmuştur. Hem ikili hem de üçlü interaksiyonların da tanedeki K içeriği üzerine etkisinin olmadığı Çizelge 4.44'de görülmektedir. En yüksek tane K içeriği %0.26 değeriyle HFA5xP0xZn0 uygulama alanında tespit edilmiştir. En düşük tane K

miktarı ise %0.18 değeriyle birçok farklı uygulama kombinasyonlarında (HFA0xP0xZn0, HFA0xP0xZn2, HFA0xP4xZn0, HFA0xP4xZn1, HFA0xP4xZn2 ve HFA10xP4xZn1) bulunmuştur (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane K içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.18	0.26	0.18	0.21	0.20
	1	0.19	0.19	0.20	0.19	
	2	0.18	0.19	0.19	0.19	
Ort.(PxHFA)		0.19	0.21	0.19		
4	0	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19
	1	0.18	0.19	0.18	0.18	
	2	0.18	0.20	0.19	0.19	
Ort.(PxHFA)		0.18	0.19	0.19		
8	0	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19
	1	0.19	0.19	0.20	0.19	
	2	0.19	0.18	0.19	0.19	
Ort.(PxHFA)		0.19	0.19	0.19		
Genel Ort.(HFA)		0.19	0.20	0.19		
Genel Ort.(Zn)	0	0.19				
	1	0.19				
	2	0.19				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.19	0.21	0.18			
1	0.19	0.19	0.19			
2	0.18	0.19	0.19			

*p<0.05, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.3.4. Topraktan kaldırılan toplam potasyum miktarı

Esperia çeşidinin topraktan kaldırılan toplam (tane+sap) K miktarlarının gösterildiği Çizelge 4.45'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Hüyük+fulvik asidin uygulanmadığı (6.75 kg/da) parseller, HFA5 uygulamalarının yapıldığı parsellerle (6.99 kg/da) istatistiksel olarak benzer sınıfta yer almıştır ancak HFA10 uygulamalarının yapıldığı parsellerden (5.93 kg/da) farklı bir grupta yer almıştır. Fosfor uygulamalarının topraktan kaldırılan K miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup en yüksek P8 dozunda (7.97 kg/da) ve en düşük P0 dozunda (5.08 kg/da) ve orta düzey P4 dozunda (6.63 kg/da) belirlenmiştir.

Fosfor uygulamalarına göre kaldırılan K miktarları dozlara göre birbirinden farklı sınıflarda yer almışlardır. Çinko uygulamalarının topraktan kaldırılan K miktarına istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmamıştır. Çinko dozlarına göre ortalama kaldırılan K miktarı, Zn0'da 6.49 kg/da, Zn1'de 6.19 kg/da ve Zn2'de 7.00 kg/da olarak saptanmıştır. İkili interaksiyonlardan sadece PxZn interaksyonu, topraktan kaldırılan K üzerine etki etmiş olup en düşük ve en yüksek sırasıyla P0xZn1 (4.41 kg/da) ve P8xZn2 (9.66 kg/da) interaksiyonlarında saptanmıştır. Üçlü interaksiyonun topraktan kaldırılan K miktarı üzerine etkisi olmamıştır. Uygulamalara ve dozlara göre topraktan en yüksek ve en düşük topraktan kaldırılan K miktarları sırasıyla, HFA10xP8xZn2 uygulamasında (10.28 kg/da) ve HFA10xP0xZn1 (3.50 kg/da) uygulamasında belirlenmiştir. En az kaldırılan K ile en fazla kaldırılan K miktarları kıyaslandığında 2.94 kat fark olduğu belirlenmiştir. Genel olarak P8 uygulamalarının topraktan kaldırılan K miktarını arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.45).

Çizelge 4.45. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) K miktarına etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	6.57	5.65	4.93	5.72bc	5.08c*
	1	5.07	4.66	3.50	4.41c	
	2	5.07	4.72	5.57	5.12c	
Ort.(PxHFA)		5.57	5.01	4.67		
4	0	7.43	8.12	6.56	7.37b	6.63b
	1	8.01	6.77	4.08	6.29bc	
	2	6.75	6.64	5.28	6.22bc	
Ort.(PxHFA)		7.40	7.18	5.31		
8	0	6.10	7.22	5.81	6.38bc	7.97a
	1	6.89	9.35	7.40a-e	7.88ab	
	2	8.88	9.81	10.28	9.66a	
Ort.(PxHFA)		7.29	8.79	7.83		
Genel Ort.(HFA)		6.75ab	6.99a	5.93b		
Genel Ort.(Zn)	0	6.49				
	1	6.19				
	2	7.00				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	6.70	7.00	5.77			
1	6.65	6.93	4.99			
2	6.90	7.06	7.05			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.4. Uygulamaların kalsiyum içeriği üzerine etkisi

4.2.4.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin kalsiyum içerikleri

Bezostaja yetiştirilen sezonda başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin Ca içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.46'ya göre tüm uygulamaların etkisinin olduğu belirlenmiştir. Fosfor uygulamalarıyla P8 ve P4 uygulamaları birbirinden farklı gruplarda yer alırken P0 bu gruplara benzer bir istatistiksel sınıfta yer almıştır. Hümk+fulvik asit uygulamaları bitki Ca içeriğini etkilemiş olup HFA5 uygulaması ile en yüksek (%0.66) ve HFA10 uygulamasıyla en düşük (%0.59) değerler elde edilmiştir. Çinko uygulamaları ile Zn0 (%0.66) ve Zn1 (%0.59) uygulamalarının olduğu parsellerin ortalaması birbirinden farklı istatistiksel grupta yer almış olup Zn2 uygulaması (%0.61) diğer iki uygulamaya ait parsellerin ortalamasına benzer bir sınıfta yer almıştır. İkili interaksiyonlar açısından sadece PxZn interaksiyonunun etkisi görülmüştür. Üçlü interaksiyon bitkideki Ca içeriği üzerine istatistiksel fark yaratmıştır. Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinde en yüksek Ca içeriği (%0.73) HFA0xP4xZn2, HFA5xP0xZn0 ve HFA5xP8xZn0 uygulamalarında ve en düşük Ca içeriği (%0.42) HFA0xP8xZn2 uygulamasında belirlenmiş olup en düşük ve en yüksek Ca içerikleri arasında 1.74 kat fark vardır (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.46. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Ca içeriğine etkisi (Bezostaja)
(%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.52abc*	0.73a	0.63abc	0.63ab	0.61ab
	1	0.56abc	0.70ab	0.53abc	0.59ab	
	2	0.71ab	0.60abc	0.55abc	0.62ab	
Ort.(PxHFA)		0.60	0.67	0.57		
4	0	0.59abc	0.71ab	0.62abc	0.64ab	0.66a
	1	0.67abc	0.69abc	0.60abc	0.65a	
	2	0.73a	0.64abc	0.68abc	0.68a	
Ort.(PxHFA)		0.66	0.68	0.63		
8	0	0.70ab	0.73a	0.72a	0.72a	0.59b
	1	0.58abc	0.45bc	0.53abc	0.52b	
	2	0.42c	0.66abc	0.48abc	0.52b	
Ort.(PxHFA)		0.57	0.61	0.58		
Genel Ort.(HFA)		0.61ab	0.66a	0.59b		
Genel Ort.(Zn)	0	0.66a				
	1	0.59b				
	2	0.61ab				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.60	0.72	0.66			
1	0.60	0.61	0.55			
2	0.62	0.63	0.57			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin bitki Ca içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.47'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre bitkideki Ca içeriği HFA0'da %0.32, HFA5'te %0.34 ve HFA10'da %0.34 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları bitki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Ca içeriği P8 uygulamasında (%0.35) ve en düşük Ca içeriği P4 uygulamasında (%0.31) saptanmıştır. Fosfor uygulamasının yapılmadığı parsellerdeki Ca içeriği (%0.33) hem P4 hem de P8 parselleriyle benzer sınıfta yer almıştır. Çinko uygulamalarının bitki Ca içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn0 parsellerinde %0.35, Zn1 parsellerinde %0.33 ve Zn2 parsellerinde %0.32 olarak belirlenmiştir. İkili ve üçlü interaksiyonların hiçbirisi istatistiksel olarak fark yaratmamıştır. Esperia çeşidinden alınan bitki örneklerinde bulunan en yüksek Ca içeriği %0.43 değeriyle HFA5xP0xZn0 uygulamasında belirlenirken en düşük Ca içeriği %0.30 değeriyle birçok farklı kombinasyonda

(HFA0xP0xZn2, HFA5xP0xZn2, HFA10xP0xZn2, HFA0xP4xZn1, HFA5xP4xZn1, HFA10xP4xZn1, HFA5xP4xZn2 ve HFA10xP4xZn2) tespit edilmiştir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Ca içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.30	0.43	0.37	0.37	0.33ab*
	1	0.33	0.33	0.33	0.33	
	2	0.30	0.30	0.30	0.30	
Ort.(PxHFA)		0.31	0.36	0.33		
4	0	0.30	0.33	0.33	0.32	0.31b
	1	0.30	0.30	0.30	0.30	
	2	0.33	0.30	0.30	0.31	
Ort.(PxHFA)		0.31	0.31	0.31		
8	0	0.37	0.37	0.33	0.36	0.35a
	1	0.33	0.37	0.37	0.36	
	2	0.33	0.30	0.40	0.34	
Ort.(PxHFA)		0.34	0.34	0.37		
Genel Ort.(HFA)		0.32	0.34	0.34		
Genel Ort.(Zn)	0	0.35				
	1	0.33				
	2	0.32				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.32	0.38	0.34		
1		0.32	0.33	0.33		
2		0.32	0.30	0.33		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.4.2. Sap kalsiyum içerikleri

Bezostaja çeşidinin sap Ca içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.48'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ve %0.51-0.54 aralığında değişmiştir. Fosfor uygulamaları saptaki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup P0 (%0.56) ve P4 (%0.57) uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alırken P8 uygulaması (%0.46) farklı bir grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da saptaki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Ca miktarı Zn0 (%0.58)

uygulamasında saptanmış ve en düşük Ca miktarı Zn2 (%0.49) uygulamasında belirlenmiştir. Çinkonun 1 kg/da uygulandığı alanların ortalaması ise %0.51 değeriyle hem Zn0 hem de Zn2 uygulamalarının istatistiksel sınıflarına benzer sınıfta yer almıştır. İkili ve üçlü interaksiyonlarda istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Bezostaja çeşidinde belirlenen en yüksek sap Ca içeriği (%0.73) HFA10xP0xZn0 ve en düşük Ca içeriği (%0.37) HFA5xP8xZn0 uygulamasında belirlenmiştir. En düşük Ca içeriği, en yüksek Ca içeriğinin yarısından daha azdır. İstatistiksel bir fark belirlenemese de P8 uygulamalarının saptaki Ca içeriğini düşürdüğü anlaşılmaktadır (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Ca içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.55	0.60	0.73	0.63	0.56a*
	1	0.61	0.55	0.39	0.52	
	2	0.55	0.46	0.58	0.53	
Ort.(PxHFA)		0.57	0.54	0.57		
4	0	0.59	0.63	0.58	0.60	0.57a
	1	0.55	0.63	0.58	0.59	
	2	0.55	0.54	0.47	0.52	
Ort.(PxHFA)		0.56	0.60	0.54		
8	0	0.64	0.37	0.55	0.52	0.46b
	1	0.41	0.40	0.43	0.41	
	2	0.40	0.41	0.49	0.43	
Ort.(PxHFA)		0.48	0.39	0.49		
Genel Ort.(HFA)		0.54	0.51	0.53		
Genel Ort.(Zn)	0	0.58a				
	1	0.51ab				
	2	0.49b				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.60	0.53	0.62			
1	0.52	0.53	0.47			
2	0.50	0.47	0.51			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin sap örneklerinin Ca içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.49'a göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre saptaki Ca içeriği HFA0 ve HFA5'de %0.50, HFA10'da %0.48 olarak

belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları saptaki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Ca içeriği P8 (%0.53) uygulamasından elde edilmiştir ve diğer uygulamalardan farklı bir sınıfta yer almıştır. Fosfor uygulanmamış parseller (%0.47) ve P4 (%0.49) uygulama parselleri aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da saptaki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Ca miktarı Zn2 (%0.52) uygulamasından elde edilmiş ve Zn0 (%0.49) ile Zn1 (%0.47) uygulamaları farklı bir istatistiksel sınıfta yer almıştır. İkili interaksiyonlardan sadece PxZn interaksiyonunun sap Ca içeriği üzerine etkisi olmuş ve P8xZn2 interaksiyonunun etkisi diğer uygulamalardan farklı çıkmıştır. Üçlü interaksiyonun saptaki Ca miktarı üzerine etkisi bulunmamıştır. Uygulamalara göre yüksek Ca içeriği %0.60 değeriyle HFA5xP8xZn2 ile HFA10xP8xZn2 uygulamalarında ve en düşük Ca içeriği %0.40 değeriyle HFA10xP0xZn1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Ca içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.47	0.50	0.47	0.48b*	0.47b
	1	0.50	0.43	0.40	0.44b	
	2	0.50	0.47	0.47	0.48b	
Ort.(PxHFA)		0.49	0.47	0.44		
4	0	0.50	0.50	0.47	0.49b	0.49b
	1	0.50	0.47	0.43	0.47b	
	2	0.50	0.50	0.50	0.50b	
Ort.(PxHFA)		0.50	0.49	0.47		
8	0	0.47	0.50	0.50	0.49b	0.53a
	1	0.50	0.50	0.50	0.50b	
	2	0.57	0.60	0.60	0.59a	
Ort.(PxHFA)		0.51	0.53	0.53		
Genel Ort.(HFA)		0.50	0.50	0.48		
Genel Ort.(Zn)	0	0.49b*				
	1	0.47b				
	2	0.52a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.48	0.50	0.48		
1		0.50	0.47	0.44		
2		0.52	0.52	0.52		

*p<0.05, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.4.3. Tane kalsiyum içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınmış tane örneklerinin Ca içeriğine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.50'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre tanedeki Ca içeriği HFA0'da %0.34, HFA5'de %0.32 ve HFA10'da %0.31 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları tanedeki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup P4 (%0.35) ile P8 (%0.36) uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alırken P0 (%0.27) uygulaması farklı grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları tanedeki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilememiştir. İkili ve üçlü interaksiyonların tane Ca içeriği üzerinde etkisi görülmemiştir. Bezostaja çeşidinden alınan tane örneklerinde en düşük ve en yüksek Ca içeriği sırasıyla, HFA0xP0xZn1 (%0.15) ve HFA0xP8xZn2 (%0.43) uygulamalarında belirlenmiştir. Tanedeki en düşük ve en yüksek Ca miktarları arasında neredeyse 3 kat fark vardır. Her ne kadar istatistiksel olarak fark olmasa da P4 ve P8 uygulamalarının tanedeki Ca içeriğini arttırmıştır (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.50. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Ca içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.33	0.22	0.30	0.28	0.27b*
	1	0.15	0.21	0.22	0.19	
	2	0.30	0.37	0.31	0.33	
Ort.(PxHFA)		0.26	0.27	0.28		
4	0	0.30	0.32	0.38	0.31	0.35a
	1	0.40	0.39	0.38	0.39	
	2	0.41	0.31	0.29	0.34	
Ort.(PxHFA)		0.37	0.34	0.33		
8	0	0.35	0.37	0.30	0.34	0.36a
	1	0.36	0.31	0.28	0.32	
	2	0.43	0.38	0.42	0.41	
Ort.(PxHFA)		0.38	0.35	0.33		
Genel Ort.(HFA)		0.34	0.32	0.31		
Genel Ort.(Zn)	0	0.31				
	1	0.30				
	2	0.36				
HFA (kg/da)						
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.33	0.30	0.30		
1		0.30	0.30	0.29		
2		0.38	0.36	0.34		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin tane Ca içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.51'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre tanedeki Ca içeriği HFA0 ve HFA5'de %0.28, HFA10'da %0.29 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları tanedeki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Ca içeriği P8 (%0.32) uygulamasından elde edilirken P4 (%0.29) orta grupta ve P0 (%0.24) en düşük grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da tanedeki Ca içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Ca miktarı Zn2 (%0.31) uygulamasından elde edilmiş ve Zn0 ile Zn1 uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alarak %0.27 olarak belirlenmiştir. İkili interaksiyonlardan sadece PxZn interaksiyonunda istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Üçlü interaksiyon tanedeki Ca içeriği üzerine etki yaratmamıştır. Tanedeki en yüksek Ca içeriği %0.40 değeriyle HFA10xP8xZn2 parselinde ve en düşük Ca içeriği %0.20 değeriyle HFA0xP0xZn1, HFA5xP0xZn1, HFA10xP0xZn1 ve HFA10xP0xZn0 parsellerinde belirlenmiştir. Bahsi geçen bu en yüksek değer, en düşük tane Ca içeriğinin 2 katıdır. Genel olarak, üçlü interaksiyonda istatistiksel farklılıklar olmasa da P8 uygulamaları tanedeki Ca içeriğini arttırmıştır (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Ca içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.27	0.23	0.20	0.23cd*	0.24c
	1	0.20	0.20	0.20	0.20d	
	2	0.27	0.27	0.30	0.28bc	
Ort.(PxHFA)		0.24	0.23	0.23		
4	0	0.27	0.30	0.30	0.29b	0.29b
	1	0.30	0.30	0.27	0.29b	
	2	0.30	0.30	0.30	0.30b	
Ort.(PxHFA)		0.29	0.30	0.29		
8	0	0.30	0.30	0.27	0.29b	0.32a
	1	0.30	0.30	0.33	0.31ab	
	2	0.33	0.33	0.40	0.36a	
Ort.(PxHFA)		0.31	0.31	0.33		
Genel Ort.(HFA)		0.28	0.28	0.29		
Genel Ort.(Zn)	0	0.27b				
	1	0.27b				
	2	0.31a				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.28	0.28	0.26			
1	0.27	0.27	0.27			
2	0.30	0.30	0.33			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.4.4. Toprakdan kaldırılan kalsiyum miktarı

Esperia çeşidinin topraktan kaldırdığı toplam (sap+tane) Ca miktarının gösterildiği Çizelge 4.52'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre topraktan kaldırılan Ca miktarı HFA0'da 4.52 kg/da, HFA5'de 4.44 kg/da ve HFA10'da 4.41 kg/da olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları topraktan kaldırılan Ca miktarını istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Ca miktarı P8 (5.38 kg/da) uygulamasından elde edilirken, P4 (4.41 kg/da) orta grupta ve P0 (3.58 kg/da) en düşük grupta yer almıştır. Çinko uygulamalarının topraktan kaldırılan Ca miktarına istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn0'da 4.34 kg/da, Zn1'de 4.27 kg/da ve Zn2'de 4.75 kg/da olarak belirlenmiştir. İkili ve üçlü interaksiyonlar topraktan kaldırılan Ca miktarını istatistiksel olarak etkilememiştir. Esperia çeşidinin kaldırdığı en yüksek Ca miktarı 6.75 kg/da değeriyle HFA10xP8xZn2 uygulamasında ve en düşük Ca miktarı 3.11 kg/da değeriyle HFA10xP0xZn1 uygulamasında belirlenmiştir. Bahsi geçen en yüksek kaldırılan Ca miktarı, en düşük topraktan kaldırılan Ca miktarının 2.17 kat fazlasıdır. Her ne kadar üçlü interaksiyon istatistiksel olarak fark yaratmamış olsa da rakamsal olarak P8 uygulamaları topraktan kaldırılan Ca miktarını arttırmıştır (Çizelge 4.52).

Çizelge 4.52. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Ca miktarına etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	3.99	3.62	3.40	3.67	3.58c*
	1	3.72	3.20	3.11	3.34	
	2	4.04	3.18	3.96	3.73	
Ort.(PxHFA)		3.92	3.33	3.49		
4	0	4.29	4.60	4.42	4.44	4.41b
	1	4.66	4.51	4.20	4.46	
	2	4.57	4.29	4.11	4.32	
Ort.(PxHFA)		4.51	4.47	4.24		
8	0	4.83	4.94	4.98	4.92	5.38a
	1	4.81	5.50	4.74	5.02	
	2	5.74	6.13	6.75	6.21	
Ort.(PxHFA)		5.13	5.53	5.49		
Genel Ort.(HFA)		4.52	4.44	4.41		
Genel Ort.(Zn)	0	4.34				
	1	4.27				
	2	4.75				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	4.37	4.39	4.26			
1	4.39	4.41	4.02			
2	4.78	4.53	4.94			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.5. Uygulamaların magnezyum içeriği üzerine etkisi

4.2.5.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin magnezyum içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin Mg içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.53'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre bitkideki Mg içeriği HFA0 ile HFA5 parsellerinde %0.13 ve HFA10 parsellerinde %0.12 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları bitkideki Mg içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mg içeriği P0 (%0.17) uygulamasından elde edilirken P4 (%0.11) ve P8 (%0.10) uygulamalarıyla farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Çinko uygulamalarının bitkideki Mg içeriğine

istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn0 ve Zn1 uygulamalarında %0.13 ve Zn2’de %0.12 olarak belirlenmiştir. İkili interaksiyonlardan sadece HFAxP interaksiyonu istatistiksel farklılık yaratmıştır. Üçlü interaksiyon istatistiksel olarak bir fark oluşturmamış olup bitkideki en yüksek Mg içeriği %0.19 değeriyle HFA0xP0xZn1 uygulamasında ve en düşük Mg içeriği %0.07 değeriyle HFA10xP4xZn1 uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek Mg içeriği, en düşük Mg içeriğinin 2.7 katıdır. Tüm uygulamalar ve dozlarının interaksiyonunda istatistiksel bir fark olmasa da rakamsal olarak P0 uygulamalarında bitki Mg içeriğinin arttığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.53. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mg içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.16	0.17	0.19	0.17	0.17a
	1	0.19	0.17	0.16	0.17	
	2	0.17	0.14	0.16	0.15	
Ort.(PxHFA)		0.17a	0.16ab	0.17a		
4	0	0.16	0.11	0.10	0.12	0.11b
	1	0.11	0.10	0.07	0.09	
	2	0.12	0.11	0.11	0.11	
Ort.(PxHFA)		0.13bc	0.10cd	0.09d		
8	0	0.08	0.12	0.10	0.10	0.10b
	1	0.09	0.13	0.11	0.11	
	2	0.09	0.11	0.11	0.10	
Ort.(PxHFA)		0.09d	0.12cd	0.10cd		
Genel Ort.(HFA)		0.13	0.13	0.12		
Genel Ort.(Zn)	0	0.13				
	1	0.12				
	2	0.12				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.13	0.13	0.13		
1		0.13	0.13	0.11		
2		0.13	0.12	0.12		

*p<0.05, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınmış olan bitki örneklerinin Mg içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.54'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre bitkideki Mg içeriği HFA0 ve HFA10 uygulama alanları ortalamasında %0.11, HFA5 uygulama parsellerinin ortalamasında %0.12 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları bitkideki Mg içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mg içeriği P0 (%0.12) uygulamalarında görülürken, P4 uygulamaları (%0.11) orta grupta ve P8 uygulamaları (%0.10) en düşük grupta yer almışlardır. Çinko uygulamaları da bitkideki Mg içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mg miktarı Zn0 (%0.12) uygulamasından elde edilmiştir ve Zn1 ile Zn2 uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alarak %0.11 olarak belirlenmiştir. İkili ve üçlü interaksiyonların hiçbirisi istatistiksel olarak fark oluşturmamıştır. Parsellerden alınan örneklere göre, en yüksek Mg içeriği %0.14 değeriyle HFA5xP0xZn0 uygulamasında ve en düşük Mg içeriği %0.09 değeriyle HFA10xP4xZn1 uygulamasında belirlenmiş olup en yüksek Mg içeriğinin en düşük Mg içeriğinin 1.56 katıdır. Her ne kadar üçlü interaksiyonda fark belirlenmemiş olsa da rakamsal olarak P uygulamalarının olmadığı parsellerde bitki Mg içeriğinin arttığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.54. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mg içeriğine etkisi (Esperia)
(%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.13	0.14	0.13	0.14	0.12a*
	1	0.13	0.11	0.12	0.12	
	2	0.12	0.11	0.11	0.11	
Ort.(PxHFA)		0.13	0.12	0.12		
4	0	0.11	0.14	0.13	0.12	0.11ab
	1	0.11	0.12	0.09	0.11	
	2	0.09	0.12	0.11	0.11	
Ort.(PxHFA)		0.10	0.13	0.11		
8	0	0.11	0.11	0.10	0.11	0.10b
	1	0.10	0.10	0.10	0.10	
	2	0.10	0.09	0.11	0.10	
Ort.(PxHFA)		0.10	0.10	0.10		
Genel Ort.(HFA)		0.11	0.12	0.11		
Genel Ort.(Zn)	0	0.12a*				
	1	0.11b				
	2	0.11b				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.12	0.13	0.12		
1		0.11	0.11	0.10		
2		0.10	0.11	0.11		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.5.2. Sap magnezyum içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan sap örneklerinin Mg içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.55'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenmiş olup saptaki Mg içeriği HFA0'da %0.085, HFA5'de %0.093 ve HFA10'da %0.091 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları saptaki Mg içeriğini istatistiksel olarak etkilememiştir ve tüm P dozları %0.09 ortalama değerinde bulunmuştur. Çinko uygulamaları da saptaki Mg içeriğini istatistiksel olarak etkilememiş tüm Zn uygulamalarının ortalama değerleri %0.09 olarak belirlenmiştir. İkili interaksyonlar açısından sadece HFAxZn interaksiyonunun etkisi görülmüş olup diğer ikili interaksyonların etkisi bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit x Zn interaksiyonunda en

düşük değer HFA0xZn2 kombinasyonunda ve en yüksek değer HFA5xZn1 ile HFA10xZn2 kombinasyonlarında tespit edilmiştir. Üçlü interaksiyonların istatistiksel bir etkisinin olmadığı ve sap Mg içeriğinin %0.08-0.10 aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mg içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09
	1	0.09	0.10	0.09	0.10	
	2	0.07	0.09	0.10	0.09	
Ort.(PxHFA)		0.08	0.09	0.09		
4	0	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09
	1	0.08	0.09	0.09	0.09	
	2	0.08	0.09	0.09	0.09	
Ort.(PxHFA)		0.08	0.09	0.09		
8	0	0.08	0.10	0.10	0.10	0.09
	1	0.10	0.10	0.09	0.09	
	2	0.08	0.09	0.10	0.09	
Ort.(PxHFA)		0.09	0.10	0.10		
Genel Ort.(HFA)		0.085b	0.093a	0.091ab		
Genel Ort.(Zn)	0	0.09				
	1	0.09				
	2	0.09				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	0.09ab	0.09ab	0.09ab			
1	0.09ab	0.10a	0.09ab			
2	0.08b	0.09ab	0.10a			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınan sap örneklerinin Mg içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.56'ya göre HFA dozları arasında istatistiksel bir fark bulunmamış olup tüm uygulamaların ortalamaları %0.07 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamalarıyla saptaki Mg içerikleri arasında istatistiksel fark oluşmuştur ve her bir uygulama farklı bir grupta yer almıştır. En yüksek Mg içeriği P8 (%0.08) uygulamasında görülmüştür ve P0 (%0.06) en düşük Mg içeriğine sahip olmuştur. Çinko uygulamaları da Mg içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mg miktarı Zn2 (%0.08) uygulamasından elde edilmiş ve

Zn0 (%0.06) ile Zn1 (%0.07) uygulamalarından farklı istatistiksel grupta yer almıştır. İkili interaksyonlardan sadece PxZn interaksyonu istatistiksel fark yaratmış olup bu kombinasyonda sap Mg değerleri %0.053-0.100 arasında bulunmuştur. Üçlü interaksyonun istatistiksel bir fark yaratmadığı belirlenmiştir. Esperia çeşidinden alınan sap örneklerindeki en yüksek Mg içeriği %0.11 değeriyle HFA0xP8xZn2 uygulamasında ve en düşük Mg içeriği %0.05 değeriyle birçok farklı uygulama kombinasyonunda belirlenmiştir ve en yüksek Mg içeriği, en düşük Mg içeriğinin 2.2 kat fazlasıdır (Çizelge 4.56).

Çizelge 4.56. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mg içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.06	0.06	0.06	0.057cd	0.06c*
	1	0.05	0.05	0.05	0.053d	
	2	0.06	0.06	0.07	0.061cd	
Ort.(PxHFA)		0.06	0.06	0.06		
4	0	0.06	0.07	0.07	0.064cd	0.07b
	1	0.08	0.07	0.07	0.074bc	
	2	0.09	0.08	0.08	0.082b	
Ort.(PxHFA)		0.07	0.07	0.07		
8	0	0.07	0.07	0.07	0.071bc	0.08a
	1	0.07	0.08	0.07	0.075bc	
	2	0.11	0.10	0.10	0.100a	
Ort.(PxHFA)		0.08	0.08	0.08		
Genel Ort.(HFA)		0.07	0.07	0.07		
Genel Ort.(Zn)	0	0.06b				
	1	0.07b				
	2	0.08a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.06	0.06	0.06		
1		0.07	0.07	0.07		
2		0.08	0.08	0.08		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.5.3. Tane magnezyum içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınmış tane örneklerinin Mg içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.57'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Hümik+fulvik asidin uygulanmadığı ve HFA5 uygulamalarının yapıldığı alanlar

%0.13 değeriyle aynı istatistiksel grupta yer alırken HFA10 uygulamaları %0.12 değeriyle farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Fosfor uygulamalarının tanedeki Mg içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup tüm uygulamalarda %0.12 olarak belirlenmiştir. Çinko uygulamalarının da tanedeki Mg içeriğine istatistiksel olarak bir etkisi görülmemiş olup Zn0 (%0.12), Zn1 (%0.13) ve Zn2 (%0.13) uygulamaları aynı istatistiksel sınıfta yer almışlardır. İkili ve üçlü interaksiyonların tanedeki Mg içeriğine etkisinin olmadığı saptanmıştır. En yüksek Mg içeriği %0.14 değeriyle HFA0xP8xZn1 uygulamasında ve en düşük %0.11 değeriyle HFA10xP0xZn2, HFA10xP4xZn1, HFA10xP8xZn0 ile HFA10xP8xZn2 uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.57. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mg içeriğine etkisi (Bezostaja) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
	1	0.13	0.13	0.12	0.13	
	2	0.12	0.13	0.11	0.12	
Ort.(PxHFA)		0.13	0.13	0.12		
4	0	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12
	1	0.13	0.13	0.11	0.12	
	2	0.12	0.13	0.12	0.12	
Ort.(PxHFA)		0.13	0.13	0.12		
8	0	0.13	0.13	0.11	0.12	0.12
	1	0.14	0.12	0.12	0.12	
	2	0.13	0.13	0.11	0.12	
Ort.(PxHFA)		0.13	0.13	0.11		
Genel Ort.(HFA)		0.13a*	0.13a	0.12b		
Genel Ort.(Zn)	0	0.12				
	1	0.13				
	2	0.13				
Zn (kg/da)		HFA (kg/da)				
		0	5	10		
0		0.12	0.12	0.12		
1		0.13	0.13	0.12		
2		0.13	0.13	0.11		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin tane Mg içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.58'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamış olup tüm dozlarda tane Mg içeriği %0.12 olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları tanedeki Mg içeriğini

istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mg içeriği P0 (%0.13) uygulamasından elde edilirken, P4 (%0.12) orta grupta ve P8 (%0.11) en düşük grupta yer almıştır. Çinko uygulamalarının tanedeki Mg içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup tüm Zn dozlarında %0.12 olarak belirlenmiştir. İkili interaksyonlar açısından tüm interaksyonlarının tanedeki Mg içeriğinde istatistiksel etkisi görülmüştür. Üçlü interaksyonun tanedeki Mg içeriğine etkisi görülmemiş olup en yüksek ve en düşük Mg içerikleri sırasıyla, HFA0xP4xZn0 uygulamasında (%0.15) ve HFA5xP8xZn2 uygulamasında (%0.10) belirlenmiştir (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mg içeriğine etkisi (Esperia) (%)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.14	0.13	0.13	0.133ab	0.13a*
	1	0.13	0.13	0.14	0.133ab	
	2	0.13	0.14	0.14	0.137a	
Ort.(PxHFA)		0.133a	0.134a	0.137a		
4	0	0.15	0.14	0.11	0.132ab	0.12b
	1	0.12	0.13	0.11	0.116bc	
	2	0.11	0.11	0.11	0.108c	
Ort.(PxHFA)		0.125ab	0.124abc	0.107c		
8	0	0.11	0.11	0.10	0.107c	0.11c
	1	0.11	0.11	0.11	0.109c	
	2	0.11	0.10	0.12	0.110c	
Ort.(PxHFA)		0.109bc	0.107c	0.110bc		
Genel Ort.(HFA)		0.12	0.12	0.12		
Genel Ort.(Zn)	0	0.12				
	1	0.12				
	2	0.12				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.132a	0.126ab	0.113b		
1		0.117ab	0.123ab	0.119ab		
2		0.116ab	0.116ab	0.122ab		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.3.5.4. Topraktan kaldırılan toplam magnezyum miktarı

Esperia çeşidinin topraktan kaldırdığı toplam (sap+tane) Mg miktarının gösterildiği Çizelge 4.59'a göre HFA0 (0.79 kg/da), HFA 5 (0.77 kg/da) ve HFA10 (0.78 kg/da)

dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenememiştir. Fosfor uygulamaları topraktan kaldırılan Mg miktarını istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mg miktarı P8 (0.96 kg/da) uygulamasından elde edilirken P4 (0.79 kg/da) orta grupta ve P0 (0.59 kg/da) en düşük grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da topraktan kaldırılan Mg miktarını istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mg miktarı Zn2 (0.87 kg/da) uygulamasından elde edilmiş ve Zn0 (0.73 kg/da) ile Zn1 (0.75 kg/da) uygulamalarıyla farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. İkili interaksiyonlar açısından sadece PxZn interaksiyonu topraktan kaldırılan Mg miktarını etkilemiş olup en düşük ve en yüksek topraktan kaldırılan Mg miktarları sırasıyla P0xZn1 (0.56 kg/da) ve P8xZn2 (1.16 kg/da) interaksiyonlarıdır. Üçlü interaksiyonun istatistiksel bir etkisi görülmemiştir. Toprakten kaldırılan en yüksek Mg 1.21 kg/da değeriyle HFA10xP8xZn2 uygulamasında ve en düşük Mg 0.54 kg/da değeriyle HFA5xP0xZn2 uygulamasında belirlenmiş olup en yüksek Mg miktarının en düşük Mg miktarının 2.24 kat fazlasıdır (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.59. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Mg miktarına etkisi (kg/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	0.69	0.55	0.56	0.60cd*	0.59c
	1	0.56	0.56	0.55	0.56d	
	2	0.66	0.54	0.69	0.63bcd	
Ort.(PxHFA)		0.63	0.55	0.60		
4	0	0.67	0.79	0.75	0.74bcd	0.79b
	1	0.83	0.84	0.83	0.83bc	
	2	0.87	0.78	0.77	0.81bc	
Ort.(PxHFA)		0.79	0.80	0.78		
8	0	0.89	0.83	0.82	0.85b	0.96a
	1	0.80	0.99	0.81	0.86b	
	2	1.18	1.08	1.21	1.16a	
Ort.(PxHFA)		0.96	0.97	0.94		
Genel Ort.(HFA)		0.79	0.77	0.78		
Genel Ort.(Zn)	0	0.73b				
	1	0.75b				
	2	0.87a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		0.75	0.72	0.71		
1		0.73	0.79	0.73		
2		0.91	0.80	0.89		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.6. Uygulamaların çinko içeriği üzerine etkisi

4.2.6.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin çinko içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin Zn içeriğinin sunulduğu Çizelge 4.60'a göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek bitki Zn içeriği, HFA'nın uygulanmadığı parsellerin ortalamalarında (22.71 mg/kg) belirlenirken, HFA5 (20.44 mg/kg) ve HFA10 (18.84 mg/kg) uygulamalarıyla farklı istatistiksel grupta yer almıştır. Bitki Zn içeriği, HFA uygulamalarıyla azalma eğilimi göstermiştir. Fosfor uygulamaları, bitki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn içeriği P4 (22.27 mg/kg) uygulamasından elde edilmiştir. Fosforun en yüksek uygulandığı alanlardaki Zn içeriğinin (20.66 mg/kg) P4 ve P0 uygulamaları arasında orta grupta yer alması ve P0 (19.04 mg/kg) uygulamasının en düşük grupta yer alması, P'nin belirli bir doza kadar (4 kg/da) Zn alımını desteklediğini ancak daha yüksek dozda (8 kg/da) bu etkinin azaldığını göstermektedir. Çinko uygulamalarının bitki Zn içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn₀'da 20.41 mg/kg, Zn₁'de 21.51 mg/kg ve Zn₂'de 20.05 mg/kg olarak belirlenmiştir. İkili interaksiyonlar açısından sadece HFAxZn interaksiyonu etkilemiş olup en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla, HFA0xZn₁ (24.98 mg/kg) ve HFA10xZn₂ (17.05 mg/kg) uygulamalarından elde edilmiştir. Üçlü interaksiyona göre istatistiksel değişimler belirlenmiş olup en düşük ve en yüksek Zn içerikleri sırasıyla, HFA10xP8xZn₂ (13.70 mg/kg) ve HFA0xP8xZn₂ (28.00 mg/kg) uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek Zn içeriğinin en düşük Zn içeriğinin 2.04 kat fazlası olduğu belirlenmiştir. Üçlü interaksiyona bağlı olarak P4 uygulamalarının bitki Zn içeriğini arttırdığı ve HFA uygulamalarının bitkideki Zn içeriğini düşürdüğü belirlenmiştir. Ayrıca, HFA dozunun artmasıyla özellikle P8 uygulamalarında Zn içeriğinin azalma eğilimi gösterdiği gözlenmiştir (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.60. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Zn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	19.40a-d	19.50a-d	20.00a-d	19.63	19.04b*
	1	27.70a	18.55b-d	16.70b-d	20.98	
	2	15.65cd	15.83cd	18.05b-d	16.51	
Ort.(PxHFA)		20.92	17.96	18.25		
4	0	20.90a-d	22.23a-d	19.70a-d	20.94	22.27a
	1	24.63ab	23.40a-c	20.00a-d	22.68	
	2	27.50a	22.70a-c	19.40a-d	23.20	
Ort.(PxHFA)		24.34	22.78	19.70		
8	0	18.00b-d	20.60a-d	23.37a-c	20.66	20.66ab
	1	22.60a-c	21.45a-d	18.60b-d	20.88	
	2	28.00a	19.65a-d	13.70d	20.45	
Ort.(PxHFA)		22.87	20.57	18.56		
Genel Ort.(HFA)		22.71a*	20.44b	18.84b		
Genel Ort.(Zn)	0	20.41				
	1	21.51				
	2	20.05				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		19.43c	20.78bc	21.02a-c		
1		24.98a	21.13a-c	18.43c		
2		23.72ab	19.39c	17.05c		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınan bitki örneklerinin Zn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.61'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En düşük bitki Zn içeriği HFA0 parsellerinde (13.74 mg/kg) belirlenirken HFA5 (15.97 mg/kg) ile HFA10 (15.65 mg/kg) uygulamalarından farklı istatistiksel grupta yer almıştır. Hümik+fulvik asit uygulamalarının Zn içeriğini artırdığı gözlenmiştir. Fosfor uygulamaları, bitkideki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup P0 (16.08 mg/kg) ile P4 (16.59 mg/kg) uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alırken P8 (12.69 mg/kg) uygulaması farklı grupta yer almıştır. Bu durum yüksek P dozunun (8 kg/da) Zn alımını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Çinko uygulamaları da bitki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiştir; Zn1 (17.29 mg/kg) ile Zn2 (17.49 mg/kg) uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alırken, Zn0 (10.59 mg/kg) uygulaması farklı bir grupta yer almıştır. İkili interaksiyonların tümü bitki Zn içeriği üzerinde istatistiksel farklılıklar yaratmıştır. Fosfor x Zn interaksiyonunda Zn dozlarının artışına bağlı

olarak bitki Zn içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Çinko x HFA interaksyonunda da benzer şekilde Zn dozlarına bağlı olarak bitki Zn içeriğinin arttığı ve Zn1 ile Zn2 dozlarında HFA uygulamasıyla bitki Zn içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Fosfor x HFA interaksyonunda ise genel olarak HFA dozlarının artışıyla bitki Zn içeriğinin artışı belirlenmiştir. Üçlü interaksyonun bitki Zn içeriği üzerine istatistiksel bir etkisi görülmemiştir. Esperia çeşidinden alınan bitki örneklerinde bulunan en yüksek Zn içeriği 22.10 mg/kg değeriyle HFA10xP0xZn1 uygulamasında bulunmuştur. En düşük Zn içeriği 6.80 mg/kg değeriyle HFA0xP8xZn1 uygulamasında tespit edilmiş olup en yüksek Zn içeriğinin en düşük Zn içeriğinin 3.25 katı olduğu belirlenmiştir. Üçlü interaksyonda her ne kadar istatistiksel fark belirlenemese de P8 uygulamalarının bitki Zn içeriğini düşürdüğü ve HFA ve Zn uygulamalarının ise bitki Zn içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Özellikle P8 uygulamalarında HFA dozunun artışıyla Zn içeriğinin artış gösterdiği ve bu durumun HFA'nın PxZn antagonizmasını azaltıcı etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Zn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	12.13	12.17	8.50	10.93de*	16.08a
	1	16.50	18.57	22.10	19.06a	
	2	17.43	19.83	17.50	18.26a	
Ort.(PxHFA)		15.36ab	16.86ab	16.03ab		
4	0	14.57	15.80	10.33	13.57cd	16.59a
	1	18.07	20.00	17.70	18.59a	
	2	16.10	17.47	19.23	17.60ab	
Ort.(PxHFA)		16.24ab	17.76a	15.76ab		
8	0	7.20	7.40	7.17	7.26e	12.69b
	1	6.80	16.87	18.97	14.21b-d	
	2	14.83	15.65	19.33	16.60a-c	
Ort.(PxHFA)		9.61c	13.31bc	15.16ab		
Genel Ort.(HFA)		13.74b	15.97a	15.65a		
Genel Ort.(Zn)	0	10.59b				
	1	17.29a				
	2	17.49a				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
		0	5	10		
0		11.30cd	11.79cd	8.67d		
1		13.79bc	18.48a	19.59a		
2		16.12ab	17.65a	18.69a		

*p<0.05, HFA: Hümk+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.6.2. Sap çinko içerikleri

Bezostaja çeşidinin sap Zn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.62'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek sap Zn içeriği HFA0 (16.73 mg/kg) bulunmuştur ve HFA5 (16.92 mg/kg) uygulamalarıyla aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Hümik+fulvik asidin 10 kg/da uygulandığı parsellerdeki Zn içeriği (14.89 mg/kg) farklı bir istatistiksel sınıfta yer almıştır. Fosfor uygulamaları, saptaki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup tüm dozlar farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek Zn içeriği P0 (20.13 mg/kg) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla P4 (15.26 mg/kg) ve P8 (13.15 mg/kg) uygulamaları takip etmiştir. Bu durum, artan P dozlarının Zn alımını olumsuz etkilediğini net bir şekilde göstermektedir. Çinko uygulamaları da saptaki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn içeriği Zn1 (17.66 mg/kg) uygulamasında belirlenirken Zn0 (15.69 mg/kg) ile Zn2 (15.20 mg/kg) uygulamalarından farklı bir sınıfta yer almıştır. Tüm ikili interaksiyonlar saptaki Zn konsantrasyonunu etkilemiştir. Fosfor x HFA interaksiyonu açısından P dozlarının artışına bağlı olarak sap Zn miktarının düştüğü ve HFA artışına bağlı olarak istatistiksel farklılıkların olmadığı saptanmıştır. Fosfor x Zn interaksiyonunda ise artan P dozlarına bağlı olarak genel bir düşüşün olduğu görülmüştür. Üçlü interaksiyona göre de istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek Zn içeriği 31.30 mg/kg değeriyle HFA5xP0xZn1 uygulamasından elde edilirken en düşük Zn içeriği 9.00 mg/kg değeriyle HFA10xP8xZn2 uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek Zn içeriğinin en düşük Zn içeriğinin 3.48 kat fazlası olduğu belirlenmiştir. Üçlü interaksiyonla P dozlarının artışıyla saptaki Zn içeriğinin düştüğü, P0 uygulamalarında ise Zn içeriğinin yükseldiği gözlenmiştir. Bu durum PxZn antagonizmasının önemli bir göstergesidir. Ayrıca HFA10 uygulamalarında özellikle yüksek P dozlarında Zn içeriğinin daha da düştüğü dikkat çekmektedir (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.62. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Zn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	20.37b-d*	13.10e-i	18.47b-e	17.31bc	20.13a
	1	24.10b	31.30a	18.47b-e	24.62a	
	2	15.07d-i	18.17b-e	22.10bc	18.44b	
Ort.(PxHFA)		19.84a	20.86a	19.68a		
4	0	15.80d-h	17.20c-f	17.45c-f	16.82bcd	15.26b
	1	12.85e-i	17.43c-f	11.75f-i	14.01de	
	2	15.43d-h	15.05d-i	14.40d-i	14.96cde	
Ort.(PxHFA)		14.69bc	16.56b	14.53bc		
8	0	13.55e-i	14.25d-i	11.00g-i	12.93e	13.15c
	1	16.27c-h	15.33d-h	11.40f-i	14.33de	
	2	17.15c-g	10.43hi	9.00i	12.19e	
Ort.(PxHFA)		15.66bc	13.34cd	10.47d		
Genel Ort.(HFA)		16.73a	16.92a	14.89b		
Genel Ort.(Zn)	0	15.69b				
	1	17.66a				
	2	15.20b				
Zn (kg/da)		HFA (kg/da)				
		0	5	10		
0		16.57bc	14.85bc	15.64bc		
1		17.74b	21.36a	13.87c		
2		15.88bc	14.55c	15.17bc		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınan sap örneklerinin Zn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.63'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek sap Zn içeriği HFA5 (14.29 mg/kg) uygulamasında belirlenirken HFA10 (14.08 mg/kg) orta grupta ve HFA0 (13.36 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. Fosfor uygulamaları saptaki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn içeriği P0 (14.28 mg/kg) uygulamasından elde edilirken P4 (14.12 mg/kg) orta grupta ve P8 (13.32 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. Bu durum artan P dozlarının Zn alımını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Çinko uygulamaları da saptaki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn içeriği Zn2 (14.87 mg/kg) uygulamasında belirlenmiş olup Zn0 (13.29 mg/kg) ile Zn1 (13.57 mg/kg) uygulamalarıyla farklı istatistiksel sınıfta yer almıştır. İkili interaksiyonlar açısından

sadece HFAxP interaksyonu, saptaki Zn içeriğinde farklılık yaratmıştır. Üçlü interaksyonun sap Zn içeriğine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.64'e göre istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. En düşük ve yüksek Zn içerikleri sırasıyla, HFA0xP8xZn0 uygulamasında (11.53 mg/kg) ve HFA10xP0xZn2 (18.87 mg/kg) uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek Zn içeriğinin en düşük Zn içeriğinin 1.64 katı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Zn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	15.70a-d*	12.20b-d	15.45a-d	14.12	14.28a
	1	14.05b-d	14.40b-d	12.80b-d	13.75	
	2	12.90b-d	13.13b-d	18.87a	14.97	
Ort.(PxHFA)		14.22a-c	13.24c	15.37ab		
4	0	12.50b-d	15.93a-d	12.07b-d	13.50	14.12ab
	1	12.97b-d	16.00a-c	13.73b-d	14.23	
	2	14.00b-d	16.20a-c	13.70b-d	14.63	
Ort.(PxHFA)		13.16c	16.04a	13.17c		
8	0	11.53d	11.87cd	13.37b-d	12.26	13.32b
	1	12.20b-d	12.43b-d	13.50b-d	12.71	
	2	14.37b-d	16.40ab	14.23b-d	15.00	
Ort.(PxHFA)		12.70c	13.57bc	13.70bc		
Genel Ort.(HFA)		13.36b*	14.29a	14.08ab		
Genel Ort.(Zn)	0	13.29b				
	1	13.57b				
	2	14.87a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		13.24	13.33	13.29		
1		13.07	14.28	13.34		
2		13.76	15.24	15.60		

*p<0.05, HFA: Hümk+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.6.3. Tane çinko içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan tane örneklerinin Zn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.64'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Tanedeki en yüksek Zn içeriği HFA0 (29.24 mg/kg) bulunmuştur ve HFA5 (27.75 mg/kg) uygulamalarıyla aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Ancak HFA10 (24.89 mg/kg) uygulaması farklı grupta ve daha düşük değerde bulunmuştur. Fosfor uygulamaları tanedeki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn

içeriği P0 (28.66 mg/kg) uygulamasından elde edilmiştir ve P4 (26.48 mg/kg) ile P8 (26.74 mg/kg) uygulamalarından farklı bir sınıfta yer almıştır. Bu durum, artan P dozlarının Zn alımını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Çinko uygulamaları da tanedeki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn içeriği Zn1 (28.12 mg/kg) uygulamasında belirlenirken Zn2 (28.58 mg/kg) orta grupta ve Zn0 (26.13 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. İkili interaksiyonlardan sadece HFAxP interaksiyonu istatistiksel farklılıklar yaratmıştır. Üçlü interaksiyon tanedeki Zn içeriğini etkilememiştir. Tüm uygulamaların ve dozlarının interaksiyonuna göre en düşük ve en yüksek Zn içerikleri sırasıyla, HFA10xP8xZn2 (21.65 mg/kg) ve HFA0xP8xZn2 (35.08 mg/kg) uygulamalarında bulunmuştur. Her ne kadar istatistiksel fark olmasa da en yüksek Zn içeriğinin en düşük Zn içeriğinin 1.62 kat fazlası olduğu ve HFA dozunun artmasıyla tanedeki Zn içeriğinin düştüğü ve özellikle HFA10 dozunda PxZn antagonizmasının daha belirgin hale geldiği gözlenmiştir (Çizelge 4.64).

Çizelge 4.64. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Zn içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	27.83	28.57	27.87	28.09	28.66a
	1	31.35	29.68	29.43	30.15	
	2	27.92	28.47	26.85	27.44	
Ort.(PxHFA)		29.03ab*	28.91ab	28.05ab		
4	0	25.77	26.97	24.22	25.65	26.48b
	1	26.83	29.65	23.83	26.72	
	2	28.82	29.35	22.88	27.02	
Ort.(PxHFA)		27.14bc	28.66ab	23.64c		
8	0	27.62	24.75	22.15	24.83	26.74b
	1	31.98	25.10	25.18	27.42	
	2	35.08	27.18	21.65	27.97	
Ort.(PxHFA)		31.56a	25.68bc	22.99c		
Genel Ort.(HFA)		29.24a*	27.75a	24.89b		
Genel Ort.(Zn)	0	26.13b*				
	1	28.12a				
	2	28.58ab				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		27.07	26.76	24.74		
1		30.06	28.14	26.14		
2		30.61	28.33	23.79		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınan tane örneklerinin Zn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.65'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre tanedeki Zn içeriği HFA0 ile HFA5 uygulamalarında 25.49 mg/kg ve HFA10'da 26.25 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları tanedeki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup P4 (26.39 mg/kg) ve P8 (27.54 mg/kg) uygulamaları aynı istatistiksel grupta ve P0 (23.30 mg/kg) uygulaması farklı bir grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da tanedeki Zn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn içeriği Zn2 (27.81 mg/kg) uygulamasından elde edilmiş ve Zn0 (24.01 mg/kg) ile Zn1 (25.40 mg/kg) uygulamalarından farklı istatistiksel grupta yer almıştır. İkili interaksyonlar açısından PxZn interaksyonu, istatistiksel farklar oluşturmuş olup P ve Zn dozlarının artışıyla artışlar belirlenmiştir. Üçlü interaksyon da istatistiksel farklılıklar meydana getirmiş olup en yüksek ve en düşük Zn içeriği sırasıyla, 32.77 mg/kg (HFA0xP8xZn2) ve 20.33 mg/kg (HFA5xP0xZn1) olarak tespit edilmiştir. En yüksek Zn içeriği, en düşük Zn içeriğinin 1.61 katıdır. Üçlü interaksyonlara bağlı olarak P8 uygulamalarının özellikle Zn2 dozu ile kombinasyonlarında Zn içeriğini artırdığı ve PxZn antagonizmasının görülmediği dikkat çekmektedir (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Zn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	21.20c-e*	21.83c-e	20.43e	21.16d	23.30b*
	1	20.80de	20.33e	25.27b-e	22.13cd	
	2	26.37a-e	27.43a-d	26.03a-e	26.61b	
Ort.(PxHFA)		22.79	23.20	23.91		
4	0	26.43a-e	25.10b-e	26.07a-e	25.87b	26.39a
	1	26.40a-e	27.63a-d	26.73a-e	26.92b	
	2	25.57b-e	26.67a-e	26.87a-e	26.37b	
Ort.(PxHFA)		26.13	26.47	26.56		
8	0	23.03c-e	25.40b-e	26.60a-e	25.01bc	27.54a
	1	26.80a-e	26.97a-e	27.67a-c	27.14b	
	2	32.77a	28.00a-c	30.60ab	30.46a	
Ort.(PxHFA)		27.53	26.79	28.29		
Genel Ort.(HFA)		25.49	25.49	26.25		
Genel Ort.(Zn)	0	24.01b				
	1	25.40b				
	2	27.81a				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	23.56	24.11	24.37			
1	24.67	24.98	26.56			
2	28.23	27.37	27.83			

*p<0.05, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.6.4. Topraktan kaldırılan toplam çinko miktarı

Esperia çeşidinin topraktan kaldırdığı toplam (sap+tane) Zn miktarının gösterildiği Çizelge 4.66'ya göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hüyük+fulvik asit dozlarına göre topraktan kaldırılan Zn miktarı HFA0'da 15.54 g/da, HFA5'de 15.64 g/da ve HFA10'da 15.70 g/da olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları, topraktan kaldırılan Zn miktarını istatistiksel olarak etkilemiş olup P4 (15.89 g/da) ile P8 (17.20 g/da) uygulamaları aynı istatistiksel grupta ve P0 (13.40 g/da) uygulaması farklı grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da topraktan kaldırılan Zn miktarını istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Zn miktarı Zn2 (16.65 g/da) uygulamasından elde edilmiş olup Zn1 (15.16 g/da) orta grupta yer almış ve en düşük Zn miktarı Zn0 (14.69 g/da) uygulamasında

belirlenmiştir. İkili interaksyonlardan sadece PxZn interaksyonu istatistiksel fark yaratmış olup P8xZn2 uygulaması en yüksek ve P0xZn1 uygulaması en düşük ortalama değer olarak belirlenmiştir. Üçlü interaksyonun topraktan kaldırılan Zn miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek topraktan kaldırılan Zn miktarı 20.52 g/da değeriyle HFA5xP8xZn2 uygulamasında ve en düşük Zn miktarı 11.20 g/da değeriyle HFA5xP0xZn0 uygulamasında belirlenmiştir. Her ne kadar istatistiksel fark olmasa da P uygulamaları, topraktan kaldırılan Zn miktarını rakamsal olarak arttırmıştır. Ayrıca topraktan kaldırılan en yüksek Zn miktarının en düşük Zn miktarının 1.83 katı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.66).

Çizelge 4.66. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Zn miktarına etkisi (g/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	15.42	11.20	12.11	12.91bc*	13.40b
	1	13.05	12.61	12.51	12.72c	
	2	13.78	11.88	18.04	14.56bc	
Ort.(PxHFA)		14.08	11.90	14.22		
4	0	13.80	17.34	14.94	15.36bc	15.89a
	1	14.98	18.67	17.27	16.98ab	
	2	15.58	16.16	14.31	15.35bc	
Ort.(PxHFA)		14.79	17.39	15.81		
8	0	14.88	15.08	17.41	15.79bc	17.20a
	1	14.86	17.29	15.19	15.78bc	
	2	20.04	20.52	19.54	20.04a	
Ort.(PxHFA)		16.60	17.63	17.38		
Genel Ort.(HFA)		15.54	15.64	15.70		
Genel Ort.(Zn)	0	14.69b				
	1	15.16ab				
	2	16.65a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		14.70	14.54	14.82		
1		14.30	16.19	14.99		
2		16.47	16.19	17.29		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.7. Uygulamaların mangan içeriği üzerine etkisi

4.2.7.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin mangan içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin Mn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.67'ye göre HFA ve Zn dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre bitki Mn içeriği ortalama olarak HFA0, HFA5 ve HFA10 uygulama parsellerinde sırasıyla, 54.59, 54.41 mg/kg ve 52.30 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çinko uygulama dozlarının ortalamaları 51.00-56.59 mg/kg aralığında değişmiştir. Fosfor uygulamaları, bitkideki Mn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mn içeriği P4 (57.44 mg/kg) uygulamasından elde edilirken P8 (51.59 mg/kg) uygulamasından farklı istatistiksel grupta yer almıştır. İkili interaksiyonlardan bitki Mn içeriğini istatistiksel olarak etkileyen tek interaksiyon PxZn interaksiyonu olmuştur. Üçlü interaksiyonun bitkideki Mn içeriğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Üçlü interaksiyonda bitki Mn konsantrasyonu açısından en yüksek Mn içeriği 70.67 mg/kg değeriyle HFA0xP4xZn1 uygulamasında ve en düşük Mn içeriği 43.33 mg/kg değeriyle HFA0xP0xZn0 uygulamasında bulunmuştur. En yüksek Mn içeriğinin en düşük Mn içeriğinin 1.63 kat fazlası olduğu belirlenmiştir. Tüm uygulamaların kombinasyonunda her ne kadar istatistiksel fark olmasa da P4 uygulamalarının bitkideki Mn içeriğini arttırdığı ve özellikle P4xZn1 kombinasyonlarında en yüksek değerlere ulaşıldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mn içeriğine etkisi (Bezostaja)
(mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	43.33	53.00	56.00	50.78b*	52.26ab
	1	54.00	60.67	52.00	55.56b	
	2	54.00	52.00	45.33	50.44b	
Ort.(PxHFA)		50.44	55.22	51.11		
4	0	56.67	54.33	54.00	55.00ab	57.44a
	1	70.67	65.00	60.33	65.33a	
	2	59.67	49.33	47.00	52.00b	
Ort.(PxHFA)		62.33	56.22	53.78		
8	0	52.67	56.33	57.00	55.33ab	51.59b
	1	50.67	49.33	46.67	48.89b	
	2	49.67	49.67	52.33	50.56ab	
Ort.(PxHFA)		51.00	51.78	52.00		
Genel Ort.(HFA)		54.59	54.41	52.30		
Genel Ort.(Zn)	0	53.70				
	1	56.59				
	2	51.00				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	50.89	54.56	55.67			
1	58.44	58.33	53.00			
2	54.44	50.33	48.22			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin bitki Mn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.68'e göre HFA ve P dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Hümik+fulvik asit dozlarının artışına bağlı olarak bitki Mn içeriğinde artışlar belirlenmiştir. Hümik+fulvik asit uygulama dozları ortalamalarına göre en yüksek bitki Mn içeriği HFA10 (20.78 mg/kg) uygulamasında belirlenirken HFA5 (19.56 mg/kg) orta grupta ve HFA0 (18.44 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. Fosfor uygulamalarına bağlı olarak en yüksek Mn içeriği P8 (20.85 mg/kg) uygulamasından elde edilirken P0 (19.37 mg/kg) orta grupta ve P4 (18.56 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. Çinko uygulamalarının bitkideki Mn içeriğine istatistiksel olarak bir etkisi görülmemiş olup Zn0'da 20.85 mg/kg, Zn1'de 18.85 mg/kg ve Zn2'de 19.07 mg/kg olarak belirlenmiştir. İkili ve üçlü interaksiyonların bitkideki Mn içeriği üzerine etkisi

görülmemiştir. Tüm uygulamalara ve dozlara göre en yüksek Mn içeriği 24.33 mg/kg değeriyle HFA10xP4xZn0 uygulamasında ve en düşük Mn içeriği 15.00 mg/kg değeriyle HFA0xP4xZn2 uygulamasında bulunmuştur. En yüksek Mn içeriğinin en düşük Mn içeriğinin 1.62 kat fazlası olduğu belirlenmiştir. Tüm uygulamaların ve dozlarının interaksiyonuna göre HFA dozlarının artışıyla ve P8 uygulamalarıyla istatistiksel bir fark olmasa bile rakamsal olarak bitkideki Mn içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.68).

Çizelge 4.68. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Mn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	20.00	21.67	22.00	21.22	19.37ab*
	1	16.67	19.00	19.67	18.44	
	2	17.00	18.00	20.33	18.44	
Ort.(PxHFA)		17.89	19.56	20.67		
4	0	17.00	20.00	24.33	20.44	18.56b
	1	18.00	17.67	17.67	17.78	
	2	15.00	16.67	20.67	17.44	
Ort.(PxHFA)		16.67	18.11	20.89		
8	0	19.67	22.33	20.67	20.89	20.85a
	1	21.67	19.67	19.67	20.33	
	2	21.00	21.00	22.00	20.33	
Ort.(PxHFA)		20.78	21.00	20.78		
Genel Ort.(HFA)		18.44b	19.56ab	20.78a		
Genel Ort.(Zn)	0	20.85				
	1	18.85				
	2	19.07				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		18.89	21.33	22.33		
1		18.78	18.78	19.00		
2		17.67	18.56	21.00		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.7.2. Sap mangan içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan sap örneklerinin Mn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.69'a göre HFA ve P dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En düşük sap Mn içeriği HFA0 (35.09 mg/kg) uygulamasında belirlenirken HFA5 (38.37 mg/kg) ile HFA10 (38.63 mg/kg) uygulamalarından farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Fosfor dozlarına göre en yüksek Mn içeriği P0 (40.61 mg/kg) uygulamasından elde edilirken P4 (35.48 mg/kg) ile P8 (36.00 mg/kg) uygulamalarından farklı bir sınıfta yer almıştır. Çinko uygulamalarının saptaki Mn içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn0, Zn1 ve Zn2 uygulamalarında sırasıyla, 36.76, 37.56 ve 37.78 mg/kg olarak belirlenmiştir. İkili interaksiyonların sap Mn içeriği üzerine etkisi görülmemiştir. Hiçbir ikili interaksiyona bağlı olarak istatistiksel farklılık saptanmamıştır. Üçlü interaksiyonun sap Mn içeriğine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.69'a göre uygulamalar ve dozlara bağlı olarak istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Bezostaja çeşidinde en yüksek Mn içeriği 50.00 mg/kg değeriyle HFA10xP0xZn2 ve en düşük Mn içeriği 31.50 mg/kg değeriyle HFA0xP0xZn0 uygulamalarında bulunmuştur. En yüksek Mn içeriğinin en düşük Mn içeriğinin 1.59 katı olduğu belirlenmiştir. Üçlü interaksiyona göre HFA uygulamalarının saptaki Mn içeriğini arttırdığı ve P dozlarının artmasıyla Mn içeriğinin düştüğü anlaşılmıştır (Çizelge 4.69).

Çizelge 4.69. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mn içeriğine etkisi (Bezostaja)
(mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	31.50b	45.33ab	41.33ab	39.39	40.61a*
	1	42.00ab	43.67ab	39.67ab	41.78	
	2	32.67b	39.33ab	50.00a	40.67	
Ort.(PxHFA)		35.39	42.78	43.67		
4	0	38.00ab	33.67b	33.33b	35.00	35.48b
	1	34.33ab	35.33ab	37.33ab	35.67	
	2	32.00b	38.33ab	37.00ab	35.78	
Ort.(PxHFA)		34.78	35.78	35.89		
8	0	35.33ab	34.67ab	37.67ab	35.89	36.00b
	1	33.00b	38.67ab	34.00b	35.22	
	2	37.00ab	36.33ab	37.33ab	36.89	
Ort.(PxHFA)		35.11	36.56	36.33		
Genel Ort.(HFA)		35.09b*	38.37a	38.63a		
Genel Ort.(Zn)	0	36.76				
	1	37.56				
	2	37.78				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	34.94	37.89	37.44			
1	36.44	39.22	37.00			
2	33.89	38.00	41.44			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınan sap örneklerindeki Mn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.70'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre saptaki Mn içeriği HFA'nın uygulanmadığı parsellerde 30.44 mg/kg, HFA5 uygulamasında 30.85 mg/kg ve HFA10 parsellerinde 31.56 mg/kg olarak bulunmuştur. Fosfor uygulamaları saptaki Mn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup P4 (31.56 mg/kg) ve P8 (31.30 mg/kg) uygulamaları aynı istatistiksel grupta ve P0 (30.00 mg/kg) uygulaması farklı grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da saptaki Mn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Mn içeriği Zn2 (31.48 mg/kg) uygulamasında bulunmuş, Zn0 (31.30 mg/kg) orta grupta yer almış ve en düşük Mn içeriği Zn1 (30.07 mg/kg) uygulamasında belirlenmiştir. İkili interaksiyonlar açısından sadece PxZn interaksiyonunda istatistiksel farklılıklar

belirlenmiş olup P dozlarının artışına bağlı olarak PxZn interaksyonuyla saptaki Mn içeriğinin arttığı anlaşılmıştır. Üçlü interaksyonun saptaki Mn içeriğine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.70'e göre istatistiksel fark belirlenememiştir. Tüm uygulamaların ve dozlarının interaksyonuna göre en düşük ve en yüksek Mn içeriği sırasıyla, HFA10xP0xZn1 (28.33 mg/kg) ve HFA10xP4xZn0 (35.00 mg/kg) uygulamalarında görülmüştür. En yüksek Mn içeriğinin en düşük Mn içeriğinin 1.24 katı olduğu belirlenmiştir. Üçlü interaksyon istatistiksel farklılıklar yaratmasa da rakamsal olarak P uygulamalarının saptaki Mn içeriğini arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.70).

Çizelge 4.70. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Mn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	31.67	29.33	32.33	31.11a-c*	30.00b*
	1	28.67	30.67	28.33	29.22c	
	2	28.67	30.33	30.00	29.67bc	
Ort.(PxHFA)		29.67	30.11	30.22		
4	0	30.00	32.33	35.00	32.44ab	31.56a
	1	31.33	29.33	31.33	30.67a-c	
	2	30.67	31.67	32.33	31.56a-c	
Ort.(PxHFA)		30.67	31.11	32.89		
8	0	30.67	30.33	30.00	30.33a-c	31.30a
	1	29.33	30.33	31.33	30.33ac	
	2	33.00	33.33	33.33	33.22a	
Ort.(PxHFA)		31.00	31.33	31.56		
Genel Ort.(HFA)		30.44	30.85	31.56		
Genel Ort.(Zn)	0	31.30ab				
	1	30.07b				
	2	31.48a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		30.78	30.67	32.44		
1		29.78	30.11	30.33		
2		30.78	31.78	31.89		

*p<0.05, HFA: Hüyük+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.7.3. Tane mangan içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınmış tane örneklerinin Mn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.71'e göre HFA, P ve Zn dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre tanedeki Mn içeriği HFA0, HFA5 ve HFA10 uygulamalarında sırasıyla, 45.06, 44.48 ve 43.04 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamalarının tanedeki Mn içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup P uygulanmayan parsellerde 45.96 mg/kg, P4 parsellerinde 42.43 mg/kg ve P8 parsellerinde 44.19 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çinko uygulamalarının da tanedeki Mn içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn0, Zn1 ve Zn2 parsellerinde sırasıyla, 44.74 mg/kg, 42.89 mg/kg ve 44.94 mg/kg olarak bulunmuştur. Hem ikili hem de üçlü interaksiyonların tane Mn içeriği üzerine etkisi görülmemiştir. Bezostaja çeşidinin yetiştirildiği bu dönemde en yüksek Mn içeriği 52.00 mg/kg değeriyle HFA5xP8xZn2 uygulamasında ve en düşük Mn içeriği 33.67 mg/kg değeriyle HFA0xP0xZn1 uygulamasında bulunmuştur. En yüksek Mn içeriğinin en düşük Mn içeriğinin 1.54 kat fazlası olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mn içeriğine etkisi (Bezostaja)
(mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	51.33	50.00	48.33	49.89	45.96
	1	33.67	49.67	47.00	43.44	
	2	46.33	45.00	42.33	44.56	
Ort.(PxHFA)		43.78	48.22	45.89		
4	0	43.33	39.67	42.67	41.89	42.43
	1	43.33	41.67	41.67	42.22	
	2	46.50	44.67	38.33	43.17	
Ort.(PxHFA)		44.39	42.00	40.89		
8	0	43.67	38.33	45.33	42.44	44.19
	1	48.00	39.33	41.67	43.00	
	2	49.33	52.00	40.00	47.11	
Ort.(PxHFA)		47.00	43.22	42.33		
Genel Ort.(HFA)		45.06	44.48	43.04		
Genel Ort.(Zn)	0	44.74				
	1	42.89				
	2	44.94				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	46.11	42.67	45.44			
1	41.67	43.56	43.44			
2	47.39	47.22	40.22			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin tane Mn içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.72'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. En yüksek tane Mn içeriği HFA10 (24.07 mg/kg) uygulamasında belirlenirken HFA5 (23.22 mg/kg) orta grupta ve HFA0 (22.52 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. Fosfor uygulamaları, tanedeki Mn içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup tüm dozlar farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek Mn içeriği P8 (25.30 mg/kg) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla P4 (23.85 mg/kg) ve P0 (20.67 mg/kg) uygulamaları takip etmiştir. Çinko uygulamaları tanedeki Mn içeriğine istatistiksel olarak etki yaratmıştır; Zn0 ile Zn1 uygulamalarında 22.26 mg/kg ve Zn2 uygulamasında 25.30 mg/kg olarak belirlenip farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. İkili interaksyonlardan sadece PxZn interaksyonu istatistiksel olarak fark yaratmış olup artan P dozlarına bağlı olarak tane Mn içeriğinde

artışlar tespit edilmiştir. Üçlü interaksyonun tanedeki Mn içeriğine etkisinin gösterildiği Çizelge 4.72'ye göre istatistiksel farklılıklar belirlenememiştir. Tüm uygulamalar ve dozlarına göre en yüksek Mn içeriği 28.00 mg/kg değeriyle HFA0xP8xZn2 uygulamasında ve en düşük Mn içeriği 16.33 mg/kg değeriyle HFA0xP0xZn1 uygulamasında bulunmuştur. En yüksek Mn içeriğinin en düşük Mn içeriğinin 1.71 katı olduğu belirlenmiştir. Üçlü interaksyonda istatistiksel farklılıklar tespit edilmemiş olsa da P ve HFA uygulamaları, tanedeki Mn içeriğini rakamsal olarak arttırmıştır (Çizelge 4.72).

Çizelge 4.72. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Mn içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	16.67	19.00	18.67	18.11c*	20.67c
	1	16.33	17.67	23.33	19.11c	
	2	23.33	26.33	24.67	24.78ab	
Ort.(PxHFA)		18.78	21.00	22.22		
4	0	24.00	25.33	23.67	24.33ab	23.85b
	1	23.00	23.00	24.00	23.33b	
	2	25.00	22.67	24.00	23.89b	
Ort.(PxHFA)		24.00	23.67	23.89		
8	0	22.67	24.33	26.00	24.33ab	25.30a
	1	23.67	24.00	25.33	24.33ab	
	2	28.00	26.67	27.00	27.22a	
Ort.(PxHFA)		24.78	25.00	26.11		
Genel Ort.(HFA)		22.52b*	23.22ab	24.07a		
Genel Ort.(Zn)	0	22.26b				
	1	22.26b				
	2	25.30a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		21.11	22.89	22.78		
1		21.00	21.56	24.22		
2		25.44	25.22	25.22		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.7.4. Topraktan kaldırılan toplam mangan miktarı

Çalışmanın son yılında topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Mn miktarının gösterildiği Çizelge 4.73'e göre HFA ve Zn uygulama dozlarına bağlı olarak istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre topraktan kaldırılan Mn miktarı HFA0, HFA5 ve HFA10 parsellerinde sırasıyla, 28.43, 28.49 ve 29.59 g/da olarak belirlenmiştir. Çinko uygulama dozlarına göre topraktan kaldırılan Mn miktarı sırasıyla 28.75 g/da, 28.19 g/da ve 29.56 g/da olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları topraktan kaldırılan Mn miktarını istatistiksel olarak etkilemiş olup tüm dozlar farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek topraktan kaldırılan Mn miktarı P8 (33.14 g/da) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla P4 (29.62 g/da) ve P0 (23.74 g/da) uygulamaları takip etmiştir. Hem ikili hem de üçlü interaksyonlar, topraktan kaldırılan Mn miktarını istatistiksel olarak etkilememiştir. Tüm uygulamaların ve dozların kombinasyonlarına göre en yüksek Mn miktarı HFA10xP8xZn2 uygulamasında (38.32 g/da) ve en düşük Mn miktarı HFA5xP0xZn2 uygulamasında (21.90 g/da) bulunmuştur. En yüksek Mn miktarı, en düşük Mn miktarının 1.75 katıdır. Her ne kadar istatistiksel olarak fark bulunmasa da üçlü interaksiyona bağlı olarak P dozlarının artışıyla topraktan kaldırılan Mn miktarının rakamsal olarak arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.73. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Mn miktarına etkisi (g/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	26.95	22.06	23.56	24.19	23.74c*
	1	22.02	23.19	23.22	22.31	
	2	24.46	21.90	26.27	24.21	
Ort.(PxHFA)		24.48	22.39	24.35		
4	0	27.08	30.89	33.38	30.45	29.62b
	1	29.90	29.25	31.95	30.37	
	2	28.96	27.83	27.34	28.05	
Ort.(PxHFA)		28.65	29.32	30.89		
8	0	32.08	30.99	31.78	31.62	33.14a
	1	29.27	34.40	30.46	31.38	
	2	35.11	35.86	38.32	36.43	
Ort.(PxHFA)		32.16	33.75	33.52		
Genel Ort.(HFA)		28.43	28.49	29.59		
Genel Ort.(Zn)	0	28.75				
	1	28.19				
	2	29.56				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	28.70	27.98	29.58			
1	27.06	28.95	28.55			
2	29.51	28.53	30.64			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.8. Uygulamaların bakır içeriği üzerine etkisi

4.2.8.1. Başaklanma döneminde alınan bitki örneklerinin bakır içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin Cu içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.74'e göre HFA ve Zn uygulama dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre bitkideki Cu içeriği HFA0'da 10.78 mg/kg, HFA5'te 11.04 mg/kg ve HFA10'da 11.26 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çinko uygulamalarının bitki Cu içeriği ortalamalarına göre Zn0'da 10.61 mg/kg, Zn1'de 11.20 mg/kg ve Zn2'de 11.26 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları bitkideki Cu içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Cu içeriği P0 (13.76

mg/kg) uygulamasında görülürken P4 (9.81 mg/kg) ile P8 (9.50 mg/kg) uygulamalarından farklı bir istatistiksel sınıfta yer almıştır. İkili etkileşimler açısından PxZn ve HFAxZn etkileşimlerinin istatistiksel etkileri görülmüştür. Fosfor x Zn etkileşiminde bitki Cu içeriğinin P dozlarının artışıyla azaldığı tespit edilmiştir. Çinko x HFA etkileşiminde ise en düşük ve en yüksek Cu içeriği sırasıyla, HFA5xZn2 (8.83 mg/kg) ve HFA0xZn2 (14.22 mg/kg) etkileşimlerinden elde edilmiştir. Üçlü etkileşime göre istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinde en yüksek Cu içeriği 17.67 mg/kg değeriyle HFA10xP0xZn0 uygulamasında ve en düşük Cu içeriği 5.67 mg/kg değeriyle HFA0xP4xZn0 uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek Cu içeriğinin en düşük Cu içeriğinin 3.12 katı olduğu saptanmıştır. Üçlü etkileşimin etkisi olmamasına rağmen P uygulama dozlarının artmasıyla rakamsal olarak Cu içeriğinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.74).

Çizelge 4.74. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Cu içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	15.50	16.00	17.67	16.39a*	13.76a
	1	10.33	16.00	14.00	13.44ab	
	2	14.00	9.33	11.00	11.44bc	
Ort.(PxHFA)		13.28	13.78	14.22		
4	0	5.67	8.00	9.67	7.78c	9.81b
	1	7.67	11.67	8.00	9.11bc	
	2	15.00	11.00	11.67	12.56ab	
Ort.(PxHFA)		9.44	10.22	9.78		
8	0	6.67	8.00	8.33	7.67c	9.50b
	1	8.50	11.67	13.00	11.06bc	
	2	13.67	7.67	8.00	9.78bc	
Ort.(PxHFA)		9.61	9.11	9.78		
Genel Ort.(HFA)		10.78	11.04	11.26		
Genel Ort.(Zn)	0	10.61				
	1	11.20				
	2	11.26				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		9.28b	10.67ab	11.89ab		
1		8.83b	13.11ab	11.67ab		
2		14.22a	9.33b	10.22ab		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinden alınan bitki örneklerinin Cu içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.75'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre bitkideki Cu içeriği HFA'nın uygulanmadığı alanlarda 15.08 mg/kg, HFA5'de 13.84 mg/kg ve HFA10'da 14.33 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları bitkideki Cu içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Cu içeriği P0 (16.31 mg/kg) uygulamasında görülmüş olup P4 (13.76 mg/kg) ile P8 (13.17 mg/kg) uygulamalarından farklı istatistiksel grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da bitki Cu içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup en yüksek Cu içeriği Zn0 (15.85 mg/kg) uygulamasında belirlenmiş olup Zn1 (14.60 mg/kg) orta grupta yer almış ve en düşük Cu içeriği Zn2 (12.80 mg/kg) uygulamasında saptanmıştır. İkili interaksiyonlar açısından HFAxZn interaksiyonu hariç diğer ikili interaksiyonlar (HFAxP ve PxZn) bitki Cu içeriğinde istatistiksel farklılıklar meydana getirmiştir. Hem HFAxP hem de PxZn interaksiyonunda artan P dozlarına bağlı olarak bitki Cu içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Üçlü interaksiyonun bitkideki Cu içeriği üzerine istatistiksel bir etkisi belirlenememiştir. Uygulamaların ve dozlarının tümüne bağlı olarak en yüksek Cu içeriği 21.05 mg/kg değeriyle HFA0xP0xZn0 uygulamasında ve en düşük Cu içeriği 8.80 mg/kg değeriyle HFA10xP8xZn2 uygulamasında belirlenmiş olup aradaki fark 2.39 kat olarak belirlenmiştir. Bitki Cu içeriği açısından uygulamalar ve dozların interaksiyon etkileri incelendiğinde P ve Zn uygulama dozlarının artmasıyla Cu içeriğinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.75).

Çizelge 4.75. HFA, P ve Zn uygulamalarının bitkideki Cu içeriğine etkisi (Esperia)
(mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	21.05	18.57	18.29	19.30a	16.31a
	1	19.49	13.79	15.70	16.32ab	
	2	15.61	14.16	10.20	13.32b	
Ort.(PxHFA)		18.71a*	15.50ab	14.73ab		
4	0	11.33	11.47	15.39	12.72b	13.76b
	1	13.31	12.68	19.01	15.00ab	
	2	12.99	13.13	14.56	13.56b	
Ort.(PxHFA)		12.54b	12.42b	16.32ab		
8	0	17.15	13.80	15.62	15.52ab	13.17b
	1	11.90	14.12	11.38	12.47b	
	2	12.87	12.86	8.80	11.51b	
Ort.(PxHFA)		13.97	13.59ab	11.93b		
Genel Ort.(HFA)		15.08	13.84	14.33		
Genel Ort.(Zn)	0	15.85a				
	1	14.60ab				
	2	12.80b				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	16.51	14.61	16.43			
1	14.90	13.53	15.36			
2	13.82	13.38	11.19			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.8.2. Sap bakır içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınmış sap örneklerinin Cu içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.76'ya göre HFA, P ve Zn dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre saptaki Cu içeriği HFA0'da 5.26 mg/kg, HFA5'de 5.20 mg/kg ve HFA10'da 5.69 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosforun uygulanmadığı parsellerde 5.93 mg/kg, P4'de 5.07 mg/kg ve P8'de 5.15 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çinko uygulanmamış parsellerde 5.06 mg/kg, Zn1'de 5.22 mg/kg ve Zn2'de 5.87 mg/kg olarak saptanmıştır. İkili ve üçlü interaksiyonların saptaki bakır içeriği üzerine istatistiksel bir etkisi görülmemiştir. Tüm uygulamalar ile dozların interaksiyonuna göre en yüksek Cu içeriği 8.17 mg/kg değeriyle HFA10xP0xZn2

uygulamasında ve en düşük Cu içeriği 3.67 mg/kg değeriyle HFA10xP4xZn1 uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek Cu içeriğinin en düşük Cu içeriğinin 2.23 katı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Cu içeriğine etkisi (Bezostaja) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	5.33	5.50	4.67	5.17	5.93
	1	6.00	7.67	6.00	6.56	
	2	5.00	5.00	8.17	6.06	
Ort.(PxHFA)		5.44	6.06	6.28		
4	0	5.33	4.00	6.67	5.33	5.07
	1	4.67	4.00	3.67	4.11	
	2	6.00	5.33	6.00	5.78	
Ort.(PxHFA)		5.33	4.44	5.44		
8	0	4.33	5.00	4.67	4.67	5.15
	1	4.33	5.00	5.67	5.00	
	2	6.33	5.33	5.67	5.78	
Ort.(PxHFA)		5.00	5.11	5.33		
Genel Ort.(HFA)		5.26	5.20	5.69		
Genel Ort.(Zn)	0	5.06				
	1	5.22				
	2	5.87				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		5.00	4.83	5.33		
1		5.00	5.56	5.11		
2		5.78	5.22	6.61		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin sap Cu içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.77'ye göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre saptaki Cu içeriği, HFA0'da 13.43 mg/kg, HFA5'de 13.24 mg/kg ve HFA10'da 13.44 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları saptaki Cu içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup P4 (14.66 mg/kg) ile P8 (14.56 mg/kg) uygulamaları aynı istatistiksel grupta ve P0 (10.89 mg/kg) uygulaması farklı grupta yer almıştır. Çinko uygulamaları da saptaki Cu içeriğini istatistiksel olarak etkilemiştir ve en

yüksek Cu içeriğinin belirlendiği Zn2 (14.40 mg/kg) uygulaması, Zn0 (12.83 mg/kg) ile Zn1 (12.90 mg/kg) uygulamalarından farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. İkili interaksyonlar açısından sadece PxZn interaksyonu saptaki Cu içeriğini etkilemiş olup P ve Zn dozlarının artışıyla saptaki Cu miktarında artışlar belirlenmiştir. Fosfor ve Zn interaksyonu açısından P0xZn0 ve P0xZn1 interaksyonlarına bağlı Cu içerikleri diğer PxZn interaksyonlarından farklı ve düşük bir istatistiksel sınıfta yer almışlardır. Üçlü interaksyonun sap Cu içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Tüm uygulamalar ve dozlarına bağlı olarak Cu içerikleri açısından, en yüksek Cu içeriği 14.88 mg/kg değeriyle HFA10xP4xZn1 uygulamasında ve en düşük Cu içeriği 8.39 mg/kg değeriyle HFA5xP0xZn0 uygulamasında belirlenmiştir ve aradaki fark 1.77 kattır (Çizelge 4.77).

Çizelge 4.77. HFA, P ve Zn uygulamalarının sap Cu içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	10.50	8.39	9.01	9.30b*	10.89b
	1	9.84	8.44	9.67	9.31b	
	2	13.08	14.47	14.63	14.06a	
Ort.(PxHFA)		11.14	10.43	11.10		
4	0	14.33	14.61	14.41	14.45a	14.66a
	1	14.84	14.85	14.88	14.86a	
	2	14.63	14.78	14.63	14.68a	
Ort.(PxHFA)		14.60	14.75	14.64		
8	0	14.72	14.68	14.79	14.73a	14.56a
	1	14.61	14.43	14.53	14.52a	
	2	14.34	14.53	14.42	14.43a	
Ort.(PxHFA)		14.56	14.55	14.58		
Genel Ort.(HFA)		13.43	13.24	13.44		
Genel Ort.(Zn)	0	12.83b				
	1	12.90b				
	2	14.40a				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		13.18	12.56	12.74		
1		13.10	12.57	13.03		
2		14.02	14.59	14.56		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.8.3. Tane bakır içerikleri

Bezostaja çeşidinden alınan tane örneklerinin Cu içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.78'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Hümik+fulvik asit dozlarına göre en yüksek tane Cu içeriği HFA0 (5.39 mg/kg) uygulamasında belirlenirken HFA5 (4.93 mg/kg) orta grupta ve HFA10 (4.39 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. Fosfor uygulamaları, tanedeki Cu içeriğini istatistiksel olarak etkilemiş olup tüm dozlar farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek Cu içeriği P0 (6.72 mg/kg) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla P4 (4.41 mg/kg) ve P8 (3.57 mg/kg) uygulamaları takip etmiştir. Çinko uygulamaları da tanedeki Cu içeriğini istatistiksel olarak etkilemiştir. Çinko dozlarına göre en yüksek Cu içeriği Zn1 (5.30 mg/kg) uygulamasında belirlenirken Zn0 (5.02 mg/kg) orta grupta ve Zn2 (4.39 mg/kg) en düşük grupta yer almıştır. Tüm ikili ve üçlü interaksiyonların tanedeki Cu içeriğine istatistiksel etkileri olmuştur. Fosfor x Zn interaksiyonu açısından artan P ve Zn dozlarına bağlı olarak tane Cu içeriğinde azalmalar tespit edilmiştir. Fosfor x HFA interaksiyonunda ise artan P ve HFA dozlarıyla tane Cu içeriği azalmıştır. Çinko x HFA interaksiyonu da tane Cu içeriğinde Zn artışına bağlı olarak tane Cu konsantrasyonunda azalmalar görülmüştür. Tüm uygulamalara göre en yüksek ve en düşük tane Cu içerikleri sırasıyla, HFA5xP0xZn1 (10.00 mg/kg) ve HFA10xP8xZn1 (2.67 mg/kg) uygulamalarında belirlenmiştir. En yüksek Cu içeriği, en düşük Cu içeriğinin 3.74 katıdır. İnteraksiyonlar incelendiğinde Cu içeriğinin P dozlarının artmasıyla azaldığı, özellikle P8 uygulamalarının tüm HFA ve Zn dozlarıyla kombinasyonlarında düşük grupta yer aldığı görülmüştür (Çizelge 4.78).

Çizelge 4.78. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Cu içeriğine etkisi (Bezostaja)
(mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	7.33	6.17	6.33	6.61ab	6.72a
	1	8.67	10.00	5.83	8.17a	
	2	6.83	4.83	4.50	5.39bc	
Ort.(PxHFA)		7.61a*	7.00ab	5.56bc		
4	0	6.00	4.33	4.00	4.78cd	4.41b
	1	4.50	3.83	4.00	4.11cd	
	2	4.33	4.00	4.67	4.33cd	
Ort.(PxHFA)		4.94cd	4.06cd	4.22cd		
8	0	3.83	3.67	3.50	3.67d	3.57c
	1	4.00	4.17	2.67	3.61d	
	2	3.00	3.33	4.00	3.44d	
Ort.(PxHFA)		3.61d	3.72d	3.39d		
Genel Ort.(HFA)		5.39a	4.93ab	4.39b		
Genel Ort.(Zn)	0	5.02ab				
	1	5.30a				
	2	4.39b				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	5.72ab	4.72a-c	4.61a-c			
1	5.72ab	6.00a	4.17bc			
2	4.72a-c	4.06c	4.39bc			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

Esperia çeşidinin tane Cu içeriğinin gösterildiği Çizelge 4.79'a göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre tanedeki Cu içeriği HFA0'da 6.34 mg/kg, HFA5'de 5.99 mg/kg ve HFA10'da 6.45 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulamalarının tanedeki Cu içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup P0 uygulamasında 5.85 mg/kg, P4 uygulamasında 6.30 mg/kg ve P8 uygulamasında 6.62 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çinko uygulamalarının da tanedeki Cu içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn0 (6.37 mg/kg), Zn1 (6.11 mg/kg) ve Zn2 (6.30 mg/kg) uygulamalarının yapıldığı parsellerin ortalaması istatistiksel olarak aynı sınıfta yer almışlardır. İkili interaksyonlardan sadece PxHFA interaksyonunda istatistiksel farklılıkların olduğu ve diğer ikili interaksyonlarda fark olmadığı tespit edilmiştir.

Üçlü interaksiyonun tane Cu içeriği üzerine etkisinin olmadığı saptanmıştır. Esperia çeşidinin tane örneklerinde en yüksek Cu içeriği HFA10xP8xZn1 uygulamasında (8.62 mg/kg) ve en düşük Cu içeriği HFA10xP0xZn1 (4.65 mg/kg) uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek Cu içeriğinin en düşük Cu içeriğinin 1.85 kat fazlası olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.79).

Çizelge 4.79. HFA, P ve Zn uygulamalarının tane Cu içeriğine etkisi (Esperia) (mg/kg)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	5.36	5.83	6.22	5.80	5.85
	1	6.75	6.64	4.65	6.01	
	2	5.98	5.01	6.26	5.75	
Ort.(PxHFA)		6.03ab	5.82ab	5.71b		
4	0	7.52	7.36	6.55	7.15	6.30
	1	6.35	5.42	4.79	5.52	
	2	7.72	5.83	5.12	6.23	
Ort.(PxHFA)		7.20ab	6.20ab	5.49b		
8	0	4.89	5.12	8.48	6.16	6.62
	1	6.44	5.31	8.62	6.79	
	2	6.03	7.38	7.34	6.92	
Ort.(PxHFA)		5.79b	5.94ab	8.15a		
Genel Ort.(HFA)		6.34	5.99	6.45		
Genel Ort.(Zn)	0	6.37				
	1	6.11				
	2	5.36				
		HFA (kg/da)				
Zn (kg/da)		0	5	10		
0		5.92	6.10	7.08		
1		6.51	5.79	6.02		
2		6.58	6.08	6.24		

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

4.2.8.4. Topraktan kaldırılan toplam bakır miktarı

Esperia çeşidinin topraktan kaldırdığı toplam (sap+tane) Cu miktarının gösterildiği Çizelge 4.80'e göre HFA dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hümik+fulvik asit dozlarına göre topraktan kaldırılan Cu miktarı HFA0, HFA5 ve HFA10 uygulamalarında sırasıyla 11.97, 11.71 ve 12.12 g/da olarak

belirlenmiştir. Fosfor uygulamaları, topraktan kaldırılan Cu miktarını istatistiksel olarak etkilemiş olup tüm dozlar farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek topraktan kaldırılan Cu miktarı P8 (14.43 g/da) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla P4 (12.95 g/da) ve P0 (8.42 g/da) uygulamaları takip etmiştir. Çinko uygulamalarının topraktan kaldırılan Cu miktarına istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiş olup Zn0'da 11.50 g/da, Zn1'de 11.76 g/da ve Zn2'de 12.54 g/da olarak belirlenmiştir. İkili interaksyonlardan sadece PxZn interaksyonu, topraktan kaldırılan Cu miktarını istatistiksel olarak etkilemiştir; artan P dozlarına bağlı olarak topraktan kaldırılan Cu miktarı artmıştır. Üçlü interaksyonun istatistiksel olarak topraktan kaldırılan Cu miktarı üzerine etkisi olmamıştır. Tüm uygulamalara ve dozlarına bağlı olarak topraktan kaldırılan en yüksek Cu miktarı 15.83 g/da değeriyle HFA10xP8xZn2 uygulamasında ve en düşük Cu miktarı 6.36 g/da değeriyle HFA5xP0xZn0 uygulamasında belirlenmiştir. Topraktan kaldırılan en yüksek Cu miktarı, en düşük Cu miktarının 2.49 katıdır (Çizelge 4.80).

Çizelge 4.80. HFA, P ve Zn uygulamalarının topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Cu miktarına etkisi (g/da) (Esperia)

P (kg/da)	Zn (kg/da)	HFA (kg/da)			Ort.(PxZn)	Genel Ort.(P)
		0	5	10		
0	0	8.96	6.36	6.74	7.35c*	8.42c
	1	7.91	6.68	7.57	7.39c	
	2	10.39	9.13	12.05	10.52bc	
Ort.(PxHFA)		9.09	7.39	8.79		
4	0	12.14	13.24	13.13	12.84ab	12.95b
	1	13.39	13.78	13.91	13.69ab	
	2	13.20	12.37	11.38	12.31ab	
Ort.(PxHFA)		12.91	13.13	12.81		
8	0	14.22	13.82	14.90	14.31a	14.43a
	1	13.73	15.28	13.61	14.20a	
	2	13.78	14.74	15.83	14.78a	
Ort.(PxHFA)		13.91	14.61	14.78		
Genel Ort.(HFA)		11.97	11.71	12.12		
Genel Ort.(Zn)	0	11.50				
	1	11.76				
	2	12.54				
Zn (kg/da)	HFA (kg/da)					
	0	5	10			
0	11.77	11.14	11.59			
1	11.68	11.91	11.69			
2	12.45	12.08	13.09			

*p<0.05, HFA: Hümik+fulvik asit, P: Fosfor, Zn: Çinko

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Verim Parametreleri

Farklı dozlarda uygulanan HFA, P ve Zn'nin buğday bitkisinde tane verimi, sap verimi, sap+tane ağırlığı, kardeşlenme sayısı, bin tane ağırlığı, bitki boyu, başak uzunluğu, başak ağırlığı, başaktaki tane ağırlığı ve başaktaki tane sayısı gibi verim parametreleri üzerine etkisinin gösterildiği 2 yıllık bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Buğday yetiştiriciliğinde en önemli verim parametrelerinden birisi tane verimidir. Çalışmamızda HFA ve Zn uygulamalarının tane verimi üzerinde önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Bu sonuç, HFA'nın verim üzerindeki etkilerinin değişken olabileceğini ve Delfine vd. (2005)'nin bildirdiği gibi, toprak özellikleri, uygulama zamanı ve bitki çeşidi gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebileceğini desteklemektedir. Hümk maddenin tane verimine etkisi açısından, Erdem vd. (2020), HFA uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla tane verimini arttırdığını bildirmiştir. Bunun sebebi ise bitkinin genetik potansiyeli, çevre şartları ve yetiştirme yöntemlerinin ortak reaksiyonu olarak açıklanmıştır. Benzer şekilde, Zn uygulamalarının tane verimi üzerinde beklenen etkiyi göstermemesi, deneme alanındaki toprakta yeterli miktarda Zn bulunmasıyla açıklanabilir. Fosfor uygulamaları ise tane verimini önemli ölçüde etkilemiş artan P dozlarına bağlı olarak tane veriminde kademeli artışlar gözlenmiştir. Bu durum, P'nin enerji metabolizması, kök gelişimi ve fotosentez üzerindeki olumlu etkileriyle ilişkilendirilebilir. Fosfor, ATP üretiminde ve enerji transferinde kritik bir rol oynamakta, ayrıca kök gelişimini teşvik ederek bitkinin su ve besin elementi alımını artırması vasıtasıyla tane verimini olumlu etkilemiştir. Ünsal (2012), hem makarnalık hem de ekmeklik buğdayda 3 yıl süresince gerçekleştirdiği çalışmasında bizim bulgularımıza benzer şekilde artan P dozlarına bağlı olarak tane veriminin arttığını bildirmiştir.

Çalışmamızda tane verimine benzer şekilde, sap verimi de sadece P uygulamalarından etkilenmiştir. Fosfor dozlarındaki artışa bağlı olarak sap veriminde önemli artışlar gözlenmiştir. Bu sonuç, P uygulamasının vejetatif büyümeyi teşvik ettiğini ve dolayısıyla biyokütle üretimini artırdığını göstermektedir. Fosforun sap verimi

üzerindeki olumlu etkisi, bu besin elementinin hücre bölünmesi, fotosentez ve karbonhidrat metabolizmasındaki rolü ile açıklanabilir. Yeterli P beslenmesiyle bitkide vejetatif gelişim döneminde daha fazla sap üretimiyle sap verimi artırmıştır. Fosforun uygulandığı alanlar (P4 ve P8) arasında istatistiksel farklılıkların olmaması, ortamdaki yeterli P bulunmasıyla ilişkilendirilebilir. Çinko ve HFA uygulamalarının sap veriminde etkili olmamasının sebebi ise toprak özellikleri veya diğer bitki besin elementlerinin varlığıyla alakalı olabilir. Barut vd. (2017), 2 yıl yürüttükleri denemede buğday bitkisine uygulanan Zn'nin sap verimine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir ve bu sonuçlar bizim bulgularımızla benzer sonuçlar vermiştir.

Toplam biyokütle (sap+tane) verimi, bitkinin genel büyüme performansını ve fotosentez etkinliğini yansıtan önemli bir parametredir. Çalışmamızda biyokütle verimi üzerinde yalnızca P uygulamalarının anlamlı etkisi gözlenmiştir. Artan P dozlarına bağlı olarak biyokütle veriminde kademeli ve istatistiksel olarak önemli artışlar kaydedilmiştir. Fosforun biyokütle verimi üzerindeki bu belirgin etkisi, fotosentez, hücre bölünmesi ve genel metabolik aktivite üzerindeki temel rolü ile açıklanabilir. Yeterli P beslenmesi, bitkide ATP sentezini ve enerji transferini destekleyerek hem vejetatif büyümeyi hem de generatif gelişimi olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca fosfor, kök gelişimini teşvik ederek bitkinin su ve diğer besin elementlerini daha etkin bir şekilde almasını sağlayarak biyokütle üretimini artırmaktadır. Çalışmamızda P dozlarının her biri farklı istatistiksel gruplarda yer alarak P uygulamasının artan dozlarının biyokütle üzerinde doğrusal bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ali vd. (2011)'nin gerçekleştirmiş oldukları 2 yıllık arazi denemesinde P'nin buğday bitkisinde hem tane hem sap hem de biyokütle üzerinde verimi artırıcı etkisini bildirmişlerdir ve bu sonuçlar bizim bulgularımızla uyumlu çıkmıştır. Çinko ve HFA uygulamalarının tane+sap verimini istatistiksel olarak etkilememesi, tane ve sap veriminde olduğu gibi, deneme alanı topraklarının özellikleri ve mevcut besin elementi içeriği ile ilişkili olabilir. Barut vd. (2017), Zn uygulamaları ile biyokütlerde artış olduğunu bildirmişlerdir ancak bu durum bizim bulgularımızla uyumlu değildir. Bunun sebebi, toprakta yeterli Zn'nin bulunmasıyla açıklanabilmektedir. Çalışmamızda HFA uygulamalarının biyokütle verimi üzerinde anlamlı bir etkisi gözlenmezken Erdem vd. (2020), HFA uygulamalarının buğdayda biyokütle artışı sağladığını bildirmişlerdir. Bu farklılık, çeşitli faktörlerle açıklanabilir. Öncelikle, humik maddelerin etkinliği toprak ve iklim özelliklerine önemli ölçüde

bağlıdır. Ayrıca, HFA kaynağı, uygulama zamanı ve uygulama yöntemi de sonuçları etkileyebilecek önemli faktörlerdir. Farklı kaynaklardan elde edilen hümik maddelerin kimyasal yapıları ve dolayısıyla etkinlikleri değişkenlik gösterebilmektedir (Canellas vd., 2015). Bunların yanı sıra, çeşit faktörü de önemli bir rol oynamaktadır; buğday çeşitlerinin HFA'ya tepkisi farklılık gösterebilir (Chen ve Aviad, 1990). Denememizde kullanılan buğday çeşidi, HFA uygulamalarına daha az tepki veren bir genotipe sahip olabilir. Elde ettiğimiz bu bulgular, buğday yetiştiriciliğinde yeterli P beslenmesinin biyokütle üretimi açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Optimum P düzeylerinin belirlenmesi hem ekonomik hem de çevresel açıdan sürdürülebilir buğday üretimi için önemlidir.

Hümik+fulvik asit, P ve Zn uygulamalarının kardeşlenme sayısı üzerinde yıllara göre farklı etkileri gözlenmiştir. Hümik+fulvik asit uygulamaları her iki yılda da kardeşlenme sayısını olumlu etkilemiştir. Bu etki, HFA'nın apikal dormansiye azaltmasıyla yan tomurcukların gelişimini teşvik edebilmesi ile açıklanabilir (Nardi vd., 2002). Osman vd. (2013), HFA'nın tahıllarda kardeşlenmeyi artırdığını bildirmişlerdir. Fosfor uygulamalarının etkisi yıllara göre değişkenlik göstermiş ve çinko uygulamaları ise Esperia çeşidinde kardeşlenme sayısını etkilemiştir.

Bin tane ağırlığı, buğday kalitesini ve verimini etkileyen önemli bir parametredir ve tane dolgunluğunun bir göstergesidir. Bezostaja çeşidinde HFA uygulamaları bin tane ağırlığını önemli ölçüde etkilemiştir. Kontrol uygulamasına kıyasla, HFA dozları bin tane ağırlığında anlamlı artışlara neden olmuştur. Bu bulgu, HFA'nın tane dolum sürecini olumlu etkilediğini ispatlamaktadır. Hümik maddeler, besin elementi alımını ve taşınımını iyileştirerek, fotosentez ürünlerinin tanelere aktarılmasını destekleyebilmektedir. Piccolo vd. (1993), HFA'nın enzim aktivitesini arttırması sebebiyle metabolik faaliyetlerin hızlandığını ve bunun tane ağırlığını olumlu etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Arduç vd. (2020)'nin Yozgat koşullarında yürüttükleri buğday çalışmasında, bizim çalışmamıza benzer şekilde, HFA'nın bin tane ağırlığı üzerindeki olumlu etkisi belirlenmiştir. Kaya vd. (2005), bin tane ağırlığı açısından Bezostaja 1 buğday çeşidinin HFA uygulamalarına en iyi tepkiyi verdiğini ve HFA uygulaması yapılan alanların kontrol grubuna kıyasla daha fazla bin tane ağırlığına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Esperia çeşidinde HFA uygulamalarının bin tane ağırlığı üzerine etkisinin görülmemesi, HFA'nın tohum

çeşitlerine ve iklim değişikliklerine göre bin tane ağırlığı üzerine etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. Fosfor uygulamaları, Bezostaja çeşidinde bin tane ağırlığını etkilemiş olup kontrol parselleri ile karşılaştırıldığında, P4 ve P8 dozları daha yüksek bin tane ağırlığı sağlamıştır ancak P uygulanmış alanlar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Enerji metabolizması ve fotosentez ürünlerinin taşınımındaki P'nin rolü düşünüldüğünde bu sonuç beklenen bir durumdur. Bolland vd. (1999), tahılların yeterli P beslenme durumlarında bin tane ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Ancak Esperia çeşidinde en yüksek bin tane ağırlığının P uygulanmayan alanlardan elde edilmesi, topraktaki P birikiminden ya da diğer bitki besin elementlerinin etkileşiminden kaynaklanabilir. Çinko uygulamalarıyla Bezostaja çeşidinde bin tane ağırlığında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir; en yüksek bin tane ağırlığına 1 kg/da Zn uygulamasıyla ulaşılmıştır. Esperia çeşidinde ise Zn uygulamalarının bin tane ağırlığı üzerinde etkisi saptanmamıştır. Kaya vd. (2005), Zn uygulamalarının bin tane ağırlığını arttırdığını bildirirken El-Sayed vd. (1988) değiştirmediğini ve Mondal ve Singharoy (1989) azalttığını belirtmişlerdir. Gezin (1995), ise bu parametrenin Zn dozlarına bağlı olarak değişim gösterebileceğini bildirmiştir.

Bitki boyu, buğday bitkisinin genel büyüme durumunu ve verim potansiyelini yansıtan önemli bir morfolojik özelliktir. Hümk+fulvik asit uygulamaları her iki sezonda da bitki boyunu arttırmış olup kontrol grubu ile HFA uygulanmış alanlar birbirinden farklı istatistiksel gruplarda yer almıştır. Bu durum HFA'nın bitki besin elementleri alımını teşvik ederek hücre bölünmesini artırarak büyümeyi teşvik etmesiyle açıklanabilir. Arduç vd. (2020)'nin buğday denemesi sonuçları, bizim bulgularımızla benzer olmuştur. Hümk madde uygulamalarına bağlı olarak kontrol grubuna kıyasla %10.5'e varan artışların olduğunu saptamışlardır (Arduç vd., 2020). Benzer şekilde Namli vd. (2019) ve Erdem vd. (2020), buğday bitkisinde herhangi bir HFA'nın kullanılmadığı parsellere kıyasla, HFA uygulamalarıyla bitki boyunda artışların olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Kaya vd. (2005), HFA uygulamalarının yağışın az ve düzensiz olduğu dönemlerde bitki boyuna olumsuz etki edebileceğini bildirmişlerdir. Bitki boyu her iki yılda da P uygulamalarından etkilenmiş olup en uzun boy hem Bezostaja hem de Esperia çeşitleri için P8 uygulamasından elde edilmiştir. Bu durum, yeterli P beslenmesiyle bitki dokularının sağlıklı ve güçlü gelişmesi sonucunda hücre bölünmesinin artması ve P'nin enerji metabolizmasındaki önemli rolüyle açıklanabilir. Her iki yılda da elde ettiğimiz bulgularımız Aulakh vd. (2003) ve Majeed vd.

(2014)'nin sonuçlarıyla uyumlu çıkmıştır. Bitki boyu, Zn uygulamaları her iki yılda da etkilememiştir. Barut vd. (2017), buğdaya topraktan uygulanan Zn dozlarının bitki boyunu değiştirmediğini bildirmişlerdir ve bu sonuçlar, çalışmamızın bulgularıyla benzerdir. Cakmak (2000), çinkonun tahıllarda özellikle tane gelişimi ve protein metabolizması üzerinde daha belirgin etkiler gösterdiğini bildirmiştir. Bu nedenle, çalışmamızda Zn uygulamalarının bitki boyu gibi vejetatif büyüme parametrelerinden ziyade generatif gelişim ve kalite parametreleri üzerinde daha etkili olması beklenebilir. Üçlü interaksiyona göre her iki yılda da en uzun bitki boyları HFA ve P'nin en yüksek dozlarında belirlenmiştir ancak Zn'nin etkisi değişkenlik göstermiştir. Bu bulgular, HFA ve P uygulamalarının buğday bitkisinin morfolojik gelişiminde önemli rol oynadığını göstermektedir. İdeal bitki boyu, hastalık ve yatma riski ile verim potansiyeli arasında kritik bir denge unsurudur. Bitki boyunun optimum düzeyde olması, ışık alımını maksimize ederken yatma riskini minimize etmektedir.

Başak uzunluğu, buğday bitkisinin önemli verim parametrelerinden biri olup tane sayısı potansiyelini yansıtmaktadır. Çalışmamızın iki farklı sezonunda uygulamalara bağlı olarak bu parametrelerde farklılıklar görülmüştür. Bezostaja çeşidinde HFA uygulamalarına bağlı olarak başak uzunluğu artmış ve HFA'nın en yüksek dozu diğer uygulamalardan farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Esperia çeşidinde ise en uzun başak HFA5 uygulamasından elde edilmiş olup tüm uygulamalar farklı istatistiksel gruplarda yer almıştır. Özellikle başak taslağının oluştuğu dönemlerde yeterli besin elementinin alımı başak uzunluğunu arttıran bir faktördür. Başak uzunluğunun HFA uygulamalarıyla artması, HFA'nın bitki besin elementlerinin alımını kolaylaştırmasıyla açıklanabilir. Fosfor uygulamaları da başak uzunluğunu etkilemiştir ancak bu etki direkt olmamıştır; Bezostaja çeşidinde P4 uygulaması diğer uygulamalardan daha düşük ve farklı bir istatistiksel grupta yer alırken Esperia çeşidinde kontrol grubu en yüksek başak uzunluğuna sahip uygulama olmuştur. Bizim bulgularımıza benzer şekilde, Ünsal (2012) P uygulamalarıyla başak uzunluğunda değişimler olduğunu ancak P'nin bu etkisinin direkt olmadığını bildirmiştir. Çinko uygulamalarının Bezostaja çeşidinde etkisi görülmezken Esperia çeşidinde Zn uygulamalarına bağlı olarak başak boyunun kısaldığı belirlenmiştir. Bu durum Zn'nin başak uzunluğu üzerine etkisinin sınırlı olabileceğini veya yüksek dozdaki Zn uygulamalarının P gibi diğer elementlerle antagonistik ilişkiye girerek başak boyunu olumsuz etkileyebileceğini düşündürmektedir. İnteraksiyonların başak uzunluğu

üzerindeki etkileri, tek başına besin elementi uygulamalarından daha kompleks mekanizmalarla gerçekleşmektedir. Hümik+fulvik asit, P ve Zn'nin birlikte uygulanması, başak gelişimi için gerekli olan metabolik süreçleri farklı yönlerden destekleyebilmektedir. Hümik maddeler toprak koşullarını ve besin elementlerinin alınabilirliğini iyileştirirken, P enerji metabolizmasını, Zn ise enzim aktivasyonu ve protein sentezini desteklemektedir. Bu faktörlerin bir arada etkisi, başak gelişimini optimum düzeyde destekleyebilmektedir. Üçlü interaksiyon açısından, bizim bulgularımız Samson vd. (2005)'nin tahıllarda başak gelişiminin besin elementi interaksiyonlarından karmaşık şekilde etkilendiğine dair sonuçlarını da desteklemektedir.

Başak ağırlığı, buğday verimini belirleyen önemli parametrelerden biridir ve başaktaki tane sayısı ve tane dolgunluğunu dolaylı olarak yansıtmaktadır. Bezostaja çeşidine göre başak ağırlığı HFA uygulamalarıyla direkt olarak artmıştır ve HFA10 uygulaması istatistiksel olarak diğer uygulamalardan farklı sınıfta yer almıştır. Esperia çeşidinde de HFA uygulamalarıyla başak ağırlığı artmış olup kontrol grubu diğer uygulamalardan farklı bir grupta yer almıştır. Bu durum HFA uygulamalarının bitki besin elementlerinin alımını kolaylaştırıp fotosentez ürünlerinin generatif aksamla taşınmasını desteklemesiyle açıklanabilir. Başak ağırlığı, Bezostaja çeşidinde P uygulamalarına bağlı olarak etkilenmezken, Esperia çeşidinde P uygulamalarına bağlı olarak artış göstermiş ve kontrol grubu diğer uygulamalardan düşük çıkmıştır. Fosforun enerji metabolizmasındaki kritik rolü ve bu enerjinin generatif organlara aktarımı bu durumu açıklamaktadır. Grant vd. (2001), P'nin tahıllarda başak gelişimini arttırdığı bulgusu, bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Çinko uygulamaları Bezostaja çeşidinde başak ağırlığını etkilememiştir ancak Esperia çeşidinde Zn uygulamalarıyla başak ağırlığında artışlar belirlenmiştir. Bu durum ilk yıl için toprakta yeterli Zn'nin bulunması veya diğer çevresel faktörlerin etkisiyle açıklanabilir. Son yıl ise Zn'nin karbonhidrat mekanizması ve protein sentezindeki aktif rolüyle bağdaştırılabilir. Çakmak (2008), Zn'nin tahıllarda generatif gelişimi desteklediği ve tane dolumunu arttırdığını bildirmesi, bizim Esperia çeşidinde elde ettiğimiz bulgularımızı desteklemektedir. Üçlü interaksiyonda, Bezostaja çeşidinde düşük P koşullarında bile, HFA ve Zn'nin birlikte uygulanmasının başak gelişimini önemli ölçüde destekleyebildiğini göstermektedir. Hümik maddeler, özellikle besin elementi alımını sınırlayan koşullarda, Zn gibi mikro besin elementlerinin alınabilirliğini

artırarak, başak gelişimine katkı sağlayabilmektedir (Piccolo vd., 1993). Esperia çeşidinde ise HFA uygulamalarının yüksek dozlarda uygulanan besin elementlerinin birbirlerinin etkinliğini artırarak, başak gelişimini maksimize ettiğini göstermektedir. Özellikle P ve Zn'nin yüksek dozları, HFA uygulamasıyla sinerjistik etkiler göstermektedir. Hümik maddeler, toprak pH'sını düzenleyerek ve şelat oluşturarak, fosfor ve çinkonun yarayışlılığını artırabilmektedir (Chen ve Aviad, 1990). Dikkat çekici bir şekilde, her iki yılda da HFA0 ve Zn0 uygulamalarında, yüksek P uygulamaları başak ağırlığı üzerinde sınırlı etki göstermiştir. Bu bulgular, P etkinliğinin diğer besin elementlerinin varlığına bağlı olabileceğini göstermektedir. Özellikle topraktaki düşük organik madde sebebiyle P toprakta fikse olabilmekte ve bitki tarafından alımı sınırlanabilmektedir (Khaled ve Fawy, 2011).

Başaktaki tane ağırlığı, buğday verimini doğrudan etkileyen kritik bir parametredir ve tane dolum sürecinin etkinliğini yansıtmaktadır. Esperia çeşidinde başaktaki tane ağırlığının besin elementi uygulamalarından belirgin şekilde etkilendiği gözlenmiştir. Hümik+fulvik asit uygulamaları, başaktaki tane ağırlığını önemli ölçüde artırmış olup kontrol grubu diğer uygulamalardan farklı bir istatistiksel sınıfta yer almıştır. Hümik maddelerin başaktaki tane ağırlığı üzerindeki bu olumlu etkisi, besin elementi alımını ve taşınımını iyileştirme özellikleri ile açıklanabilir. Hümik maddeler, toprak yapısını ve kök gelişimini iyileştirerek, bitkilerin su ve besin elementi alımını artırmakta, bu da asimilatların tanelere etkin bir şekilde taşınmasını desteklemektedir (Chen ve Aviad, 1990). Canellas vd. (2015), HFA'nın tahıllarda asimilat taşınımını ve tane dolumunu desteklediğini bildirmişlerdir. Bizim bulgularımıza benzer şekilde, Kaya vd. (2005), HFA uygulamalarıyla başaktaki tane ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Fosfor uygulamaları da başaktaki tane ağırlığını belirgin şekilde etkilemiştir. Artan P dozlarıyla birlikte, başaktaki tane ağırlığında anlamlı artışlar gözlenmiş olup kontrol grubu diğer uygulamalardan farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Fosforun enerji metabolizması ve asimilat taşınımındaki kritik rolü düşünüldüğünde bu sonuç beklenen bir durumdur. Fosfor, ATP sentezinde ve enerji transferinde görev alarak fotosentez ürünlerinin tanelere taşınmasını ve depolanmasını desteklemektedir (Grant vd., 2001). Ayrıca yeterli P beslenmesi, kök gelişimini teşvik ederek, bitkinin su ve diğer besin elementlerini daha etkin bir şekilde almasını sağlayarak dolaylı olarak tane gelişimini etkilemektedir. Ünsal (2012), artan P dozlarına bağlı olarak başaktaki tane ağırlığının arttığını bildirmiştir ve bu durum bizim bulgularımızla paraleldir. Çinko

uygulamaları da başaktaki tane ağırlığını etkilemiştir ve Zn² dozu diğer uygulamalardan farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Çinkonun karbonhidrat metabolizması ve protein sentezindeki rolü, tane gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Çinko, karbonhidratların tanelere taşınması ve depolanması sürecinde görev alan enzimlerin aktivasyonunda kritik bir rol oynamaktadır (Çakmak, 2008). Bu nedenle yeterli Zn beslenmesi, tane dolumunu ve dolayısıyla başaktaki tane ağırlığını artırmaktadır. Kaya vd. (2005), Zn uygulamasıyla kontrol grubuna kıyasla başaktaki tane ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Üçlü interaksyona göre en yüksek başaktaki tane ağırlığı değerleri orta ve yüksek dozlarda P, Zn ve HFA kombinasyonlarında elde edilmiştir. Bu sonuç, besin elementleri arasındaki sinerjistik etkileşimleri göstermektedir. Hümik maddeler, P ve Zn'nin alınabilirliğini artırmak koşuluyla tane gelişimini desteklemektedir. Özellikle P ve Zn'nin yüksek dozları, HFA varlığında daha etkin bir şekilde kullanılabilir. En düşük başaktaki tane ağırlığı değerleri ise hiçbir besin elementi uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde ve düşük doz kombinasyonlarında gözlenmiştir. Bu durum, dengeli bitki beslemenin önemini vurgulamaktadır. Tek bir besin elementinin eksikliği veya yetersizliği, diğer besin elementlerinin etkinliğini sınırlayabilmekte ve tane gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir.

Başaktaki tane sayısı, buğday verimini belirleyen en önemli verim bileşenlerinden biridir ve döllenme etkinliğini yansıtmaktadır. Esperia çeşidine uygulanan HFA, başaktaki tane sayısını önemli ölçüde artırmış olup kontrol grubu diğer uygulamalardan farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Hümik maddelerin başaktaki tane sayısı üzerindeki bu olumlu etkisi, çiçeklenme döneminde besin elementi alımını iyileştirmesi ve polenizasyon etkinliğini artırması ile ilişkilendirilebilir. Hümik maddeler, bitki hormonlarının metabolizmasını etkileyerek, generatif organların gelişimini destekleyebilmektedir (Nardi vd., 2002). Ayrıca toprak mikrobiyal aktivitesini artırarak, rizosfer ortamını iyileştirmekte ve besin elementlerinin yararlanılabilirliğini artırmaktadır. Fosfor uygulamaları da başaktaki tane sayısını belirgin şekilde etkilemiş olup kontrol grubu diğer uygulamalardan farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Fosforun çiçek oluşumu ve döllenme sürecindeki kritik rolü düşünüldüğünde bu sonuç beklenen bir durumdur. Fosfor, enerji metabolizmasında ve hücre bölünmesinde görev alarak, generatif organların gelişimini desteklemektedir (Grant vd., 2001). Yeterli P beslenmesi, daha fazla verimli başakçık oluşumuna ve

dolayısıyla daha yüksek tane sayısı ile sonuçlanmaktadır. Ünsal (2012)'ın buğday üzerinde gerçekleştirdiği çalışmasına göre artan P dozlarına bağlı olarak tane sayısının arttığı bulgusu, bizim bulgularımızla paralellik göstermiştir. Çinko uygulamalarının başaktaki tane sayısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir. Bu durum, deneme alanı topraklarında hali hazırda yeterli miktarda alınabilir çinko bulunması veya çinkonun tane sayısından ziyade, tane dolumu üzerinde daha etkili olmasıyla ilişkili olabilir. Bahsedildiği üzere tane ağırlığında Zn'nin olumlu etkisi bu durumu daha net açıklamaktadır. Besin elementlerinin interaksiyonları incelendiğinde, en yüksek başaktaki tane sayısı değerleri HFA5xP4xZn2 ve HFA10xP4xZn1 uygulamalarından elde edilmiştir. Bu sonuç, besin elementleri arasındaki sinerjistik etkileşimleri göstermektedir. Özellikle P4 uygulaması, HFA ve Zn ile birleştiğinde başaktaki tane sayısını maksimize etmiştir. En düşük başaktaki tane sayısı değerleri ise hiçbir besin elementi uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde ve düşük doz kombinasyonlarında gözlenmiştir. Bu durum, dengeli bitki beslemenin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Başaktaki tane sayısı üzerindeki besin elementlerinin varlığı ve alımı, besin elementlerinin çiçeklenme öncesi ve sırasındaki kritik rolleriyle ilişkilendirilebilir. Hümik maddeler, P ve Zn, tozlaşma (polenizasyon) ve dölleme süreçlerini farklı mekanizmalarla etkileyerek tane sayısını artırabilmektedir. Iqbal vd. (2016), tahıllarda başaktaki tane sayısının besin elementi beslemesinden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir.

Her ne kadar verim parametreleri birbirine bağımlı olabilse de tarımsal üretimde esas gaye verimin artışıdır. Bu sebepten dolayı tane, sap ve biyokütle verimini göz önüne aldığımızda sadece P uygulamalarının verimi arttırdığı anlaşılmaktadır. Fosforun en yüksek dozu olan P8 uygulaması ile tane, sap ve biyokütle ağırlıkları artmış olup HFA ve Zn uygulamalarının etkisi görülememiştir.

5.2. Bitki Besin Elementleri

Farklı dozlarda uygulanan HFA, P ve Zn'nin buğday bitkisinde, sapta ve tanede bulunan N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn ve Cu elementlerinin konsantrasyonları ve topraktan toplam (sap+tane) kaldırılan besin elementlerinin miktarları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Başaklanma döneminde Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin N içeriği yeterli durumdadır. Ancak Esperia çeşidinde bazı parsellerde noksanlık belirlenmiş olup bu durum teorik olarak N noksanlığına işaret etmektedir. Ancak arazide yapılan gözlemler ve bitki gelişimi üzerine yapılan morfolojik değerlendirmeler sonucunda, N noksanlığına özgü herhangi bir semptomu rastlanmamıştır. Bu çelişki, klasik yeterlilik sınıflandırmalarının her genotip için geçerli olamayabileceğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, kullanılan buğday genotiplerinin N kullanım verimliliği ve bitkide N birikim kapasitesi açısından farklılık göstermesi güçlü bir ihtimaldir. Dolayısıyla, mevcut sınıflandırma sistemlerinin, özellikle genetik çeşitliliğin yüksek olduğu çalışmalarda, yanlış pozitif sonuçlar verebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Hümik+fulvik asit uygulamaları, Bezostaja çeşidinde bitki N içeriğini arttırmıştır ve bu durum HFA'nın toprak yapısını iyileştirmesi, kök gelişimini teşvik etmesi ve besin elementi alımını arttırması ile açıklanabilir (Chen ve Aviad, 1990). Hümik maddelerin bitkide N alımını arttırdığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Mackowiak vd., 2001; Çimrin vd., 2010). Sönmez (2022), buğdaya uygulanan HFA'nın bitkideki N içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Fosfor uygulamalarının etkisi incelendiğinde Bezostaja çeşidi bitki N içeriğinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Fosforun 4 kg/da uygulandığı alanlarda N konsantrasyonundaki düşüş, P uygulaması sonucu artan büyüme (seyrelme etkisi) ile açıklanabilir. Fosfor, bitki gelişimini teşvik ederek dokulardaki P konsantrasyonunun azalmasına sebep olmuş olabilir. Fosforun en yüksek dozlarda uygulandığı parsellerde N içeriğinin tekrar yükseldiği görülmektedir. Bu sonuç, yüksek P seviyelerinin N ile olan sinerjik etkileşiminden kaynaklanabilir. Alzubaidi vd. (1990)'nin yürüttükleri bir çalışmada, N ve P uygulamalarının birlikte uygulanmasının, ayrı ayrı uygulanmalarına kıyasla daha iyi bir pozitif etkileşim ürettiği belirtilmiştir. Çinko uygulamalarına bağlı olarak N içeriğinde farklılığın olmaması, Zn'nin N alımı üzerine doğrudan bir etkisinin olmamasıyla açıklanabilir. Esperia çeşidinde ise uygulamaların bitkinin N içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. Bu durum, ikinci yıl toprak koşullarındaki değişimler, çevresel faktörler veya bitkinin adaptasyon mekanizmaları ile açıklanabilir.

Çalışmamızda Bezostaja çeşidi sap örneklerinde N içeriklerinin HFA uygulamalarından etkilenmediği görülmüştür. Esperia çeşidinde ise HFA uygulamaları saptaki N içeriğine istatistiksel olarak önemli etki göstermiştir. Çelik vd. (2008), mısır bitkisinde en uygun HFA dozunun üzerindeki uygulamaların besin

elementi içeriğinde farklı etkilere neden olabileceğini bildirmişlerdir. Bezostaja çeşidine uygulanan P, saptaki N içeriğini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir. En yüksek sap N içeriği P0 parsellerinde görülürken P dozu arttıkça saptaki N içeriğinde önemli bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Bezostaja çeşidinin yetiştirildiği sezonda verim sonuçlarının elde edilememesinden dolayı P uygulamalarının yapıldığı parsellerdeki sap N içeriklerinde azalmalar, muhtemelen P uygulamasının bitki büyümesini arttırması sebebiyle oluşturduğu seyrelme etkisinden kaynaklanmaktadır. Esperia çeşidine uygulanan P, sap N içeriğinde etki yaratmamıştır. Çinko uygulamaları her iki çeşitte de sap N içeriğini değiştirmemiş olup bu sonuç, çalışma koşullarında topraktaki mevcut Zn seviyesinin yeterli olabileceği veya uygulanan Zn dozlarının N metabolizmasını etkileyecek kadar belirgin bir fark yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Shewry (2009) ve Zhao vd. (2009)'a göre buğday tanesindeki N miktarı %1.8-2.5 aralığında değişmektedir. Bizim çalışmamızda Bezostaja çeşidinde N miktarı, %2.28-3.63 aralığında değişmiş olup buğdayın genotipiyle alakalı olabileceği düşünülmektedir. Esperia çeşidinde ise %1.81-2.00 aralığında değişmiştir ve Shewry (2009) ve Zhao vd. (2009)'nin çalışmalarının aralığında bulunmuştur. Tanedeki N içerikleri her iki çeşitte de HFA ve Zn uygulamalarından etkilenmemiştir. Hümk maddelerin N alımı, taşınımı ve metabolizmasını etkileme potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Bu çalışmadaki sonuçlar, HFA'nın tek başına tanedeki N içeriğine belirgin bir etki göstermediğini ancak P ve Zn elementleriyle etkileşim halinde önemli etkilere sahip olabildiğini ortaya koymaktadır. Çinko uygulamalarının tek başına tanedeki N içeriğini önemli düzeyde etkilemediğini fakat P ve HFA ile birlikte uygulandığında önemli etkilere sahip olabildiğini göstermektedir. Özellikle düşük P koşullarında yüksek Zn ve HFA kombinasyonu, tanedeki N içeriğini arttırmada etkili olmuştur. Örneğin; Bezostaja çeşidinde HFA10xP0xZn2 uygulama parsellerindeki tane N içeriğinin (%3.63) en yüksek N konsantrasyonu olarak bulunması, düşük P koşullarında yüksek dozda Zn ve HFA uygulamasının N alımı ve tanede birikimi üzerinde belirgin bir sinerjistik etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Hümk maddenin besin elementi alımını kolaylaştırıcı etkisi ve Zn'nin protein metabolizmasındaki rolü, bu sinerjik etkiyi açıklayabilir.

Esperia çeşidinin topraktan kaldırılan toplam N miktarının P uygulamalarından olumlu olarak etkilenmesi, N ile P arasındaki sinerjik etkinin ispatıdır. İlginç bir şekilde, daha önce incelediğimiz tane ve sap N konsantrasyon verileriyle karşılaştırıldığında P dozlarının etkisinde bir tezat görülmektedir; artan P dozları tanedeki N içeriğini azaltmıştır (P0: %2.00, P4: %1.86 ve P8: %1.81). Benzer şekilde, saptaki N içeriği de P dozlarından etkilenmiştir. Bu durum, P uygulamasının verimi arttırmasıyla bitkinin topraktan daha fazla N kaldırmasına rağmen tanede ve sapta N konsantrasyonunun seyrelme etkisiyle azalması olarak sonuçlanmıştır. Çinko ve HFA uygulamalarının topraktan kaldırılan N miktarına etkisinin olmadığı görülmüştür. Çinko ve HFA uygulamalarının etkileri, arazi koşulları, toprak özellikleri ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu sebeple özellikle HFA'nın topraktan kaldırılan N üzerine etkisinin görülmemesi bahsi geçen nedenlere bağlı olabilir.

Buğdayda bitki besin elementleri yeterlilik sınıflarına göre Bezostaja çeşidinde bitki P konsantrasyonları noksanlık sınıfında yer almıştır. Esperia çeşidinde ise bazı parsellerde noksanlık tespit edilmiştir. Ancak her iki sezonda da arazide noksanlık semptomuna rastlanmamıştır. Bu durum, kullanılan buğday çeşidinin genotipiyle alakalı olabilir. Bezostaja çeşidine uygulanan HFA ve Zn, bitki P konsantrasyonunu etkilemiştir ancak P uygulamalarıyla fark belirlenmemiştir. Her iki sezonda da HFA uygulamasıyla P içeriğinin artması, toprakta P'nin yarayışlılığını artırması ve kök gelişimini teşvik ederek P alımını iyileştirmesiyle açıklanabilir (Chen ve Aavid, 1990; Nardi vd., 2002). Artan Zn dozlarına bağlı olarak bitki P içeriğinin azalması, P_xZn antagonizmasının bir göstergesi olabilir. Yüksek Zn uygulamaları, toprakta P'nin yarayışlılığını azaltabilmekte veya bitkide P alımını ve taşınımını engelleyebilmektedir (Alloway, 2008; Marschner, 2012). Taban ve Turan (1987), mısır bitkisine uygulanan artan düzeylerdeki Zn'nin bitki P konsantrasyonunda düzenli bir azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Taban vd. (1998), asma bitkisine uyguladıkları artan Zn dozlarının meyvede Zn içeriğinin arttığını ancak P miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Üçlü interaksiyon besin elementleri arasındaki karmaşık etkileşimleri göstermektedir. Özellikle yüksek P ve HFA dozlarında Zn'nin bulunmaması, bitkideki P içeriğini artırmış fakat Zn dozunun artması P içeriğini azaltmıştır. Bezostaja çeşidine uygulanan HFA'nın bahsi geçen antagonizmayı azalttığı ya da etkisinin hafiflettiği bazı uygulamalarda görülmüştür. Örneğin; P8xZn0 uygulama parsellerinde, HFA dozu arttıkça P içeriği %0.14'ten %0.23'e yükselmiştir.

Bitki P konsantrasyonu açısından, hem P'nin Zn üzerindeki baskısı hem de Zn'nin P üzerine baskısı HFA uygulamalarıyla kısmen de olsa tolere edilmiştir. İlginç bir şekilde, Esperia çeşidine Zn uygulamalarının etkisi, Bezostaja çeşidinin tepkisinin tersine dönmüştür. Artan Zn dozlarıyla bitkideki P içeriği önemli ölçüde artmıştır. Bu durum, Esperia çeşidinde Zn x P antagonizmasının azaldığını ve hatta sinerjistik bir ilişkinin geliştiğini düşündürmektedir. Bu değişim, ikinci yılda topraktaki besin elementi dinamiklerinin değişmesi, kök sisteminin daha iyi gelişmesi veya bitkinin adaptasyon mekanizmaları ile ilişkili olabilir. Üçlü interaksyona göre, uygulamaların etkileşimi önemli bulunmuştur. En yüksek bitki P içeriği (%0.39), HFA10xP8xZn2 uygulamalarının yapıldığı parsellerden elde edilmiştir. Bu sonuç, Esperia çeşidinde yüksek P, Zn ve HFA dozlarının sinerjistik bir etki gösterdiğini ve bitkideki P içeriğini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

Bezostaja çeşidinin sap P konsantrasyonunun HFA, P ve Zn uygulamalarından etkilenmemiş olması, buğdayda P'nin öncelikle tane gibi generatif organlara taşınma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Buğdayda hasat zamanına doğru sap gibi vegetatif organlardan generatif organlara doğru P taşınımı yaygın bir fizyolojik süreçtir (Rose vd., 2007). Çalışmanın son sezonunda sap P içeriği tüm uygulamalardan etkilenmiştir. Artan P dozlarına bağlı olarak saptaki P içeriğinin azalması, bitkide bulunan P'nin vejetatif aksamdan generatif aksamla doğru taşınmasıyla alakalı olabilir. Yüksek P dozları, bitki genelinde P kullanım etkinliğini artırarak P'nin vegetatif kısımlardan generatif kısımlara daha etkin bir şekilde taşınmasını teşvik etmiş olabilir. Çinko uygulamalarının etkisi incelendiğinde Esperia çeşidinde artan Zn dozlarıyla saptaki P içeriğinde önemli bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu sonuç, bitki P sonuçlarına benzer şekilde, P x Zn antagonizmasının bir yansıması olabilir.

Batten (1992) ve Rose vd. (2010), buğday tanesinde bulunan P'nin %0.3-0.5 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın Bezostaja çeşidinde %0.23-0.41 ve Esperia çeşidinde %0.22-0.36 aralığında değişmiştir. Literatürde geçen bu çalışmalarda tanedeki P'nin genetiksel farklılıklarla direkt ilişkisinin olduğu söylenmiştir. Tanedeki P miktarı Bezostaja çeşidinde sadece Zn uygulamalarından ve Esperia çeşidinde tüm uygulamalardan etkilenmiştir. Bezostaja çeşidinde Zn uygulamalarına bağlı olarak tane P içeriğindeki en düşük ve en yüksek değerler göz önüne alındığında uygun düzeyde Zn uygulamasının tanedeki P birikimini

artırabileceğini göstermektedir. Bezostaja çeşidi için üçlü interaksyonda Zn uygulamasından dolayı istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek tane P içeriği (%0.413) HFA0xP8xZn2 uygulama parsellerinde ve en düşük değer ise (%0.227) HFA5xP8xZn0 uygulamalarından elde edilmiştir. Bu sonuçlar, besin elementleri arasındaki interaksyonların tanedeki P birikimini önemli ölçüde etkileyebildiğini göstermektedir. Özellikle yüksek P dozunda Zn uygulaması, tanedeki P içeriğini artırmıştır ancak bu etki HFA varlığında değişkenlik göstermiştir. Esperia çeşidinde HFA uygulamalarına bağlı olarak tanedeki P miktarı artmıştır. Bu durum, HFA'nın P alımını ve tanede birikimini artırabileceğini göstermektedir. Hümk maddenin toprakta P'nin yayırlılığını artırması, kök gelişimini teşvik etmesi ve mineral besin elementi taşıyıcılarının aktivitesini etkilemesi, bu etkiyi açıklayabilir (Chen ve Aviad, 1990).

Topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) P miktarı, bitkilerin besin elementi alım etkinliğini ve toprak-bitki sistemindeki P dinamiklerini yansıtan önemli bir parametredir. Esperia çeşidinin topraktan kaldırdığı P miktarının HFA, P ve Zn uygulamalarından anlamlı şekilde etkilendiği gözlenmiştir. İlginç bir şekilde, en yüksek P alımı kontrolde gözlenmiş ve artan P dozlarıyla birlikte topraktan kaldırılan P miktarı azalmıştır. Bu durum, yüksek dozlarda uygulanan P'nin toprakta fiksasyonu veya çökme yoluyla yayırlılığının azalmasıyla açıklanabilir. Çinko uygulamaları da topraktan kaldırılan P miktarını etkilemiş olup artan Zn dozlarıyla birlikte P alımı azalmıştır. En yüksek P alımı, Zn'nin uygulanmadığı parsellerde gözlenirken, en düşük değer Zn2 uygulamasından elde edilmiştir. Bu durum, PxZn arasındaki antagonistik ilişki ile açıklanabilir; P ve Zn toprakta ve bitki bünyesinde birbiriyle rekabete girerek birbirinin alımını olumsuz etkileyebilir. Yüksek dozda Zn uygulaması, P'nin alınabilirliğini veya bitkideki taşınımını sınırlandırabilmektedir. Çinko ve fosfor, toprakta ve bitki içinde birbirleriyle etkileşime girerek çözünmeyen bileşikler oluşturabilmekte veya birbirlerinin alımını fizyolojik olarak etkileyebilmektedir (Alloway, 2008). Cakmak ve Marschner (1987), Zn uygulamalarının tahıllarda P alımını ve bitkideki dağılımını etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Hümk+fulvik asit uygulamalarının topraktan kaldırılan P miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir. Bu sonuç HFA'nın P yayırlılığı üzerindeki etkileri ile çelişiyor gibi görünse de, HFAxPxZn interaksyonlarının karmaşık doğasıyla ilişkili olabilir. Hümk maddeler, toprak koşullarına bağlı olarak P'nin yayırlılığını farklı mekanizmalarla

etkileyebilmektedir. Üçlü interaksiyonun topraktan kaldırılan P miktarına etkisi incelendiğinde P4 ve Zn2 uygulamasının HFA yokluğunda topraktan kaldırılan P'nin sınırlandırdığını göstermektedir. Hümik+fulvik asidin P ve Zn arasındaki antagonistik ilişkiyi dengeleyici bir rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin K, Mn ve Cu miktarları yeterli seviyededir. Kalsiyum genel olarak yeterli olarak bulunmuştur fakat bazı parsellerde fazla olarak belirlenmiştir. Magnezyum ise genel olarak noksan olarak bulunmuştur. Esperia çeşidinde ise bitki örneklerinin K, Ca ve Cu içerikleri yeterli olarak belirlenmiştir. Ancak Mg ve Mn noksan olarak bulunmuştur. Her iki yılda da Mg ve 2. yılda Mn noksanlığı arazide gözlenmemiştir. Bu durum kullanılan bitki materyalinin genotipiyle alakalı olabilir.

Bitkideki Zn içeriği, bitkinin Zn beslenmesini ve Zn alım etkinliğini yansıtan önemli bir parametredir. Bezostaja çeşidinden alınan bitki örneklerinin Zn bitki konsantrasyonu yeterli seviyede bulunmuştur. Esperia çeşidinde ise kısmen noksanlıklar belirlense de genel olarak bitki Zn miktarı yeterlidir. Çalışmamızda bitki Zn içeriğinin besin farklı uygulama ve dozlardan da her iki sezonda da önemli ölçüde etkilendiği ve yıllara göre farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bezostaja çeşidinin sonuçlarına göre HFA uygulamaları, bitki Zn içeriğini önemli ölçüde etkilemiş ancak beklenmedik bir şekilde artan HFA dozlarıyla birlikte bitkideki Zn konsantrasyonu azalmıştır. Kontrol uygulamasında en yüksek Zn içeriği gözlenirken HFA5 ve HFA10 dozlarında daha düşük değerler belirlenmiştir. Bu durum, HFA'nın Zn ile kompleks oluşturma eğilimi ile açıklanabilir. Hümik maddeler, metal iyonlarıyla şelat oluşturma özelliğine sahip olup, yüksek dozlarda uygulandığında Zn'nin topraktaki hareketliliğini veya bitkideki fizyolojik fonksiyonlarını etkileyebilmektedir (Tan, 2003). Ayrıca HFA uygulamaları, bitki büyümesini teşvik ederek seyrelme etkisine neden olmuş olabilir. Esperia çeşidinde ise beklenen şekilde HFA uygulamalarıyla bitki Zn içeriğinde artışlar belirlenmiştir. HFA0 uygulamasında en düşük, HFA5 ve HFA10 uygulamalarında ise daha yüksek Zn içerikleri gözlenmiştir. Esperia çeşidinde HFA uygulamasıyla Zn konsantrasyonunun artışı, HFA'nın kök gelişimini destekleyerek Zn alımını artırması ile ilişkili olabilir. Nardi vd. (2002), HFA'nın uzun vadede toprak yapısını ve mikrobiyal aktiviteyi iyileştirerek besin elementi alımını destekleyebileceğini bildirmişlerdir. Bu açıklama, bizim çalışmamızın Esperia

eşidinin Zn içeriğindeki artışın sebebiyle benzer olarak düşünölmektedir. Fosfor uygulamalarının bitki Zn içeriği üzerindeki etkisi, yıllara göre değişkenlik göstermiştir. Bezostaja eşidinde P4 dozunda en yüksek Zn içeriği belirlenirken, Esperia eşidinde artan P dozlarıyla birlikte bitkideki Zn içeriği azalmıştır. Esperia eşidinde belirlenen bu azalma, P ve Zn arasındaki antagonistik ilişki ile açıklanabilir. Yüksek P uygulamaları, Zn'nin toprakta çözünürlüğünü azaltabilmekte veya bitkideki fizyolojik işlevlerini etkileyebilmektedir. Cakmak ve Marschner (1987), yüksek P uygulamalarının tahıllarda Zn alımını ve taşınımını olumsuz etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Çinko uygulamalarının bitkideki Zn içeriğine etkisi de çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Bezostaja eşidinde Zn dozları arasında anlamlı bir fark belirlenememiştir ancak Esperia eşidinde artan Zn dozlarıyla birlikte bitki Zn içeriği belirgin şekilde artmıştır. Bu sonuç, ilk sezon topraklarında yeterli miktarda alınabilir Zn bulunduğunu fakat son sezonda Zn uygulamalarının daha etkili olduğunu göstermektedir. Ryan vd. (2004), Zn uygulamalarının etkinliğinin toprak özellikleri ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir. Uygulamaların ve dozlarının interaksiyonları incelendiğinde, her iki sezonda da kompleks ve yıllara göre değişen etkileşimler gözlenmiştir. Bezostaja eşidi sonuçlarına göre HFA'nın uygulanmadığı durumlarda Zn uygulamalarının daha etkili olabileceğini düşünölmektedir. Esperia eşidinde ise düşük P ve yüksek HFA uygulamalarıyla Zn alımının optimize edilebileceği anlaşılmıştır.

Sap Zn içeriği, bitkinin vejetatif dokularındaki Zn konsantrasyonunu ve çinkonun bitki içindeki dağılımını yansıtan önemli bir parametredir. Her iki çeşitteki sap Zn içeriği, uygulamalardan anlamlı şekilde etkilenmiştir. Hümik+fulvik asit uygulamalarının saptaki Zn içeriği üzerindeki etkisi çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Bezostaja eşidinde HFA0 ve HFA5 uygulamalarında benzer ve daha yüksek Zn içeriği gözlenirken, HFA10 uygulamasında daha düşük değerler belirlenmiştir. Esperia eşidinde ise HFA5 uygulaması en yüksek saptaki Zn içeriğini sağlamıştır. Bu farklılıklar, HFA'nın Zn yarayırlılığı üzerindeki etkilerinin karmaşık olduğunu ve toprak koşullarına, uygulama dozuna ve süresine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Hümik maddeler, düşük dozlardaki Zn'nin yarayırlılığını artırabilir ancak yüksek dozlarda Zn ile şelat oluşturarak çinkonun alınabilirliğini azaltabilmektedir (Tan, 2003). Fosfor uygulamaları, her iki çeşitte saptaki Zn içeriğini önemli ölçüde etkilemiş olup artan P dozlarıyla birlikte sap Zn konsantrasyonu

azalmıştır. Bu durum, P ile Zn arasındaki antagonistik ilişkiyi açıkça göstermektedir. Yüksek dozlarda P uygulaması, Zn'nin topraktan alımını, bitki içindeki taşınımını ve fizyolojik işlevlerini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu antagonistik etki, çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir; fosfor, Zn ile toprakta çözünmeyen bileşikler oluşturarak kök yüzeyinde Zn'nin adsorpsiyonunu azaltabilmekte veya bitki içindeki taşınımını sınırlandırabilmektedir (Cakmak, 2008). Zhang vd. (2012), P ve Zn'nin tahıllarda birbirlerinin alımını ve kullanımını antagonistik olarak etkilediğini bildirmişlerdir. Çinko uygulamalarının sap Zn içeriğine etkisi değişkenlik göstermiştir. Bezostaja çeşidinde Zn1 uygulamasıyla en yüksek sap Zn içeriği elde edilirken Esperia çeşidinde Zn2 uygulaması daha etkili olmuştur. Bu sonuçlar, Zn uygulamalarının etkinliğinin toprak özellikleri, iklim koşulları ve bitkinin gelişim durumuna bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Alloway (2008), Zn gübrelmesinin etkinliğinin topraktaki Zn yarayışlılığı, toprak pH'sı ve organik madde içeriği gibi faktörlere bağlı olduğunu bildirmiştir. Uygulamalar ve dozlarının interaksiyonları incelendiğinde her iki çeşitte de kompleks etkileşimler gözlenmiştir. Belirlenen en yüksek sap Zn içeriğine göre Bezostaja çeşidinde düşük P uygulamalarında HFA ve Zn uygulamalarının daha etkili olabileceği anlaşılmıştır. Fosforun antagonistik etkisinin azaldığı koşullarda Zn ve HFA uygulamaları sinerjistik etki gösterebilmektedir. Bu sonuçlar, en düşük sap Zn konsantrasyonuna göre, yüksek P uygulamalarının Zn konsantrasyonunu azalttığını ve bu etkinin HFA ve Zn uygulamalarıyla bile tam olarak dengelenemediğini göstermektedir.

Cakmak (2008) ve Gomez vd. (2016), çalışmalarında buğday tanesindeki Zn içeriğinin 20-60 mg/kg aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın Bezostaja çeşidinde 21.65-35.08 ve Esperia çeşidinde 20.33-32.77 mg/kg bulunmuş olup bahsi geçen çalışmalarla bulgularımız uyumludur. Tanedeki Zn konsantrasyonu hem buğday kalitesi hem de insan beslenmesi açısından kritik öneme sahip bir parametredir. Çalışmamızda tane Zn içeriğinin uygulamalardan her iki çeşidin de anlamlı şekilde etkilendiği ancak farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. Hümik+fulvik asit uygulamalarının tanedeki Zn içeriği üzerindeki etkisi çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Bezostaja çeşidinde artan HFA dozlarıyla tane Zn içeriği azalmıştır; HFA0 ve HFA5 uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer alırken HFA10 uygulaması en düşük sınıfta yer almıştır. Bu durum, yüksek dozda uygulanan HFA'nın Zn ile kompleks oluşturarak bitki tarafından alımını veya tanelere taşınımını sınırlandırması

ile açıklanabilir. Esperia çeşidindeyse HFA dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, HFA uygulamalarının Zn yarayışlılığı üzerindeki etkilerinin karmaşık olduğunu ve toprak özellikleri ve uygulama dozu gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Fosfor uygulamaları, her iki çeşitte de tanedeki Zn içeriğini belirgin şekilde etkilemiştir. Bezostaja çeşidinde artan P dozlarıyla birlikte tanedeki Zn konsantrasyonu azalmıştır. Fosforun uygulanmadığı parsellerden en yüksek tane Zn içeriği elde edilirken P4 ve P8 uygulamalarıyla daha düşük tane Zn içerikleri belirlenmiştir. Bu durum, P ve Zn arasındaki antagonistik ilişkiden kaynaklanmış olabilir. Esperia çeşidinde ise tam tersi bir eğilim gözlenmiştir; artan P dozlarıyla birlikte tanedeki Zn içeriği artmıştır. Bu farklılık, ikinci yıl yetiştirme koşullarının değişmesi, topraktaki besin elementlerinin yarayışlılığının farklılaşması veya bitkinin adaptasyon mekanizmalarıyla ilişkili olabilir. Çinko uygulamaları, beklendiği gibi her iki sezonda da tane Zn içeriğini artırmıştır. En yüksek tane Zn konsantrasyonu, Bezostaja çeşidinde Zn1 ve Zn2 uygulamalarından ve Esperia çeşidinde Zn2 uygulamasından elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Zn uygulamalarının tane Zn konsantrasyonunu artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Çinko uygulamaları hem topraktan alımı artırarak hem de bitkideki taşınım süreçlerini etkileyerek tane Zn içeriğini yükseltebilmektedir. Cakmak vd. (2010), Zn gübrelemesinin buğdayda tane Zn içeriğini %25-100 oranında artırabildiğini bildirmişlerdir ve bu sonuçlar bizim bulgularımızla benzerdir. Üçlü interaksiyonun tane Zn içeriği üzerine etkisi incelendiğinde HFA'nın etkisinin Zn ve P dozlarına bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Ayrıca Zn uygulaması yapılmadığında P dozlarına bağlı olarak tane Zn içeriğinin önemli ölçüde azalabileceği anlaşılmıştır.

Topraktan kaldırılan toplam (sap+tane) Zn miktarı üzerinde HFA uygulamalarının etkisi görülmemiştir. Bu durum, HFA'nın Zn alımı üzerindeki etkilerinin karmaşık olduğunu ve diğer faktörlerle etkileşime girebileceğini göstermektedir. Hümk maddeler; bir yandan Zn'nin yarayışlılığını artırabilirken diğer yandan şelat oluşturarak alımını sınırlandırabilmektedir. Bu iki zıt etki, net bir sonuç gözlenmemesine neden olmuş olabilir. Fosfor uygulamaları, topraktan kaldırılan Zn miktarını önemli ölçüde etkilemiştir; artan P dozlarıyla birlikte kaldırılan Zn miktarı da artmıştır. Fosforun uygulanmadığı parsellerde en düşük ve P4 ve P8 dozlarında ise daha yüksek Zn alımı gözlenmiştir. Bu sonuç, ilk bakışta PxZn antagonizmi ile çelişiyor gibi görünse bile P uygulamalarının biyokütle üretimini artırması ile

açıklanabilir. Yeterli P beslemesi, bitki büyümesini ve biyokütle oluşumunu teşvik ederek birim alan başına daha fazla Zn alımıyla sonuçlanabilmektedir. Ryan vd. (2001), besin elementlerinin alımının hem topraktaki konsantrasyonlarıyla hem de bitki büyümesine ve toplam biyokütle üretimine de bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Çinko uygulamaları, topraktan kaldırılan Zn miktarını artırmıştır. Artan Zn dozlarına bağlı olarak kaldırılan Zn miktarı da artış göstermiş olup en yüksek çinko alımı Zn2 uygulamasında belirlenmiştir. Bu sonuç, Zn gübrelemesinin bitkiler tarafından Zn alımını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Besin elementlerinin interaksiyonları incelendiğinde yüksek P dozlarının biyokütle üretimini artırarak, birim alan başına daha fazla Zn alımına olanak sağladığını ve yüksek Zn dozlarının da bu alımı desteklediği anlaşılmaktadır. Yüksek biyokütle üretimi, topraktan daha fazla besin elementi alımı için potansiyel oluşturmaktadır. Topraktan kaldırılan en düşük Zn miktarı (HFA5xP0xZn0) dikkate alındığında ise düşük P uygulamalarıyla sınırlı biyokütle üretimi ve Zn uygulanmaması nedeniyle, bitkinin Zn alımının sınırlı kaldığını görülmüştür. Topraktan kaldırılan Zn miktarıyla ilgili bu bulgular, Zn alımının sadece topraktaki Zn yarayışlılığına değil aynı zamanda bitki büyümesine ve P beslenmesine de bağlı olduğunu göstermektedir. Yeterli P beslenmesi, Zn konsantrasyonunu azaltsa bile, toplam Zn alımını artırabilmektedir. Bu yüzden en uygun bitki beslenmesi için besin elementleri arasındaki dengenin ve interaksiyonların dikkate alınması gerekmektedir.

Buğdayda çok sayıda verim parametresinin belirlenmesine karşın bu çalışmanın odak noktası, tane, sap ve toplam biyokütle verimlerindeki değişimlerdir. Sonuçlar, bu üç temel verim bileşeni üzerinde sadece P uygulamalarının etkili olduğunu ve optimum verimin dekara 8 kg P ile sağlandığını göstermiştir. Diğer verim parametreleri açısından kardeş sayısı üzerinde HFA uygulamalarının olumlu etkisi her iki çeşitte de tutarlı bulunmuştur. Bin tane ağırlığı, bitki boyu, başak uzunluğu ve başak parametreleri gibi verim bileşenleri üzerinde P ve Zn'nin etkileri çeşitlere göre değişkenlik göstermiştir. Hümik+fulvik asit uygulamaları, başak gelişimini olumlu etkilemiş olup P ve Zn uygulamalarının etkileri ise parametrelere göre farklılık göstermiştir.

Bu çalışmada bitki besin elementi içeriklerinde P ve Zn arasındaki antagonistik ilişki açıkça gözlenmiş olup artan P dozlarıyla birlikte bitkideki ve tanedeki Zn

konsantrasyonu azalmıştır. Ancak P uygulaması, biyokütle artışına bağlı olarak toplam Zn alımını artırmıştır. HFA uygulamalarının besin elementi içerikleri üzerindeki etkileri değişken bulunmuştur. Farklı dozlarda uygulanan HFA, P ve Zn kombinasyonları arasında verim ve kalite parametreleri açısından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bitki besin elementi içerikleri ile bitkinin beslenme durumu ve özellikle N, P ve Zn konsantrasyonları düşünüldüğünde HFA5-P4-Zn2 ve HFA5-P8-Zn1’de uygulamaları en optimum sonuçları vermiştir. Verim parametreleri ve bitki besin elementi durumuna göre maliyet etkinlik ve uygulama pratikliği açısından değerlendirildiğinde HFA5-P8-Zn1 kombinasyonu optimum seçenek olarak belirlenmiştir. Bitki besin elementleri açısından özellikle N, P ve Zn alımında etkili sonuçlar vermiştir. Bu kombinasyonla P-Zn antagonizmasını HFA ile dengeleyerek P8 gibi yüksek P dozunda bile Zn1 uygulamasının etkili olmasını sağlamıştır. Bu kombinasyon, organik ve mineral gübre uygulamalarının çiftçi açısından uygulanabilir ve ekonomik sürdürülebilir bir gübreleme stratejisi sunmuştur.

Sonuç olarak HFA5-P8-Zn1 kombinasyonu, verim, besin elementi alımı ve maliyet etkinliği arasında optimal dengeyi kurarak buğday yetiştiriciliğinde pratik uygulanabilirliği yüksek bir gübreleme programı olarak önerilmektedir. Bu sonuçlar, buğday yetiştiriciliğinde dengeli ve entegre bitki besleme stratejilerinin önemini vurgulamaktadır.

Gelecekte farklı buğday çeşitlerinde ve toprak koşullarında HFA, P ve Zn uygulamalarının etkilerinin incelenmesi, elde edilen sonuçların genelleştirilebilirliğini artıracaktır. Fosfor ve Zn gibi besin elementlerinin bitki fizyolojisi ve stres toleransı üzerindeki detaylı etkilerinin moleküler düzeyde araştırılması, mekanizmaların daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Besin elementlerinin farklı uygulama zamanları ve yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirilmesi de optimum bitki besleme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, farklı genotipteki buğday bitkisinde besin elementlerinin yeterlilik sınıflarının çalışılması ve literatürün güncellenmesi, bu tarz çalışmalarda daha fazla fayda sağlayacaktır.

Bu gübreleme stratejisinin farklı ekim nöbeti sistemlerinde (buğday-mısır, buğday-ayçiçeği gibi) kalıntı etkilerinin ve toprak verimliliği üzerindeki kümülatif etkilerinin incelenmesi önerilmektedir. Hümik+fulvik asit uygulamalarının toprak mikrobiyal

aktivitesi ve karbon sekestrasonu üzerindeki uzun vadeli etkilerinin araştırılması, sürdürülebilir tarım açısından önemli bilgiler sağlayacaktır. Farklı HFA, P ve Zn kombinasyonlarının maliyet-fayda analizlerinin çok yıllık ekonomik verilerle desteklenmesi, çiftçilerin karar verme süreçlerine daha güvenilir rehberlik edecektir.

Besin elementlerinin farklı büyüme dönemlerindeki (kardeşlenme, sapa kalkma, başaklanma) kritik uygulama zamanlarının belirlenmesi, gübre etkinliğinin optimizasyonu açısından değerli olacaktır. Farklı buğday genotiplerinin P-Zn antagonizmasına karşı tolerans düzeylerinin belirlenmesi ve HFA'ya yanıt veren genotiplerin karakterizasyonu, çeşit bazlı gübrenleme programlarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Al-Barakat, H. N. K., Naser, M. A., & Habeeb, K. H. (2023). Humic and fulvic fertilizers and zinc spray impact on the availability of zinc and phosphorous in soil and maize crop yield. *Biopesticides International*, 19(1), 75-82. <https://doi.org/10.59467/BI.2023.19.75>
- Ali, L. K., Mohamed, N. A., & El-Maghraby, T. A. (2011). Effect of P and Zn fertilization on wheat yield and nutrient uptake in calcareous soil. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 2(5), 555-569. <https://doi.org/10.21608/jssae.2011.55481>
- Alloway, B. J. (2008). *Zinc in Soils and Crop Nutrition (2nd Edition)*. International Zinc Association and International Fertilizer Industry Association.
- Alzubaidi, A., Aljanabi, A. S., & Al-Rawi, A. (1990). Interaction between nitrogen and phosphorus fertilizers and soil salinity and its effect on growth and ionic composition of corn (*Zea mays* L.). In *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. (pp. 195-202)
- Anamur, F., & Türkmen, C. (2019). Sıvı Humik asit uygulamalarının bayramiç beyazı nektarin çeşidinin (*Prunus persica* var. *nucipersica*) beslenmesi ve bazı toprak enzim aktiviteleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(4), 1035-1047. <https://doi.org/10.30910/turkjans.893615>
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Lee, S., & Byrne, R. (2006). Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*, 42, 65-69. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.06.004>
- Arduç, S., Mut, Z., & Köse, Ö. D. E. (2020). İki ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hümik/fulvik asit uygulamasının tane verimi ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(100. Yıl Özel Sayı), 217-228. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.692203>
- Arshad, M., Adnan, M., Ahmed, S., Khan, A. K., Ali, I., Ali, M., & Khan, M. A. (2016). Integrated effect of phosphorus and zinc on wheat crop. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 16(3), 455-459. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2016.16.3.12887>
- Asri, F. Ö., Demirtaş, E. İ., & Arı, N. (2016). Açıkta domates yetiştiriciliğinde yapraktan uygulanan humik asitin bitkinin beslenme durumu, verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(1), 21-25.
- Atak, M., Kaya, M., & Ciftci, C. (2004). Effects of zinc and humic acid applications on yield and yield components of durum wheat (*Triticum durum* L.). *Anadolu*, 14(2), 49-66.
- Atar, B., Kara, B., & Küçükyumuk, Z. (2017). Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin azot etkinliklerinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 23(1), 119-127.

- Aulakh, M. S., Pasricha, N. S., & Bahl, G. S. (2003). Phosphorus fertilizer response in an irrigated soybean–wheat production system on a subtropical, semiarid soil. *Field Crops Research*, 80(2), 99-109. [https://doi.org/10.1016/S03784290\(02\)00172-7](https://doi.org/10.1016/S03784290(02)00172-7)
- Barut, H., Şimşek, T., & Aykanat, S. (2017). Çinko uygulamasının makarnalık buğday çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 10-23. <https://doi.org/10.19159/tutad.300586>
- Batten, G. D. (1992). A review of phosphorus efficiency in wheat. *Plant and Soil*, 146(1), 163-168. <https://doi.org/10.1007/BF00012009>
- Bolland, M. D. A., Siddique, K. H. M., Loss, S. P., & Baker, M. J. (1999). Comparing responses of grain legumes, wheat and canola to applications of superphosphate. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 53(2), 157-175. <https://doi.org/10.1023/A:1009798506480>
- Bouyoucos, G. J. (1936). Directions for making mechanical analyses of soils by the hydrometer method. *Soil Science*, 42(3), 225-230. <https://doi.org/10.1097/00010694-193609000-00007>
- Bremner, J. M., & Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen—total. In *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*. (pp. 595-624)
- Cakmak, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146(2), 185-205. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00630.x>
- Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11104007-9466-3>
- Cakmak, I., & Marschner, H. (1987). Mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in cotton. III. Changes in physiological availability of zinc in plants. *Is mail. Physiologia Plantarum*, 70(1), 13-20. <https://doi.org/10.1111/j.13993054.1987.tb08690>
- Cakmak, I., Kalayci, M., Kaya, Y., Torun, A. A., Aydin, N., Wang, Y., Arisoy, Z., Erdem, H., Yazıcı, A., Gokmen, O., Ozturk, L., & Horst, W. J. (2010). Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16), 9092-9102. <https://doi.org/10.1021/jf101197h>
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Carson, P. L. (1980). Recommended potassium test. In *Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region*. (pp. 20-21)

- Chen, Y., & Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. In *Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings*. (pp. 161-186)
- Cimrin, K. M., & Yilmaz, I. (2005). Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 55(1), 58-63. <https://doi.org/10.1080/09064710510008559>
- Çakmak, Ö. (2019). *Humik Asit ve Çinko Uygulamalarının Soya (Glycine max L.) Bitkisinin Verim ve Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Çalık, B., & Sönmez, İ. (2024). The effects of liquid biogas digestate on yield and mineral nutrition of cucumber growing in greenhouse. *Horticultural Studies*, 41(1), 28-35. <https://doi.org/10.16882/hortis.1451560>
- Çelik, H., Katkat, A. V., Aşık, B. B., & Turan, M. A. (2008). Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(1920), 2839-2850. <https://doi.org/10.1080/00103624.2011.528490>
- Çimrin, K. M., Türkmen, Ö., Turan, M., & Tuncer, B. (2010). Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. *African Journal of Biotechnology*, 9(36), 5845-5851.
- Daur, I., & Bakhshwain, A. A. (2013). Effect of humic acid on growth and quality of maize fodder production. *Pakistan Journal of Botany*, 45(S1), 21-25.
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25(2), 183-191. <https://doi.org/10.1051/agro:2005017>
- Demirtaş, E., Asri, F. Ö., & Arı, N. (2014). Domatesin beslenme durumu verimi ve kalite özelliklerine hümik asitin etkileri. *Derim*, 31(1), 1-16. <https://doi.org/10.16882/derim.2014.86373>
- Denre, M., Ghanti, S., & Sarkar, K. (2014). Effect of humic acid application on accumulation of mineral nutrition and pungency in garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Biotechnology and Molecular Biology Research*, 5(2), 7-12. <https://doi.org/10.5897/IJBMBR2014.0186>
- Dülgerbaki, T. (2011). *Maş Fasulyesi (Phaseolus aureus L.)'nde Farklı Çinko Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- El-Sayed, E. S., Gheith, M. S., & El-Badry, O. Z. (1988). Effects of the dates of zinc application on wheat. *Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin*, 26(3), 273-278.

- Erdal, İ. (1998). *Orta Anadolu Bölgesi'nde Farklı Çinko Uygulamalarının Tahıl Türleri ve Buğday Çeşitlerinde Tanede Çinko ve Fitin Asidi Konsantrasyonunun Etkisi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Erdal, İ. (2003). Farklı özelliklerdeki topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ile besin elementi içeriklerine çinko uygulamasının etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(3), 334-339.
- Erdal, İ., Bozkurt, M. A., & Çimrin, K. M. (2000). Hümkik asit ve fosfor uygulamalarının mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) Fe, Zn, Mn ve Cu içeriği üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(3), 91-96. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000975
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Taplamacıoğlu, D., & Toftar, B. (2014). Kireçli bir toprakta humik ve fulvik asit uygulamalarının domatesin gelişimi ve beslenmesine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(2), 70-74.
- Erdem, M., Özdemir, B., Altuner, F., & Ülker, M. (2020). Alternatif gübrelerin bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 522-541. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss3pp522-541>
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., & Talaz, S. (1995). *Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Mikro Elementler Bakımından Genel Durumu*. Ankara: Başbakanlık, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- FAO (2023). *The State of Food Security and Nutrition in Europe and Central Asia*. Food and Agricultural Organization, Budapest.
- Gezgin, S. (1995). Yapraktan uygulanan çinkonun buğdayda verim, verim unsurları ve yaprakta bazı besin elementleri kapsamına etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(10), 145-158.
- Gezgin, S., Dursun, N., & Gökmen, F. (2008). Artan Dozlarda Uygulanan Farklı Hümkik Asit Kaynaklarının Marulun Verim ve Besin Elementleri İçeriğine Etkileri. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Ankara.
- Gomez-Coronado, F., Poblaciones, M. J., Almeida, A. S., & Cakmak, I. (2016). Zinc (Zn) concentration of bread wheat grown under Mediterranean conditions as affected by genotype and soil/foliar Zn application. *Plant and Soil*, 401(1), 331-346. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2758-0>
- Grant, C. A., Flaten, D. N., Tomasiewicz, D. J., & Sheppard, S. C. (2001). The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 211-224. <https://doi.org/10.4141/P00-093>

- Güçdemir, İ. H. (2006). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Güncelleştirilmiş ve Genişletilmiş 5. Baskı*. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Gülser, F., Türkoğlu, N., Sönmez, F., & Çavuşoğlu, M. N. (2018). Farklı dozlarda fosfor ve humik asit uygulamalarının glayöl çeşitlerinde mikro besin elementi (Fe, Cu, Zn ve Mn) içeriklerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(3), 319-325. <https://doi.org/10.21597/jist.458669>
- Güngör, K. (2018). *Hümk Asit Uygulamalarının Mısır (Zea mays L.) Bitkisinin Kök Gelişimi ve Besin Elementleri Alımına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Iqbal, J., Khan, R., Wahid, A., Sardar, K., Khan, N., Ali, M., Hussain, M., Ali, W., Ali, M., & Ahmad, R. (2016). Effect of nitrogen and zinc on maize (*Zea mays* L.) yield components and plant concentration. *Advances in Environmental Biology*, 10(10), 203-209.
- Izhar Shafi, M., Adnan, M., Fahad, S., Wahid, F., Khan, A., Yue, Z., Danish, S., Hye, M., Brtnicky, M., & Datta, R. (2020). Application of single superphosphate with humic acid improves the growth, yield and phosphorus uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) in calcareous soil. *Agronomy*, 10(9), 1224. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091224>
- İstanbulu, M., Aydemir, Ö. E., Akgün, M., & Özkutlu, F. (2020). Biberde (*Capsicum annuum* L.) humik asit ve çinko uygulamasının yeşil aksamda kuru madde ve çinko miktarına etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 612-617. <https://doi.org/10.30910/turkjans.672492>
- Kacar, B. (1994). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı.
- Kacar, B., & İnal, A. (2010). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaptan, M. A., & Aydın, M. (2012). Humik asidin pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) gelişimi ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 291-299.
- Kaya, M., Atak, M., Çiftçi, C. Y., & Ünver, S. (2005). Çinko ve Humik Asit uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 1-8.
- Kaya, S. (2014). *Hümk Asit ve Çinko Uygulamalarının Ispanakta Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Khan, R. U., Khan, M. Z., Khan, A., Saba, S., Hussain, F., & Jan, I. U. (2018). Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different

soils. *Journal of Plant Nutrition*, 41(4), 453-460.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1385807>

Khan, R. U., Rashid, A., Khan, M. S., & Ozturk, E. (2010). Impact of humic acid and chemical fertilizer application on growth and grain yield of rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 23(3-4), 113-121.

Kılıç, B., & Sönmez, İ. (2019). Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 91-96. <https://doi.org/1029136/mediterranean.559450>

Kumar, R., Rathore, D. K., Singh, M., Kumar, P., & Khippal, A. (2016). Effect of phosphorus and zinc nutrition on growth and yield of fodder cowpea. *Legume Research-An International Journal*, 39(2), 262-267.
<https://doi.org/10.18805/lr.v0iOF.9384>

Kün, E. (1996). *Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları)*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Lindsay, W. L., & Norvell, W. A. (1969). Equilibrium relationships of Zn^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , and H^{+} with EDTA and DTPA in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 33(1), 62-68.

Loeppert, R. H., & Suarez, D. L. (1996). Carbonate and gypsum. Methods of soil analysis: Part 3 chemical methods, 5, 437-474.
<https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c15>

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 Journal of Agriculture and Biology*, 2(1), 14-19.

Marschner, H. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd Edition)*. Academic Press.

Mills, H. A., & Jones, J. B. (1996). *Plant Analysis Handbook II: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro-Macro Publishing.

Mondal, A. B., & Singharoy, A. K. (1989). Selection of some wheat genotypes on terai soil. *Environment and Ecology*, 7(4), 978-979.

Moreno-Lora, A. M., & García, A. D. (2023). Zinc and phosphorus availability to wheat as affected by humic substances in calcareous and siliceous growth media. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 21(3), 10.
<https://doi.org/10.5424/sjar/2023213-20048>

Namlı, A., Akça, M. O., & Akça, H. (2019). Afşin-Elbistan havzası linyit işletmesi organik materyallerinden geliştirilen organik ve organomineral gübrelerin buğday verimi ve verim bileşenleri ile bazı toprak özellikleri üzerine etkileri.

- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11), 1527-1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A., & Etemadi, N. A. (2008). Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31(12), 2155-2167. <https://doi.org/10.1080/01904160802462819>
- Olsen, S. R. (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate (No. 939). US Department of Agriculture.
- Osman, E. A. M., El-Masry, A. A., & Khatab, K. A. (2013). Effect of nitrogen fertilizer sources and foliar spray of humic and/or fulvic acids on yield and quality of rice plants. *Advances in Applied Science Research*, 4(4), 174-183.
- Öktem, A. G., Nacar, A. S., & Öktem, A. (2017). Sıvı olarak toprağa uygulanan hümik asit miktarlarının kırmızı mercimek bitkisinde (*Lens culinaris Medic.*) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 119-124. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.359393>
- Ören, Y., & Başal, H. (2006). Humik asit ve çinko (Zn) uygulamalarının pamukta (*Gossypium hirsutum L.*) verim, verim komponentleri ve lif kalite özelliklerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 77-83.
- Özcan, H., & Taban, S. (2004). Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ile tanede çinko, fosfor ve fitin asidi konsantrasyonuna etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 1(1), 7-14.
- Paksoy, M., Türkmen, Ö., & Dursun, A. (2010). Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus L.*) seedling under saline soil conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9(33), 5343-5346.
- Piccolo, A., Celano, G., & Pietramellara, G. (1993). Effects of fractions of coal derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicum esculentum*). *Biology and Fertility of Soils*, 16, 11-15. <https://doi.org/10.1007/BF00336508>
- Prasad, P. V., & Djanaguiraman, M. (2014). Response of floret fertility and individual grain weight of wheat to high temperature stress: sensitive stages and thresholds for temperature and duration. *Functional Plant Biology*, 41(12), 1261-1269. <https://doi.org/10.1071/FP14061>
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. US Government Printing Office.

- Rosa, S. D., Silva, C. A., & Maluf, H. J. G. M. (2018). Wheat nutrition and growth as affected by humic acid-phosphate interaction. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 181(6), 870-877. <https://doi.org/10.1002/jpln.201700532>
- Rose, T. J., Pariasca-Tanaka, J., Rose, M. T., Fukuta, Y., & Wissuwa, M. (2010). Genotypic variation in grain phosphorus concentration, and opportunities to improve P-use efficiency in rice. *Field Crops Research*, 119(1), 154-160. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.07.004>
- Rose, T. J., Rengel, Z., Ma, Q., & Bowden, J. W. (2007). Differential accumulation patterns of phosphorus and potassium by canola cultivars compared to wheat. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170(3), 404-411. <https://doi.org/10.1002/jpln.200625163>
- Ryan, J., Estefan, G., & Rashid, A. (2001). *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Salman, S. R., Abou-Hussein, S. D., Abdel-Mawgoud, A. M. R., & El-Nemr, M. A. (2005). Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. *Journal of Applied Sciences Research*, 1(1), 51-58.
- Samson, M. F., Mabilille, F., Chéret, R., Abécassis, J., & Morel, M. H. (2005). Mechanical and physicochemical characterization of vitreous and mealy durum wheat endosperm. *Cereal Chemistry*, 82(1), 81-87. <https://doi.org/10.1094/CC82-0081>
- Selçuk, R. (2009). *Artan Dozlarda Çinko ve Humik Asit Uygulamalarının Mısırın Verim ve Besin İçeriğine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Shafi, I. M., Adnan, M., Fahad, S., Wahid, F., Khan, A., Yue, Z., Danish, S., Zafar-ul-Hye, F., Brtnicky, M., & Datta, R. (2020). Application of single superphosphate with humic acid improves the growth, yield and phosphorus uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) in calcareous soil. *Agronomy*, 10(9), 1224. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091224>
- Sharif, M., Khattak, R. A., & Sarir, M. S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(19-20), 3567-3580. <https://doi.org/10.1081/CSS-120015906>
- Sharpley, A. N., McDowell, R. W., & Kleinman, P. J. (2001). Phosphorus loss from land to water: integrating agricultural and environmental management. *Plant and Soil*, 237, 287-307. <https://doi.org/10.1023/A:1013335814593>
- Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6), 1537-1553. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp058>

- Sillanpää, M. (1982). *Micronutrients and the Nutrient Status of Soils: a Global Study*. Food & Agriculture Organization.
- Sönmez, F. (2022). PGPR uygulanmış ortamlara humik asit ilavesinin Kirik buğdayının (*Triticum aestivum* L. var. delfii) makro element alımına etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 10(2), 105-115. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.1127512>
- Sönmez, S., & Öktüren Asri, F. (2021). Importance of vermicompost in tomato plant cultivation and improvement of some soil properties. *Compost Science & Utilization*, 29(1-2), 44-56. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2023.2216696>
- Sönmez, S., & Öktüren Asri, F. (2024). Effects of leonardite on soil properties and the nutrients concentrations of tomato plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 55(10), 1463-1475. <https://doi.org/10.1080/00103624.2024.2319797>
- St. Clair, S. B., & Lynch, J. P. (2010). The opening of Pandora's Box: climate change impacts on soil fertility and crop nutrition in developing countries. *Plant and Soil*, 335, 101-115. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0328-z>
- Taban, S., & Turan, C. (1987). Değişik miktarlardaki demir ve çinkonun mısır bitkisinin gelişmesi ve mineral madde kapsamı üzerine etkileri. *Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 11, 448-456.
- Taban, S., Marasalı, B., Erdal, İ., Ergül, A., & Turan, M. A. (1998). Asma Çeşitlerinin Yapraktan Uygulanan Çinkoya Duyarlılıkları. *I. Ulusal Çinko Kongresi*. 2-16 Mayıs, Eskişehir, 431-436.
- Tahir, M. M., Khurshid, M., Khan, M. Z., Abbasi, M. K., & Kazmi, M. H. (2011). Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere*, 21(1), 124-131. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(10\)60087-2](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(10)60087-2)
- Tan, K. H. (2003). *Humic Matter in Soil and the Environment: Principles and Controversies*. CRC Press.
- Thomas, G. W. (1996). Soil pH and soil acidity. *Methods of Soil Analysis: part 3 Chemical Methods*, 5, 475-490. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c16>
- TMO (2022). Kırmızı Sert Buğdaylar, Bezostaja-1. <https://www.tmo.gov.tr/urun-katalogu/kirmizi-sert-bugdaylar> (Son erişim tarihi: 08 Kasım 2024)
- Toğay, N., & Anlarsal, A. E. (2008). Van koşullarında farklı bitki sıklıklarının ve ekim şekillerinin mercimek (*Lens culinaris* Medic.)'de verim ve verim öğelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 18(1), 35-47.
- Uluyol, M. (2014). *Physalis 'te Fosfor ve Hüyük Asit Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Uz, I., Sonmez, S., Tavali, I. E., Citak, S., Uras, D. S., & Citak, S. (2016). Effect of vermicompost on chemical and biological properties of an alkaline soil with high lime content during celery (*Apium graveolens* L. var. dulce Mill.) production. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(1), 280-290. <https://doi.org/10.15835/nbha44110157>
- Ünsal, N. (2012). Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde farklı azot ve fosfor dozlarının verim ve bazı verim unsurlarına etkilerinin saptanması üzerine araştırmalar. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16(1), 37-47.
- Verlinden, G., Pycke, B., Mertens, J., Debersaques, F., Verheyen, K., Baert, G., & Haesaert, G. (2009). Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. *Journal of Plant Nutrition*, 32(9), 1407-1426. <https://doi.org/10.1080/01904160903092630>
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38.
- Yaylacı, C., & Erdal, İ. (2021). Kimyasal gübrelerle birlikte uygulanan vermikompost kaynaklı hümkik maddelerin biberin kısa dönem gelişimi ve mineral beslenmesine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31), 809-814. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1035475>
- Yıldırım, E. (2007). Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 57(2), 182-186. <https://doi.org/10.1080/09064710600813107>
- Zhang, Y. Q., Deng, Y., Chen, R. Y., Cui, Z. L., Chen, X. P., Yost, R., Zhang, F. S., & Zou, C. Q. (2012). The reduction in zinc concentration of wheat grain upon increased phosphorus-fertilization and its mitigation by foliar zinc application. *Plant and Soil*, 361, 143-152. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1238-z>
- Zhao, F. J., Su, Y. H., Dunham, S. J., Rakszegi, M., Bedo, Z., McGrath, S. P., & Shewry, P. R. (2009). Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*, 49(2), 290-295. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.11.007>
- Zhu, Y. G., Smith, S. E., & Smith, F. A. (2001). Zinc (Zn)-phosphorus (P) interactions in two cultivars of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) differing in P uptake efficiency. *Annals of Botany*, 88(5), 941-945. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1522>

ÖZGEÇMİŞ



