

**TOPRAKTAN ve YAPRAKTAN UYGULANAN BOR
KAYNAKLARININ AYÇİÇEĞİ BİTKİSİNİN GELİŞİMİ
ve KİMİ BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Zafer BEŞTAŞ



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPRAKTAN ve YAPRAKTAN UYGULANAN BOR
KAYNAKLARININ AYÇİÇEĞİ BİTKİSİNİN
GELİŞİMİ ve KİMİ BESİN ELEMENTLERİNİN
ALINIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

Zafer BEŞTAŞ

Doç. Dr. Hakan ÇELİK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA-2015

TEZ ONAYI

Zafer BEŞTAŞ tarafından hazırlanan “Toprakta ve Yapraktan Uygulanan Bor Kaynaklarının Ayçiçeği Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementlerinin Alınımı Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Hakan ÇELİK

Başkan: Doç. Dr. M. Ali TURAN İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme Anabilim Dalı

Üye: Doç. Dr. Hakan ÇELİK İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme Anabilim Dalı

Üye: Yrd. Doç. Dr. Yakup ÇIKILI İmza
Düzce Üniversitesi Çilimli Meslek Yüksekokulu
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR

Enstitü Müdürü

.././....(Tarih)

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurul çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel olarak ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

İmza

Zafer BEŞTAŞ

ÖZET

Yüksek Lisans

TOPRAKTAN ve YAPRAKTAN UYGULANAN BOR KAYNAKLARININ AYÇİÇEĞİ BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ve KİMİ BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Zafer BEŞTAŞ

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan ÇELİK

Bu çalışmada, ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisine topraktan ve yapraktan artan dozlarda bor (B) kaynakları uygulanarak bitkinin gelişim durumu ve topraktan kaldırılan kimi besin elementi miktarlarına etkisi araştırılmıştır.

Deneme konularına göre topraktan 7 bor dozu (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 mg B kg⁻¹), ve yapraktan 4 bor dozu (0, 0.1, 0.2, 0.4 % B) artan miktarlarda borik asit ve boraks kaynaklarından uygulanmıştır. Temel gübreleme için saksılara 80 mg P kg⁻¹ ve 100 mg K kg⁻¹ ile iki farklı N düzeyi 100 ve 200 mg N kg⁻¹ NH₄NO₃ ve KH₂PO₄'tan uygulanmıştır.

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor dozlarının ayçiçeği bitkisinin kuru madde verimini BT5 dozuna kadar arttırdığı, ancak bu artışın BT6 (16.0 mg B kg⁻¹) dozunda azalma gösterdiği belirlenmiştir. Uygulanan bor dozlarına bağlı olarak kaldırılan B ve Mg miktarlarında artış görülmüştür. Bor dozlarının N, P alınımına etkisinin önemsiz olduğu, K alınımının ise BT6 dozunda azaldığı görülmüştür. Na, Ca, Cu, Fe ve Mn alınımında, düşük bor düzeyleri olumlu etki yaparken artan bor dozları ile birlikte azalma görülmüştür.

Yapraktan uygulanan bor dozları, kuru madde verimi ile kaldırılan K ve P miktarlarında azalmaya neden olurken, Cu ve B alınımını arttırdığı belirlenmiştir. N, Na, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn alınımına etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Azot, Bor, Boraks, Borik asit, Ayçiçeği

2015, xii+86 sayfa

ABSTRACT

Master of Science Thesis

EFFECTS OF SOIL AND FOLIAR APPLIED BORON RESOURCES ON PLANT GROWTH AND UPTAKE OF SOME NUTRIENT ELEMENTS OF THE SUNFLOWER

Zafer BEŞTAŞ

Uludag University

Institute of Natural Sciences

Soil Science and Plant Nutrition Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hakan ÇELİK

The current research was conducted to determine the effects of soil and foliar applied boron resources on dry matter yield, and some nutrient elements uptake of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). For this purpose, seven boron doses (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 mg B kg⁻¹) were applied to soil and four doses of boron (0, 0.1, 0.2, 0.4 % B) were applied to foliar as borax and boric acid. Two nitrogen doses 100 and 200 mg N kg⁻¹ and 80 mg P kg⁻¹, 100 mg K kg⁻¹ were applied from NH₄NO₃ and KH₂PO₄ to soil as basic fertilization.

The boron doses increased the dry matter yield of the sunflower plants up to BT5, but this increase aimed to decrease at BT6 (16.0 mg B kg⁻¹). An increase was determined on the B and Mg uptake of sunflower according to the boron doses. The effects of boron doses on uptake of N and P were found not significant. K uptake was decreased at B6 dose. Although the lower doses of boron have positive effect on uptake of Na, Ca, Cu Fe and Mn, a decrease occurred with the elevated boron doses.

Although the foliar applied boron doses lead to a decrease on the dry matter yield and uptake of K and P, it increased the uptake of Cu and B. The foliar applied boron doses were found not significant on uptake of N, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn.

Key Words: Boron, Borax, Boric acid, Nitrogen, Sunflower

2015, xii+86 pages

ÖNSÖZ

Bilim adamlarının son yıllarda önemle üzerinde durduğu ve insanlığın tamamını ilgilendiren açlık sorununun çözümü, sağlıklı ve dengeli beslenmenin sağlanması konuları, gelecek nesilleri bekleyen en önemli sorunlar olarak önümüzde durmaktadır. Dünya nüfusunun %80-85'inin sadece fizyolojik olarak açlığını giderebildiği göz önüne alınırsa konunun öneminin ne derece hayati olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. Dünya nüfus artış oranının besin maddelerinin üretim hızından daha hızlı olması, bu sorunların güncelliğini korumasına ve gelecekte sorunun daha da hızlanmasına neden olacaktır. Sorunların çözümü olarak araştırmacılar tarafından sürekli olarak yeni fikirler ortaya atılmasına rağmen en etkili hızlı ve sağlıklı çözümün bitkisel üretimi arttırmak olduğu kabul edilmektedir.

Bu çalışmada, eksiklik-toksisite sınırı birbirine çok yakın olan bor elementinin, bor gereksinimi diğer bitkilere göre daha fazla olan ayçiçeği bitkisine farklı bor kaynaklarından artan dozlarda uygulanarak bitkinin gelişim durumu ve topraktan kaldırılan kimi besin elementlerine etkisi araştırılmıştır.

Araştırma konusunun seçiminde ve tezin tamamlanmasına kadar geçen tüm zamanlarda desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana yardımcı olan tez danışmanım, saygıdeğer hocam Doç. Dr. Hakan ÇELİK'e, yine deneyimleri ve tecrübesiyle katkısını esirgemeyen bölüm başkanım sayın Prof. Dr. A. Vahap KATKAT'a, değerli hocalarım Doç. Dr. M. Ali TURAN, Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY, Yrd. Doç. Dr. B. Bülent AŞIK, Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÖZSOY ve diğer tüm bölüm hocalarıma, deneme boyunca çalışmalarına destek sağlayan Araş. Gör. Sencer ÖZTÜFEKÇİ, Yasemin KARAATA, Araş. Gör. E. Ulaş. KARAATA ve sevgili yüksek lisans, lisans arkadaşlarıma, eğitim ve öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen çok değerli aileme teşekkür ederim.

Bursa 2015

Zafer BEŞTAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Bor Elementi	3
2.2. Ayçiçeği Bitkisinde Bor	4
2.3. Ayçiçeği Bitkisinde Azot	8
2.4. Ayçiçeği Bitkisinde Fosfor	13
2.5. Ayçiçeği Bitkisinde Potasyum	13
3. MATERYAL ve METOT	15
3.1. Topraklarda Yapılan Analizler	16
3.1.1. Toprak Tekstürü (Bünye)	16
3.2.2. Toprak Reaksiyonu (pH)	16
3.2.3. Tarla Kapasitesi	17
3.2.4. Elektriksel İletkenlik (EC)	17
3.2.5. Kireç (CaCO ₃)	17
3.2.6. Organik Madde	17
3.2.7. Toplam Azot (N)	17
3.2.8. Bitkiye Yarıyışlı Fosfor (P)	17
3.2.9. Alınabilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum (Na, K, Ca ve Mg)	17
3.2.10. Alınabilir Demir, Çinko, Mangan ve Bakır (Fe, Zn, Mn ve CU)	18
3.2.11. Ekstrakte Edilebilir Bor (B)	18
3.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler	20
3.2.1. Azot (N) İçeriği	20

3.2.2. Fosfor (P) İçeriği	20
3.2.3. Sodyum (Na), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) İçeriği	20
3.2.4. Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn), ve Mangan (Mn) İçeriği	20
3.2.5. Bor (B) İçeriği	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	21
4.1. Topraktan Uygulanan Bor Kaynaklarının Ayçiçeği Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementlerinin Alınımı Üzerine Etkisi	21
4.1.1. Ayçiçeği Bitkisinin Kuru Madde Miktarı	21
4.1.2. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Bor Miktarı	23
4.1.3. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Azot Miktarı	26
4.1.4. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı	28
4.1.5. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Potasyum Miktarı	30
4.1.6. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Sodyum Miktarı	32
4.1.7. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı	35
4.1.8. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Magnezyum Miktarı	37
4.1.9. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Demir Miktarı	40
4.1.10. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Bakır Miktarı	42
4.1.11. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Çinko Miktarı	45
4.1.12. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Mangan Miktarı	47
4.2. Yaprğa Püskürtülerek Uygulanan Bor Kaynaklarının Ayçiçeği Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementlerinin Alınımı Üzerine Etkisi	49
4.2.1. Ayçiçeği Bitkisinin Kuru Madde Miktarı	49
4.2.2. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Bor Miktarı	52
4.2.3. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Azot Miktarı	54
4.2.4. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı	56
4.2.5. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Potasyum Miktarı	58
4.2.6. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Sodyum Miktarı	61
4.2.7. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı	63
4.2.8. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Magnezyum Miktarı	65
4.2.9. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Demir Miktarı	68
4.2.10. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Bakır Miktarı	70

4.2.11. Ayçiçeği Bitkisinin Toprakdan Kaldırdığı Çinko Miktarı	72
4.2.12. Ayçiçeği Bitkisinin Toprakdan Kaldırdığı Mangan Miktarı	74
5. SONUÇ	77
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	86

SİMGELER DİZİNİ

SİMGELER	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrad
µmhos	mikromhos
µS	Mikro simens
B	Bor
BT	Topraktan uygulanan bor dozu
BY	Yapraktan uygulanan bor dozu
Ca	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
Cu	Bakır
CO ₂	Karbondioksit
da	Dekar
Fe	Demir
ha	hektar
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
H ₂ PO ₄ ²⁻	Dihidrojen fosfat
H ₃ BO ₃	Borik asit
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
HNO ₃	Nitrik asit
K	Potasyum
K ₂ O	Potasyum oksit
KH ₂ PO ₄	Potyasyum dihidrojen fosfat
kg	Kilogram
KM	Kuru madde
L	Litre
M	Molar

m²	Metrekare
m³	Metreküp
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
mmhos	Milimhos
mL	Mililitre
Mn	Mangan
Na	Sodyum
Na₂B₄O₇·10H₂O	Boraks
NH₄⁺	Amonyum
NO₃⁻	Nitrat
NH₄NO₃	Amonyum nitrat
N	Normal
P	Fosfor
P₂O₅	Di fosfor pentaoksit
ppm	Milyonda bir kısım
pH	Power of hidrojen
S	Kükürt
UV	Ultraviyole
Zn	Çinko

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Dünya bor rezervleri	4
Çizelge 3.1. Deneme topraklarında yapılan analizlerin ayrıntıları	16
Çizelge 3.2. Toprakdan ve yaprakdan uygulanan bor düzeyleri	19
Çizelge 3.3. Denemede belirlenen saksı sayıları ve tekerrürler	19
Çizelge 4.1. Kuru madde varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	21
Çizelge 4.2. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru ağırlığı üzerine etkisi	22
Çizelge 4.3. Bor varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	24
Çizelge 4.4. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin bor miktarı üzerine etkisi	25
Çizelge 4.5. Azot varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	26
Çizelge 4.6. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin azot miktarı üzerine etkisi	27
Çizelge 4.7. Fosfor varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	28
Çizelge 4.8. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin fosfor miktarı üzerine etkisi	29
Çizelge 4.9. Potasyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	30
Çizelge 4.10. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin potasyum miktarı üzerine etkisi	31
Çizelge 4.11. Sodyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	33
Çizelge 4.12. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin sodyum miktarı üzerine etkisi	34
Çizelge 4.13. Kalsiyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	35

Çizelge 4.14. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kalsiyum miktarı üzerine etkisi	36
Çizelge 4.15. Magnezyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	38
Çizelge 4.16. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin magnezyum miktarı üzerine etkisi	39
Çizelge 4.17. Demir varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	40
Çizelge 4.18. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin demir miktarı üzerine etkisi	41
Çizelge 4.19. Bakır varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	43
Çizelge 4.20. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin bakır miktarı üzerine etkisi	44
Çizelge 4.21. Çinko varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	45
Çizelge 4.22. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin çinko miktarı üzerine etkisi	46
Çizelge 4.23. Manganez varyans analiz tablosu, topraktan uygulama	47
Çizelge 4.24. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin manganez miktarı üzerine etkisi	48
Çizelge 4.25. Kuru madde varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	50
Çizelge 4.26. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi	51
Çizelge 4.27. Bor varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	52
Çizelge 4.28. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin bor miktarı üzerine etkisi	53
Çizelge 4.29. Azot varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	54

Çizelge 4.30. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin azot miktarı üzerine etkisi	55
Çizelge 4.31. Fosfor varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	56
Çizelge 4.32. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin fosfor miktarı üzerine etkisi	57
Çizelge 4.33. Potasyum varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	59
Çizelge 4.34. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin potasyum miktarı üzerine etkisi	60
Çizelge 4.35. Sodyum varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	61
Çizelge 4.36. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin sodyum miktarı üzerine etkisi	62
Çizelge 4.37. Kalsiyum varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	63
Çizelge 4.38. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kalsiyum miktarı üzerine etkisi	64
Çizelge 4.39. Magnezyum varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	65
Çizelge 4.40. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin magnezyum miktarı üzerine etkisi	67
Çizelge 4.41. Demir varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	68
Çizelge 4.42. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin demir miktarı üzerine etkisi	69
Çizelge 4.43. Bakır varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	70
Çizelge 4.44. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin bakır miktarı üzerine etkisi	71

Çizelge 4.45. Çinko varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	72
Çizelge 4.46. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin çinko miktarı üzerine etkisi	73
Çizelge 4.47. Mangan varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama	74
Çizelge 4.48. Farklı kaynaklardan yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin mangan miktarı üzerine etkisi	75

1. GİRİŞ

Araştırmacılara ve ülkelere göre değişmekle birlikte mutlak gerekli elementler bitkilerde bulunuş miktarlarına göre genelde "*makro*" ve "*mikro*" elementler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Literatürlerde yaygın şekilde uygulanan bu sınıflandırma yanında "*temel*" (main) ve "*iz*" (trace) elementler şeklindeki sınıflandırmalara da rastlanmaktadır (Kacar ve Katkat 2010).

Mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alınan miktarları çok az olmasına karşın bitkiler için son derece önemli işlevler üstlenirler. Bor elementi de bitkilerin gelişimlerini tamamlamaları ve iyi ürün verebilmeleri için gerekli bir mikro besin elementidir. Borun faydaları; (a) şeker taşınımı, (b) hücre duvarı sentezi, (c) ligninleşme, (d) hücre duvarı yapısı, (e) karbonhidrat metabolizması, (f) RNA metabolizması, (g) solunum, (h) indol asetik asit (IAA) metabolizması, (i) fenol metabolizması, (j) membranlar olarak sıralanabilir. Bu uzun liste borun çok sayıda metabolik yolda yer aldığını belirtmektedir (Parr and Loughman, 1983).

Bor elementinin, bitkilerin gelişimlerini tamamlamaları ve iyi ürün verebilmeleri için gerekli bir mikro besin elementi olmasının yanı sıra, gerekli tüm besin elementleri içerisinde, eksiklik belirtilerine neden olan miktarı ile toksik etki yapan miktarı, birbirine çok yakın olan bir elementtir (Adriano, 1986).

Bor elementinin bitki gelişmesinde gerekli bir element olduğunun anlaşılmasından önce toksik etkileri bilinmekteydi. Birçok bitkide bor normal büyüme için gerekli miktarın biraz üzerinde bulununca toksik etki yapmaktadır.

Bor toksisitesi bitkisel üretimi sınırlandıran ve önemli oranda ürün kayıplarına neden olan bir beslenme problemidir. Bu durumda olumsuz toprak koşullarına toleransı yüksek bitki çeşitlerini seçmek veya bitki besin maddeleri arasında mevcut olan etkileşimlerden yararlanarak bu sorunun üstesinden gelmek mümkündür (Güneş ve Soy, 2003).

Borun bitkiler için gerekli bir besin elementi olduğunun anlaşılmasını takiben paraziter olmayan birçok bitki hastalığının gerçekte bor noksanlığından ileri geldiği anlaşılmıştır. Tütünde tepe hastalığı, şeker pancarında öz çürüklüğü, elmalarda mantarlaşmış çekirdek evi, karnabaharda kahverengi çürüklük, kerevizde çatlak gövde, turpta kahverengi öz, patatesin içinde kahverengi lekeler ve yoncada uç yaprakların sararması gibi hastalıklar bor noksanlığında ileri gelen beslenme bozukluklarıdır (Aktaş, 1994).

Sonuç olarak, noksanlık ve fazlalık durumunda bitkilerin kalitesinde ve veriminde önemli ölçüde kayıplar olacaktır. Bu nedenle bitkiler ihtiyaç duydukları zaman ve ihtiyaç duydukları kadar boru bünyelerine almaları gerekmektedir. Kalitenin düzeltilmesi ve kayıpların minimuma indirilmesi amacıyla diğer besin elementleri yanında borun da yeterli, dengeli ve düzenli bir gübreleme ile verilmesi gerekir (Gökmen ve ark, 2010).

Bor alımı yönünden bitkiler arasında önemli farklılıklar vardır. Bu durum aynı toprakta ve benzer koşullarda yetiştirilen bitkilerin bor alımı kapasitelerindeki ayrımlılıktan açıkça görülmektedir. Genelde tek çenekli bitkilerin bor alım kapasiteleri çift çenekli bitkilere göre daha azdır (Kacar ve Katkat, 2010).

Kacar ve Katkat (2010), genellikle tahılların bor gereksinimlerinin göreceli olarak az olduğunu, yonca gibi baklagil bitkileri ile lahana, elma, turp, karnabahar, kereviz ve ayçiçeği gibi bitkilerin bor gereksinimlerinin daha fazla olduğunu, pamuk, tütün, marul, domates gibi bitkilerle kiraz, şeftali ve armut gibi meyvelerin bor gereksinimlerinin orta düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada; bor gereksinimi diğer bitkilere göre daha fazla olan ayçiçeği bitkisine, farklı bor kaynaklarından artan dozlarda bor uygulanarak bitkinin gelişim durumu ve kaldırılan kimi besin elementi miktarlarına etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ayçiçeğinde ve diğer bitkilerde yapılan pek çok araştırmada, bor elementi içeren çözeltilerin uygulanmasıyla genel olarak, verimin arttığı ve verim öğelerinin iyileştiği yönünde çok sayıda bulgulara rastlamak mümkündür. Bu bölümde, toprağa ve yaprağa uygulanan bor kaynaklarının, temel gübreleme ile birlikte uygulanan azot, fosfor ve potasyum dozlarının bitki gelişimi üzerine etkilerini konu alan araştırmaların sonuçları özet olarak verilmiştir.

2.1 Bor Elementi

Elementer bor ilk olarak 1808'de izole edilmiştir. Bor da karbon gibi çift bağlara ve makromolekül formlarına meyillidir. Borik asit bir Lewis asididir. Hidroksil iyonunu tutar, protonları bırakır. Borun organik bileşiklerle yaptığı kompleksler, hidroksil grup ihtiva eder. Böylece; şekerler, polisakkaritler, adozin-5-fosfat, piridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit ve piridin nükleotidler ile etkileşime girebilir. Bor-karbonhidrat komplekslerinde karbonhidrat olarak genelde fruktoz tercih edilir. Örneğin; beta-Frukto-Furanosid-Borat, Alfa-Frukto-furanosid-Borat ve Alfa-Frukto-Piranosid-Borat kompleksleri çok kararlıdır. Tam aksine bor, aminoasit ve hidroksi asitlerle kompleks oluşturmaz. Borik asit ve boraks içermeyen kararsız bor kompleksleri, güçlü elektrofilik, seçici olmayan ve ciddi boyutlarda toksik etkileri olan komplekslerdir (Gregory ve Kelly, 1997).

Ülkemiz bor kaynakları açısından son derece zengin rezervlere sahiptir. Devlet Planlama Teşkilatının 1995 yılı verilerine göre dünya bor rezervleri Çizelge 2.1'de sunulmuştur.

Çizelge 2.1 Dünya bor rezervleri (Devlet Planlama Teşkilatı, 1995)

Ülke	Rezerv (1000 ton)	% Oranı
Türkiye	803	63,0
Amerika Birleşik Devletleri	209	16,4
Birleşik Devletler Topluluğu	136	10,7
Çin Halk Cumhuriyeti	36	2,8
Arjantin	9	0,7
Bolivya	19	1,5
Şili	41	3,2
Peru	22	1,7
Toplam	1275	100,0

2.2 Ayçiçeği Bitkisinde Bor

Adriano (1986), mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alınan miktarları çok az olmasına karşın bitkiler için son derece önemli işlevler üstlendiğini ve bor elementinin de bitkilerin gelişimlerini tamamlamaları ve iyi ürün verebilmeleri için gerekli bir mikro besin elementi olmanın yanı sıra, gerekli tüm besin elementleri içerisinde, eksiklik belirtilerine neden olan miktarı ile toksik etki yapan miktarı, birbirine çok yakın olan bir element olduğunu belirtmiştir.

Rerkasem and Jamjod, (1989)'un arpa ve buğdayda B noksanlığının neden olduğu başak sterilitesini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; kullanılan buğday çeşidine topraktan; 1,0 kg B ha⁻¹; sapa kalkma, bayrak yaprağın görünmesi, bayrak yaprak ortaya çıkması, başaklanma ve çiçeklenme gibi farklı dönemlerde olmak üzere yapraktan 50 g B ha⁻¹ uygulamasıyla, tane verimi ve hasat indeksindeki azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğunu bulmuşlardır.

Güneş ve ark. (2000), mısır çeşitlerinin, bor toksisitesine duyarlılıklarıyla ilgili sera koşullarında yaptıkları araştırmada; toprağa 0, 10 ve 30 mg kg⁻¹ düzeylerinde bor borik asitten (H₃BO₃) uygulamışlardır. Deneme sonunda, bitkilerin yaş ve kuru

ağırlıkları ile bor konsantrasyonları ve kapsamaları belirlenmiştir. Yaş ve kuru bitki ağırlıkları ile bitkilerin bor konsantrasyonları ve bor kapsamaları arasındaki ilişkilerden yararlanılarak, mısır çeşitlerinin bor zehirliliğine duyarlılıkları ortaya konulmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, yaş ve kuru ağırlık bakımından bitkilerin bor zehirliliğine duyarlılıkları yüksekten düşüğe doğru, Helix, Riogrande, Furio, Poker, Sele, Missouri, DK 743, Betor şeklinde sıralanmıştır. Genel olarak, bora duyarlılıkları düşük olan çeşitlerin, yüksek olan çeşitlere göre bünyelerinde daha fazla bor içerdikleri belirlenmiştir.

Gülümser ve ark. (2005), fasulyeye (*Phaseolus vulgaris* L.) yapraktan ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının (0-0,5-1,0-1,5 ve 2,0 kg ha⁻¹) verim ve verim unsurlarına etkileri üzerine yaptığı çalışmada; fasulyeye, borun yapraktan ve topraktan uygulanmasının önemli derecede etkili olduğunu belirlemişlerdir. Varyans analizi sonucu, bor dozlarının ilk bakla yüksekliğine, tanenin bor içeriğine, çimlenme oranına, 1000 tane ağırlığına ve tane verimine önemli düzeyde etki ettiğini bildirilmiştir. Fasulyeye yapraktan veya topraktan uygulanan 1,11 kg ha⁻¹ bor ile en fazla kuru tane verimi (2479 kg ha⁻¹) sağlandığı bildirilmiştir.

Nymura ve ark. (1997), Butte ve Mono badem çeşitlerinde, sonbaharda, 245-490-735 ppm dozlarında yapraktan püskürtülen borun meyve tutumu ve doku bor içeriği üzerine etkisini 2 yıl süreyle inceledikleri çalışmalarında; sonbahardaki bor uygulamasının ertesi yıl ki çiçek tomurcuğu, çiçek ve meyve dış yeşil kabuğunun bor içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Ayvaz (2002), bazı arpa çeşitlerinde borun büyüme ve gelişme üzerine etkilerini incelediği araştırmasında, 4 hafta süresince yetiştirmeye bırakılan bitkilerde bor'un fizyolojik etkilerini belirlemeye yönelik analizler yapıldığını bu süre sonunda hasat edilen bitkilerde, aşırı dozda uygulanan borun arpa çeşitlerinde kuru ağırlık azalmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Sarıçiçek (2010), Ordu ili ekolojik koşullarında yetiştirilen kivi bitkisinde borlu gübrelemenin verim ve yaprakların bazı bitki besin maddesi içeriklerine etkisi üzerine

yaptığı çalışmada; 2007 ve 2008 yıllarında kivi bitkisine yapraktan 0-100-200-300 mg B L⁻¹ düzeyinde bor uygulamıştır. Bor uygulamasının meyve eni ve boyu, meyve suyu pH'sı ve titre edilebilir asitlik üzerine etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığını vurgulamıştır. Artan düzeylerde topraktan ve yapraktan uygulanan borun, yaprakların bor içeriğini arttırdığını, bu artışın istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli olduğunu bildirmiş, gübre uygulamalarının yaprakların N içeriği üzerine etkisinin önemli olmadığını, P içeriğinde ise genel olarak artışlar elde edildiğini bildirmiştir.

Çıkılı (2005), topraktan ve yapraktan uygulanan borun bazı ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde verim ve kimi kalite özelliklerine etkisini incelediği çalışmada; topraktan ve yapraktan B uygulamalarının buğday çeşitlerin sapa kalkma başlangıcı döneminde N, P, K ve B içeriğine, çiçeklenme başlangıcı ve süt olum başlangıcı dönemlerinde ise N ve P içeriğine etkisinin önemsiz bulunduğunu bildirmiştir. B uygulamalarının çiçeklenme başlangıcı ve süt olum başlangıcı dönemlerinde buğday çeşitlerinin Ca, Zn ve B içeriklerine etkisinin ise önemli olduğunu belirtmiştir.

Penca ve ark. (2001), zeytinlerde çiçeklenmeden önce yapraktan bor uygulamasının meyve tutumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, iki yıl süre ile yaptıkları denemede bor noksanlığı göstermeyen zeytin ağaçlarına dört ayrı dozda (0-246-491-737 mg L⁻¹) bor çözeltisi püskürtmüşlerdir. Araştırmada, yapraktan bor uygulamasının zeytinde çiçek ve meyve tutma yüzdesini önemli ölçüde arttırdığı saptanmıştır.

Oluk ve ark. (2004), bor elementinin sambro ayçiçeği çeşidinin büyümesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada; bor eksikliğinin kökte uzamayı sağlamasına karşılık, bitkinin pigment miktarı ve gövde boyunda indirgemeye yol açtığı, bor fazlalığının ise kök boyunda bir azalma meydana getirmekle beraber, bitkinin pigment miktarı ve özellikle gövde boyunda artış sağladığını bildirmişlerdir.

Gezgin ve ark. (1999), Konya ovası Altınekin yöresinde şekerpancarının verim ve kalitesi üzerine farklı şekil ve miktarlarda uygulanan borun etkisini araştırmak için

yaptıkları çalışmada; farklı bor dozları (kontrol, 0,3 kg B da⁻¹, 0,6 kg B da⁻¹) boraks formunda ve beş farklı şekilde ‘toprak, yaprak, tohum, toprak + yaprak, tohum + yaprak’, uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, dekara 0,3 kg borun toprak + yaprak, toprak ve yaprak şekillerinde uygulanmasıyla sırası ile kök veriminde %12,5, %12,1, ve %11,1 artış, şeker veriminde ise sırayla %8,7, %18,3, %3,5 oranlarında artış sağladığını ancak 0,6 kg da⁻¹ bor uygulamasının daha düşük şeker ve kök verimi elde edilmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Aydın ve ark. (2005), farklı dozlarda uygulanan bor (0,-0,5-1,0-2,0 ve 4,0 ppm) ve fosfor (0, 20, 40 ve 80 ppm)’un sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinin gelişmesini, mineral madde içeriğine etkisi ile bor ve fosfor beslenmesini inceledikleri araştırma sonuçlarına göre, uygulanan bor ve fosfor dozu arttıkça mısır bitkisinin N, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri genel olarak azalırken, P ve B içeriklerinin arttığını, B₀ (0 ppm) ve P₀ (0 ppm) dozlarında noksanlık, B₄ (4 ppm) ve P₃ (40 ppm) dozlarında da toksisite belirtileri görüldüğünü, uygulanan fosfor dozu arttıkça bor toksisitesinin azaldığını bildirmişlerdir.

Baykal ve Öncel (2006), iki buğday türüne ait 2 genotipin (*Triticum aestivum* L.) cv. Kıraç 66 ve *Triticum durum* Desf. cv. Kunduru 1149) bor toksisitesine tepkilerini inceledikleri çalışmada; sera koşullarında toprağa 0, 15, 30, 45, 60 ve 75 mg kg⁻¹ B uygulanarak 6 hafta süreyle yetiştirilen fideler toprak yüzeyinden hasat edilmiştir. Çalışmanın sonunda, bor toksisitesi altındaki bitkilerde fide boyu ve % kuru madde miktarının azaldığı, bor miktarının arttığı ve oransal su içeriğinde ise önemli bir değişikliğin olmadığı, Kıraç 66 çeşidinde çözümlü fenolik bileşiklerin miktarının 15 mg kg⁻¹ B konsantrasyonunda arttığı, Kunduru 1149 çeşidinde ise 30 mg kg⁻¹ B konsantrasyonunda azaldığı ve 60 mg kg⁻¹ B konsantrasyonunda arttığı bildirilmiştir. Çözümlü protein miktarı, Kıraç 66 genotipinde 60 mg kg⁻¹ B konsantrasyonunda artarken, Kunduru 1149 çeşidinde 45 ve 75 mg kg⁻¹ B konsantrasyonunda azaldığı, incelenen iki çeşit arasında bor toksisitesine toleransta önemli farklılıkların olduğu bildirilmiştir.

Yıldıztekin ve Tuna (2015), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisine yaprakdan 25-50-75 mg L⁻¹ bor konsantrasyonlarında H₃BO₃ formunda bor uygulaması yapmışlardır. Monokültür olarak yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin yapraklarında %KM ile toplam klorofil ve karotenoid miktarlarının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında genel olarak azaldığını bildirmişlerdir.

2.3 Ayçiçeği Bitkisinde Azot

Yaşamsal öneme sahip olan azot, bitkiler tarafından nitrat (NO₃⁻) ve amonyum (NH₄⁺) iyonları şeklinde alınır. Genel olarak bitkinin azot gereksinimleri vejetatif gelişme dönemlerinde daha yüksektir. İyi havalandırılan ve pH'sı 6 ile 8 arasında değişen topraklarda nitrifikasyon oranının yüksekliği nedeniyle bitkiler nitratı daha fazla absorbe ederler (Kacar ve Katkat, 2010).

Ayçiçeğinde doku analizleri sonucunda farklı besin elementleri için yapılan analizler sonucunda; azotun ayçiçeğinde % 1,4 ile % 4,0 aralığında değiştiği, fosforun oldukça düşük oranlarda bulunarak % 0,14 - % 0,8 arasında değiştiği, potasyum oranının daha geniş bir aralıkta (% 0,9 - % 5,0 arasında) değiştiği kükürt içeriğinin ise % 0,14 - % 1,0 arasında değiştiği, kalsiyum içeriğinin % 0,19 ile % 2,5 arasında olduğu tespit edilmiştir (Anonymous 2008).

Ayçiçeği sulu koşullarda 314 kg tane ürünü ile dekardan 7 kg N ve 4,5 kg P₂O₅'in yanında 7,5 kg K ve 1,3 kg Mg kaldırmaktadır. Buradan da görüldüğü gibi, ayçiçeğinin topraktan potasyum sömürüsü azot ve fosfor miktarından daha fazladır. Topraklarda K ve Mg yeterli olsa bile yüksek kireç nedeniyle değişebilir Ca'un fazlalığından dolayı antagonistik etkileşim yüzünden bitki K ve Mg elementlerinden yeterince yararlanamamaktadır (Zengin ve ark., 2008a ve 2008b).

Toprakta bulunan azotun büyük bir bölümü organik şekildedir. Normal koşullar altında her yıl organik azotun % 2-3 kadarı mineralize olur. Yüzey toprakta bulunan azotun % 8 ve alt toprakta bulunan azotun ise % 40 kadarı NH₄⁺ şeklinde kil mineralleri

tarafından fikse edilmiş durumdadır. Fikse edilmiş azottan bitkilerin yararlanmaları yavaş ve güçtür (Kacar ve Katkat, 2010).

Bitkilerde azot noksanlığının somut belirtisi, yapraklarda görülen genel sararmadır. Sararma yaşlı yapraklardan başlayarak genç yapraklara doğru gelişir. Yaşlı yapraklarda solma başlayıp sarı renk oluşurken, genç yapraklar bir süre yeşil renklerini korurlar. Ancak dikkatle gözlemlendiğinde genç yapraklarda yeşil renk, olması gerekenden daha açıktır. Azot noksanlığında bitkilerde sarı rengin görülmesinin temel nedeni proteinlerin parçalanmasını plastidlerin parçalanmasının izlenmesi ve bunun sonucu olarak klorofil sentezinin gerilemesi ya da durmasıdır. Açık yeşilden sarı renge dönüşen bitki yaprakları CO₂ özümleme yeteneklerini yitirirler ve ölürlür. Bu olgu yavaş yavaş ve sürekli bir biçimde gelişip ortaya çıkar (Kacar ve Katkat, 2010).

Taşdemir ve Bozbay (2006), değişik azot ve çinko dozlarının buğday bitkisinde büyüme ve verim üzerine etkisini araştırdığı çalışmada; farklı Zn (0-0,02-0,10 ve 5,00 mg kg⁻¹) ve N (25, 75 ve 225 mg kg⁻¹) uygulamalarının, toprağa yapılan 25 mg N kg⁻¹ (kontrol) uygulamasına göre, 75 ve 225 mg N kg⁻¹ uygulamalarının Seri-82 buğday çeşidinin kuru madde verimini sırasıyla % 19,4 ve % 38,5 oranında arttırdığını, çinko verilmeyen kontrol uygulamasına (0 mg Zn kg⁻¹) göre, diğer Zn uygulamalarının (0,02-0,10 ve 5,00 mg kg⁻¹) verimi sırasıyla % 14,4, % 27,6 ve % 67,4 oranında arttırdığını, bitkinin N'la beslenme düzeyi iyileştikçe Zn'nun bitkisel verim üstündeki etkisinin daha da belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Bozkurt ve Karaçal (1998), Van ekolojik şartlarında dekara 0, 4, 8 ve 12 kg azot düzeylerinin farklı vejetasyon dönemlerinde ve bitkinin farklı kısımlarında besin elementi içeriğine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmanın sonuçlarına göre; artan oranlarda verilen azotlu gübre, yaprağın azot ve potasyum içeriğini, tane, sap ve tablanın azot içeriği ile sapın potasyum içeriğini artırırken, yaprağın fosfor, demir, mangan içerikleri ile, tane, sap ve tablanın fosfor, kalsiyum, magnezyum ile çinko içeriklerinin azalmasına neden olduğunu ve yaprağın azot, fosfor, mangan içerikleri ile, tane, sap ve tablanın azot içeriklerinin, ayrıca tane ve sapın kalsiyum içeriklerinin farklı

azot formlarından etkilendiğini, aynı zamanda besin elementi içeriğine bitki çeşitlerinin etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Aydın (1996)'nın sera koşullarında saksıda yetiştirilen Olga ayçiçeği çeşidinin bitkide farklı gelişme dönemlerinde (çiçeklenme + tabla oluşumu, süt olumu, olgunlaşma ve hasat) uygulanan azotlu gübre seviyelerinin (0-0,50-0,75-2,25 ve 3,0 g saksı⁻¹ N) bitki boyu (cm), tabla çapı (cm) ve tabla verimi (g) üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasından elde ettiği bulgulara göre, uygulanan ilk azot seviyesinde (0,50 g saksı⁻¹ N) bitki boyu bakımından önemli düzeyde azalma, diğer iki agronomik özellik yönünden de artışların olduğu, daha sonraki dozlarda azotlu gübrenin bu etkisinin belirgin şekilde değişmediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Karasu ve ark. (2006)'nın, yaptığı kışlık ara ürün ve azotlu gübre uygulamalarının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) verim ve önemli tarımsal özellikler üzerine etkileri adlı çalışma Bursa koşullarında üç yıl süre ile yürütülmüştür. Çalışmada birinci faktör olarak üç farklı ön bitki uygulaması (fiğ yeşil gübreleme, fiğ ot üretimi ve buğday anızı) ve ikinci faktör olarak azot dozları (0, 4, 8, 12, 16 ve 20 kg N da⁻¹) ele alınmıştır. Araştırmanın üç yıllık sonuçlarına göre; ot üretimi amacıyla yetiştirilen fiği izleyen ayçiçeğinden en yüksek tane verimi (227,4 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen fiği izleyen ayçiçeği 214,4 kg da⁻¹, buğday anızı üzerine ekilen ayçiçeği ise en düşük tane verimi (201,8 kg da⁻¹) sağlamıştır. Ot üretimi ve yeşil gübre amacıyla yetiştirilen fiğin kontrole göre ana ürün olarak ekilen ayçiçeğinde sağladıkları verim artışları sırasıyla % 12,7 ve % 6,2 arasında olmuştur. Yeşil gübre ve ot üretimi amacıyla yetiştirilen fiği takip eden azotsuz ayçiçeğinden sağlanan verimlerin kontrolde dekara 12 kg azot uygulamasından sonra elde edilen verimlere eşdeğer olduğu belirtilmiştir.

Koç ve Noyan (1997), azotlu ve fosforlu gübrelerin ayçiçeğinde verim ve verim unsurları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Tokat ili Zile ve Turhal ilçelerinde yürüttükleri çalışmada; materyal olarak Güneş 8101 ayçiçek çeşidini kullanmış ve gübre dozlarını 0, 5, 10, 15, 20 kg N da⁻¹ ile 0, 4, 8, 12 kg P₂O₅ da⁻¹ olarak uygulamışlardır. Sonuçlara göre azotlu gübre denemelerinde; sap çapı, tabla çapı, tablada tane sayısı,

1000 tane ağırlığı, boş tane oranı, yağ oranı, protein oranı, tane ve yağ verimleri her iki lokasyonda da önemli bulunurken, bitki boyu Turhal lokasyonunda önemli bulunmuştur. İç oranının ise her iki lokasyonda da önemli bulunmadığı bildirilmiştir.

Yıldız (2014), farklı azot dozlarının ayçiçeği bitkisinde verim ve verim unsurlarına etkilerini araştırdığı çalışmada; iki farklı ayçiçeği çeşidini (Turay ve Tarsan 1018) ana parsellere ve dört farklı azot dozunu (0, 10, 15, 20 kg da⁻¹ amonyum sülfat) ise alt parsellere tesadüfi olarak dağıtmıştır. Çalışma sonucunda denemeye alınan ayçiçeği çeşitlerinin incelenen özelliklerden bin tane ağırlığı ve ham protein oranı hariç diğer özellikleri arasında önemli düzeyde farklılıklar saptandığını ve tohum verimlerinin 298,37 - 423,50 kg da⁻¹ arasında değiştiğini belirterek; en yüksek tohum ve yağ veriminin 423,50 kg da⁻¹ (tohum), 214,67 kg da⁻¹ (yağ) ile dekara 15 kg azot uygulamasıyla Turay çeşidinden elde edildiği bildirilmiştir.

Demir (2009), azot ve kükürdün ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerine etkisini araştırdığı çalışmada; iki yıl süreyle Sanbro hibrid yağlık ayçiçeği çeşidi materyal olarak kullanmıştır. Denemede ana parsellere üç farklı azot (4, 8, 12 kg N da⁻¹) dozu ile alt parsellere dört farklı kükürt (0, 5, 10, 15 kg S da⁻¹) dozu uygulamış ve bu çalışmanın sonuçları bütünsel olarak değerlendirildiğinde; 8 ve 12 kg N da⁻¹ ile 10-15 kg S da⁻¹ uygulamalarında; erken çiçeklenme, daha yüksek bitki boyu, tabla çapı, bin tane ağırlığı, tane verimi, yağ oranı, hasat indeksi, tohum ve yaprakta azot, protein, potasyum, fosfor, kükürt içeriği ile tohum N/S oranı elde edilirken, iç kabuk oranının ise en düşük bulunduğu bildirmiştir.

Gül (2013), farklı gelişme sürelerine sahip yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin farklı azot dozlarına tepkilerini belirlemek amacıyla 2011 ve 2012 yıllarında Erzurum koşullarında yürüttüğü çalışmada, üç ayçiçeği çeşidine (Isera, Teknosol ve Ç-70165) altı azot dozunu (0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg N da⁻¹) uygulamıştır. Çeşitlerin ve azot dozlarının ortalamasına göre; Erzurum şartlarında yağlık ayçiçeği yetiştiriciliğinde tane verimi için dekara 15 kg'lık, yağ verimi yönünden ise dekara 3 kg'lık azot dozunun uygulanabileceği bildirilmiştir.

Akgül ve Uçkun (2008) tarafından, M9 anaçlı Granny Smith elma çeşidinde yapılan bir çalışmada ağaç başına 0, 30, 60 ve 90 g azot dozları uygulanmış ve yaprak magnezyum içeriklerinin artan azot dozlarına paralel olarak arttığı ve en yüksek magnezyum içeriklerinin 60 ve 90 g azot uygulamalarından elde edildiği belirtilmiştir.

Arpaslan ve ark. (1996), sera koşullarında perlitte Ruakura besin çözeltisiyle yetiştirilen buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisine artan düzeylerde uygulanan bor ile azotun, bitkinin gelişmesi ile bor, azot ve nitrat kapsamı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, Ruakura besin çözeltisine bor, borik asitten (H_3BO_3) sırasıyla 0,01-0,1-1,0 ve 10,0 $\mu g B mL^{-1}$, azot ise amonyum nitrattan (NH_4NO_3) sırasıyla 25, 100, 200 ve 400 $\mu g N mL^{-1}$ düzeylerinde uygulanmıştır. Artan miktarlarda uygulanan bor, buğday bitkisinin kuru madde miktarını ve nitrat kapsamını azaltırken, bor kapsamını artırdığını, azot uygulamasının ise deneme bitkisinin kuru madde miktarını, azot ve nitrat kapsamını artırırken, bor kapsamını azalttığını ve yüksek dozlarda azot uygulamasının bitkide bor toksisitesini hafifletirken, düşük bor düzeylerinin ise bitkide nitrat biriktirdiğini belirtmişlerdir.

Çimrin (2000) tarafından, Van koşullarında şeker pancarına, 0, 9, 18 kg N da^{-1} ; 0, 7.5, 15 kg $P_2O_5 da^{-1}$ ve 0, 5, 10 kg $K_2O da^{-1}$ gübre uygulamalarının şeker pancarı bitkisinin kuru madde miktarı, N, P, K içeriği ve alımlarına etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak; azotlu gübrelemenin etkisiyle şeker pancarının kuru madde miktarı, şeker oranı ile fosfor içeriği azalırken, azot içeriği ve alımının arttığı bildirilmiştir. Fosforlu gübrelemenin etkisi ile pancar fosfor içeriği ve alımı artarken, fosfor alımında NxP interaksyonunun önemli olduğu bildirilmiştir. Şeker pancarının potasyum içeriğine azot, fosfor ve potasyumlu gübrelemenin bağımsız etkileri gözlenememiş ancak NxK interaksyonunun etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir. Şeker pancarından artan azot dozları ile dekardan 23,16-34,74 kg arasında azot, artan fosfor dozlarıyla 3,08-3,94 kg arasında fosfor ve potasyum uygulamaları ile 26,45-28,82 kg arasında potasyum kaldırıldığı bildirilmiştir.

2.4 Ayçiçeği Bitkisinde Fosfor

Bitkiler geliştikleri ortamdan fosforu primer ortofosfat iyonu ($H_2PO_4^-$) ve sekonder ortofosfat iyonu (HPO_4^{2-}) şeklinde alırlar. Bitkilerin optimum gelişme gösterdikleri topraklarda göreceli olarak daha fazla miktarda bulunduğu için bitkiler $H_2PO_4^-$ iyonunu daha fazla alır. Bitki gereksinim duyduğu fosforun çok büyük bir bölümünü toprak çözeltisinden ve çok az da olsa bir bölümünü doğrudan toprağın katı fazından alır. Toprak çözeltisinde azalan fosfor, toprağın katı fazı tarafından hemen eski durumuna getirilir. Toprak çözeltisi ile toprağın katı fazı arasında öteki bitki besin elementleri için olduğu gibi fosfor için de sürekli bir denge vardır. Belirtilen denge toprak çözeltisi aleyhine bozulduğu anda bitkiler fosfor gereksinimlerini yeterince karşılayamazlar (Kacar ve Katkat, 2010).

Topraklarımızda diğer besin elementleri ihtiyaçları göz ardı edilerek, sürekli ve bilinçsiz olarak azot ve fosfor gübrelemesi sonucu, ülkemiz topraklarının doğal dengeleri bozulmuş ve bu konudaki ilk belirtiler Rize çay topraklarının pH'larının düşmesi (Kacar, 1997) ve Orta Anadolu Bölgesi topraklarında da fosforun neden olduğu çinko noksanlıkları şeklinde kendini göstermiştir (Çakmak ve ark., 1996).

Sözbilici (1996) tarafından, Harran ovası koşullarında ikinci ürün ayçiçeğinin fosforlu gübre isteğinin tespiti üzerine yaptığı çalışmada; fosforlu gübreyi 0, 4, 8, 12, 16 kg da⁻¹ olarak uygulamıştır. Araştırma sonucunda, yapılan fosforlu gübre uygulamalarının verim artışında bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

2.5 Ayçiçeğinde Potasyum

Bitkiler geliştikleri ortamdan potasyumu K^+ iyonu şeklinde alırlar. Potasyum alımı azot dışında öteki besin elementlerinden daha fazladır. Bitki fizyolojisi yönünden potasyum en önemli elementlerden biridir. Bitki dokularında bulunması dışında potasyum çok önemli fizyolojik ve biyokimyasal işlevlere sahip bir elementtir. Hızlı ve fazla miktarda potasyum alımı bitki membranlarının potasyumu fazla miktarda geçirmesindedir. Bu durum membranlarda fazla miktarda iyonofor bulunması ile

açıklanmaktadır. Bitki hücrelerinde potasyumun tutulma gücü negatif elektrikli potansiyel ile ilgilidir (Kacar ve Katkat, 2010).

Foth ve Ellis (1988), bitkilerin gereksinim duydukları K^+ 'un büyük bölümünü vejetatif gelişme döneminde aldığını, örneğin tahıl bitkilerinde kardeşlenme ile başak bağlama dönemi arasında K^+ alımının özellikle çok yüksek olduğunu, bitkilerde potasyumun organik bileşikler şeklinde bağlanmadığını ve bu nedenle gelişme mevsimi sonunda potasyumun bitkiden yıkanma sonucu yitebileceği gibi az da olsa köklerden toprağa potasyum aktarıldığını belirtmişlerdir.

Grove ve Summer (1982), Orlovius (1990) ve Samui ve Bhattacharyya (1980) potasyumun ayçiçeğinde verime pozitif etki yaptığını, Overdahl ve ark. (1982), Samui ve Bhattacharyya (1980) ise potasyumun tanedeki yağ oranını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Grove ve Summer (1982), ayçiçeğine artan dozlarda potasyum uygulamasının tane veriminde önemli artışlara neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Seperh ve ark. (2002), mısır ve ayçiçeği bitkilerini sekiz farklı potasyum konsantrasyonunda 27 gün boyunca yetiştirmişler ve sonuçta potasyum konsantrasyonları arttıkça bitkide potasyum miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda bitkilerde magnezyum eksikliği semptomlarının gözlemlendiği belirtmişlerdir.

3. MATERYAL METOT

Çalışma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde yer alan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serasında yürütülmüştür.

Araziden farklı lokasyonlardan alınan toprak örneklerinde analizler yapılarak deneme konusuna uygun toprak seçimi Şekil 3.1’de kırmızı olarak taranan yerden yani gösterildiği gibi; $40^{\circ}15' 21.46'' \text{ K}$ $28^{\circ} 50' 53.67'' \text{ D}$ koordinatlarından yapılmış ve alınan toprakların Özsoy ve Aksoy (2013)’a göre Vertisol toprak sınıfı içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Şekil 3.1 Deneme için alınan toprağın yeri



Deneme toprağında yapılan analizlerin ayrıntıları Çizelge 3.1 de sunulmuştur.

Özellikler

Tekstür sınıfı	Kil
Kil, %	42,14
Silt, %	26,15
Kum, %	39
pH	7,48
EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$	445
Organik madde, %	2,53
Kireç, %	1,96
Toplam azot (N), %	0,14
Alınabilir fosfor (P), ppm	15,15
Alınabilir sodyum (Na), ppm	96
Alınabilir potasyum (K), ppm	228
Alınabilir kalsiyum (Ca), ppm	9262
Alınabilir magnezyum (Mg), ppm	987,6
Bitkiye yararlı demir (Fe), ppm	6,76
Bitkiye yararlı bakır (Cu), ppm	1,48
Bitkiye yararlı mangan (Mn), ppm	92,88
Bitkiye yararlı çinko (Zn), ppm	3,52
Alınabilir kükürt (S), ppm	12,75
Bitkiye yararlı Bor (B), ppm	0,56

3.1. Topraklarda Yapılan Analizler

3.1.1. Toprak Tekstürü (Bünye): Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1962) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenerek, tekstür sınıfları Soil Survey Manual (1951)'e göre saptanmıştır.

3.1.2. Toprak Reaksiyonu (pH): Toprağın saf su ile 1:2.5 oranında sulandırılmasıyla elde edilen ekstrakta Orion 720A model pH/iyonmetresi ile belirlenmiştir (McLean, 1982).

3.1.3. Tarla Kapasitesi: 100 g kuru toprak örneği 100 mL'lik ölçü silindiri içerisine konularak, toprağın kapladığı hacim ölçülmüş, 10 mL saf su ilave edildikten sonra, buharlaşmayı önlemek için ölçü silindirinin ağzı kapatılarak 24 saat sonra ölçü silindiri içerisinde ıslanan toprağın hacmi hesaplanmış ve toprağın tarla kapasitesinde tuttuğu su miktarı belirlenmiştir.

3.1.4. Elektriksel İletkenlik (EC): Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri saturasyon çamurunda belirlenmiştir. Bu amaçla 2 mm'lik elekten elenmiş 200 g toprak örneği alınarak, saf su ile doygun hale getirildikten sonra elektriksel iletkenliği WTW LF 92 model iletkenlik ölçer ile ölçülerek saptanmıştır (Rhoades, 1982).

3.1.5. Kireç (CaCO₃): Toprak örneğinin kireç miktarı Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Nelson, 1982).

3.1.6. Organik Madde: Organik madde miktarı ise modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982).

3.1.7. Toplam Azot (N): Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Buchi K-437 yakma blokunda yakılan örnekler, Buchi K-350 model buharlı damıtma cihazında damıtılmış, önlük balonu içinde tutulan azot H₂SO₄ ile geri titre edilerek hesaplanmıştır (Nelson ve Sommers, 1982).

3.1.8. Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P): Toprakların bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri, toprak örneklerinin 0.5 Molar sodyum bikarbonat (NaHCO₃) (pH 8.5) ile ekstrakte edilmesi sonucu elde edilen süzüklerin askorbik asit yöntemine göre spektrofotometrede okunması ile belirlenmiştir (Watanabe ve Olsen, 1965).

3.1.9. Alınabilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum (Na, K, Ca ve Mg): Toprak örnekleri 1 N amonyum asetat (CH₃COONH₄) (pH 7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilerek ekstrakttaki alınabilir sodyum, potasyum ve kalsiyum EppendorfElex 6361 fleymfotometresi ile magnezyum ise Perkin Elmer Optima 2100 model ICP-OES ile belirlenmiştir (Thomas, 1982).

3.1.10. Alınabilir Demir, Çinko, Mangan ve Bakır (Fe, Zn, Mn ve Cu) : Toprak örneklerinin DTPA çözeltisi ile ekstrakte edilmesi sonucunda elde edilen süzükte alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu Perkin Elmer Optima 2100 model ICP–OES ile belirlenmiştir (Jones, 2001).

3.1.11. Ekstrakte Edilebilir Bor (B): Toprakların sodyum asetat (NaCH_3COO), (pH:4,48) ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilen bor miktarı, 420 nm dalga boyunda azometine H ile renklendirilerek spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Wolf, 1971).

Örneklerin analizleri sonucunda belirlenen noktadan deneme için yeterli miktarda 4 mm'lik elekten elenmiş toprak alınarak içlerine polietilen torba geçirilmiş 3,5 kg toprak alan saksılara tartılarak konulmuştur. Temel gübreleme için saksılara iki farklı N düzeyi uygulanmıştır. N1 için 100 mg N kg^{-1} , 80 mg P kg^{-1} ve 100 mg K kg^{-1} ; N2 için 200 mg N kg^{-1} , 80 mg P kg^{-1} ve 100 mg K kg^{-1} dozları uygulanmıştır. Azot NH_4NO_3 'tan, fosfor ve potasyum ise KH_2PO_4 'tan sağlanmıştır. Deneme konularına göre topraklara ve yapraklara artan dozlarda bor uygulamaları yapılmıştır. Denemede topraklara 7 doz bor (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 mg B kg^{-1}) ve yapraklara 4 doz bor (0, 0.1, 0.2, 0.4 % B) uygulanmıştır. Bor kaynağı olarak borik asit (B(OH)_3) ve boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) kullanılmıştır. Uygulama yöntemine göre, gübre kaynakları ve dozları, Çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 Toprakdan ve yapraktan uygulanan bor dozları

Toprakdan uygulama dozları								
Gübre Kaynağı	BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6	
Boraks	0	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0	mg B kg ⁻¹
Borik asit	0	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0	mg B kg ⁻¹

Yapraktan uygulama dozları					
Gübre Kaynağı	BY0	BY1	BY2	BY3	
Boraks	0	0.1	0.2	0.4	% B
Borik asit	0	0.1	0.2	0.4	% B

Toprakdan uygulamalarda saksı sayısı 84, yapraktan uygulamalarda ise 48'dir. Kurulan denemenin konuları özet olarak Çizelge 3.3 de sunulmuştur.

Çizelge 3.3 Denemede belirlenen saksı sayıları ve tekerrürler

Toprakdan Uygulama				
Bor Kaynağı	N Düzeyi	Bor Düzeyi Sayısı	Tekerrür	Toplam Saksı
Boraks	2	7	3	42
Borik asit	2	7	3	42

Yapraktan Uygulama				
Bor Kaynağı	N Düzeyi	Bor Düzeyi Sayısı	Tekerrür	Toplam Saksı
Boraks	2	4	3	24
Borik asit	2	4	3	24

Saksılara 5'er adet Eurolis es bella çeşidi ayçiçeği tohumu (*Helianthus annuus* L.) ekilmiştir. Tarla kapasitesinin % 70'i oranında saf su ile sulanarak tohumların çimlenmesi gözlenmiştir. Çimlenme sonrası saksılarda 2'şer adet bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkilerde uygulama konularına göre etkilerin gözlemlendiği bir zamanda 46 günlük iken bitkiler toprak yüzeyinden hasat edilerek en kısa zamanda laboratuvara getirilmiş ve analize hazırlanmıştır.

Laboratuvara getirilen bitki örnekleri bir kez musluk suyu, iki kez de saf su ile yıkanarak 65°C'ye ayarlı havalı kurutma fırınında 72 saat boyunca kurutulmuştur.

Kuruyan örnekler bitki öğütme değirmeninde öğütülerek homojen bir karışım halinde analize hazır duruma getirilerek polietilen torbalarda analiz için muhafaza edilmiştir. Bitki örneklerinden 0.2 g tartılarak 3ml nitrik asit (HNO₃) + 3ml hidrojen peroksit (H₂O₂) ile mikrodalgada yaş yakılmıştır (Kacar ve İnal, 2010). Bitki örneklerinde yapılan analizler aşağıda belirtilmiştir.

3.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

3.2.1. Azot (N) içeriği: Bitki örneklerinin toplam azot içeriği modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Buchi K-437 yakma blokunda yakılan örnekler Buchi K-350 model buharlı damıtma cihazında damıtılmıştır (Bremmer, 1965).

3.2.2. Fosfor (P) içeriği: Mikro dalgada yaş yakılan örneklerden elde edilen süzüklerde fosfor, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre Shimadzu UV 1208 spektrofotometresinde saptanmıştır (Lott ve ark.,1956).

3.2.3. Sodyum (Na), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) içeriği: Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen çözeltide sodyum, potasyum ve kalsiyum Ependorf Elex 6361 Flame fotometresinde (Horneck ve Hanson, 1998) Mg ise Perkin Elmer Optima 2100 model ICP–OES ile belirlenmiştir (Hanlon, 1998).

3.2.4. Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn) ve Mangan (Mn) içeriği: Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen çözeltide toplam Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri Perkin Elmer Optima 2100 model ICP–OES ile belirlenmiştir (Hanlon, 1998).

3.2.5. Bor (B) içeriği: Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen çözeltilerin bor miktarı, ICP-OES’de okunarak doğrudan belirlenmiştir (Bingham, 1982).

Tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülen denemeden elde edilen verilerin varyans analiz tablosu ve LSD değerlendirmesi Tarist, (1994) paket programı ile yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Topraktan Uygulanan Bor Kaynaklarının Ayçiçeği Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementlerinin Alınımı Üzerine Etkisi

Topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementlerinin alınımı üzerine etkisinin incelendiği denemede sonuçlar; ayçiçeği bitkisinin besin elementi içeriği ile kuru madde miktarlarına göre hesaplanan kaldırılan besin elementi miktarları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

4.1.1. Ayçiçeği Bitkisinin Kuru Madde Miktarı

Artan miktarlarda topraktan uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru ağırlık verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.1’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine toprağa artan miktarlarda uygulanan bor kaynakları, bor düzeyleri ve N düzeyleri ile bor kaynaklarının interaksiyonları istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Kuru madde varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	4,275	4,275	2,889ns	4,016	7,126
Faktör-B	1	23,079	23,079	15,598**	4,016	7,126
A*B	1	12,290	12,290	8,306**	4,016	7,126
Faktör-C	6	54,405	8,401	5,678**	2,268	3,154
A*C	6	16,985	2,831	1,913ns	2,268	3,154
B*C	6	5,444	0,907	0,613ns	2,268	3,154
A*B*C	6	5,424	0,904	0,611ns	2,268	3,154
Hata	56	82,859	1,480			
Genel	83	200,761	2,419			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.2’den görüleceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozları, ayçiçeği bitkisinin kuru madde verimi üzerine BT5 (20,55g saksı⁻¹) dozuna kadar olumlu yönde

Çizelge 4.2. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru ağırlığı üzerine etkisi (g saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri						Ortalama		
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5			BT6
Boraks	N1	21,27	21,59	22,69	22,37	21,56	20,50	18,82	21,26	a
	N2	21,04	20,56	20,36	22,11	20,84	21,56	20,13	20,94	b
	Ortalama	21,16	21,08	21,53	22,24	21,02	21,03	19,48	21,10	a
Borik asit	N1	19,73	21,19	20,38	19,75	18,74	18,89	17,42	19,45	a
	N2	21,85	20,73	20,99	20,99	20,98	21,26	18,81	20,66	b
	Ortalama	20,29	20,96	20,69	20,37	19,86	20,07	18,12	20,05	b
Genel Ortalama		20,73	21,02	21,11	21,31	20,53	20,55	18,80		
		A	A	A	A	A	A	B		
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri						Ortalama		
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5			BT6
N1	Boraks	21,27	21,59	22,69	22,37	21,56	20,50	18,82	21,26	a
	Borik asit	19,73	21,19	20,38	19,75	18,74	18,89	17,42	19,45	b
	Ortalama	20,50	21,39	21,54	21,06	20,15	19,69	18,12	20,35	
N2	Boraks	21,04	20,56	20,36	22,11	20,84	21,56	20,13	20,94	a
	Borik asit	21,85	20,73	20,99	20,99	20,98	21,26	18,81	20,66	a
	Ortalama	20,95	20,65	20,68	21,55	20,91	21,41	19,47	20,80	
Genel Ortalama		20,73	21,02	21,11	21,31	20,53	20,55	18,80		
		A	A	A	A	A	A	B		

BT: Toprakta uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 0,708

N x Kaynak LSD_{0,01}: 1,001

BT LSD_{0,01}: 1,324

Kaynak LSD_{0,01}: 0,708

etki ederken, en yüksek doz olan BT6 (18,80g saksı⁻¹) uygulaması en düşük kuru madde ağırlığını vermiştir. Ayçiçeği bitkisinin en yüksek kuru madde ağırlığı BT3 (21,31 g saksı⁻¹) uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 18,80 – 21,11 g saksı⁻¹ arasında bulunmuştur. Buradan da anlaşılacağı üzere uygulanan yüksek bor dozları ayçiçeğinde kuru madde miktarını azaltmıştır. Güneş ve ark. (1998), bor uygulamalarına bağlı olarak mısır çeşitlerinin kuru ağırlıklarının bütün çeşitlerde dikkate değer oranda azaldığını bildirmiştir. Bor elementinin, bitkide hücre duvarının yapısında yer aldığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Bu nedenle, aşırı miktarda uygulanan bor'un bitkide hücre duvarının kalınlaşmasına neden olabileceği ve bitkinin besin elementlerinin alınımını düşürebileceği, sonuç olarak; bitki aksamında gelişmelerin yavaşlayarak madde miktarında azalmaya neden olabileceği söylenebilir. Ayvaz (2002), bazı arpa çeşitlerinde borun büyüme ve gelişme üzerine etkilerini incelediği araştırmasında aşırı dozda bor uygulanan arpa çeşitlerinde bor'un kuru ağırlık azalmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde boraks uygulamasında (21,10 g saksı⁻¹), borik asit uygulamasından (20,05 g saksı⁻¹) daha fazla kuru madde miktarı elde edildiği belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, azot düzeyleri ile bitkinin kuru madde verimleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamasına rağmen N2 düzeyinde (20,80 g saksı⁻¹) bitkinin kuru madde verimi daha yüksek bulunmuştur. Azot'un bitkide yeşil aksam kısmına olumlu etkisi birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Alparslan ve ark. (1996), artan azot dozunun kuru madde miktarında artış sağladığını bildirmiştir. N1 ve N2 dozlarında boraks uygulamasının (21,26 g saksı⁻¹) (20,94 g saksı⁻¹) borik asit uygulamasına oranla daha çok kuru madde miktarı sağladığı gözlenmiştir.

4.1.2. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Bor Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu

Çizelge 4.3’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan bor miktarı üzerine, uygulanan bor düzeyleri ve % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Bor varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	0,003	0,003	0,013ns	4,016	7,126
Faktör-B	1	0,143	0,143	0,700ns	4,016	7,126
A*B	1	0,031	0,031	0,151ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	243,323	40,554	198,075**	2,268	3,154
A*C	6	0,564	0,094	0,459ns	2,268	3,154
B*C	6	0,419	0,070	0,341ns	2,268	3,154
A*B*C	6	1,103	0,184	0,898ns	2,268	3,154
Hata	56	11,465	0,205			
Genel	83	257,050	3,097			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.4’den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozları, ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı bor miktarını uygulamalara bağlı olarak artırmış ve en yüksek bor miktarının BT6 (6,09 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, bunu BT5 (3,42 mg saksı⁻¹) uygulamasının izlediği belirlenmiştir. En düşük bor alımının ise BT0 (1,06 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği bulunmuştur. Diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 1,15 mg saksı⁻¹ ile 2,20 mg saksı⁻¹ arasında değişmiştir. Bu verilere göre artan bor dozlarının bor alımını üzerine etkisinin önemli olduğu söylenebilir. Sarıçiçek (2010), topraktan artan düzeylerde uygulanan borun, kivi bitkisi yapraklarının toplam bor içeriğini arttırdığını bildirmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ancak borik asit (2,42 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edilen bor miktarının boraks’a (2,33 mg saksı⁻¹) oranla daha fazla olduğu görülmüştür.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan bor miktarı üzerine etkisi incelendiğinde; elde edilen

Çizelge 4.4. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri												Ortalama	
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6							
Boraks	N1	1,03	1,12	1,15	1,52	2,37	3,45	5,79	2,35						
	N2	0,89	0,93	1,11	1,43	2,12	3,23	6,53	2,32						
	Ortalama	0,96	1,03	1,13	1,48	2,25	3,34	6,16	2,33						
Borik asit	N1	1,04	1,18	1,21	1,75	1,91	3,60	6,03	2,39						
	N2	1,28	1,36	1,17	1,51	2,39	3,41	5,96	2,44						
	Ortalama	1,16	1,27	1,19	1,63	2,15	3,50	6,01	2,42						
Genel Ortalama		1,06	D	1,15	D	1,16	D	1,55	D	2,20	C	3,42	B	6,09	A
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri												Ortalama	
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6							
N1	Boraks	1,03	1,12	1,15	1,52	2,37	3,45	5,79	2,35						
	Borik asit	1,04	1,18	1,21	1,75	1,91	3,60	6,03	2,39						
	Ortalama	1,04	1,15	1,18	1,64	2,14	5,52	5,93	2,37						
N2	Boraks	0,89	0,93	1,11	1,43	2,12	3,23	6,53	2,32						
	Borik asit	1,28	1,36	1,17	1,51	2,39	3,41	5,96	2,44						
	Ortalama	1,09	1,15	1,14	1,47	2,56	3,32	6,25	2,38						
Genel Ortalama		1,06	D	1,15	D	1,16	D	1,55	D	2,20	C	3,42	B	6,09	A

BT: Toprakta uygulanan bor dozları

BT LSD_{0,01}: 0,493

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

sonuçlar istatistiksel olarak önemli olmamakla beraber N2 düzeyinde(2,38 mg saksı⁻¹) N1 düzeyine(2,37 mg saksı⁻¹) oranla daha fazla bor kaldırıldığı belirlenmiştir.

4.1.3. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Azot Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.5’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.6’da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan azot miktarı üzerine, uygulanan bor kaynakları, istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Azot varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	143,864	143,864	0,276ns	4,016	7,126
Faktör-B	1	165327,060	165327,060	317,132**	4,016	7,126
A*B	1	296,025	296,025	0,568ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	1539,457	256,576	0,492ns	2,268	3,154
A*C	6	988,948	164,825	0,316ns	2,268	3,154
B*C	6	4234,749	705,791	1,354ns	2,268	3,154
A*B*C	6	882,586	147,098	0,282ns	2,268	3,154
Hata	56	29193,880	521,319			
Genel	83	202606,569	2441,043			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.6’dan görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan azot miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Sarıçiçek (2010), kivide yaprak örneklerinin azot içeriği üzerine bor etkisinin istatistiki açıdan önemli bulunmadığını bildirmiştir.

Bor ve Azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, borik asit uygulamasının (446,68mg saksı⁻¹), boraks (357,95mg saksı⁻¹) uygulamasına göre topraktan daha fazla azot alınımına etki ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisi (mg sakı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri						Ortalama	
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5		BT6
Boraks	N1	364,94	367,32	339,02	356,66	362,73	363,56	347,42	357,38
	N2	374,75	363,95	346,49	357,99	354,71	349,15	362,57	358,52
	Ortalama	369,85	365,64	342,76	357,33	358,73	356,36	355,00	357,95
Borik asit	N1	428,65	446,30	449,07	448,44	448,49	461,58	466,51	449,86
	N2	437,96	429,25	437,13	450,15	447,91	450,99	451,04	443,49
	Ortalama	433,31	437,78	443,11	449,30	448,20	456,29	458,78	446,68
Genel Ortalama		401,58	401,71	392,93	403,31	403,462	406,323	406,88	
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri						Ortalama	
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5		BT6
N1	Boraks	364,94	367,32	339,02	356,66	362,73	363,56	347,42	357,38
	Borik asit	428,65	446,30	449,07	448,44	448,49	461,58	466,51	449,86
	Ortalama	396,80	406,81	394,06	402,55	405,61	412,58	406,97	403,62
N2	Boraks	374,75	363,95	346,49	357,99	354,71	349,15	362,57	358,52
	Borik asit	437,96	429,25	437,13	450,15	447,91	450,99	451,04	443,49
	Ortalama	406,36	396,60	391,81	404,07	401,31	400,07	406,81	401,01
Genel Ortalama		401,58	401,71	392,93	403,31	403,462	406,323	406,88	

BT: Toprakta uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 13,28

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan azot miktarı üzerine etkisi incelendiğinde elde edilen sonuçların istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

4.1.4. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.7’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Fosfor varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	1	403,442	403,442	2,991ns	4,016	7,126
Faktör-B	1	19,191	19,191	0,142ns	4,016	7,126
A*B	1	97,826	97,826	0,725ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	1177,630	196,272	1,455ns	2,268	3,154
A*C	6	880,972	146,829	1,088ns	2,268	3,154
B*C	6	343,755	57,293	0,425ns	2,268	3,154
A*B*C	6	251,225	41,871	0,310ns	2,268	3,154
Hata	56	7554,398	134,900			
Genel	83	10728,439	129,258			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

**: önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.8’den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan fosfor miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan fosfor miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, elde edilen verilerin istatistiksel olarak önemsiz bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri						Ortalama	
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5		BT6
Boraks	N1	148,86	152,38	155,55	149,62	152,67	146,40	138,72	149,17
	N2	152,89	143,34	150,17	155,98	152,11	154,77	150,51	151,69
	Ortalama	150,87	147,86	152,86	152,39	152,39	150,59	144,62	150,28
Borik asit	N1	144,14	154,79	152,20	149,71	142,05	158,62	134,27	147,96
	N2	153,43	149,55	151,44	161,39	159,23	159,40	147,13	154,51
	Ortalama	148,79	152,17	151,82	155,55	150,64	159,01	140,70	151,24
Genel Ortalama		149,83	150,02	152,34	154,18	151,52	154,80	142,66	
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri						Ortalama	
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5		BT6
N1	Boraks	148,86	152,38	155,55	149,62	152,67	146,40	138,720	149,17
	Borik asit	144,14	154,79	152,20	149,71	142,05	158,62	134,27	147,96
	Ortalama	146,50	153,59	153,88	149,66	147,36	152,51	136,49	148,57
N2	Boraks	152,89	143,34	150,17	155,98	152,11	154,77	150,51	151,40
	Borik asit	153,43	149,55	151,44	161,39	159,23	159,40	147,13	154,51
	Ortalama	153,16	146,44	150,81	158,68	155,67	157,09	148,82	152,95
Genel Ortalama		149,83	150,02	152,34	154,18	151,52	154,80	142,66	

BT: Topraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Çıkkılı (2005), bazı buğday genotiplerinde verim ve kimi kalite özelliklerini araştırdığı çalışmada bor dozlarının fosfor içeriğine etkisinin önemli olmadığını bildirmiştir.

4.1.5. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Potasyum Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.9'da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan fosfor miktarı üzerine, N düzeyleri, bor kaynakları, uygulanan bor düzeyleri ve N düzeyleri ile bor kaynağı arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Potasyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	1	30977,665	30977,665	40,167**	4,016	7,126
Faktör-B	1	26041,316	26041,316	33,767**	4,016	7,126
A*B	1	6447,886	6447,886	8,361**	4,016	7,126
Faktör-C	6	20118,070	3353,012	4,348**	2,268	3,154
A*C	6	3001,110	500,185	0,649ns	2,268	3,154
B*C	6	4841,744	806,957	1,046ns	2,268	3,154
A*B*C	6	4462,776	743,796	0,964ns	2,268	3,154
Hata	56	43188,109	771,216			
Genel	83	139078,677	1675,647			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.10'dan görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan potasyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek potasyum miktarının BT5 (690,06 mg saksı⁻¹) uygulamasından, en düşük potasyum miktarının ise BT6 (642,36 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Diğer uygulamalardan elde edilen ortalamaların 660,44 – 686,87 mg saksı⁻¹ arasında bulunduğu görülmüştür. Singh ve ark. (1990), artan düzeylerde B'un buğday bitkisinin N, P ve K içeriklerini azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.10. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri												Ortalama
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6						
Boraks	N1	625,54	648,74	642,38	648,66	702,64	693,95	646,44	658,33	b				
	N2	717,82	693,84	710,24	726,81	713,82	741,04	696,28	714,27	a				
	Ortalama	671,68	671,29	676,32	687,73	708,29	717,49	671,36	686,30	a				
Borik asit	N1	635,85	652,12	638,40	657,41	646,57	651,04	603,10	640,64	b				
	N2	662,55	653,16	661,78	670,89	684,46	674,22	623,63	661,53	a				
	Ortalama	649,20	652,64	650,09	664,15	665,52	662,63	613,36	651,08	b				
Genel Ortalama	660,44	AB	661,97	AB	663,20	AB	675,94	A	686,87	A	690,06	A	642,36	C
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri												Ortalama
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6						
N1	Boraks	625,54	648,74	642,38	648,66	702,64	693,95	646,44	658,33	a				
	Borik asit	635,85	652,12	638,40	657,41	646,57	651,04	603,10	640,64	a				
	Ortalama	630,69	650,43	640,39	653,03	674,60	672,50	624,77	649,49	b				
N2	Boraks	717,82	693,84	710,24	726,81	713,82	741,04	696,28	714,27	a				
	Borik asit	662,55	653,16	661,78	670,89	684,46	674,22	623,63	661,53	b				
	Ortalama	690,19	673,50	686,01	698,85	699,14	707,63	659,95	687,90	a				
Genel Ortalama	660,44	AB	661,97	AB	663,20	AB	675,94	A	686,87	A	690,06	A	642,36	C

BT: Toprakta uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 16,16

N x Kaynak LSD_{0,01}: 22,85

BT LSD_{0,01}: 30,23

N LSD_{0,01}: 16,16

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisi incelendiğine, boraks uygulamasının (686,30 mg saksı⁻¹) borik asit uygulamasına (651,08 mg saksı⁻¹) göre daha çok potasyum kaldırılmasına etkide bulunduğu belirlenmiştir. Boraks ve borik asit uygulamalarının her ikisinin de N2 dozunda N1 dozuna göre daha çok potasyum alınımına etki gösterdiği belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan potasyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N2 dozunda (687,90 mg saksı⁻¹), N1 (649,49 mg saksı⁻¹) dozuna göre daha çok potasyum alınımının sağlandığı belirlenmiştir. N1 düzeyinde boraks uygulaması ile borik asit uygulaması aynı grupta yer alırken, N2 düzeyinde boraks uygulamasının (714,24 mg saksı⁻¹) borik asit uygulamasına (661,53 mg saksı⁻¹) göre kaldırılan potasyum miktarına daha fazla etki sağladığı belirlenmiştir. Artan azot dozunun potasyum alınımına olumlu etki gösterdiği söylenebilir. Nitekim Olsen ve ark. (1954), yüksek azot varlığında bitkinin potasyum alınımının arttığını bildirmişlerdir. Kacar ve Katkat (2007) ortamda bulunan N'un yükselmesiyle bitkilerin daha yüksek miktarda K aldıklarını rapor etmişlerdir.

4.1.6. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Sodyum Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.11'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.12'de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan sodyum miktarı üzerine, bor kaynakları istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken, uygulanan bor düzeyleri ve N düzeyleri x bor kaynağı x bor düzeyleri arasındaki interaksiyon da istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12'den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan sodyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek sodyum miktarının BT5 (28,91 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, bunu BT4 (26,85 mg saksı⁻¹)

Çizelge 4.11. Sodyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	1	20,781	20,781	3,253ns	4,016	7,126
Faktör-B	1	63,858	63,858	9,997**	4,016	7,126
A*B	1	15,14	15,14	2,429ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	91,758	15,293	2,394*	2,268	3,154
A*C	6	28,216	4,703	0,736ns	2,268	3,154
B*C	6	10,388	1,731	0,271ns	2,268	3,154
A*B*C	6	99,411	16,569	2,594*	2,268	3,154
Hata	56	357,730	6,388			
Genel	83	687,657	8,285			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

uygulamasının izlediği belirlenmiştir. Diğer uygulamalardan elde edilen ortalamaların 25,51 mg saksı⁻¹ – 26,10 mg saksı⁻¹ arasında bulunduğu, en yüksek bor dozu olan BT6 (25,51 mg saksı⁻¹) uygulamasında ise ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı en düşük sodyum miktarı tespit edilmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisi incelendiğine, ayçiçeği bitkisinin boraks uygulaması ile, (27,41 mg saksı⁻¹) borik asit (25,70 mg saksı⁻¹) uygulamasına göre daha çok sodyum kaldırdığı tespit edilmiştir. Boraks içinde bulunan sodyumun, kaldırılan sodyum miktarının borik asit'e oranla daha fazla belirlenmesine neden olduğunu düşündürmektedir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan sodyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, boraks uygulaması en yüksek etkiyi N1 düzeyinde BT5 (30,71 mg saksı⁻¹) uygulamasından sağlarken, diğer ortalamaların 24,73 – 27,27 mg saksı⁻¹ arasında bulunduğu görülmüştür. Borik asit uygulaması en yüksek etkiyi N2 dozunda, BT5 (28,45 mg saksı⁻¹) uygulamasından sağlarken, diğer ortalamaların 25,42 – 26,40 mg saksı⁻¹ arasında bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisi (mg saksl⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri												Ortalama		
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6								
Boraks	N1	24,58	a	26,12	a	24,73	b	23,93	b	28,06	a	30,71	a	27,27	a	26,47
	N2	28,21	a	27,22	a	29,83	a	29,84	a	28,77	a	28,85	a	25,67	a	28,34
	Ortalama	26,39		26,67		27,29		26,89		28,41		29,78		26,47		27,41 a
Borik asit	N1	26,19	a	25,95	a	26,76	a	25,35	a	24,58	a	27,65	a	22,72	a	25,60
	N2	25,42	a	23,92	a	24,22	a	25,76	a	25,99	a	28,45	a	26,40	a	25,74
	Ortalama	25,81		24,94		25,49		25,56		25,28		28,05		24,56		25,70 b
Genel Ortalama		26,10	B	25,80	B	26,39	B	26,22	B	26,85	AB	28,91	A	25,51	B	
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri												Ortalama		
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6								
N1	Boraks	24,58	a	26,12	a	24,73	a	23,93	a	28,06	a	30,71	a	27,27	a	26,47
	Borik asit	26,19	a	25,95	a	26,76	a	25,35	a	24,58	a	27,65	a	22,72	b	25,60
	Ortalama	25,39		26,04		25,75		24,64		26,32		29,18		24,99		26,04
N2	Boraks	28,21	a	27,22	a	29,83	a	29,84	a	28,77	a	28,85	a	25,67	a	28,34
	Borik asit	25,42	a	23,92	a	24,22	b	25,76	a	25,99	a	28,45	a	26,40	a	25,74
	Ortalama	26,82		25,57		27,03		27,80		27,38		28,65		26,03		27,04
Genel Ortalama		26,10	B	25,80	B	26,39	B	26,21	B	26,85	AB	28,91	A	25,51	B	

BT: Toprakta uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 1,471

BT LSD_{0,01}: 2,069

N x Kaynak x BT LSD_{0,01}: 4,138

4.1.7. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.13’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.14’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan kalsiyum miktarı üzerine uygulanan, bor düzeyleri istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunurken, bor kaynakları ve N düzeyleri ile N düzeyleri x bor düzeyleri arasındaki interaksiyon, bor kaynakları x bor düzeyleri arasındaki interaksiyon ve N düzeyleri x bor kaynağı x bor düzeyleri arasındaki interaksiyonlar ise istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Kalsiyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	21879,707	21879,707	110,130**	4,016	7,126
Faktör-B	1	13799,192	13799,192	69,458**	4,016	7,126
A*B	1	310,388	310,388	1,562ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	2892,209	482,035	2,426*	2,268	3,154
A*C	6	15881,723	2646,954	13,323**	2,268	3,154
B*C	6	13816,665	2302,777	11,591**	2,268	3,154
A*B*C	6	11227,935	1871,322	9,419**	2,268	3,154
Hata	56	11125,562	198,671			
Genel	83	90933,381	1095,583			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.14’den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan kalsiyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek kalsiyum alımının BT3 (269,03 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği ancak artan bor düzeyleri ile birlikte kaldırılan kalsiyum miktarında azalma olduğu görülmüştür. Bu durumun bor ile kalsiyum arasındaki antagonistik ilişkiden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer olarak Taban ve ark. (1995) da buğday bitkisinde B alımının gelişme ortamında bulunan Ca miktarına bağlı olarak azaldığını belirlemiştir. Kocabaş (2009), bitkilerin bor durumunun değerlendirilmesinde, yapraklarındaki Ca/B oranının kullanılmakta olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri																		Ortalama			
		BT0		BT1		BT2		BT3		BT4		BT5		BT6									
Boraks	N1	273,32	a	AB	281,08	a	A	251,06	a	AB	260,60	a	AB	280,39	a	A	247,67	a	B	216,27	a	C	258,71
	N2	236,98	b	AB	238,57	b	AB	236,54	a	AB	266,79	a	A	193,18	b	C	222,58	a	BC	209,98	a	BC	229,23
	Ortalama	255,15	a	AB	259,82	a	A	244,10	a	AB	263,70	a	A	236,78	b	B	235,12	b	B	213,30	b	C	243,97
Borik asit	N1	292,46	a	AB	259,37	a	C	262,50	a	BC	316,21	a	A	323,14	a	A	275,93	a	BC	279,40	a	BC	287,15
	N2	233,18	b	C	271,31	a	B	262,27	a	BC	231,79	b	C	272,07	b	B	277,16	a	B	309,70	a	A	265,36
	Ortalama	262,82	a	C	265,34	a	C	262,97	a	C	272,59	a	BC	297,60	a	A	276,54	a	ABC	294,55	a	AB	276,25
Genel Ortalama		258,99	ABC	262,58	ABC	253,31	C	269,03	A	267,20	AB	255,84	BC	253,84	C								

Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri																		Ortalama			
		BT0		BT1		BT2		BT3		BT4		BT5		BT6									
N1	Boraks	273,32	a		281,08	a		251,06	a		260,60	b		280,39	b		247,67	a		216,27	b		258,71
	Borik asit	292,46	a		259,37	a		262,50	a		316,21	a		323,14	a		275,93	a		279,40	a		287,15
	Ortalama	282,89	a	ABC	270,22	a	ABC	257,21	a	CD	288,78	a	AB	301,76	a	A	261,80	a	BCD	247,84	a	D	272,93
N2	Boraks	236,98	a		238,57	b		236,54	a		266,79	a		193,18	b		222,58	b		209,98	b		229,23
	Borik asit	233,18	a		271,31	a		262,27	a		231,79	b		272,07	a		277,16	a		309,70	a		265,36
	Ortalama	235,08	b	BC	254,94	a	AB	249,41	a	ABC	249,29	b	ABC	232,63	b	C	249,86	a	ABC	259,85	a	A	247,29
Genel Ortalama		258,99	ABC	262,58	ABC	253,31	C	269,03	A	267,20	AB	255,84	BC	253,84	C								

BT: Bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 8,202

N LSD_{0,01}: 8,022

BT LSD_{0,05}:11,539

N x BT LSD_{0,01}:21,700

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisi incelendiğine, borik asit uygulamasının (276,25 mg saksı⁻¹) boraks uygulamasına (243,97 mg saksı⁻¹) göre daha çok kalsiyum alınımına etki gösterdiği belirlenmiştir. Boraks uygulaması en yüksek etkiyi BT3 (263,70mg saksı⁻¹) dozunda gösterirken diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 213,30 – 259,82 mg saksı⁻¹ arasında belirlenmiştir. Borik asit uygulaması en yüksek etkiyi BT4 (297,60mg saksı⁻¹) dozunda gösterirken, diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 262,82 – 294,55 mg saksı⁻¹ arasında tespit edilmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan kalsiyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N1 dozunun (272,93 mg saksı⁻¹) N2 dozuna (247,29 mg saksı⁻¹) göre daha çok etki gösterdiği belirlenmiştir. N1 düzeyinde en yüksek etkinin BT4 (301,76 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği, en düşük etkinin BT6 (247,84 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği belirlenmiştir. N2 düzeyinde ise en yüksek etki BT6 (259,85 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği, en düşük etkinin BT4 (232,63 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği belirlenmiştir.

4.1.8. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Magnezyum Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.15’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları Çizelge 4.16’da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan magnezyum miktarı üzerine uygulanan bor düzeyleri, bor kaynakları, N düzeyleri ve N düzeyleri x bor düzeyleri arasındaki etkileşimleri istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16’dan görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının ayçiçeği bitkisinin

Çizelge 4.15. Magnezyum varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	601,126	601,126	56,709**	4,016	7,126
Faktör-B	1	252,269	252,269	23,798**	4,016	7,126
A*B	1	3,896	3,896	0,368ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	750,680	125,113	11,803**	2,268	3,154
A*C	6	280,943	46,824	4,417**	2,268	3,154
B*C	6	47,045	7,841	0,740ns	2,268	3,154
A*B*C	6	90,635	15,106	1,425ns	2,268	3,154
Hata	56	593,614	10,600			
Genel	83	2620,208	31,569			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

kaldırılan magnezyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek etkinin BT6 (93,47 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, en düşük etkinin ise BT0 (85,02 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği belirlenmiştir. Diğer uygulamalardan elde edilen ortalamaların 86,87 – 92,89 mg saksı⁻¹ arasında bulunduğu görülmüştür.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisi incelendiğine, borik asit uygulamasının (91,98 mg saksı⁻¹) boraks uygulaması (88,51 mg saksı⁻¹)'na göre daha fazla magnezyum kaldırılmasına etki ettiği belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan magnezyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N2 dozunun, (92,92 mg saksı⁻¹) N1 dozuna (87,57 mg saksı⁻¹) göre daha fazla etki gösterdiği belirlenmiştir. N1 düzeyinde en yüksek etkinin bor kaynaklarından uygulanan BT6 (93,51 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği en düşük etkinin ise BT0 (82,78 mg saksı⁻¹) olduğu belirlenmiştir. N2 düzeyinde en yüksek etkinin BT4 (96,21 mg saksı⁻¹) dozundan, en düşük etkinin ise BT0 (87,27 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği belirlenmiştir. Buna göre; bitkide artan azot varlığının magnezyum alınımına olumlu etki sağladığı söylenebilir. Bu sonuca paralel olarak; Akgül ve Uçkun (2008), uygulanan azot dozlarının, yaprak magnezyum içeriklerini

Çizelge 4.16. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri												Ortalama									
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6	BT0	BT1	BT2	BT3	BT4		BT5	BT6							
Boraks	N1	81,38	83,41	81,50	83,34	87,03	89,66	93,03										85,62					
	N2	85,77	86,65	93,20	94,61	92,47	94,39	92,74										91,40					
	Ortalama	83,58	85,03	87,35	88,98	89,75	92,02	92,89										88,51					
Borik asit	N1	84,18	87,71	85,42	93,66	89,56	92,11	93,99										89,52					
	N2	88,76	89,73	98,05	95,09	99,96	95,38	94,10										94,44					
	Ortalama	86,47	88,72	91,74	94,37	94,76	93,75	94,05										91,98					
Genel Ortalama		85,02	D	86,87	C	89,54	BC	91,67	AB	92,25	AB	92,89	AB	93,47	A								
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri												Ortalama									
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6	BT0	BT1	BT2	BT3	BT4		BT5	BT6							
N1	Boraks	81,38	83,41	81,50	83,34	87,03	89,66	93,03										85,62					
	Borik asit	84,18	87,71	85,42	93,66	89,56	92,11	93,99										89,52					
	Ortalama	82,78	a	E	85,56	a	CDE	83,46	b	DE	88,50	b	BC	88,30	b	BCD	90,88	a	AB	93,51	a	A	87,57
N2	Boraks	85,77	86,65	93,20	94,61	92,47	94,39	92,74										91,40					
	Borik asit	88,76	89,73	98,05	95,09	99,96	95,38	94,10										94,44					
	Ortalama	87,27	a	B	88,18	a	B	95,93	a	A	94,85	a	A	96,21	a	A	94,89	a	A	93,42	a	A	92,92
Genel Ortalama		85,02	D	86,87	C	89,54	BC	91,67	AB	92,25	AB	92,89	AB	93,47	A								

BT: Toprakdan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler dikey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 1,895

N LSD_{0,01}: 1,895

BT LSD_{0,01}: 3,544

N x BT LSD_{0,01}: 5,012

arttırdığını bildirmişlerdir. Raese (1997) Anjou çeşidi armutlarda yaptığı çalışmada, artan azot dozlarında yaprak magnezyum içeriklerinin arttığını ve bu artışın doğrusal olduğunu, en yüksek iki azot dozunda en yüksek magnezyum değerleri elde ettiğini ifade etmiştir.

4.1.9. Ayçiçeği Bitkisinin Toprakdan Kaldırdığı Demir Miktarı

Toprakta artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.17’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.18’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan demir miktarı üzerine uygulanan bor düzeyleri, bor kaynakları, N düzeyleri x bor düzeyleri, bor kaynakları x bor düzeyleri ve üçü arasındaki etkileşimleri istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 17).

Çizelge 4.17. Demir varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	0,006	0,006	0,906ns	4,016	7,126
Faktör-B	1	0,106	0,106	15,207**	4,016	7,126
A*B	1	0,001	0,001	0,090ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	0,216	0,036	5,152**	2,268	3,154
A*C	6	0,071	0,012	1,685ns	2,268	3,154
B*C	6	0,139	0,023	3,311**	2,268	3,154
A*B*C	6	0,513	0,085	12,208**	2,268	3,154
Hata	56	0,392	0,007			
Genel	83	1,444	0,017			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.18. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisi (mg saksr⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri																		Ortalama			
		BT0		BT1		BT2		BT3		BT4		BT5		BT6									
Boraks	N1	0,85	a		0,82	a		0,67	a		0,76	a		1,14	a		0,69	b		0,75	a		0,81
	N2	0,83	a		0,68	a		0,78	a		0,91	a		0,78	b		0,89	a		0,73	a		0,80
	Ortalama	0,84	a	AB	0,75	a	B	0,72	a	B	0,84	a	AB	0,96	a	A	0,79	a	B	0,74	a	B	0,81
Borik asit	N1	0,65	a		0,75	a		0,69	a		0,79	a		0,63	b		0,99	a		0,74	a		0,75
	N2	0,69	a		0,71	a		0,70	a		0,78	a		0,87	a		0,67	b		0,65	a		0,72
	Ortalama	0,67	b	B	0,73	a	AB	0,70	a	B	0,78	a	AB	0,75	b	AB	0,83	a	A	0,69	a	B	0,74
Genel Ortalama		0,76	BC		0,74	BC		0,71	C		0,81	AB		0,85	A		0,81	AB		0,72	C		
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri																		Ortalama			
		BT0		BT1		BT2		BT3		BT4		BT5		BT6									
N1	Boraks	0,85	a	B	0,82	a	BC	0,67	a	C	0,76	a	BC	1,14	a	A	0,69	b	BC	0,75	a	BC	0,81
	Borik asit	0,65	b	B	0,75	a	B	0,69	a	B	0,79	a	B	0,63	b	B	0,99	a	A	0,74	a	B	0,75
	Ortalama	0,75			0,78			0,68			0,78			0,88			0,84			0,75			0,78
N2	Boraks	0,83	a	AB	0,68	a	B	0,78	a	AB	0,91	a	A	0,78	a	AB	0,89	a	A	0,73	a	AB	0,80
	Borik asit	0,69	a	B	0,71	a	AB	0,70	a	AB	0,78	a	AB	0,87	a	A	0,67	b	B	0,65	a	B	0,72
	Ortalama	0,76			0,69			0,74			0,84			0,82			0,78			0,69			0,76
Genel Ortalama		0,76	BC		0,74	BC		0,71	C		0,81	AB		0,85	A		0,81	AB		0,72	C		

BT: Toprakta uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 0,049

BT LSD_{0,01}: 0,091

Kaynak X B LSD_{0,01}: 0,129

N x Kaynak x B LSD_{0,01}: 0,182

Çizelge 4.18'den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan demir miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek demir miktarının BT4 (0,85 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, en düşük kaldırılan demir miktarının ise BT2 (0,71 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği belirlenmiştir. Aydın ve ark. (2005), mısır bitkisine uyguladığı bor ve fosfor kaynaklarının Fe içeriğine kararsız bir değişim gösterdiğini ve genel olarak yüksek dozda azaldığını bildirmişlerdir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, boraks uygulamasının (0,81 mg saksı⁻¹), borik asit uygulamasına (0,74 mg saksı⁻¹) göre daha fazla etki sağladığı belirlenmiştir. Boraks uygulamasının en yüksek etkiyi B4 (0,94 mg saksı⁻¹) dozu ile gösterdiği belirlenirken borik asit uygulamasının BT5 (0,83 mg saksı⁻¹) dozu ile gösterdiği bulunmuştur.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan demir miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N1 dozunda N2 dozuna oranla daha fazla demir kaldırıldığı belirlenmiştir. N1 dozunda boraks uygulaması en yüksek etkiyi BT4 (1,14 mg saksı⁻¹) dozu ile sağlarken, N2 dozunda en yüksek etkiyi BT3 (0,91 mg saksı⁻¹) dozu ile sağladığı bulunmuştur. Borik asit uygulaması N1 düzeyinde en yüksek etkiyi BT5 (0,99 mg saksı⁻¹) dozu ile sağlarken, N2 düzeyinde BT4 (0,87 mg saksı⁻¹) dozu ile gösterdiği bulunmuştur.

4.1.10. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Bakır Miktarı

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.19'da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.20'de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan bakır miktarı üzerine, uygulanan bor düzeyleri, N düzeyleri, N düzeyleri x bor kaynakları, bor kaynakları x bor düzeyleri ve N düzeyleri x bor düzeyleri x bor kaynakları arasındaki interaksiyonları istatistiksel olarak %1 düzeyinde, bor kaynakları ise istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Bakır varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	0,003	0,003	38,812**	4,016	7,126
Faktör-B	1	0,001	0,001	6,644*	4,016	7,126
A*B	1	0,001	0,001	9,244**	4,016	7,126
Faktör-C	6	0,004	0,001	7,357**	2,268	3,154
A*C	6	0,006	0,003	9,679**	2,268	3,154
B*C	6	0,004	0,001	6,237**	2,268	3,154
A*B*C	6	0,005	0,001	9,324**	2,268	3,154
Hata	56	0,005	0,000			
Genel	83	0,029	0,000			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.20'den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan bakır miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek bakır miktarının BT4, (0,104 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği görülmüştür. En düşük kaldırılan bakır miktarının ise BT0 ve BT2 (0,090 mg saksı⁻¹) uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, boraks uygulamasının (0,101 mg saksı⁻¹), borik asit uygulamasına (0,095 mg saksı⁻¹) göre daha fazla bakır alınımına etki ettiği belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının farklı azot düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kaldırılan bakır miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N1 dozunun (0,104 mg saksı⁻¹) N2 dozuna (0,092 mg saksı⁻¹) göre daha fazla bakır alınımına etki ettiği belirlenmiştir. Boraks kaynağından uygulanan BT1 (0,126 mg saksı⁻¹) N düzeylerinde bakır alınımına en yüksek etkiyi gösterirken, en düşük etkinin ise BT3 (0,088 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Borik asit kaynağından uygulanan bor dozlarından BT4 (0,102 mg saksı⁻¹) dozu, N düzeylerinde bakır alınımına en yüksek etkiyi gösterirken, en düşük etkinin BT0 (0,88 mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri																		Ortalama				
		BT0	BT1			BT2			BT3			BT4			BT5			BT6						
Boraks	N1	0,089	a	C	0,173	a	0,090	a	0,089	a	0,107	a	0,110	a	0,115	a	0,110	a						
	N2	0,093	a		0,078	a	0,081	a	0,087	a	0,105	b	0,094	a	0,102	a	0,091	b						
	Ortalama	0,91		CDE	0,126	A	0,085	E	0,088	DE	0,106	AB	0,102	ABC	0,109	A	0,101	a						
Borik asit	N1	0,086			0,094		0,104		0,093		0,105		0,102		0,105		0,098	a						
	N2	0,090			0,90		0,087		0,095		0,098		0,095		0,092		0,092	a						
	Ortalama	0,088	A	0,092	A	0,095	A	0,094	A	0,102	A	0,098	A	0,098	A	0,095	b							
Genel Ortalama	0,090	B	0,109	A	0,90	B	0,091	B	0,104	A	0,100	AB	0,103	A										
Azot Düzeyleri																								
N1	Boraks	0,089	a	C	0,173	a	A	0,090	a	C	0,089	a	C	0,107	a	B	0,110	a	BC	0,115	a	B	0,110	a
	Borik asit	0,086		A	0,094		A	0,104		A	0,093		A	0,105		A	0,102		A	0,105		A	0,098	b
	Ortalama	0,088		D	0,133	A	0,097	BCD	0,091	CD	0,106	BC	0,106	BC	0,106	BC	0,110	B	0,104	a				
N2	Boraks	0,093	a	ABC	0,078	a	C	0,081	a	BC	0,087	a	ABC	0,105	b	A	0,094	a	ABC	0,102	a	AB	0,091	a
	Borik asit	0,090		A	0,90		A	0,087		A	0,095		A	0,098		A	0,095	A		0,092			0,092	a
	Ortalama	0,092	AB	0,084	A	0,84	A	0,91	AB	0,102	A	0,095	AB	0,102	A	0,095	AB	0,097	AB	0,092	b			
Genel Ortalama	0,090	B	0,109	A	0,90	B	0,091	N	0,104	A	0,100	AB	0,103	A										

BT: bor dozları
 N: azot fosfor potasyum düzeyi
 Kaynak: boraks ve borik asit

Kaynak LSD_{0,05}: 0,04
 N x Kaynak LSD_{0,01}: 0,015
 BT LSD_{0,01}: 0,011
 N LSD_{0,01}: 0,06

N x BT_{0,01}: 0,015
 N x Kaynak x BT_{0,01}: 0,022

4.1.11. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Çinko Miktarı Üzerine Etkisi

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.21’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.22’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan çinko miktarı üzerine, uygulanan bor düzeyleri ve N düzeyleri x bor düzeyleri arasındaki interaksiyonları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Çinko varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Faktör-A	1	0,009	0,009	1,557ns	4,016	7,126
Faktör-B	1	0,014	0,014	2,456ns	4,016	7,126
A*B	1	0,001	0,001	0,121ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	0,146	0,024	4,296**	2,268	3,154
A*C	6	0,122	0,020	3,600**	2,268	3,154
B*C	6	0,052	0,009	1,548ns	2,268	3,154
A*B*C	6	0,070	0,012	2,059ns	2,268	3,154
Hata	56	0,317	0,006			
Genel	83	0,730	0,009			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

**: önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.22’de görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan çinko miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek çinko miktarının BT4 (0,68 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, diğer uygulamalardan elde edilen ortalamaların ise 0,53 mg saksı⁻¹ – 0,62 mg saksı⁻¹ arasında bulunduğu görülmüştür.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisi incelendiğinde elde edilen değerlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı ancak borik asit uygulamalarının, boraks uygulamalarına göre daha fazla çinko kaldırılmasını sağladığı görülmüştür.

Çizelge 4.22. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri												Ortalama								
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6														
Boraks	N1	0,59	0,63	0,48	0,50	0,68	0,57	0,59									0,58					
	N2	0,53	0,55	0,50	0,67	0,63	0,73	0,62									0,61					
	Ortalama	0,56	0,59	0,49	0,59	0,65	0,65	0,60	0,59								0,59					
Borik asit	N1	0,61	0,60	0,54	0,57	0,81	0,57	0,56									0,61					
	N2	0,65	0,59	0,61	0,60	0,62	0,59	0,71									0,62					
	Ortalama	0,63	0,59	0,57	0,59	0,71	0,58	0,64	0,62								0,62					
Genel Ortalama		0,60	BC	0,59	BC	0,53	C	0,58	BC	0,68	A	0,62	AB	0,62	AB							
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri												Ortalama								
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6														
N1	Boraks	0,59	0,63	0,48	0,50	0,68	0,57	0,59									0,58					
	Borik asit	0,61	0,60	0,54	0,57	0,81	0,57	0,56									0,61					
	Ortalama	0,60	a	B	0,61	a	B	0,51	a	B	0,54	a	B	0,74	a	A	0,57	a	B	0,57	a	B
N2	Boraks	0,53	0,55	0,50	0,67	0,63	0,73	0,62									0,61					
	Borik asit	0,65	0,59	0,61	0,60	0,62	0,59	0,71									0,62					
	Ortalama	0,59	a	A	0,57	a	A	0,55	a	A	0,64	a	A	0,62	b	A	0,66	a	A	0,67	a	A
Genel Ortalama		0,60	BC	0,59	BC	0,53	C	0,58	BC	0,68	A	0,62	AB	0,62	AB							

BT: Toprakta uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

BT LSD_{0,01}: 0,082

Kaynak x BT LSD_{0,01}: 0,116

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan çinko miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N2 dozunun N1 dozuna göre daha yüksek etki gösterdiği tespit edilmiştir. Aydın (2005), yetiştirme ortamında B ve P arttıkça mısır bitkisinin Mn ve Zn içeriklerinin kararsız bir değişim gösterdiklerini bildirmiştir. Taşdemir (2006), toprağa yapılan N uygulamalarının bitkinin yeşil aksamdaki Zn konsantrasyonunu artırdığını, aynı zamanda bitkinin azot ile beslenme düzeyi iyileştikçe Zn'dan yararlanma etkinliğinin de iyileştiğini bildirmiştir.

4.1.12. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Mangan Miktarı Üzerine Etkisi

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.23'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.24'de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan mangan miktarı üzerine uygulanan, bor düzeyleri, bor kaynakları, N düzeyleri ve N düzeyleri x bor kaynakları x bor düzeyleri arasındaki interaksiyonları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Mangan varyans analiz tablosu, topraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	0,048	0,048	11,855**	4,016	7,126
Faktör-B	1	0,076	0,076	18,782**	4,016	7,126
A*B	1	0,002	0,002	0,493ns	4,016	7,126
Faktör-C	6	0,103	0,017	4,215**	2,268	3,154
A*C	6	0,051	0,009	2,112ns	2,268	3,154
B*C	6	0,049	0,008	2,024ns	2,268	3,154
A*B*C	6	0,121	0,020	4,959**	2,268	3,154
Hata	56	0,227	0,004			
Genel	83	0,677	0,008			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.24'den görülebileceği gibi bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kaldırılan mangan miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek mangan miktarının BT0 (0,92 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Farklı kaynaklardan artan düzeylerde uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisi (mg sakı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri												Ortalama									
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6															
Boraks	N1	0,81	b	0,85	a	0,74	a	0,81	b	0,85	a	0,79	a	0,79	a	0,81							
	N2	0,95	a	0,76	a	0,80	a	0,96	a	0,90	a	0,87	a	0,80	a	0,86							
	Ortalama	0,88		0,81		0,77		0,89		0,88		0,83		0,79		0,84	b						
Borik asit	N1	0,91	a	0,86	a	0,86	a	1,00	a	0,77	b	0,85	a	0,88	a	0,88							
	N2	0,99	a	0,93	a	0,83	a	0,86	b	0,97	a	0,82	a	0,99	a	0,91							
	Ortalama	0,95		0,90		0,85		0,93		0,87		0,83		0,94		0,90	a						
Genel Ortalama	0,92	A	0,85	AB	0,81	B	0,91	A	0,87	AB	0,83	B	0,87	AB									
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri												Ortalama									
		BT0	BT1	BT2	BT3	BT4	BT5	BT6															
N1	Boraks	0,81	a	A	0,85	a	A	0,74	a	A	0,81	b	A	0,85	a	A	0,79	a	A	0,79	a	A	0,81
	Borik asit	0,91	a	AB	0,86	a	ABC	0,86	a	ABC	1,00	a	A	0,77	a	C	0,85	a	BC	0,88	a	ABC	0,88
	Ortalama	0,86		A	0,86			0,80			0,90			0,81			0,82			0,84			0,84
N2	Boraks	0,95	a	A	0,76	b	C	0,80	a	BC	0,96	a	A	0,90	a	AB	0,87	a	ABC	0,80	b	BC	0,86
	Borik asit	0,99	a	A	0,93	a	A	0,83	a	B	0,86	a	AB	0,97	a	A	0,82	a	B	0,99	a	A	0,91
	Ortalama	0,97			0,85			0,82			0,91			0,94			0,85			0,89			0,89
Genel Ortalama	0,92	A	0,85	AB	0,81	B	0,91	A	0,87	AB	0,83	B	0,87	AB									

BT: Toprakdan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi.

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 0,037

N LSD_{0,01}: 0,037

BT LSD_{0,01}: 0,069

N x Kaynak x B LSD_{0,01}: 0,139

Diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 0,83 – 0,91 mg saksı⁻¹ arasında yer almıştır. Aydın ve ark. (2015), mısır bitkisine artan dozlarda uyguladığı B ve P'un, Mn içeriğine etkisinin kararsız bir değişim içerisinde yer aldığını bildirmişlerdir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, topraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisi incelendiğine, borik asit uygulamasının (0,90 mg saksı⁻¹), boraks uygulamasına (0,84 mg saksı⁻¹) göre daha fazla mangan alınımına etki ettiği belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin kaldırılan mangan miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N2 dozunun (0,89 mg saksı⁻¹) mangan alınımına etkisi N1 dozuna (0,84 mg saksı⁻¹) göre daha fazla bulunmuştur. N1 düzeyinde boraks uygulaması tüm dozlarda aynı önem düzeyinde bulunurken borik asitin en yüksek etkiyi BT3 dozunda gösterdiği belirlenmiştir. N2 düzeyinde boraks ve borik asit kaynağından uygulanan artan bor dozları dalgalanma gösterirken en yüksek etki BT3 dozundan sağlanmıştır. Salama ve Buzars (1987), azotlu gübrenin ayçiçeğinde Mn içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

4.2. Yaprğa Püskürtülerek Uygulanan Bor Kaynaklarının Ayçiçeği Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementlerinin Alınımı Üzerine Etkisi

Yapraktan püskürtülerek uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementlerinin alınımı üzerine etkisinin incelendiği denemede sonuçlar; ayçiçeği bitkisinin besin elementi içeriği ile kuru madde miktarlarına göre hesaplanan kaldırılan besin elementi miktarları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

4.2.1. Ayçiçeği Bitkisinin Kuru Madde Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru ağırlık verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.25'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise

Çizelge 26’da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine yaprağa artan miktarlarda uygulanan bor kaynakları, bor düzeyleri, N düzeyleri, N düzeyleri x bor kaynağı ve N düzeyleri x bor düzeyleri interaksiyonları istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Kuru madde varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	1	18,700	18,700	14,754**	4,152	7,510
Faktör-B	1	9,684	9,684	7,641**	4,152	7,510
A*B	1	10,323	10,323	8,145**	4,152	7,510
Faktör-C	3	184,510	61,503	48,526**	2,904	4,470
A*C	3	33,628	11,209	8,844**	2,904	4,470
B*C	3	0,896	0,299	0,236ns	2,904	4,470
A*B*C	3	4,164	1,388	1,095ns	2,904	4,470
Hata	32	40,558	1,267			
Genel	47	302,464	6,435			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.26’den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin kuru madde verimi üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek kuru madde miktarı BY0 (21,55 g saksı⁻¹) uygulamasından elde edilmiş, artan miktarlarda uygulanan bor dozlarıyla birlikte kuru madde ağırlığında azalma görülmüş, en yüksek doz olan BY3 uygulaması en düşük kuru ağırlık miktarını vermiştir. Diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 16,27 – 19,70 g saksı⁻¹ arasında bulunmuştur. Bor elementinin, bitkide hücre duvarının yapısında yer aldığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Bu nedenle, aşırı miktarda uygulanan bor’un bitkide hücre duvarının kalınlaşmasına neden olabileceği ve bitkinin besin elementlerinin alınımını düşürebileceği, sonuç olarak; bitki aksamında gelişmelerin yavaşlayarak madde miktarında azalmaya neden olabileceği söylenebilir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, boraks uygulamasının (19,33 g saksı⁻¹), borik asit uygulamasına (18,46 g saksı⁻¹) göre daha fazla kuru madde miktarı sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi (g saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri				Ortalama								
		BY0	BY1	BY2	BY3									
Boraks	N1	20,36	21,00	19,43	17,19	19,49	a							
	N2	23,69	19,49	17,02	16,48	19,17	a							
	Ortalama	22,03	22,24	18,22	16,84	19,33	a							
Borik asit	N1	21,23	20,17	19,58	17,11	19,52	a							
	N2	20,92	18,16	15,99	14,31	17,35	b							
	Ortalama	21,08	19,16	17,78	15,71	18,46	b							
Genel Ortalama	21,55	A	19,70	B	18,00	C	16,27	D						
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri				Ortalama								
		BY0	BY1	BY2	BY3									
N1	Boraks	20,36	21,00	19,43	17,19	19,49	a							
	Borik asit	21,23	20,17	19,58	17,11	19,52	a							
	Ortalama	20,79	a	A	20,58	a	A	17,15	a	C	19,51	a		
N2	Boraks	23,69	19,49	17,02	16,48	19,17	a							
	Borik asit	20,92	18,16	15,99	14,31	17,35	b							
	Ortalama	22,31	a	A	18,83	a	B	16,50	b	C	15,40	a	C	18,26
Genel Ortalama														

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 0,890

N x Kaynak LSD_{0,01}: 1,259

BT LSD_{0,01}: 1,324

N LSD_{0,01}: 1,259

N x BT LSD_{0,01}: 1,780

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N1 düzeyinin 19,51 g saksı⁻¹ ile N2 düzeyine 18,26 g saksı⁻¹ göre daha çok kuru madde ağırlığı sağladığı belirlenmiştir. Çimrin (2000), artan azot dozlarına bağımlı olarak bitkinin kuru madde miktarının sürekli olarak azaldığını bildirmiştir.

4.2.2. Ayçiçeği Bitkisinin Toprakta Kaldırdığı Bor Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.27’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.28’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan bor miktarı üzerine, uygulanan, bor düzeyleri, N düzeyleri ve N düzeyleri x bor düzeyleri interaksyonu istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Bor varyans analiz tablosu, yaprakta uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	145,812	145,812	81,773**	4,152	7,510
Faktör-B	1	4,738	4,738	2,657ns	4,152	7,510
A*B	1	3,276	3,276	1,837ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	945,730	315,243	176,792**	2,904	4,470
A*C	3	147,637	49,212	27,599**	2,904	4,470
B*C	3	6,141	2,047	1,148ns	2,904	4,470
A*B*C	3	4,902	1,634	0,916ns	2,904	4,470
Hata	32	57,060	1,783			
Genel	47	1315,296	27,985			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

**: önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.28’den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda yaprakta uygulanan bor dozlarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, ayçiçeği bitkisinin kaldırdığı bor miktarının uygulamalara bağlı olarak arttığı, en yüksek bor miktarının

Çizelge 4.28. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri				Ortalama		
		BY0	BY1	BY2	BY3			
Boraks	N1	1,04	4,86	6,78	8,68	5,34		
	N2	1,23	5,34	6,64	15,97	8,31		
	Ortalama	1,14	5,10	6,72	12,33	6,83		
Borik asit	N1	1,33	4,87	10,68	8,95	5,45		
	N2	1,45	5,62	11,32	19,44	9,46		
	Ortalama	1,39	5,25	11,00	14,19	7,45		
Genel Ortalama	1,26	C	5,18	C	8,86	B	13,26	A
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri				Ortalama		
		BY0	BY1	BY2	BY3			
N1	Boraks	1,04	4,86	6,78	8,68	5,34		
	Borik asit	1,33	4,87	6,64	8,95	5,45		
	Ortalama	1,19	4,87	6,72	8,82	5,40	b	
N2	Boraks	1,23	5,34	10,68	15,97	8,31		
	Borik asit	1,45	5,62	11,32	19,44	9,46		
	Ortalama	1,34	5,48	11,00	17,71	8,88	a	
Genel Ortalama	1,26	D	5,18	C	8,86	B	13,26	A

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

N LSD_{0,01}: 1,056

N x BT LSD_{0,01}: 2,11

BT LSD_{0,01}: 1,493

BY3 (13,26 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, bunu BY2 (8,66 mg saksı⁻¹) uygulamasının izlediği belirlenmiştir. En düşük bor alımının ise hiç bor uygulanmayan BY0 (1,26 mg saksı⁻¹) dozunda gerçekleştiği bulunmuştur. Bu verilere göre artan bor dozlarının bor alımını üzerine etkisinin önemli olduğu söylenebilir. Singh ve ark. (1990), bor uygulamasının B konsantrasyonlarını ve alımını arttırdığını bildirmişlerdir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Ancak, borik asit uygulamasının 7,45 mg saksı⁻¹, boraks uygulamasının ise 6,83 mg saksı⁻¹ bor alımını sağladığı belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N2 düzeyinde (8,88 mg saksı⁻¹), N1 düzeyine (5,40 mg saksı⁻¹) göre daha çok bor alımını olduğu görülmüştür.

4.2.3. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Azot Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.29'da verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.30'da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan azot miktarı üzerine, uygulanan bor kaynakları istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Azot varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	3124,220	3124,220	3,0131ns	4,152	7,510
Faktör-B	1	102842,493	102842,493	99,781**	4,152	7,510
A*B	1	1602,101	1602,101	1,554ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	2988,412	996,137	0,966ns	2,904	4,470
A*C	3	2554,472	851,491	0,826ns	2,904	4,470
B*C	3	1667,784	555,928	0,539ns	2,904	4,470
A*B*C	3	5108,042	1702,681	1,652ns	2,904	4,470
Hata	32	32981,771	1030,680			
Genel	47	152869,296	3252,538			

ns: önemsiz *: önemli %5 alfa seviyesinde
** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri
Faktör-B: Bor Kaynakları Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.30. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		BY0	Bor Düzeyleri BY1	BY2	BY3	Ortalama
Boraks	N1	356,72	365,34	362,79	364,46	366,91
	N2	379,95	383,79	333,89	370,00	364,62
	Ortalama	368,34	373,57	348,35	367,23	364,62 b
Borik asit	N1	455,04	454,98	430,35	433,04	471,04
	N2	481,46	438,50	465,50	498,64	457,20
	Ortalama	468,25	446,74	447,95	465,84	457,20 a
Genel Ortalama		418,29	410,65	398,15	416,54	
Azot Düzeyleri		BY0	Bor Düzeyleri BY1	BY2	BY3	Ortalama
N1	Boraks	356,72	365,34	362,79	364,46	362,33
	Borik asit	455,04	454,98	430,35	433,04	443,35
	Ortalama	405,88	410,16	396,57	398,75	402,84
N2	Boraks	379,95	383,79	333,89	370,00	366,91
	Borik asit	481,46	438,50	465,50	498,64	471,04
	Ortalama	430,71	411,15	399,73	434,32	418,98
Genel Ortalama		418,29	410,65	398,15	416,54	

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 25,379

Çizelge 4.30'dan görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Çıkılı (2005), borun eksikliği ya da fazlalığı durumunda N alımının ayrımlı olduğunu bildirmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, borik asit uygulamasının (457,20 mg saksı⁻¹) boraks uygulamasına (364,62 mg saksı⁻¹) göre topraktan önemli miktarda daha fazla azot alınımı sağladığı belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.2.4. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Fosfor Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.31'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.32'de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan fosfor miktarı üzerine, uygulanan N düzeyleri, bor düzeyleri ve N düzeyleri x bor düzeyleri interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Fosfor varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	706,791	706,791	8,746**	4,152	7,510
Faktör-B	1	3,035	3,035	0,038ns	4,152	7,510
A*B	1	24,610	24,610	0,305ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	2985,852	995,284	12,317**	2,904	4,470
A*C	3	1144,910	381,637	4,723**	2,904	4,470
B*C	3	634,028	211,343	2,615ns	2,904	4,470
A*B*C	3	549,016	183,005	2,265ns	2,904	4,470
Hata	32	2585,886	80,809			
Genel	47	8634,124	183,705			

ns: önemsiz *: önemli %5 alfa seviyesinde
** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri
Faktör-B: Bor Kaynakları Faktör-C: Bor dozları

Çizelge 4.32. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		BY0	Bor Düzeyleri			BY2	BY3	Ortalama						
			BY1											
Boraks	N1	141,46	150,72		145,29	136,40	143,47							
	N2	147,76	136,62		125,11	127,96	134,36							
	Ortalama	144,61	143,67		135,20	132,18	138,92							
Borik asit	N1	158,63	151,53		137,62	122,38	142,54							
	N2	156,43	125,41		129,12	134,23	136,30							
	Ortalama	157,53	138,47		133,37	128,31	139,42							
Genel Ortalama	151,07	A	141,07	AB	134,28	B	130,25	C						
Azot Düzeyleri		BY0	Bor Düzeyleri			BY2	BY3	Ortalama						
			BY1											
N1	Boraks	141,46	150,72		145,29	136,40	143,47							
	Borik asit	158,63	151,53		137,62	122,38	142,54							
	Ortalama	150,05	a	A	151,13	a	A	141,46	a	A	129,39	a	B	143,01
N2	Boraks	147,76	136,62		125,11	127,96	134,36							
	Borik asit	156,43	125,41		129,12	134,23	136,30							
	Ortalama	152,10	a	A	131,02	b	B	127,11	b	B	131,10	a	B	135,33
Genel Ortalama	151,07	A	141,07	AB	134,28	B	130,25	C						

BY: Yapraftan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

BT LSD_{0,01}: 10,050

N LSD_{0,01}: 7,106

N x BT LSD_{0,01}: 14,212

Çizelge 4.32'den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek fosfor miktarının hiç bor uygulanmayan BY0 (151,07 mg saksı⁻¹) dozundan, en düşük fosfor miktarının ise BY3 (130,25 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği tespit edilmiş, bor dozlarının artmasıyla kaldırılan fosfor miktarında azalma görülmüştür. Çıkkılı (2005), borun eksikliği ya da fazlalığı durumunda N, P, K, Ca ve Zn ile etkileşimlerinin söz konusu olduğunu, ancak bu etkileşimlere dair araştırma sonuçlarının ayrımlı olduğunu bildirmiştir. Hossain et al. (2001) tarafından B uygulamasıyla çeltiğin (sap+tane) P alımının arttığı saptanmıştır fakat Singh ve ark. (1990), artan düzeylerde B'un buğday bitkisinin N, P ve K içeriklerini azalttığını bildirmişlerdir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Boraks uygulaması ile ortalama 138,92 mg saksı⁻¹ fosfor alınımı sağlanırken, borik asit uygulaması ile 139,42 mg saksı⁻¹ fosfor alınımı sağlandığı belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N1 dozunun fosfor alınımına (143,01 mg saksı⁻¹) etkisinin N2 dozuna (135,33 mg saksı⁻¹) göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çimrin (2000), azotlu gübrelemenin etkisiyle şeker pancarının fosfor içeriğinin ve alınımının azaldığını bildirmiştir.

4.2.5. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Potasyum Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.33'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.34'de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin yapraktan kaldırılan potasyum miktarı üzerine, uygulanan bor dozları düzeyleri, ise Çizelge 4.34'de sunulmuştur.

Çizelge 4.33. Potasyum varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	4156,916	4156,916	8,395**	4,152	7,510
Faktör-B	1	41,348	41,348	0,084ns	4,152	7,510
A*B	1	315,546	315,546	0,637ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	31610,415	10536,805	21,279**	2,904	4,470
A*C	3	8071,443	2690,481	5,433**	2,904	4,470
B*C	3	33835,023	11278,341	22,776**	2,904	4,470
A*B*C	3	8721,238	2907,079	5,871**	2,904	4,470
Hata	32	15845,642	495,176			
Genel	47	102597,571	2182,927			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Ayçiçeği bitkisinin yapraktan kaldırılan potasyum miktarı üzerine, uygulanan bor dozları düzeyleri, N düzeyleri, N düzeyleri x bor düzeyleri, bor kaynakları x bor düzeyleri ve N düzeyleri x bor düzeyleri x bor kaynakları arasındaki interaksiyonları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.34'ten görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek potasyum miktarının BY0 (669,70 mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, en düşük potasyum alınımının ise BY3 (600,00 mg saksı⁻¹) dozu ile sağlandığı tespit edilmiştir. Diğer uygulamalardan elde edilen ortalamaların ise 617,79 mg saksı⁻¹ – 635,86 mg saksı⁻¹ arasında bulunduğu görülmüştür. Singh ve ark. (1990)'nın artan düzeylerde uygulanan B'un buğday bitkisinin N, P ve K alınımını azalttığını bildiren literatürü, çalışmamızda artan bor düzeylerinin K alınımını azalttığı bulgusunu destekler niteliktedir. Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N1 dozunun (640,24 mg saksı⁻¹) N2 dozuna (621,63 mg saksı⁻¹) göre fazla potasyum alınım sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisi (mg sakır⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri								Ortalama
		BY0		BY1		BY2		BY3		
Boraks	N1	624,20	a	646,13	a	641,93	a	634,73	a	636,75
	N2	626,57	a	654,18	a	595,14	a	617,16	a	623,26
	Ortalama	625,39	b A	650,16	a A	618,32	a A	625,95	a A	630,01
Borik asit	N1	712,17	a	664,46	a	643,05	a	555,23	a	643,73
	N2	715,87	a	578,68	b	591,05	b	594,36	a	619,99
	Ortalama	714,02	a A	621,57	a B	617,05	a B	574,80	b C	631,86
Genel Ortalama		669,70	A	635,86	B	617,79	BC	600,00	C	
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri								Ortalama
		BY0		BY1		BY2		BY3		
N1	Boraks	624,20	b A	646,13	a A	641,93	a A	634,73	a A	636,75
	Borik asit	712,17	a A	664,46	a AB	643,05	a B	555,23	b C	643,73
	Ortalama	668,19		655,30		642,49		594,98		640,24
N2	Boraks	626,57	b AB	654,18	a A	595,14	a B	617,16	a AB	623,26
	Borik asit	715,87	a A	578,68	b B	591,05	a B	594,36	a B	619,99
	Ortalama	671,22		616,43		593,09		605,76		621,63
Genel Ortalama		669,70	A	635,86	B	617,79	BC	600,00	C	

BY: Yapraftan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

BT LSD_{0,01}: 24,877

N LSD_{0,01}: 17,591

N x Kaynak LSD_{0,01}: 1,259

N x Kaynak x BT LSD_{0,01}: 49,754

N x BT LSD_{0,01}: 35,182

Kaynak x BT LSD_{0,01}: 35,182

4.2.6. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Sodyum Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.35’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.36’da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan sodyum miktarı üzerine, uygulanan N düzeyleri, N düzeyleri x bor düzeyleri, bor kaynağı x bor düzeyleri ve N düzeyleri x bor düzeyleri x bor kaynağı istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. Sodyum varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	629,228	629,228	114,008**	4,152	7,510
Faktör-B	1	12,272	12,272	2,223ns	4,152	7,510
A*B	1	4,594	4,594	0,832ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	3,974	1,325	0,240ns	2,904	4,470
A*C	3	104,900	34,967	6,335**	2,904	4,470
B*C	3	218,042	72,681	13,169**	2,904	4,470
A*B*C	3	76,290	25,430	4,608**	2,904	4,470
Hata	32	176,613	5,519			
Genel	47	1225,913	26,083			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.36’dan görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Ancak, artan B dozlarının Na alınımında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. En düşük Na alınımının, BY3 dozunda sağlandığı belirlenmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, elde edilen değerlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmesine rağmen borik asit uygulaması (30,66 mg saksı⁻¹) ile boraks uygulamasına (29,65 mg saksı⁻¹) oranla daha fazla sodyum kaldırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisi (mg saksl⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri								Ortalama
		BY0		BY1		BY2		BY3		
Boraks	N1	27,81	a	33,71	a	35,91	a	36,87	a	33,58
	N2	24,72	a	27,15	b	24,98	b	26,01	b	25,72
	Ortalama	26,27	b B	30,43	a A	30,44	a A	31,44	a A	29,65
Borik asit	N1	35,09	a	37,43	a	32,91	a	30,45	a	33,97
	N2	33,55	a	23,84	b	26,26	b	25,74	a	27,35
	Ortalama	34,32	a A	30,63	a AB	29,58	a B	28,10	a B	30,66
Genel Ortalama		30,29		30,53		30,01		29,77		
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri								Ortalama
		BY0		BY1		BY2		BY3		
N1	Boraks	27,81	a B	33,71	a A	35,91	a A	36,87	a A	33,58
	Borik asit	35,09	a AB	37,43	a A	32,91	a B	30,45	b B	33,97
	Ortalama	31,45	a B	35,57	a A	34,41	a AB	33,66	A AB	33,77
N2	Boraks	24,72	b A	27,15	a A	24,98	a A	26,01	a A	25,72
	Borik asit	33,55	a A	23,84	a B	26,26	a B	25,74	a B	27,35
	Ortalama	29,13	a A	25,50	b A	25,62	b A	25,88	b A	26,53
Genel Ortalama		30,29		30,53		30,01		29,77		

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

N LSD_{0,01}: 1,857

N x Kaynak LSD_{0,01}: 5,253

N x BT LSD_{0,01}: 3,714

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N1 dozunun (33,77 mg saksı⁻¹), N2 dozuna (26,53 mg saksı⁻¹) göre daha çok etki gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.7. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.37’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları Çizelge 4.38’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan kalsiyum miktarı üzerine, uygulanan bor kaynakları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Kalsiyum varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	1	55,664	55,664	0,047ns	4,152	7,510
Faktör-B	1	6431,765	6431,765	5,440*	4,152	7,510
A*B	1	785,458	785,458	0,664ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	5743,215	1914,405	1,619ns	2,904	4,470
A*C	3	3982,145	1327,382	1,123ns	2,904	4,470
B*C	3	6488,192	2162,731	1,829ns	2,904	4,470
A*B*C	3	7960,772	2653,591	2,244ns	2,904	4,470
Hata	32	37835,084	1182,346			
Genel	47	69282,294	1474,091			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.38. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		BY0	Bor Düzeyleri			Ortalama
			BY1	BY2	BY3	
Boraks	N1	283,98	357,31	382,72	350,09	343,53
	N2	327,73	329,82	351,08	341,74	337,59
	Ortalama	305,86	343,57	366,90	345,92	340,56 a
Borik asit	N1	377,72	368,15	353,53	334,96	358,59
	N2	358,64	344,08	383,34	389,27	368,83
	Ortalama	368,18	356,12	368,43	362,12	363,71 a
Genel Ortalama		337,02	349,84	367,67	357,02	343,53
Azot Düzeyleri		BY0	Bor Düzeyleri			Ortalama
			BY1	BY2	BY3	
N1	Boraks	283,98	357,31	382,72	350,09	343,53
	Borik asit	377,72	368,15	353,53	334,96	358,59
	Ortalama	320,85	362,73	368,13	342,53	351,06
N2	Boraks	327,73	329,82	351,08	341,74	337,59
	Borik asit	358,64	344,08	383,34	389,27	368,83
	Ortalama	343,19	336,95	367,21	365,51	353,21
Genel Ortalama		337,02	349,84	367,67	357,02	343,53

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 27,182

Çizelge 4.38'den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Yıldıztekin ve Tuna (2015), ayçiçeği bitkisinin bor uygulamalarıyla yaprak Ca kapsamının azalma gösterdiğini, aynı şekilde Shaaban ve ark. (2004), yapraktan uygulanan artan B düzeyleri ile buğdayda Ca içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Çıkılı (2005), borun eksikliği ya da fazlalığı durumunda N, P, K, Ca ve Zn ile etkileşimlerinin söz konusu olduğunu, ancak bu etkileşimlere dair araştırma sonuçlarının ayrımlı olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada ise bor uygulamasının Ca alınımı üzerine etkisinin önemli olmadığı, Ca alınımının artan B dozlarında yükseldiği ancak en yüksek bor dozunda düştüğü belirlenmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, boraks ve borik asit uygulamalarının aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Borik asit uygulaması ortalama 363,71 mg saksı⁻¹ ile oraks uygulamasına oranla (340,26 mg saksı⁻¹) daha fazla kalsiyum alınımına neden olmuştur.

4.2.8. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Magnezyum Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu 4.39'da verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırma

Çizelge 4.39. Magnezyum varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	107,162	107,162	3,081ns	4,152	7,510
Faktör-B	1	143,867	143,867	4,136ns	4,152	7,510
A*B	1	7,007	7,007	0,201ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	256,303	85,434	2,456ns	2,904	4,470
A*C	3	196,363	65,454	1,882ns	2,904	4,470
B*C	3	325,623	208,541	5,995**	2,904	4,470
A*B*C	3	137,650	45,883	1,319ns	2,904	4,470
Hata	32	1113,059	34,783			
Genel	47	2587,034	55,043			

ns: önemsiz
*: önemli %5 alfa seviyesinde
**: önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri
Faktör-C: Bor Düzeyleri
Faktör-B: Bor Kaynakları

ları ise Çizelge 4.40'da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan magnezyum miktarı üzerine, yaprağa artan miktarlarda uygulanan bor kaynakları ve N düzeyleri arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunduğu görülmüştür. (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.40'dan görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Ancak; BY1 dozunda magnezyum alınımı en yüksek (86,76 mg saksı⁻¹) düzeyde olurken, artan bor düzeyleri ile kaldırılan magnezyum miktarında azalma görülmüştür. Hiç bor uygulanmayan BY0 dozunda, en düşük magnezyum alınımı (81,82 mg saksı⁻¹) gerçekleşmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde elde edilen verilerin istatistiksel olarak önemli olmadığı ancak borik asit uygulamasıyla (85,92 mg saksı⁻¹) boraks uygulamasına (82,46 mg saksı⁻¹) oranla daha fazla magnezyum kaldırıldığı görülmüştür.

Bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, elde edilen verilerin istatistiksel olarak önemli olmadığı ancak N1 düzeyinde (85,69 mg saksı⁻¹) N2 düzeyine (82,70 mg saksı⁻¹) oranla daha fazla magnezyum kaldırıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.40. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri				Ortalama
		BY0	BY1	BY2	BY3	
Boraks	N1	72,87	90,24	87,49	87,76	84,34
	N2	75,09	83,34	83,77	80,14	80,58
	Ortalama	73,98 b B	86,79 a A	85,63 a A	83,45 a A	82,46
Borik asit	N1	90,96	93,01	84,53	79,65	87,04
	N2	88,37	80,44	89,15	81,28	84,81
	Ortalama	89,67 a A	86,72 a A	86,84 a A	80,47 a A	85,92
Genel Ortalama	81,82	86,76	86,23	81,96		
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri				Ortalama
		BY0	BY1	BY2	BY3	
N1	Boraks	72,87	90,24	87,49	87,76	84,34
	Borik asit	90,96	93,01	84,53	79,65	87,04
	Ortalama	81,91	91,62	86,01	83,20	85,69
N2	Boraks	75,09	83,34	83,77	80,14	80,58
	Borik asit	88,37	80,44	89,15	81,28	84,81
	Ortalama	81,73	81,89	86,46	80,71	82,70
Genel Ortalama	81,82	86,76	86,23	81,96		

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak x BY N LSD_{0,01}: 9,324

4.2.9. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Demir Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.41’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.42’de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan demir miktarı üzerine, yaprağa artan miktarlarda uygulanan bor kaynakları ve N düzeyleri interaksiyonu istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.41. Demir varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	0,048	0,048	2,037ns	4,152	7,510
Faktör-B	1	0,020	0,020	0,847ns	4,152	7,510
A*B	1	0,028	0,028	1,187ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	0,033	0,011	0,468ns	2,904	4,470
A*C	3	0,256	0,085	3,612*	2,904	4,470
B*C	3	0,015	0,005	0,205ns	2,904	4,470
A*B*C	3	0,086	0,029	1,220ns	2,904	4,470
Hata	32	0,756	0,024			
Genel	47	1,242	0,026			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

**: önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.42’den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, elde edilen verilerin istatistiksel olarak önemli olmadığı, ancak boraks uygulamasından elde edilen değerlerin (0,84 mg saksı⁻¹) borik asit uygulamasına (0,80 mg saksı⁻¹) oranla daha fazla olduğu görülmüştür.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise elde edilen

Çizelge 4.42. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		BY0	Bor Düzeyleri			BY3	Ortalama
			BY1	BY2			
Boraks	N1	0,77	0,81	1,00	0,76		0,84
	N2	0,87	0,82	0,75	0,96		0,85
	Ortalama	0,82	0,81	0,88	0,86		0,84
Borik asit	N1	0,81	0,76	0,75	0,66		0,75
	N2	0,79	0,77	0,81	1,06		0,86
	Ortalama	0,80	0,77	0,78	0,86		0,80
Genel Ortalama		0,81	0,79	0,83	0,86		
Azot Düzeyleri		BY0	Bor Düzeyleri			BY3	Ortalama
			BY1	BY2			
N1	Boraks	0,77	0,81	1,00	0,76		0,84
	Borik asit	0,81	0,76	0,75	0,66		0,75
	Ortalama	0,79	0,79	0,88	0,71		0,79
N2	Boraks	0,87	0,82	0,75	0,96		0,85
	Borik asit	0,79	0,77	0,81	1,06		0,86
	Ortalama	0,83	0,80	0,78	1,01		0,86
Genel Ortalama		0,81	0,79	0,83	0,86		

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

N x BY LSD_{0,01}: 9,324

verilerin istatistiksel olarak önemli olmadığı ancak N2 düzeyinde (0,86 mg saksı⁻¹) N1'e oranla (0,79 mg saksı⁻¹) daha fazla demir kaldırıldığı belirlenmiştir.

4.2.10. Ayçiçeği Bitkisinin Toprakdan Kaldırdığı Bakır Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.43'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.44'de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan bakır miktarı üzerine, yaprağa artan miktarlarda uygulanan bor düzeyleri, N düzeyleri, ve N düzeyleri x bor düzeyleri arasındaki interaksiyonları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. N düzeyleri x bor kaynağı x bor düzeyleri arasındaki interaksiyonları ise istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.43. Bakır varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	1	0,006	0,006	35,113**	4,152	7,510
Faktör-B	1	0,000	0,000	2,813ns	4,152	7,510
A*B	1	0,003	0,003	15,312**	4,152	7,510
Faktör-C	3	0,003	0,001	6,846**	2,904	4,470
A*C	3	0,003	0,001	6,079**	2,904	4,470
B*C	3	0,001	0,000	1,246ns	2,904	4,470
A*B*C	3	0,002	0,001	4,213*	2,904	4,470
Hata	32	0,005	0,000			
Genel	47	0,023	0,000			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.44'de görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek bakır miktarının BY3 (0,11mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği, en düşük bakır kaldırımının ise BY0 (0,09 mg saksı⁻¹) uygulamasından sağlandığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.44. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisi (mg sakı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri										Ortalama		
		BY0		BY1		BY2		BY3						
Boraks	N1	0,09	a	0,08	a	0,09	a	0,09	a	0,09	a	0,09		
	N2	0,08	a	0,10	a	0,11	a	0,10	a	0,10	a	0,10		
	Ortalama	0,09		0,09		0,10		0,10		0,10		0,09		
Borik asit	N1	0,08	a	0,08	a	0,08	b	0,08	b	0,08	b	0,08		
	N2	0,09	a	0,10	a	0,13	a	0,15	a	0,12	a	0,12		
	Ortalama	0,09		0,09		0,10		0,12		0,10		0,10		
Genel Ortalama		0,09	C	0,09	BC	0,10	AB	0,11	A					
Azot Düzeyleri														
		BY0		BY1		BY2		BY3				Ortalama		
N1	Boraks	0,09	a	A	0,08	a	A	0,09	a	A	0,09	a	A	0,09
	Borik asit	0,08	a	A	0,08	a	A	0,08	a	A	0,08	a	A	0,08
	Ortalama	0,09	a	A	0,08	a	A	0,09	b	A	0,09	b	A	0,08
N2	Boraks	0,08	a	B	0,10	a	AB	0,11	a	A	0,10	b	AB	0,10
	Borik asit	0,09	a	C	0,10	a	C	0,13	a	B	0,15	a	A	0,12
	Ortalama	0,09	a	C	0,10	b	BC	0,12	a	AB	0,13	a	A	0,11
Genel Ortalama		0,09	0,09	C		0,09	BC		0,10	AB		0,11	A	

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

N LSD_{0,05}: 0,010 N x BY x Kaynak LSD_{0,05}: 0,021

BY LSD_{0,01}: 0,014

Kaynak x BT LSD_{0,01}: 0,012

N x BY LSD_{0,01}: 0,20

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının farklı azot düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, elde edilen verilerin istatistiksel olarak önemli olmadığı ancak, borik asit uygulamasında (0,10 mg saksı⁻¹) boraks'a (0,09 mg saksı⁻¹) oranla daha fazla bakır kaldırıldığı görülmüştür.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirilip, farklı azot düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kaldırılan bakır miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, N2 dozunda (0,11mg saksı⁻¹) N1 dozuna (0,08mg saksı⁻¹) göre daha çok bakır kaldırıldığı belirlenmiştir. Çimrin ve ark. (2000), artan azot uygulamasıyla, yaprak bakır alınımının düzensiz olarak azaldığını benzer durumun istatistiki olarak önemsiz bulunmalarına rağmen magnezyum, demir ve mangan içeriklerinde de gözlemlendiğini bildirmiştir.

4.2.11. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Çinko Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.45'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.46'da sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan çinko miktarı üzerine, varyasyon kaynaklarının hiç birisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.45).

Çizelge 4.45 Çinko varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	0,018	0,018	1,878ns	4,152	7,510
Faktör-B	1	0,021	0,021	2,126ns	4,152	7,510
A*B	1	0,040	0,040	4,048ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	0,012	0,004	0,418ns	2,904	4,470
A*C	3	0,004	0,001	0,123ns	2,904	4,470
B*C	3	0,069	0,023	2,232ns	2,904	4,470
A*B*C	3	0,032	0,011	1,085ns	2,904	4,470
Hata	32	0,314	0,010			
Genel	47	0,509	0,011			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

**: önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.46. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri				Ortalama
		BY0	BY1	BY2	BY3	
Boraks	N1	0,46	0,50	0,59	0,51	0,52
	N2	0,46	0,52	0,50	0,50	0,50
	Ortalama	0,46	0,51	0,55	0,51	0,51
Borik asit	N1	0,57	0,54	0,37	0,52	0,50
	N2	0,60	0,60	0,56	0,64	0,60
	Ortalama	0,58	0,57	0,46	0,59	0,55
Genel Ortalama		0,52	0,54	0,51	0,55	
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri				Ortalama
		BY0	BY1	BY2	BY3	
N1	Boraks	0,46	0,50	0,59	0,51	0,52
	Borik asit	0,57	0,54	0,37	0,52	0,50
	Ortalama	0,51	0,52	0,47	0,52	0,51
N2	Boraks	0,46	0,52	0,50	0,50	0,50
	Borik asit	0,60	0,60	0,56	0,64	0,60
	Ortalama	0,53	0,56	0,53	0,57	0,55
Genel Ortalama		0,52	0,54	0,51	0,55	

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Çizelge 4.46'dan görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.2.12. Ayçiçeği Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Mangan Miktarı

Yapraktan artan miktarlarda uygulanan bor kaynaklarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.47'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.48'de sunulmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan mangan miktarı üzerine, yaprağa artan miktarlarda uygulanan bor kaynakları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47. Mangan varyans analiz tablosu, yapraktan uygulama

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	Hesaplanan F.	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	1	0,008	0,008	0,987ns	4,152	7,510
Faktör-B	1	0,109	0,109	13,045**	4,152	7,510
A*B	1	0,022	0,022	2,639ns	4,152	7,510
Faktör-C	3	0,043	0,014	1,718ns	2,904	4,470
A*C	3	0,038	0,013	1,523ns	2,904	4,470
B*C	3	0,017	0,006	0,689ns	2,904	4,470
A*B*C	3	0,051	0,017	2,014ns	2,904	4,470
Hata	32	0,268	0,008			
Genel	47	0,557	0,012			

ns: önemsiz

*: önemli %5 alfa seviyesinde

** : önemli %1 alfa seviyesinde

Faktör-A: N Düzeyleri

Faktör-B: Bor Kaynakları

Faktör-C: Bor Düzeyleri

Çizelge 4.48. Farklı kaynaklardan uygulanan bor dozlarının farklı N düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisi (mg saksı⁻¹)

Bor Kaynakları		Bor Düzeyleri				Ortalama
		BY0	BY1	BY2	BY3	
Boraks	N1	0,89	0,93	0,93	1,03	0,94
	N2	0,84	0,83	0,89	0,94	0,88
	Ortalama	0,87	0,88	0,91	0,98	0,91 b
Borik asit	N1	1,03	0,03	1,00	0,92	1,00
	N2	1,00	0,93	0,98	1,14	1,01
	Ortalama	1,02	0,98	0,99	1,03	1,01 a
Genel Ortalama		0,94	0,93	0,95	1,01	
Azot Düzeyleri		Bor Düzeyleri				Ortalama
		BY0	BY1	BY2	BY3	
N1	Boraks	0,89	0,93	0,93	1,03	0,94
	Borik asit	1,03	0,03	1,00	0,92	1,00
	Ortalama	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97
N2	Boraks	0,84	0,83	0,89	0,94	0,88
	Borik asit	1,00	0,93	0,98	1,14	1,01
	Ortalama	0,92	0,88	0,93	1,04	0,95
Genel Ortalama		0,94	0,93	0,95	1,01	

BY: Yapraktan uygulanan bor dozları

N: Azot, fosfor, potasyum düzeyi

Kaynak: Boraks ve borik asit

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Kaynak LSD_{0,01}: 0,072

Çizelge 4.48'den görülebileceği gibi, bor kaynakları ve azot düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Ancak, BY3 düzeyinde en yüksek mangan alınımı (1,01 mg saksı⁻¹) belirlenirken en düşük mangan alınımının ise BY1 düzeyinde (0,93 mg saksı⁻¹) olduğu belirlenmiştir.

Bor ve azot düzeyleri birlikte değerlendirilip, yapraktan uygulanan bor kaynaklarının ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisi incelendiğine, borik asit uygulamasının (1,01 mg saksı⁻¹), boraks uygulamasına (0,91 mg saksı⁻¹) göre önemli miktarda daha fazla mangan alınımına etki ettiği belirlenmiştir.

Bor kaynakları ve bor düzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, farklı azot düzeylerinin ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak, N1 düzeyinde ortalama 0,97 mg saksı⁻¹ mangan alınımı belirlenirken, N2 düzeyinde ortalama 0,95 mg saksı⁻¹ mangan alınımı belirlenmiştir. Çimrin ve ark. (2000), artan azot uygulamasıyla, yaprak mangan alınimleri arasındaki farkın önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

5. SONUÇ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisine topraktan ve yapraktan artan dozlarda bor kaynakları uygulanarak bitkinin gelişim durumu ve topraktan kaldırılan kimi besin elementi miktarlarına etkisi araştırılmıştır.

Deneme konularına göre topraktan yedi bor dozu (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 ve 16.0 mg B kg⁻¹), ve yapraktan dört bor dozu (0, 0.1, 0.2, 0.4 % B) artan miktarlarda borik asit ve boraks kaynaklarından uygulanmıştır. Temel gübreleme ile birlikte saksılara iki farklı N düzeyi uygulanmıştır. N1 için 100 mg N kg⁻¹, 80 mg P kg⁻¹ ve 100 mg K kg⁻¹; N2 için 200 mg N kg⁻¹, 80 mg P kg⁻¹ ve 100 mg K kg⁻¹ dozları NH₄NO₃'tan ve KH₂PO₄'tan sağlanmıştır.

Topraktan artan miktarlarda uygulanan bor dozlarının ayçiçeği bitkisinin kuru madde verimini B5 dozuna kadar arttırdığı, ancak bu artışın BT6 (16,0 mg B kg⁻¹) dozunda azalma gösterdiği belirlenmiştir. Ayçiçeği bitkisinin en yüksek kuru madde ağırlığı BT3 (21,31 g saksı⁻¹) uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 18,80 – 20,55 g saksı⁻¹ arasında bulunmuştur.

Artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı B ve Mg miktarlarında artış görülmüştür. En yüksek bor miktarı BT6 (6,09mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edilmiş bunu BT5 (3,42mg saksı⁻¹) uygulaması izlemiştir. En düşük bor alımı ise hiç bor uygulanmayan BT0 (1,06mg saksı⁻¹) dozundan elde edildiği belirlenmiştir. Artan miktarlarda topraktan uygulanan bor dozlarının, N, P alınımına etkisinin önemsiz olduğu, K alınımının ise BT6 dozunda azaldığı görülmüştür. Na, Ca, Cu Fe ve Mn alınımında, düşük bor düzeyleri olumlu etki yaparken artan bor dozları ile birlikte etkide azalma görülmüştür.

Topraktan uygulanan bor kaynaklarından boraks uygulamasının, borik asit uygulamasına göre daha çok kuru madde miktarı sağladığı belirlenmiştir. Bor kaynakları arasında, ayçiçeği bitkisinin bor alınımı üzerine önemli bir fark gözlenmemiştir. N, Mg, Mn alınımında borik asit uygulamasının, boraks uygulamasına göre daha çok etki gösterdiği belirlenmiştir. Ca, Na, K ve Fe alınımında ise boraks

uygulamasının, borik asit uygulamasına göre daha çok etki gösterdiği belirlenmiştir. Cu, P ve Zn alınımında ise bor kaynakları arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır.

Topraktan uygulanan bor kaynaklarının farklı azot düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarına ve topraktan kaldırılan B miktarına etkisinin olmadığı belirlenmiştir. K ve Cu'un topraktan kaldırılan miktarı N1 dozunda, N2 dozuna göre daha çok olduğu belirlenirken, Mn, Na ve Ca'un N2 dozunda, N1 dozuna göre daha çok olduğu belirlenmiştir. N ve P'un topraktan kaldırılan miktarı ise N dozlarına göre bir fark oluşturmamıştır.

Artan miktarlarda yapraktan uygulanan bor dozlarının kuru madde veriminde kontrole göre azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. En yüksek kuru madde miktarı B0 (21,55 g saksı⁻¹) uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar 16,27g saksı⁻¹ – 19,70 g saksı⁻¹ arasında bulunmuştur. Artan miktarlarda uygulanan bor dozlarından en yüksek doz olan B3 uygulaması (16,27g saksı⁻¹) en düşük kuru madde ağırlığını vermiştir.

Artan miktarlarda yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozları sonucunda ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı bor miktarlarının genel ortalaması incelendiğinde en yüksek bor miktarının BY3 (13,26mg saksı⁻¹) uygulamasından elde edildiği bunu BY2 (8,66mg saksı⁻¹) uygulamasının izlediği belirlenmiştir. En düşük bor alımı ise hiç bor uygulanmayan BY0 (1,26mg saksı⁻¹) dozundan bulunduğu belirlenmiştir. Artan miktarlarda yapraktan püskürtülerek uygulanan bor dozlarının sonucunda ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı K ve P miktarlarında azalmaya neden olurken, Cu ve B alınımını arttırdığı belirlenmiştir. N, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn alınımına etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Yapraktan uygulanan bor kaynaklarından boraks uygulamasının ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarını, borik asite göre daha fazla arttırdığı belirlenmiştir. Topraktan kaldırılan bor miktarı üzerine bor kaynaklarının önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Yapraktan uygulanan bor kaynaklarından borik asit uygulamasının, ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı Mn, N, Cu ve Ca miktarının, boraks

uygulamasıyla kaldırılan miktarından fazla olduğu, P, K, Na, Mg, Fe ve Zn alınımı arasında ise aralarında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Yapraktan uygulanan bor kaynaklarının farklı azot düzeylerinde ayçiçeği bitkisinin kuru madde miktarı, N1 dozunda, N2 dozuna göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırılan bor miktarının ise N2 dozunda, N1 dozuna göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Diğer besin elementlerinin alınımı ise farklılık göstermiştir. Na ve K alınımı N1 dozunda daha fazla olurken, Cu alınımı N2 dozunda daha çok olmuştur. Zn, Fe, Na, Ca, Mn ve N alınımının ise N dozlarının farklılığından etkilenmediği belirlenmiştir.

Topraktan ve yapraktan uygulanacak bor kaynaklarından borik asit'e oranla boraks'ın daha fazla kuru madde verimi sağladığı görülmüştür. Topraktan uygulanacak bor kaynaklarında BT3(2,0mg B kg⁻¹) dozunun uygulanabilecek en yüksek doz olduğu belirlenmiştir. Yapraktan uygulamalarda verilen bor dozlarının, bor haricinde etkisi kontrole oranla düşük bulunduğundan bu uygulama dozlarının yapraktan uygulama için yüksek olduğu dolayısıyla % 0,1 B dozundan daha düşük konsantrasyonlarda uygulama yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

Adriano, D.C., 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment, Springer-Verlag New York, 73-79 p.

Akgül, H. ve Uçgun, K. 2008. M9 Anaçlı Granny Smith Elma çeşidinde farklı azotseviyelerinin verim, kalite ve bazı makro ve mikro besin elementlerinin alımına etkileri.4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt I. Konya, 8-10 Ekim2008, s. 283-293.

Aktaş, M. 1994. Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No:1361, ders Kitabı:395. 344s, Ankara.

Alpaslan, M., Taban, S., İnal, A., Kütük, A.C., Erdal, İ., 1996. Besin Çözeltisinde Yetiştirilen Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Bor-Azot İlişkisi. Pamukkale Üni Versitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. Cilt 2. Sayı 3. Sayfa 215-219.

Aydın, Ş., 1996. Ayçiçeği Bitkisinin Farklı Geleşme Dönemlerinden Azotlu Gübrelemenin Bazı AgronomikÖzelliklere Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Anadolu, J. Of Aarı 6 (2) 1996, 120 – 126 Mara. Bornova – İZMİR.

Aydın, A., Kant, C., Ataoğlu, N., 2005. Erzurum ve Rize Yöresi Toprak Örneklerine Uygulanan Farklı Dozlardaki Bor ve Fosforun Mısır (*Zea mays*)’ın Kuru Madde Miktarı ve Mineral İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 36 (2), 125-129, 2005 ISSN : 1300-9036.

Ayvaz, M. 2012. Bazı Arpa Çeşitlerinde Borun Büyüme ve Gelişme Üzerine Etkileri. ege üniversitesi fen bilimleri enstitüsü biyoloji anabilim dalı yüksek lisans tezi. Bornova-İZMİR.

Baykal-Arı, Ş., Öncel, I., 2006. Buğday Fidelerinin Bor Toksisitesine Toleransında Çözünür Fenolik ve Çözünür Protein MiktarıÖndaki Değişimler. C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (2006) Cilt 27 Sayı 1. 06100 Tandoğan- ANKARA.

Bingham, F.T.,1982. Boron. In: Page, AL; Miller, RH; Keeney, D., R (Ed.) Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. Madison: American Society

Bouyoucos, G., 1962. Hidrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils, Agronomy Journal, 54, 464-465, Çelik, H., A_ao_lu, S. Y., Fidan, Y., Mara_alı, B., Söylemezo_lu, G. 1998. Genel Bağcılık, Sunfidan A_. Mesleki Kitaplar Serisi:1, Ankara,182-183s.

Bozkurt, M.A. ve Karaçal, ., 1998. Farklı Form ve Miktarlarda Azotlu Gübrelemenin Ayçiçeği Çeşitlerinde Yağ Miktarına Etkisi. Y.Y.Ü. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Derg., 8: 43-49, Van.

Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen. Methods of Soil Analysis, Part 2. ed. C.A. Black, American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 1149-1178.

Çakmak, İ., Ekiz, H., Yılmaz, A., Torun, B., Köleli, N., Gültekin, İ., Alkan, A., Eker, S. 1997. Differential Response Rye, Triticale, Bread and Durum Wheats to Zinc Deficiency in Calcareous Soil. Plant and Soil 188: 1-10.

Çıkkılı, Y., 2005. Toprakta ve Yapraktan Uygulanan Borun Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Verim Ve Kimi Kalite Özelliklerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı doktora tezi. Ankara.

Çimrin, K.M., Bozkurt, M.A. ve Akıncı, İ.E., 2000. Azot ve fosforun biberin (*Capsicum Annuum L.*) meyve ve yaprak besin elementi içeriğine etkisi. Fen ve Mühendislik Dergisi, 3 (2):174-181.

Çimrin, M.K., 2000. Gübrelemenin Şeker Pancarının N, P, K İçeriği ve Alımına Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 2001, 11(1):5-10

Demir, İ., 2009. Azot ve kükürdün ayçiçeği'nde (*Helianthus annuus L.*) verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerine etkisi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Ankara.

Forth, H. D. and B. G. Ellis, 1988. Soil Fertility. John Wiley and Sons, New York. p: 212.

Gökmen, Fatma, and Sait Gezgin. 2010. "Konya Ovası Topraklarında Bitkiye Elverişli Bor Durumunun Belirlenmesinde Kullanılacak En Uygun Kimyasal Ekstraksiyon Yöntem Veya Yöntemlerin Seçimi." *SELÇUK TARIM VE GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ* 24.3: 79-86.

Gül, V., 2013. Farklı Gelişme Sürelerine Sahip Yağlık Ayçiçeği (*Helianthus Annuus L.*) Genotiplerinin Farklı Azot Dozlarına Tepkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2013. doktora tezi. Erzurum.

Gregory S., Kelly N.D., 1997. Boron: A review of its nutritional interactions and therapeutic uses, *Alternative Medicine Review*, 2(1): 48-56.

Grove, J. and Summer, M., 1982. Yield and Leaf Composition of Sunflower in Relation to N, P, K and Lime Treatments. *Fertilizer Res.*, 367-378.

Gülümser, A., Serhat, M., Özturan, Y. 2005. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris L.*) yapraktan ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 163-168.

Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H., Çıkkılı, Y. 2000. Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays L.*) çeşitlerinin Bor toksisitesine duyarlılıkları. *Turk. J. of Agriculture and Forestry.*, 24:277-282.

Güneş, A., Soy, M., 2003. Fosforun domates (*Lycopersicum esculentum L.*) bitkisinde bor toksisitesini önlemede etkisi. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 9, 273-27.

Halilova,H., 1996. Mikroelementlerin Biyokimyası. *Tarım ve Köy Dergisi*, III:52-53. Eylül-Ekim, Ankara.

Hanlon, E.A., 1998. Elemental Determination by Atomic Absorption Spectrophotometry, ed. Karla, Y.P., *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*, CRC Pres, Washington, D.C., p.157.

HO S.B, 2000. Boron deficiency of crops in Taiwan, Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, 106: 1-15.

Horneck, D.A., Hanson, D., 1998. Determination of Potassium and Sodium by Flame Emission Spectrophotometry, ed. Karla, Y.P., *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*, CRC Pres, Washington, D.C., p. 157-164.

Hossain, M.A., Jahiruddin, M., Hoque, M.S. and Ali, M.I. 1994. Effect of genotype and sowing date on the response to boron in wheat. *Pakistan J. Scientific and Industrial Research*, 37(10); 432-435.

Jones, J.B., 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis, CRC Pres, Washington, D.C, , p:115-119.

Kacar, B. ve Katkat, V.A., 2007. Bitki Besleme, Nobel Yayınları, Ankara, 659 s.

Kacar, B., İnal, A., 2010. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Kacar, B., Katkat, A.V., 2010. Bitki Besleme, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, 5.Baskı,Ankara-Türkiye.

Kocabaş, I., 2009. Elma Yetiştiriciliğinde Bor Uygulamasının Önemi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2 (1):127-130. Akdeniz üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Antalya, TÜRKİYE ISSN: 1308-3945.

Koç, H. ve Ö.F., Noyan., 1997. Tokat yöresinde azotlu ve fosforlu gübrelerin ayçiçeğinde (*Helianthus annuus L.*) verim ve verim unsurları üzerinde bir araştırma, *U.Ü.Ziraat Fak. Dergisi*, 6, 89-97

Karasu, A., Uzun, A., Öz, M., Başar, H., Turgut,İ., Göksoy, A.T., Açıkgöz, E., 2006. Kışlık Ara Ürün ve Azotlu Gübre Uygulamalarının Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus L.*) Verim ve Önemli Tarımsal Özellikler Üzerine Etkileri. *Uludag.Üniv.Zir.Fak.Derg.*, (2006) 20(1): 85-97

Lott, W.L., Gallo, J.P., Meaff, J.C., 1956. Leaf Analysis Tecnique in Coffe Research, Ibec. Research Inc. 1-9,21-24.

Marschner, H., 2002, Mineral Nutrition of Higher Plants (2nd ed.) ,390. San Diego, CA: Academic Press.

Mclean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed.A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA., pp: 199-223.

Nable, R.O., 1988. Resistance to boron toxicity amongst several barley and wheat genotypes: A preliminary examination of the resistance mechanism. Plant and Soil 112, 45-52.

Nelson, D.W., Sommers, L., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Migrobiological Properties. Agronomy Monograph No.9 (2 nd Ed.) ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp: 539-579.

Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed.A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA, pp: 181-196.

Nyomura, A M S , Brown. P H, Freeman, M., 1997. Fall foliar-applied boron increase tissue boron concentration and nut set of almond Journal of the American Society for Horticultural Science 122(3) 405-410of Agronomy, pt.2, cap.25, p.431-447.

Oluk, E., Demiray, H. 2004. Bor elementinin Sambro No:3 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşidinin büyümesi üzerine etkileri, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 41(1):181-190.

Olsen, S.R., Cole, V., Watanable, F.S. and Dean, L.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate. USDA Circular 939, USDA. U.S.

Ozsoy, G. and E. Aksoy., 2013. Properties and classification of irrigated and non-irrigated Vertisols formed under Mediterranean climate. Journal of Food, Agriculture and Environment, 11(3&4):2478-2480

Orlovius, D., 1990. Dungung von Sonnenblumen. Pflug und Spaten 3, s.3.

Overdahl, C., Evans, S. and Randal, G., 1982. Sunflower Experiments with Nitrogen and Potassium. Agric. Exp. Stn. Miisc. Pub. University of Minnesota, St. Paul, USA.

Parr, A.J., Loughman, B.C., 1983. Boron and Membrane Functions in Plants. In D.A. Robb& W.S. Pierpoint, (Eds.), Metals and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plants Annu. Proc. Phytochem. Soc. Eur. No. 21; 87-107.London: Academic Press.

Paull, J.G., Nable, R.O., Lake, A.W.H., 1992. Materne, M.A. and Rathjen, A.J., Response of annual medics (*Medicago* spp.) and field peas (*Pisum sativum*) to high concentrations of boron: Genetic variation and the mechanism of tolerance. *Aust. J. Agric. Res.* 43, 203-213..

Penca, S, Bellaloui, N, Greve C, Hu, H, Brown, H., 2001. Boron transport and soluble carbohydrate concentrations in olive *J Amer Soc Sei* 126(3)291- 296.

Penland, J.G., 1994. Dietary boron, brain function and cognitive performance, *Environ Health Perspect.*

Raese, J.T., 1997. Cold tolerance, yield, and fruit quality of 'd'Anjou' Pears influenced by nitrogen fertilizer rates and time of application. *Journal Of Plant Nutrition*, 20 (7&8): 1007-1025

Rerkasem, B. and Jamjod, S., 1989. Correcting Boron Deficiency Induced Ear Sterility in Wheat and Barley. *Thai J. Soils Fert.*, 11; 200–209.

Rhoades, J.D., 1982. Soluble Salts. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Ed.A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA, pp: 167-178.

Salama, A. M. and I. Buzas., 1987. Effect of growth regulators and NPK fertilizers on the trace elements contents of sunflower in calcareous soils. *Acta Agronomica Hungarica* 36 (1-2), 37-42.

Sarıççek, O., 2010. Kivi bitkisinde Borlu Gübrelemenın Verim ve Yaprakların Bazı Bitki Besin Maddesi içerdıkları Üzerine Etkisi. ordu üniversitesi fen bilimleri anabilim dalı. Toprak bilimi ve bitki besleme anabilim dalı. Yüksek lisans tezi. Ordu.

Samui, R.C. and Bhattacharyya, P., 1980. Effect of Soil and Foliar Application of Nitrogen, Potassium and Molybdenum on Oil Content and Yield and Chemical Composition of Sunflower. *J. Indian Soc. Soil. Sci.*, 28: 293-298.

Scaife,A. And Turner,M., 1983. diagnosis of Mineral Disorders in Plants. Volume 2 Vegetables. 96 s. London.

Shaaban, M.M, El-Fouly, M.M. and Abdel-Maguid, A.A., 2004. Zinc-boron Relationship in Wheat Plants Grown under Low or High Levels of Calcium Carbonate in the Soil. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 7(4); 633-639.

Shorrocks, V., 1997. The Occurrence and Correction of Boron Deficiency. In *Boron in Soil and Plants: Reviews* Ed: Dell B, Brown P.H., Bell R.W.

Singh, J.P., Dahiya, D.J. and Narwal, R.P., 1990. Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. *Fertilizer Research*, 24(2): 105-110.

Soil Survey Manual., 1951. U.S. Department of Agriculture Hand Book. 18, p. 235.

Sözbilici, Y., 1996. Harran Ovası koşullarında ikinci ürün ayçiçeğinin fosforlu gübre isteğinin tesbiti. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sepehr, E., Malakouti, M.J. and Rasouli, M.H., 2002. The Effect of K, Mg, S and Micronutrients on the Yield and Quality of Sunflower in Iran. 17th WCSS, 14-21 August 2002, Thailand, Symposium 4, pp. 2260.

Taban, S., Alparslan, M., Kütük, C., İnal, A., Erdal, İ., 1995. Relationship between boron and calcium in wheat (*Triticum aestivum* L). Soil Fertility and Fertilizer Management 9th International Symposium of CIEC. P:85-90, 25-30 September 1995. Kuşadası, Turkey.

Taşdemir-Bozbay, G., 2006. Değişik Azot ve Çinko Dozlarının Buğday Bitkisinde Büyüme ve Verim Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. toprak anabilim dalı. Adana.

Thomas, G.W., 1982. Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed.A.L. Page, American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA, , pp: 159-164.

Watanabe, F.S., Olsen, S.R., 1965. Test of an Ascorbic Acid Method for Determining Phosphorus in Water and NaHCO₃ Extracts from Soil, Soil science Soc. Am. Porc., 29, 677-678.

Wolf, B., 1971. The determination of boron soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Soil Science And Plant Analysis, 2(5),(5),63-374.

Yıldıztekin, M., Tuna, A.L., 2015. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkisi Polikültür Koşullarda Yetiştirildiğinde Bor Alımını Etkilenir mi? Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2015, 52 (1):99-106 ISSN 1018 – 8851

Yıldız, T., 2014. Farklı Azot Dozlarının Ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) Çeşitlerinde Verim Ve Verim Unsurları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Iğdır.

Zengin, M., Gökmen, F., Gezgin, S. ve Çakmak, ., 2008a. Potasyum ve Magnezyumlu Gübrelemenin şeker Pancarı Verimine Etkileri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Bildiri Kitabı, sf: 310-318, Konya.

Zengin, M., Gökmen, F., Gezgin, S. and Çakmak., 2008b. Effects of Different Fertilizers with Potassium and Magnesium On The Yield and Quality of Potato. Asian J. of Chemistry; 20(1): 663-676.

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı: Zafer Beştaş

Doğum Yeri ve Yılı: PAZAR/RİZE 13.08.1987

Bildiği Yabancı Diller ve Düzeyi: İngilizce iyi

Eğitim Durumu: **Başlama - Bitirme Yılı** **Kurum Adı**

Lise: 2003 2006 PAZAR ATATÜRK LİSESİ

Lisans: 2008 2013 ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

Yüksek Lisans: 2013

Katıldığı Proje ve Toplantılar: Bor Toksisitesinin Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi ve Toksisitenin Giderilmesine Yönelik Uygulamalar adlı projede araştırmacı. Proje no: OUAP (Z) 2014/8 (proje devam ediyor)

İletişim (e-posta): bestas.zafer@gmail.com

Tarih:09 / 06 /2015

İmza:

Adı Soyadı: Zafer BEŞTAŞ