

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mine KILLIOĞLU

**BOR(B) UYGULAMALARININ MISIR BİTKİSİNİN GELİŞİMİ
VE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ADANA-2022

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BOR (B) UYGULAMASININ MISIR BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mine KILLIOĞLU

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Ayfer ALKAN TORUN
Yıl: 2022, Sayfa: 71
Jüri : Prof. Dr. Ayfer ALKAN TORUN
: Prof. Dr. Mehmet HAMURCU
: Prof. Dr. Faruk TOKLU

Bitkilerde borun (B) generatif kısma taşınmasında sorunlar olduğu birçok literatür çalışmasında ortaya konmuştur. Borun özellikle taneye taşınmasındaki rolünü belirlemek için sera koşullarında mısır bitkisi ile yürütülen bu çalışmada, değişik uygulama metodu (kontrol, toprak, yaprak, toprak+yaprak) ile artan dozlarda B uygulamaları (0,1,2.5,10,20 mg kg⁻¹ ve 300 mg L⁻¹) yapılmıştır. Mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerinde (V3, V6, V9, V10 ve tane oluşum dönemi) hasat gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygulamaların, klorofil düzeyi (SPAD değeri), kuru madde verimi, yeşil aksam ve tanede B konsantrasyonu, bitkisel parametreler, yeşil aksam ve tanede N konsantrasyonu üzerine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca uygulamaların özellikle bitkinin tanede nişasta ve ham protein miktarı, çiçekte çiçek tozu canlılık ve üretim miktarları gibi bazı kalite parametreleri üzerine etkisine de bakılmıştır.

Çalışmadan elde edilen verilere göre, değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının yeşil aksam SPAD değeri, kuru madde verimi, B konsantrasyonu ve azot konsantrasyonu üzerine etkisinin %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu bilgilere ilave olarak, yeşil aksam B konsantrasyonlarının kontrole göre (B0) artan dozda B uygulaması ile arttığı, en yüksek artışların toprak+yaprak kombinasyon uygulamalarında olduğu saptanmıştır. Bitkinin büyümesiyle birlikte yeşil aksam B konsantrasyonunda artış saptanmış ve en yüksek B konsantrasyon artışının V10 döneminde örneklenen koçan yaprağında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tane B konsantrasyonunda B0'a uygulamasına göre en belirgin artış oranının %62 ile TB20+YB ve %55 ile TB10+YB uygulamalarında, azot konsantrasyonunda %38 ile TB2.5 uygulamasında, nişasta oranında %13 ile YB uygulamasında artış olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bor, uygulama metodları, verim-kalite parametreleri, çiçek tozu canlılık düzeyleri ve üretim miktarları

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECT OF BORON(B) APPLICATION ON DEVELOPMENT AND SOME QUALITY PROPERTIES OF CORN PLANT

Mine KILLIOĞLU

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

Supervisor : Prof. Dr. Ayfer ALKAN TORUN
Year: 2022, Pages: 71
Jury : Prof. Dr. Ayfer ALKAN TORUN
: Prof. Dr. Mehmet HAMURCU
: Prof. Dr. Faruk TOKLU

It has been revealed in many literature studies that there are problems in the transport of boron (B) to the generative part in plants. In this study, which was carried out with corn plants in greenhouse conditions to determine the role of boron in the transport of boron to the grain, different application methods (control, soil, leaf, soil+leaf) and increasing doses of B applications (0,1,2.5,10,20 mg kg⁻¹ and 300 mg L⁻¹) was made. Harvesting was carried out at different growth periods (V3, V6, V9, V10 and grain formation period) of the corn plant. In the study, the effects of applications on chlorophyll level (SPAD value), dry matter yield, B concentration in green parts and grain, plant parameters, N concentration in green parts and grain were determined. In addition, the effects of the applications on some quality parameters such as the amount of starch and crude protein in the grain, the vitality of the pollen in the flower and the production amounts were also examined.

According to the data obtained from the study, it was determined that the effect of B application in increasing doses with different application methods on the green part SPAD value, dry matter yield, boron concentration and nitrogen concentration was statistically significant at the 1% level. In addition to this information, it was determined that green component B concentrations increased with increasing dose of B compared to the control (B0), and the highest increases were observed in soil + leaf combination applications. With the growth of the plant, an increase in the green part B concentration was determined and the highest B concentration increase was determined in the cob leaf sampled in the V10 period. In addition, the most significant increase in grain B concentration compared to B0 application was 62% in TB20+YB and 55% in TB10+YB applications, in nitrogen concentration with 38% in TB2.5. It was determined that there was an increase in starch ratio by 13% in YB application.

Keywords: Boron, application methods, yield-quality parameters, pollen vitality levels and production amounts

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bor'un mısır ve diğer bitkilerin veriminde önemli roller oynadığı bilinmektedir. Bu rollerin etkinliğinde B'un bitkiye uygulama yönteminin, uygulama zamanının ve uygulama dozunun önemli olduğu bildirilmiştir. Mısır bitkisine B uygulamasının miktarı, zamanı ve yöntemi gibi konularda özellikle generatif aşamadaki kalite parametreleri üzerine B'un rolünü gösteren çalışmalar Türkiye koşullarında oldukça sınırlı veya yok denecek kadar azdır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada mısır bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerinde, yeşil aksam ve özellikle tane B beslenmesi ve kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek hedeflenmiştir. Bu amaçla sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, mısır bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda uygulanan B'un mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerinde yeşil aksamda "klorofil düzeyi (SPAD değeri), kuru madde verimi, bitkisel (agro morfolojik) parametreler" ile yeşil aksam ve tanede B analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca tanede "ham protein, nişasta ve çiçek tozu canlılık-çiçek tozu üretim miktarları" gibi kalite parametrelerinin üzerindeki etkisi saptanmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre uygulamaların mısır bitkisinin yeşil aksam klorofil düzeyi üzerine dönemler etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde V9 (39.47) dönemi, uygulama metodu bazında etkisi incelendiğinde ise TB1+YB (37.21), TB2.5+YB (36.82) ve TB5+YB (36.94) uygulamalarında kontrol uygulamasına göre anlamlı fark belirlenlenmiştir. Mısır bitkisinin kuru madde verimi, bitki büyümesine paralel olarak artmış, istatistiksel açıdan kontrol uygulamasına göre dönemselsel olarak V10 (13.99) döneminde, uygulama metodu bazında ise TB5+YB (6.32) ve TB10+YB(6.35) uygulamalarında anlamlı farklar elde edilmiştir.

Yeşil aksam B konsantrasyonu değerlendirildiğinde istatistiksel olarak dönemler bazında V3, V6 ve V9 dönemlerinde TB20 uygulaması ile V10 dönemi ve

V10 dönemi koçan yaprağında TB20 ve TB20+YB uygulamalarında anlamlı farklar belirlenmiştir. Yeşil aksam B konsantrasyonunun bitki büyümesine paralel olarak arttığı, söz konusu artışların ilk hasat dönemi olan V3 dönemine göre V6 döneminde yaklaşık %11 oranında olduğu V9 ve V10 döneminde ise sırasıyla %15 ve %83 oranında olduğu saptanmıştır. Bu artış V10 dönemi koçan yaprağı B konsantrasyonları değerlendirildiğinde ise %195 oranında gerçekleşmiştir. Yeşil aksam B konsantrasyonunun dönem ortalamalarına istatistiksel olarak bakıldığında en anlamlı fark V10 dönemi koçan yaprağında saptanmıştır. Aynı parametrenin ortalama değerlerine uygulama metodları açısından bakılacak olursa artan B dozlarına bağlı olarak B konsantrasyonu arttıkça tanedeki B konsantrasyonu da artış göstermiştir. İstatistiksel açıdan da tane de B konsantrasyonunda en anlamlı farkın TB20+YB uygulamasında ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Mısır bitkisinde bitkisel parametreler (agro morfolojik özellikler) istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Mısır bitkisi koçan sıra sayısı ve koçan tane sayısındaki en anlamlı fark TB20+YB uygulamasında görülür iken, koçan tane ağırlığında TB5+YB uygulamasında ve sömek ağırlığında TB2.5 uygulamasında anlamlı fark belirlenmiştir. Tane nem içeriklerinde ise bu anlamlı fark TB5+YB (9.8) ile B0 (9.5) uygulamalarında öne çıkmıştır.

Mısır bitkisi yeşil aksam N konsantrasyonu değerlendirildiğinde istatistiki açıdan anlamlı fark V3(3.31) döneminde saptanmıştır. Ayrıca tanede azot (N), ham protein ve nişasta oranı üzerine B dozlarının ve farklı uygulama metodlarının etkisinde incelenmiştir. İstatistiksel olarak tanede N ve hamprotein oranında TB2.5 (sırasıyla 1.92, 12.02) uygulamasında anlamlı fark gözlemlenirken, nişasta miktarında sırasıyla TB10+YB(68.26), TB20(68.09), YB(67.93) ve TB20+YB(67.39) uygulamalarında anlamlı bir fark görülmüştür.

Çalışmamız bitki besleme açısından değişik uygulama metodu ile artan dozda B uygulamasının özellikle tanedeki etkisine bakıldığında, TB20 uygulamasının tanede B konsantrasyonu, N konsantrasyonu, nişasta miktarına etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Çiçek tozu üretim

miktarlarında da TB20 uygulamasının ön plana çıkan uygulamalar arasında olduğu ve çiçek tozu canlılık durumu ise istatistiki açıdan en önemli anlamlı farkın TB2.5 uygulamasında önemli/anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Yeşil akşamda (tüm hasat dönemlerinde) B konsantrasyonu ile N konsantrasyonları arasında ve tanede B konsantrasyonu ile N konsantrasyonları arasında negatif yönlü kolerasyon saptanmıştır ($p<0.01$). Koçan oluşturma ve tane dolum dönemine en yakın dönem olan V10 döneminde ise yeşil akşam SPAD değeri ile yeşil akşam B konsantrasyonu ve tane kuru madde verimi arasında pozitif yönlü kolerasyon belirlenmiştir ($p<0.01$). Ayrıca V10 döneminde yeşil akşam B konsantrasyonu ile tane B konsantrasyonu arasında da pozitif yönlü kolerasyon saptanmıştır ($p<0.01$).



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans döneminde desteğini, bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen, lisans eğitimi boyunca da saymakla bitmeyecek katkılar sağlayan danışman hocam Prof. Dr. Ayfer ALKAN TORUN'a sonsuz teşekkür ederim.

T.C. Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine yüksek lisans tezime yapmış olduğu destek nedeniyle teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin tüm süreci boyunca, değerli görüşlerine başvurduğum, kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm Arş. Gör. Ebru DUYMUŞ'a ve benden desteğini esirgemeyen Uzm. Dr. Şahin CENKSEVEN'e bana sağladığı tüm destekleri, bilgileri ve yardımları için teşekkür ederim.

Tez çalışmamda benden yardımlarını esirgemeyen Emine Mine YALÇINKAYA, Betül AYDEMİR, Taofik WAHAB ve Özlem KAYACA'ya destekleri için teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında bulunan, benden hiçbir konuda yardımını esirgemeyen, stres altında olduğum zamanlarda bile bana anlayış gösteren aile fertlerimden kardeşim Uzm. Öğrt. Uğurnaz KILLIOĞLU'na, maddi ve manevi olarak her daim benim yanımda olan, her koşulda beni destekleyen, bana inanan ve güvenen babam Mehmet Çoşkun KILLIOĞLU'na, bana koşulsuz bir şekilde sevgi ile yaklaşan annem Durna KILLIOĞLU'na ve ablam Huri Melek KILLIOĞLU'na, ayrıca tezimin son aşamalarında hayatıma dahil olan tüm samimiyeti ve iyi niyetiyle her konuda yanımda olduğunu hissettiğim sevgili eşim Barış IŞIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1.GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Bitki Besin Elementi Olarak Bor	5
2.2. Bor İle İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	6
3. MATERYAL VE METOD	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Sera Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi.....	13
3.2.2.Toprak Örneklerine Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri	15
3.2.3. Bitki Analizleri	16
3.2.3.1. Klorofil Düzeyi ve Kuru Madde Verimleri Analizi	16
3.2.3.2. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması	16
3.2.3.3. Mısır Bitkisinde Yeşil Aksam ve Tane’de B analizi;	17
3.2.3.4. Bitkisel Parametreler	17
3.2.3.5. Çiçek Tozu Canlılık ve Çimlenme Analizleri	19
3.3. İstatistik Analizler	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21

4.1. Değişik Uygulama Metodları ile Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Farklı Büyüme Dönemlerindeki Klorofil Değerleri (SPAD Değeri) ve Kuru Madde Verimine Etkisi	21
4.2. Değişik Uygulama Metodları ile Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Farklı Büyüme Dönemlerindeki Yeşil Aksam ve Tanede Bor Konsantrasyonuna Etkisi	30
4.3. Değişik Uygulama Metodları İle Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Bazı Bitkisel Parametreler Üzerine Etkisi	36
4.4. Değişik Uygulama Metodları ile Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Generatif Aksamında Bazı Kalite Parametreler Üzerine Etkisi	42
4.5. Değişik Uygulama Metodları İle Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Çiçek Tozu Canlılık Düzeyleri ve Çiçek Tozu Üretim Miktarları Üzerine Etkisi	48
4.6. Değişik Uygulama Metodları İle Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinde Korelasyon Tabloları.....	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4. 1. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerine ait varyans tablosu.....	22
Çizelge 4. 2. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki yeşil aksam klorofil düzeyine etkisi	24
Çizelge 4. 3. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamalarının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki, yeşil aksam kuru madde verimine etkisi.....	30
Çizelge 4. 4. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki yeşil aksam ve tanede B konsantrasyonu üzerine etkisi	33
Çizelge 4. 5. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin bazı bitkisel parametreleri üzerine etkisi	38
Çizelge 4. 6. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin bazı bitkisel parametreleri üzerine etkisi	41
Çizelge 4. 7. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki yeşil aksam azot (%) konsantrasyonu üzerine etkileri	44
Çizelge 4. 8. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinde tanede azot konsantrasyonu, tanede ham protein ve tanede nişasta üzerine etkisi.....	45
Çizelge 4. 9. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin çiçek tozu canlılık düzeyleri üzerine etkisi.....	50
Çizelge 4. 10. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin çiçek tozu üretim miktarı üzerine etkileri.....	52
Çizelge 4. 11. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısırın bitkisel parametreleri arasındaki korelasyon	54

Çizelge 4. 12. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinde korelasyon.....	56
Çizelge 4. 13. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır mısır bitkisindeki koçan yaprağında korelasyon	57
Çizelge 4. 14. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısırın çiçek tozu canlılık ve üretim miktarı üzerine korelasyon.....	58



Şekil 4.1. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin V3dönemi V6 dönemi ve V9 dönemi büyümesine etkisi.....	26
Şekil 4.2. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin V10 büyümesine etkisi	27
Şekil 4.3. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin V3,V6, V9 ve V10 döneminde yeşil aksam kuru madde verimine etkisi	28
Şekil 4.4. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinde V3, V6 ve V9 dönemine ait yeşil aksam B konsantrasyonu ve V10 dönemi yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine etkisi	34
Şekil 4.5. Değişik uygulama metodları mısır bitkisinin tanesindeki B konsantrasyonu üzerine etkisi	35
Şekil 4.6. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır tanesinde azot ve nişasta konsantrasyonu üzerine etkisi.....	46



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
cm	: Santimetre
Cu	: Bakır
DTPA	: diethylene triamine pentaacetic acid
EC	: Kireç
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nation
Fe	: Demir
G	: Gram
HCl	: Hidroklorik asit
K	: Potasyum
K ₂ O	: Potasyum oksit
KDK	: Katyon değişim kapasitesi
Kg	: Kilogram
m	: Metre
Mg	: Magnezyum
Mg	: Miligram
mm	: Milimetre
mmhos.cm ⁻¹	: Tuzluluk birimi
Mn	: Mangan
N	: Azot
NaHCO ₃	: Sodyum bikarbonat
P	: Fosfor
P ₂ O ₅	: Fosfor pentaoksit
pH	: Asitlik-alkalilik faktörü

S : Kükürt
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
Zn : Çinko



1.GİRİŞ

Bor (B) noksanlığı, tarım topraklarında sıklıkla görülen ve verim üzerinde sınırlayıcı etkisi olan önemli bir mineral beslenme problemidir. Bazı raporlara göre, B noksanlığı dünyada bitkilerde en yaygın olarak ortaya çıkan mikro element noksanlıklarından biri olduğu bildirilmiştir. Dünyanın farklı bölgelerinde bitki yetiştiriciliğinde, ortaya çıkan B noksanlığının ülkemizde de önemli bir beslenme problemi olduğu bildirilmiştir (Sillanpaa, 1990; Çakmak, 2016). Hem pH'sı düşük, hem de pH'sı yüksek topraklarda ortaya çıkan B noksanlığı problemi Türkiye'de bitkisel üretim altındaki topraklarda da yaygınlık göstermektedir. Geçmişte ve yakın zamanda yürütülmüş, Türkiye topraklarının B içeriğini belirlemeye yönelik olarak BOREN desteği ile yürütülen projeler ile "Türkiye Bor Haritası" oluşturulmuştur. Hazırlanan Türkiye haritasında topraklarımızın %46.2'sinin çok az ve yetersiz, %31.1'inin yeterli, %19.4'ünün fazla ve %3.3'ünün ise çok fazla seviyede B içerdiği saptanmıştır (Çakmak, 2016).

Bor, sahip olduğu çok yönlü morfolojik ve fizyolojik fonksiyonlarıyla kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli olan bir mineral besin elementidir (Goldbach ve Wimmer, 2007; Marschner, 2012; Ceylan ve ark., 2016). Bitkilerde B noksanlığı; genç yapraklarda, kloroz şeklinde ve genel olarak yaprak ayasında beyaz şeritler veya düzensiz çizgiler halinde ortaya çıkarken, bitkilerin asıl büyüme organları olan tomurcukların ölümü ile kendini göstermektedir. Buna bağlı olarak bitkide büyüme yavaşlamakta, noksanlığın şiddetlenmesiyle yapraklar kıvrılmakta ve yaprak uçları kalınlaşmaktadır (Boşgelmez ve ark., 2001; Rashid ve ark., 2004, McCauley ve ark., 2009).

Bitkisel üretim alanlarındaki B noksanlığı ve toksisitesi sorunları, toprak ve bitkisel özelliklerin yanı sıra çevresel faktörlere bağlı olarak da değişmektedir. Bor'un bitkideki beslenme fizyolojisi diğer birçok besin elementinden farklıdır. Toprakta B'un bitki kök bölgesine taşınması kütle akışıyla gerçekleşmektedir. Kökler tarafından absorbe edilen B bitkilerde tepe noktalarına kadar ksilem iletim

boruları içerisinde taşınmaktadır. Bitki içerisinde B çoğunlukla bitkinin transpirasyonu ile harekete geçmekte ve ardından tüm bitki dokularına dağıtılmaktadır (Huang ve ark. 2005; Boaretto ve ark., 2011; Mertens ve ark., 2011; Liu ve ark., 2005; Wimmer ve Eichert 2013; Mesquita ve ark., 2016). Çukurova bölgesinde özellikle yaz aylarındaki bağıl nemin yüksekliği, bitkideki ksilem hareketini ve buna bağlı olarak B'un bitkiler tarafından alımını ve taşınımını engelleyebileceği düşünülmektedir. Söz konusu durum göz önüne alındığında, özellikle bölgemizde bitkisel üretim için B beslenmesinin ne derece önemli olduğu görülmektedir. Bölgedeki bitki deseni içerisinde yaygın üretimi özellikle bağıl nemin yüksek olduğu aylarda yapılan mısır bitkisinde de B beslenmesinin önemli ve/veya sorun olabileceğini düşündürmektedir. Yapılan çalışmalarda B uygulamalarının kuraklık etkilerini azalttığı bildirilmiştir (Davis ve ark., 2003).

Daha önce sadece insan ve hayvan beslenmesi için kullanılan mısır bitkisi, bünyesinde bulundurduğu besin maddeleri nedeniyle nişasta bazlı şeker sanayinin, bitkisel yağ sanayisinin ve biyodizel yakıt üretiminin ham maddesi konumuna gelmiş olup kullanım alanlarının artmış olması nedeniyle önemi gün geçtikçe artan bir kültür bitkisi olarak kendini göstermiştir. Mısır bitkisi, üretim açısından Dünya'da buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktayken, ülkemizde %3,8 oranında artarak yaklaşık 6,8 milyon ton üretim ile buğday sonra en fazla üretim yapılan tahıl bitkisi grubunda yer almaktadır (TUİK, 2021).

Çukurova bölgesinde yaygın üretimi yapılan mısır bitkisinin dünya üzerindeki toplam ekim alanı yaklaşık olarak 198 milyon hektar ve toplam üretim miktarı ise 1140 milyon ton olup hektara alınan verim 5.7 ton civarındadır. Türkiye'deki ekim alanı 691 bin 632 hektar ve yıllık üretimi ise 6.5 milyon ton olup ortalama dekara tane verimi 940 kg civarındadır. Adana'daki ekim alanına bakacak olursak yaklaşık 1.117.530 dekar alanda ekime sahip olduğu bildirilmiştir. Bu istatistiki verilere göre mısır dünyada en fazla üretilen tahıl türüdür. Mısır ekim ve üretimi dünyada olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda hızlı bir artış eğiliminde olan tane verimiyle önemli bir gıda maddesi konumundadır (FAO, 2020).

Mısır bitkisinin dekara gereksinim duyduğu bitki besin elementleri ve miktarları sırasıyla, N 287 kg, P_2O_5 113 kg, K_2O 202 kg, S 26 kg, Mg 59 kg, Zn 498 kg, B 83 kg, Mn 567 kg, Fe 1318 kg ve Cu 138 kg'dır. Tane tarafından kaldırılan miktarları ise; sırasıyla; 166 kg N, 90 kg P_2O_5 , 66 kg K_2O , 15 kg S, 17 kg Mg, 309 kg Zn, 19 kg B, 73 kg Mn, 244 kg, Fe ve 41 kg Cu olduğu bildirilmiştir (Bayram ve ark., 2014).

Mısır bitkisinin diğer tahıllara kıyasla nispeten düşük B gereksinimine sahip olduğu bildirilmiştir (Martens ve Westermann, 1991). Mısır bitkisinde B noksanlığının; yeşil aksam ve kök gelişmesinde, tepe püskülü ve koçan püskülü oluşumunda, yapraklardan koçana şeker taşınmasında, polen tüplerinin ve tohum oluşumunda önemli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Tane olgunlaşma döneminde B uygulaması sap, kök ve bitki boyuna göre tane verimi ve koçan başına tane sayısı üzerine daha belirgin bir etkisinin olduğu da görülmüştür (Lordkaew ve ark., 2011). Öte yandan B, bitki büyümesi ve gelişmesi için mutlak gerekli element olmasının yanı sıra B noksanlığına, bitkide eşeyli üremenin vejetatif büyümeye göre daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2009).

Mısır bitkisinin verim üzerine B'un önemli rolünün olduğunu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Tahir ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada, farklı zamanlarda ve miktarlarda mısır bitkisine yapraktan B uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre B uygulamalarının mısır bitkisinin verimini önemli ölçüde pozitif etkilediği ve bitki üç yapraklı dönemdeyken yapraktan % 0.5 boraks uygulanmasının verimin üzerinde önemli etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Mısır bitkisi üzerine B gübrelemesi ile birlikte kombine şekilde diğer mikro elementlerinin özellikle Zn'nun eş zamanlı uygulanmasının verim ve kalite üzerine olumlu etkisinin olduğu yapılan birçok çalışmada ortaya konmuştur. Örneğin, Kumar ve ark. (2019), topraktan ve yapraktan artan dozlarda Zn ve B uygulamasını ayrı ayrı ve kombine şeklinde uyguladıkları çalışmada en yüksek verimin her iki gübrenin kombine şekilde ve topraktan 0.5 kg Zn ha⁻¹ ve 0.5 kg B ha⁻¹ olacak şekilde

uygulanması gerektiği bildirilmiştir. Benzer sonuçlar Anjum ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada da bildirilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre mısır bitkisine hem Zn hem de B'un yapraktan uygulanması ve tek başına yapraktan Zn kullanılmasıyla maksimum verim elde edildiği ayrıca kombine B ve Zn uygulaması hem topraktan hem de yapraktan uygulamalarda daha yüksek verim sağlandığı bildirilmiştir. Buna karşılık aynı çalışmada yapraktan Zn uygulamasının kullanılması da umut verici sonuçlar verirken, Zn kullanmadan yapraktan veya topraktan B uygulaması üretim maliyetini arttırdığı bildirilmiştir.

Dünya'da ve Türkiye'de bitkisel üretimde yer alan, verim düzeyi olarak giderek artan, insan beslenmesinde ve sanayide önemi anlaşılan mısır bitkisinin yetiştiriciliğinde, agronomik uygulamaların özellikle mikro besin elementinin rolüyle ilgili çalışmalar sınırlı düzeyde kalmıştır. Yüksek pH, ağır bünye ve düşük organik madde içeriği gibi özellikleri olan bölge topraklarında özellikle bitkilerin B ve diğer mikro elementlerce beslenmesinde ciddi sorunlar ortaya çıktığı bilinmektedir.

Literatür çalışmaları B'un mısır ve diğer bitkilerin veriminde önemli roller oynadığını göstermiştir. Bu rollerin etkinliğinde B'un bitkiye uygulama yönteminin, uygulama zamanının ve uygulama dozunun önemli olduğu anlaşılmıştır. Bu noktadan hareketle bu çalışmayla mısır bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda B uygulama metodlarının büyüme dönemlerine ve özellikle de kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek hedeflenmiştir. Bu amaçla sera koşullarında yürütülen bu çalışmada mısır bitkisinin yeşil aksamda "SPAD, kuru madde verimi, agro morfolojik parametreler" ile birlikte yeşil aksam ve tanesinde B analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca tanede "ham protein, nişasta ve çiçek tozu canlılık-üretim miktarları" gibi kalite parametrelerinin üzerindeki etkisi saptanmaya çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bitki Besin Elementi Olarak Bor

Bor topraklarda, bitkiler için düşük konsantrasyonlarda gerekli, yüksek konsantrasyonlarda ise toksik etkiye sahiptir (Marchener, 2012; Dridi ve ark., 2018). Toprakta yayayışlı B miktarı bitki gereksinimlerine göre dar bir aralıkta değişim gösterdiğinden, bitkisel üretimi de sınırlayıcı etkisi olduğu bilinmektedir (Alloway, 2008; Yau ve Ryan, 2008; Dridi ve ark., 2018). Bitkisel üretim alanlarındaki B noksanlığı ve toksisitesinin yaygın olmasının en önemli nedenlerinden biri toprak özellikleridir. Yüksek pH, ağır bünye ve düşük organik madde içeriği gibi özellikleri olan bölge topraklarında özellikle bitkilerin B ve diğer mikro elementlerce beslenmesinde ciddi sorunlar ortaya çıktığı bilinmektedir. Dünyanın farklı bölgelerinde bitki yetiştiriciliğinde, ortaya çıkan B noksanlığının ülkemizde de önemli bir beslenme problemi olduğu bildirilmiştir (Sillanpaa, 1990; Çakmak, 2016).

Bitkisel üretim alanlarındaki B noksanlığı ve toksisitesi sorunu, toprak ve bitkisel özelliklerin yanısıra çevresel faktörlere bağlı olarak da değişmektedir. Toprakta B'un bitki kök bölgesine taşınması kütle akışıyla gerçekleşmektedir. Kökler tarafından absorbe edilen B bitkilerde tepe noktalarına kadar ksilem iletim boruları içerisinde taşınmaktadır. Bitki içerisinde B çoğunlukla bitkinin transprasyonu ile harekete geçmekte ve ardından tüm bitki dokularına dağıtılmaktadır (Mesquita ve ark., 2016).

Bitkilerde, B'un büyüme ve gelişmesindeki önemi, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda yer almasından kaynaklanmaktadır (Çakmak ve Römheld, 1997; Goldbach ve Wimmer, 2007; Ceylan ve ark., 2016). Bitkilerde B, şekerlerin taşınmasında, hücre duvarı sentezinde, ligninleşmede, hücre duvarının yapısında, karbonhidrat metabolizmasında, solunumda, indol asetik asit (IAA) metabolizmasında, fenol metabolizmasında ve membranların bütünlüğünde rol almaktadır. Ayrıca son zamanlarda, B'un askorbat metabolizmasında (Lukaszevski

ve Blevins, 1996) yer aldığı ve oksijen aktivasyonunu indüklediği de bildirilmiştir. (Parr ve Loughman, 1983; Plaster, 1992; Cakmak ve Römheld, 1997; Boşgelmez ve ark., 2001; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley ve ark., 2009; Marschner., 2012).

Bitkide B'un fazlalığı veya eksikliği sadece bir elementi değil bitkinin diğer besin elementleriyle genel beslenme dengesini de etkilemektedir (Tariq ve Mott, 2007). Bitkide B noksanlığında, potasyum(K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) gibi diğer elementlerinde bitkilerce alımlarının da etkilendiği bildirilmiştir. Birçok araştırmacıya göre, büyüme ortamındaki B'un bitkiye yarıyışı K'u etkilediği belirlenmiştir (Tariq ve Mott, 2006). Bor ve K arasındaki sinerjistik etkinin varlığı başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Yazıcı ve ark. 2019). Yapılan bir çalışmada patates bitkisinde, bitkinin B'la beslenmesinin iyileştirilmesiyle Ca beslenmesinin de iyileştirildiği bildirilmiştir (Abdulnour ve ark., 2000). Türkiye'nin de içinde bulunduğu 85 ülkenin tarım topraklarında B noksanlığından söz edilmektedir (Taban, 2014). Özellikle Tropikal bölgelerde uzun süren kuraklık veya aşırı yağışlardan dolayı B'un bitkiler tarafından absorpsiyonu azalmaktadır (Huang ve ark.,2005; Marschner,2012). Yapılan survey çalışmalarında; ülkemizde bitkisel üretim altındaki toprakların, en az %25'inde B noksanlığı ($<1 \text{ mg kg}^{-1}$) probleminin olduğu, bazı bölgelerimizde ise (özellikle Orta Anadolu Bölgesinin bazı kısımlarında) B'un, toprakta aşırı (toksik) düzeylerde ($>2 \text{ mg kg}^{-1}$) bulunduğu bildirilmiştir (Çakmak, 2016).

2.2.Bor İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Loomis ve ark. (1992) Bor noksanlığını hafif şekilde gösteren bitkilerin vejetatif gelişmelerine göre döllenme ve üreme gibi generatif dönemdeki gelişmelerinin daha fazla olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. Aynı şekilde çiçek oluşumu gerilemekte, tomurcuklar gelişimini tamamlayamamakta, polenler kısır, tohumlar zayıf buruşuk ve deforme bir görünüm almaktayken (Abedin ve ark. 1994), çiçek sayısı ve büyüklüğünde de belirgin bir azalma (Zhang ve ark. 1999) olduğu bildirilmektedir. Ayrıca B, bitkilerin hücre duvarının dayanıklılığında, membran

bütünlüğünde, fenol metabolizmasında, karbonhidratların taşınmasında ve özellikle generatif organların oluşumunda, polen çimlenmesinde ve polen tüpü büyümesindeki rolü oldukça önemlidir (Marschner,2012).

Çakmak ve ark.,(2017) kök gelişimi ve besin elementi alımında B'un rolünü araştıran bir çalışmalarında, Arabidopsis bitkisi düşük orta ve yeterli miktarda B sağlayarak yetiştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, düşük B koşullarındaki bitkilerde K, NO_3^- ve P gibi bazı besin elementi alımlarında azalmalar söz konusu olduğunu ortaya konmuştur. Bu bulgular B noksanlığının diğer besin elementlerinin bitkilerce alımını kötüleştirdiğini ortaya koyması bakımından önemlidir.

Çakmak ve ark., (2017) B'un ATPaz enzimi aktivitesinde ve hücre membranlarının yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünde anahtar bir rol üstlendiğini, B noksanlığında plazma membranlarının yapısal bütünlüğünün de ciddi şekilde bozulup zarar gördüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca B noksanlığının membranlar üzerindeki demir (Fe) taşınımında değişimlere ve bozulmalara yola açtığını, B'ca noksan bitkilere B ilavesinin membran bütünlüğünde ve plazma membran H^+ ATPaz enzim aktivitesinde dakikalar içinde hızlı bir yenilenme ve iyileşmeye yol açtığını belirlemişlerdir.

Bor noksanlığı bitki gelişimini sınırlayan mutlak bir mikro element olduğu, B noksanlık stresinin tarımda önemli verim ve ekonomik kayıplara yol açtığı, bu nedenle bitkilerde B noksanlığından kaynaklı bitkisel ürün kayıplarını azaltmak için bitkinin B beslenmesinin önemli strateji olduğu bildirilmiştir(Reguera ve ark., 2017). Aynı çalışmada, B noksanlığı koşullarındaki Arabidopsis bitkisindeki kök gelişiminin gerilemesinin azaldığı, bunun hücre bölünmesi ve uzamasının kötüleşmesiyle ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Söz konusu çalışmada B noksanlık stresinde sitokinin ve auxin gibi hormonların kökte hücre bölünmesinde önemli rol oynadığı bulunmuştur.

Huang ve ark., (2005) B'un, Ca gibi elementlerin bitkilerce kullanımını arttırması yanında, bitkinin abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığını da arttırdığını belirtmişlerdir. Tarla gözlemleri ve sera çalışmaları,

bitkilerde B noksanlığı ve yaprakta düşük sıcaklık zararlanması arasında bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ancak bu iki stres faktörü arasında ilişkinin fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyi henüz tam anlaşılabilmiş değildir. Tüm bitkide yapılan çalışmadan elde edilen bulgular, kök bölgesinde düşük sıcaklık, bitkinin B alım kapasitesini sınırlandırdığını ve/veya yeşil aksamdaki B'un dağılımını ve kullanımını etkilediğini ortaya koymuşlardır. Bu araştırmacılar soğuk stresinin etkisinde bitki türlerinin soğuğa karşı toleransı, düşük sıcaklığın niteliği (ani ya da yavaş düşüşler) ve büyüme koşullarının (ışık ve nem gibi) belirleyici olduğunu bildirmiştir.

Lordkaew ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada vegetatif dönemde B uygulamaları arasında önemli fark olmamasına karşılık püskül ve koçan çıkışının görüldüğü generatif dönemde B uygulamasının yapılmadığı koşullarda B noksanlık belirtileri gözlenirken söz konusu belirtilerin B'un 20 μM düzeyinde uygulandığı durumda olmadığını gözlemlemişler. Bor noksanlık belirtileri üst yapraklarda beyaz lekeler şeklinde iken ilerleyen dönemlerde yaprak ayasında şeritler şeklinde olduğu görülmüştür. Çiçeklenme döneminde bu şeritlerin giderek genişlediği, uzadığı, kağıt gibi inceldiği üst yapraklarda şeffaf düzensiz şeritler halinde ortaya çıktığı bildirilmiştir. Bor uygulamasının yapılmadığı koşullarda çoklu koçan oluştuğu ve koçan kabukları soyulduğunda tepe püskülünde (erkek organ) koçan püskülünün (dişi organ) olmadığı veya çok az olduğu buna karşılık B uygulamasında ise koçanların normal olduğu belirlenmiştir. Mısır bitkisinin generatif döneminde B uygulaması altında ise, tepe püskülü ve koçan püskülünün kuru madde verimi ile çiçeklenme dönemindeki koçan püskül sayısı ve uzunluğu daha yüksek bulunmuştur. Örneğin B uygulanmadığı durumda tepe püskülünün kuru madde verimi 3.7 g bitki⁻¹ iken B uygulamasında 8.8 g bitki⁻¹ olduğu saptanmıştır. Aynı değerlerin koçan püskülü için sırasıyla 0.52 g bitki⁻¹ ve 0.93 g bitki⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Söz konusu B uygulamalarında yine sırasıyla koçan püskülündeki iplikçik sayısının 118 ve 420 adet olduğu belirlenmiştir. Bor noksanlığının mısır bitkisinde; yeşil aksam ve kök gelişmesinde, tepe püskülü ve koçan püskülü

oluşumunda, yapraklardan koçana şeker taşınmasında, polen tüplerinin ve tohum oluşumunda önemli olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, tane olgunlaşma döneminde B uygulamasının sap, kök ve bitki boyuna göre tane verimi ve koçan başına tane sayısı üzerine daha belirgin bir etkisinin olduğu sonucuna varmışlardır.

Mısır bitkisi fizyolojik açıdan değerlendirildiğinde diğer kültür bitkilerine oranla daha özgün bir yapıya sahiptir. Mısır %96 oranında yabancı döllen bir bitkidir. Erkek çiçeği tepe püskülünde, dişi çiçeği koçan üzerinde bulunmaktadır. Erkek çiçek 3-5 milyon polen verebilmektedir. Koçan püskülü oluşmadan 1-3 gün önce çiçeklenme başlamaktadır. Nemli ve serin hava çiçeklenme süresini uzatırken, sıcak ve kuru hava ise kısaltabilmektedir. Bir mısır bitkisinin çiçek tozu verme süresi 1 hafta ya da 10 gün sürebilmektedir. Koçan püskülü, tepe püskül çıkışından 4-8 gün sonrasında görülürken, çıkışını 2-4 gün arasında tamamlamaktadır. Her koçanda 300-1000 arasında püskül oluşabilmekte ve polen tozu alıncaya kadar 10-15 gün arasında canlılık özelliğini koruyabilmektedir. Koçan üzerinde stigmalarını ilk çıkaran yer orta ve alt başakçıklardır. Üst başakçıkların stigma gelişimi daha geç başladığı için koçanın üst ucundaki çiçeklerin tozlanma, döllenme ve tane doldurma olanakları daha kısıtlı olmaktadır. Koçan püskülü çıkar çıkmaz bitki döllenmeye hazırdır. Koçan püskülü üzerine düşen çiçek tozları 5-10 dk sonra çim borusunu oluşturmakta ve yumurtalığa doğru uzamaya başlamaktadır. Döllenme sonrasında koçan püskülü pörsümekte ve kısa zamanda kurumaktadır (Uçak ve ark., 2010).

Güneş ve ark.(2016), farklı B düzeylerinin mısır bitkisinin verimi üzerindeki etkileri belirlemek amacıyla sera koşullarında, artan 4 B dozu (0, 0.3, 0.5 ve 1.0 kg da⁻¹ hesabıyla) 5 kg'lık saksılara 0, 0.0075, 0.0125 ve 0.025 g saksı⁻¹ uygulanmıştır ve 5 tekrarlamalı olarak toplam 20 saksıda bir deneme yürütmüşlerdir. Farklı dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin toplam kuru madde verimi üzerine etkisine bakıldığında, kontrol grubunda toplam ağırlık 584 g saksı⁻¹ iken, 0.0125 g saksı⁻¹ B uygulamasında ise toplam ağırlık 648 g saksı⁻¹ değerine yükseldiği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda, B içeriğinin düşük olduğu topraklarda B uygulamasının mısır bitkisinin verimini önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir.

Horoz ve ark. (2016), Kireçli toprakta yetiştirdikleri bir çalışmada patlak mısır bitkisine artan dozlarda uygulanan B'un patlak mısırın tane verimini kontrole göre önemli derecede ($P<0.05$) artırmıştır. Dane verimi 5392–6343 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek dane verimi 1 kg ha⁻¹ B dozu ile elde edilmiştir. Ancak istatistiki bakımdan 0,25 kg ha⁻¹ B dozu ile elde edilen 5972 kg ha⁻¹ dane verimi %5 seviyesinde önemli bulunmuştur

Torun ve ark. (2016b), sera koşullarında yaptıkları çalışmada farklı B uygulamaları altında değişik tahıl türlerinin kuru madde verimlerinin birbirinden farklı düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Toprağa uyguladıkları 5 mg B kg⁻¹ dozunda kuru madde verim azalması açısından en fazla yulafın (%15), makarnalık buğdayın (%12) ve arpanın (%9) etkilendiği, tritikale ve ekmeklik buğdayın etkilenmediği belirlenmiştir. Çavdarda %4.4 ve Hordeum'da ise %1.9'luk bir verim azalması gerçekleştiği saptanmıştır. Toprağa yapılan 15 mg B kg⁻¹ uygulamasının yulaf ve makarnalık çeşitlerinde meydana getirdiği kuru madde verim azalması çavdar ve tritikaleden yaklaşık 3-4 kez daha fazla olmuştur. Borun 45 mg kg⁻¹ uygulamasında tüm türlerde kontrole göre % 52 seviyesinde verim azalması gerçekleşirken; çavdar, tritikale, Hordeum, ekmeklik buğday, arpa, makarnalık buğday ve yulaf için sırasıyla %40, %40, %35, %52, %55, %65 ve %81 olarak bulunmuştur. Bu bulgu B'a karşı tahıl türlerinin birbirlerinden belirgin bir şekilde farklı reaksiyon gösterdiğini ortaya konulması açısından önemli bir sonuç olduğu bildirilmiştir.

Ülkemizde; BOREN tarafından 2011-2016 yılları arasında bitki ve bölge odaklı 18 proje yürütülmüştür. Hedef alınan çalışmalarda; farklı bölgelerde yetiştiriciliği yapılan birçok bitki türünde; ayçiçeği (Kurşun ve ark., 2016; Torun ve ark., 2018), şekerpancarı (Harmankaya ve ark., 2016), buğday (Hamurcu ve ark., 2016), fındık (Özkutlu ve ark., 2016), mısır (Torun ve ark., 2016a), domates (Arı ve ark., 2016) ve çay (Turan ve ark., 2016) bitkisine farklı B uygulama metodlarının bitkilerin verim ve kalitesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu literatür bilgilerine göre; Doğu Karadeniz Bölgesinde çay bitkisiyle yürütülen çalışmada I. yılda %10 ile %22 ve II. yılda ise %8 ile %16 oranında, Ordu ve Samsun yöresinde fındık bitkisi

ile yürütülen çalışmada fındık veriminde %25 oranında, Bursa, İzmir ve Manisa Bölgelerinde sanayi domatesinin yetiştirildiği alanlarda %20 ila %36 oranında, Orta Anadolu bölgesinde şeker pancarı ile yürütülen çalışmada B gübrelemesiyle birlikte verimde %6 ile %15 oranında, Nevşehir ve Niğde Bölgesinde patatesten yürütülen çalışmada %3 ile %26 oranında, Konya ve Karaman Bölgelerinde buğday yetiştirilen alanlarda verimi sulu koşullarda %12.5 oranında kuru koşullarda ise %21 oranında, Antalya bölgesinde örtü altı domates yetiştiriciliği yapılan yerlerde %3 ile %19 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir.

Ticari amaçlı kullanılan B toksisitesine dayanıklı FAO500 grubu May mısır çeşitlerinden biri olan RX770 (Vartalı ve ark., 2007) mısır çeşidi ile B toksisitesine duyarlı TTM 8119'un dört farklı B dozunda, (0, 2.5, 25 ve 50 mg L⁻¹ B'ye kadar) fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerindeki farklılıkların karşılaştırıldığı bir çalışmada özellikle bitki gelişiminin erken dönemlerinde SOD, APX, POX ve GR enzimlerinin aktivitesinin B toksisitesine karşı direnç sağlamada önemli bir rol oynadığı ve söz konusu enzim mekanizmaları sayesinde bitkinin 50 mg L⁻¹'deki B konsantrasyonlarına kadar dayanıklılık gösterebildiği belirlenmiştir. SOD, süperoksit radikallerini temizlemekten sorumlu aerobik olarak solunum yapan hücreler için önemli bir antioksidan enzimdir. RX 770 mısır çeşitinin SOD aktivitesi, B stresinin 5. gününde tüm dozlarda artmış, B uygulamalarının 2.5 ve 50 mg L⁻¹'lerinde B uygulamasının 10. gününde azalmıştır. Bitkilerde APX, H₂O₂'yi suya çeviren ve toksisitenin giderilmesinde çok önemli bir rol oynayan en önemli peroksidazdır. Mısır çeşitlerinin APX enzim aktiviteleri B uygulamalarına bağlı olarak artmış ve uygulamanın 5. gününde çeşitler arasında artışlar birbirine yakın oranlarda olmuştur. Uygulamanın 10. gününde APX aktivite değerleri ve artış oranları RX 770'de TTM 8119'a göre daha yüksek bulunmuştur. POX enzimi sadece üretilen H₂O₂'nin yok edilmesini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda büyüme ve gelişme ile ilgili süreçleri de kolaylaştırır. Oksijeni kendine bir hidrojen bağlayıcısı olarak kullanırlar ve substrattan hidrojenin uzaklaştırılması için reaksiyonları katalize ederler. Mısır çeşitlerinin POX aktivitelerinin 5. günde RX 770'de arttığı,

TTM 8119'da ise azaldığı tespit edildi. Bir metabolik düzenleyici ve bir antioksidan olarak GR enzimi, hidrojen peroksitlerin yeniden indirgenmiş glutatyona, GSH'ye hidroksil radikali azalır ya da ortamda oluşumu engellenir. Çalışmada iki mısır çeşidi arasında farklılık göstermiş ve 5. gün numunelerinde TTM 8119'da RX 770'e göre çok daha yüksek bulunmuştur, ancak uygulamanın 10. gününde değerler her iki genotipte de benzer olmuştur. Sonuçlara dayalı olarak, özellikle bitki gelişiminin erken dönemlerinde mısır çeşidi RX 770'in B toksisitesine karşı direnç sağlamada SOD, APX, POX ve GR enzimlerinin aktivitesinin önemli bir rolü olabileceği sonucuna varılabileceğini bildirmişler. Toleranslı mısır genotipinin fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmasının mevcudiyette duyarlı olanla karşılaştırılması B stresinin incelenmesi, B toleranslı yeni mısır çeşitlerinin geliştirilmesi için yararlı olabileceği belirtilmiştir (Hamurcu ve ark., 2020).

3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma ve uygulama serasında yürütülmüştür. Çalışmada bitki materyali olarak öncelikli kullanım amacı tanelik olan ve yüksek adaptasyon yeteneğine sahip, toprak seçiciliği olmayan, yüksek verim potansiyel özelliği bulunan May Capuzi mısır çeşidi kullanılmıştır.

Sera koşullarında yürütülen denemede Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü uygulama alanından alınan Menzilat serisine ait toprak kullanılmıştır. Bu toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tektür Sınıfı	pH	EC mmhoscm ⁻¹	CaCO ₃ %	Org. Mad.
CL	7.66	0.36	28	1.21
Fe	Zn	Mn	Cu	B
mg kg ⁻¹				
7.6	1.7	10.7	1.3	0.48

3.2. Yöntem

3.2.1. Sera Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi

Sera koşullarında farklı uygulama metodu ve artan dozlarda B uygulamalarının mısır bitkisinde özellikle generatif dönemde büyüme ve kalite parametreleri üzerine etkisini test etmek üzere bir deneme yürütülmüştür. Denemede Çukurova Bölgesinden alınan Menzilat serisine ait topraktan her saksıya 4 mm elekten geçirilmiş hava kuru 15 kg tartılmıştır. Temel gübreleme olarak saksılara

başlangıçta $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ formunda 200 mg kg^{-1} N, KH_2PO_4 formunda 100 mg kg^{-1} P, KH_2PO_4 formunda 125 mg kg^{-1} K, CaSO_4 formunda 50 mg kg^{-1} S, Fe-EDTA formunda 10 mg kg^{-1} Fe ve ZnSO_4 formunda 2 mg kg^{-1} Zn uygulanmıştır. İlerleyen dönemlerde N uygulaması 500 mg kg^{-1} 'e tamamlanmıştır.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan B uygulama metodları ve dozları

Uygulamalar	Uygulama Metodu ve Dozları			
1- (B0)-(Kontrol)	0 mg B kg^{-1}	Toprak		
2- (TB1)	1 mg B kg^{-1}	Toprak		
3- (TB2.5)	2.5 mg B kg^{-1}	Toprak		
4- (TB5)	5 mg B kg^{-1}	Toprak		
5- (TB10)	10 mg B kg^{-1}	Toprak		
6- (TB20)	20 mg B kg^{-1}	Toprak		
7- (YB)	300 mg B L^{-1}	Yaprak		
8- (TB1+YB)	1 mg B kg^{-1}	Toprak +	300 mg B L^{-1}	Yaprak
9- (TB2.5+YB)	2.5 mg B kg^{-1}	Toprak +	300 mg B L^{-1}	Yaprak
10- (TB5+YB)	5 mg B kg^{-1}	Toprak +	300 mg B L^{-1}	Yaprak
11- (TB10+YB)	10 mg B kg^{-1}	Toprak +	300 mg B L^{-1}	Yaprak
12- (TB20+YB)	20 mg B kg^{-1}	Toprak +	300 mg B L^{-1}	Yaprak

Bitkilere topraktan artan dozlarda B uygulamaları toprak ve toprak+yaprak uygulama saksılarına (konularına) temel gübreleme ile tohum ekimden hemen önce borik asit (H_3BO_3) formunda toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Diğer uygulama metodu olan yapraktan ve toprak+yapraktan B uygulama konularındaki yaprak uygulamaları ise 300 mg L^{-1} dozunda ve borik asit (H_3BO_3) formunda detayları aşağıda verilen dönemlerde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yaprak uygulamaları mısır bitkisi tepe püskülü oluşturmada önce (V9 önemi hasat sonrası 27.02.2020 tarihinde) ve iki hafta sonra olmak üzere toplamda 2 kez el spreyi ile yapılmıştır. Yaprak uygulamaları için her saksıya 66 ml su içerisinde çözünmüş 300 mg L^{-1} 'lik

H₃BO₃ püskürtülmüştür. Yalnızca temel gübrelemenin yapıldığı saksılara ise 66 ml su uygulanmış ve kontrol uygulaması olarak değerlendirilmiştir. Deneme her uygulama metodundan ve B dozlarından 5 tekerrür olacak şekilde toplamda 60 saksıda yürütülmüştür.

Çizelge 3. 3. Denemede mısır bitkisi örnekleme zamanı ve örneklenen kısım

Örneklenen Dönem	Kritik Büyüme Dönemi	Örneklenen Aksam
V3	Bitki 3 boğumluyken	Tüm bitki
V6	Bitki 6 boğumluyken	Tüm bitki
V9	Bitki 9 boğumluyken	Tüm bitki
V10	Bitki 10 boğumluyken	Koçanı saran yaprağı alınmış tüm bitki
V10KÇ	Bitki 10 boğumluyken	Koçanı saran yaprak

Başlangıçta her bir saksıya 9 adet tohum ekilmiş ve söz konusu bitkiler V3 döneminde (34 günlük) 3 adet, V6 döneminde (63 günlük) 3 adet, V9 döneminde (109 günlük) 1 adet, V10 döneminde (119 günlük) 1 adet ve son kalan bitkide dane dolumu döneminde (196 günlük) olmak üzere dönemsel olarak toplamda 5 farklı dönemde hasat edilmiştir. Ayrıca koçan oluşumu dönemine denk gelen V10 döneminde bitkinin mineral beslenme durumunu belirlemek için koçanı saran yaprak örneği de ayrıca alınmıştır (Çizelge 3.2). Denemeye konu olan uygulama doz ve metodları Çizelge 3.3’ de verilmiştir.

3.2.2. Toprak Örneklerine Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri

Çalışmada kullanılan toprak 2 mm’lik elekten geçirildikten sonra yapılan kimyasal ve fiziksel analiz yöntemleri aşağıda verilmiştir.

Elektriksel iletkenlik ve pH: Saf su ile 1:2.5 oranında sulandırılmış toprak örneklerinde pH-Metre ile belirlenmiştir (McLean, 1982).

Kireç (CaCO₃): Scheibler kalsimetresiyle ile ölçülmüştür (Çağlar, 1949).

Tekstür: Bouyoucus (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir. Tekstür sınıfı Soil Survey Manual'a göre saptanmıştır.

Organik madde: Walkey-Black yağ akma metoduyla bulunmuştur(Jackson,1959).

DTPA'da Ekstrakte Edilebilir Mikro Elementler: Örneklerde alınabilir Zn, Fe, Mn ve Cu elementlerinin analizleri kireçli topraklar için gösterilen DTPA-TEA (pH: 7.3) ekstraksiyon çözeltisiyle yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Alınabilir B: Örneklerde alınabilir B, Bingham (1982) tarafından geliştirilen Azomethin-H yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.3. Bitki Analizleri

3.2.3.1. Klorofil Düzeyi ve Kuru Madde Verimleri Analizi

Klorofil: Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda B'un farklı büyüme dönemlerinde mısır bitkisinin yeşil aksam klorofil düzeylerini gösteren SPAD değerleri SPAD metre ile ölçülmüştür. Bundan sonraki bölümlerde de SPAD değeri olarak kullanılacaktır.

Kuru Madde Verimi (g bitki⁻¹): Hasat edilen bitkiler 70°C etüvde 24 saat bekletildikten sonra g cinsinden tartılarak bulunmuştur.

3.2.3.2. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması

Hasat edilen mısır bitkisinin yeşil aksamaları ve daneleri 48 saat boyunca 70 °C'de etüvde kurutulduktan sonra kuru madde verimleri belirlenmiştir. Kuru madde verimleri belirlenen örnekler agat değirmeninde öğütüldükten sonra analize hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerden kuru yakma metoduna göre 200 mg tartılmış, 5-6 saat boyunca 500-550 °C de kül fırınında yakmaya bırakılmıştır. Yanan örneklerin üzerine 2 mL 1/3 oranında seyreltilmiş HCl ilave edilmiş ve 18 ml saf su

eklenerek süzük kutularına mavibant filtre kağıdı yardımıyla süzülerek analize hazır hale getirilmişlerdir.

3.2.3.3. Mısır Bitkisinde Yeşil Aksam ve Tane'de B analizi;

Bitkide B analizi Bingham(1982) tarafından geliştirilen Azomethin-H yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre;

(1) Tampon Çözeltisi: 250 g NH_4OAc (amonyum asetat) ve 15 g Na-EDTA (etilendiamintetraasetik asit disodyum tuzu) 400ml saf su içerisinde çözündürülerek üzerine 125ml glasiyel asetik asit ilave edilerek karıştırılır.

(2) Azomethin-H Reagent: 0,45g Azomethin-H %1'lik askorbik asit üzerinde çözündürülerek hazırlanır.

(3) Standart B Çözeltisi: 0.114g H_3BO_3 (borik asit) örnekler için kullanılan ekstraksiyon yakma çözeltisiyle 1lt'ye tamamlanır. Bor konsantrasyonu 20 mg kg^{-1} 'dir. Bu çözeltiden 1, 2, 4, 8, 16 mg B kg^{-1} 'lik standartlardan hazırlanır.

Bor analizi için standartlardan ve süzülen örneklerden 1ml alınmış olup üzerine 2 ml tampon ve 2ml azomethin-H çözeltisi ilave edilmiştir. Bu işlemlerden geçen örnekler $\frac{1}{2}$ saat karanlıkta bekletildikten sonra gelişen renk spektrofotometrede 420 nm' de okunmuştur.

3.2.3.4. Bitkisel Parametreler

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, farklı büyüme dönemlerinde mısır bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda B'un mısır bitkisinde bakılan agro-morfolojik karakterler (Cerit, 2006) aşağıda verilmiştir.

İlk Koçan Yüksekliği (cm): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde, toprak yüzeyi ile koçanın çıktığı boğum arasındaki mesafe cm cinsinden ölçülerek bulunmuştur.

Bitki Boyu (cm): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinin, toprak yüzeyi ile tepe püskülünün ilk dalcığının çıktığı yer arasındaki mesafe cm cinsinden ölçülerek bulunmuştur.

Tüm Bitki Ağırlığı(g): Her saksıdaki tane dolduran bitkinin hasat sonrası koçanları alındıktan sonra kalan tüm bitkinin ağırlığı g cinsinde tartılarak bulunmuştur.

Koçan Uzunluğu (cm): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde, koçan sapının tane ile birleştiği noktadan koçan uçuna kadar olan mesafe cm cinsinden ölçülerek bulunmuştur.

Koçan Kalınlığı (mm): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde koçanın orta noktasından kumpas ile mm cinsinden ölçülerek bulunmuştur.

Koçan Ağırlığı (g): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde koçan tartılarak koçan ağırlıkları g cinsinde bulunmuştur.

Koçan Sıra Sayısı (adet koçan⁻¹): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde, koçan üzerinde mevcut sıra sayısı sayılarak belirlenmiştir.

Koçanda Tane Sayısı (adet koçan⁻¹): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde, koçan üzerinde mevcut taneleri tek tek sayılarak bulunmuştur.

Koçanda Tane Ağırlığı (g koçan⁻¹): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde koçan üzerindeki taneleri tartılarak koçanda tane ağırlıkları bulunmuştur.

Sömek Ağırlığı (g): Her saksıda taneye giden mısır bitkisinde koçan üzerindeki taneler ayıklandıktan sonra sömek ağırlıkları g cinsinden tartılarak bulunmuştur.

Nem içeriği (%): Her saksıdan hasat edilen mısır bitkisindeki tanelerde % nem içeriği dijital nem cihazı ile belirlenmiştir.

3.2.3.5. Azot, Ham Protein ve Nişasta Analizleri

Bitkide total azot analizi: Bitki örneklerinde N analizi Kjeldahl destilasyon yöntemiyle yapılmıştır. Bu yöntemin esası H₂SO₄ ile yaş yakılan bitki örneğindeki organik N'u, NH₄ N'u şekline dönüştürmek ve alkali ortamda yapılan destilasyon

sonucu açığa çıkan ve borik asit içinde yakalanan NH_3 miktarından bitkilerin N miktarı belirlenmiştir.

Ham Protein (HP): Organik maddeler içerisinde nitrojen içeren tüm maddelere Ham Protein denir. Ham protein kimyasal analiz sonucunda saptanan nitrojenin 6.25 sayısı ile çarpılması sonucunda bulunmuştur (Ergül,2008).

Nişasta Oranı: NIRS (NearInfraredSpectroscopy) Bruker MPA cihazında bakılmıştır.

3.2.3.5. Çiçek Tozu Canlılık ve Çimlenme Analizleri

Çiçek tozu ile ilgili çalışmalar kapsamında çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri ile çiçek tozu üretim miktarları belirlenmiştir.

Çiçek Tozu Canlılık Düzeyleri(%): Çiçek tozlarının canlılık düzeylerini saptayabilmek amacıyla in vitro koşullarda 2,3,5TriphenylTetrazoliumChlorid (TTC) ile canlılık testleri yapılmıştır. Çiçek tozu çimlendirme testleri in vitro koşullarda ‘petrideagar’ yöntemiyle 100 ppm Borik asit + %1 agar + %15 sakkaroz ortamında yapılmıştır. Çiçek tozu üretim miktarlarının saptanması amacıyla ‘Hemasitometrik Yöntem’ kullanılmıştır(Eti, 1990).

Çiçek Tozu Üretim Miktarı(Adet): Çiçek tozu üretim miktarı belirlenirken ayrıca normal gelişme göstermeyen çiçek tozu miktarları da sayım ile belirlenmiştir. Bu veriden yararlanılarak toplam çiçek tozu içerisindeki normal gelişmiş çiçek tozu sayısı belirlenmiş ve bu değerin toplam çiçek tozu sayısına oranlanması yoluyla ‘Normal gelişmiş çiçek tozu oranı’ da tespit edilmiştir (Eti, 1990).

3.3. İstatistik Analizler

Araştırma bulguları ve ölçülen bütün değişkenlerin istatistiksel analizi için SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Çalışmada varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve ortalamalar arasındaki farkın önemini belirlemek amacıyla DUNCAN

ile LSD testi uygulanmıştır. Ayrıca bakılan sonuçlar arası önem düzeyinin belirlenmesi için kolerasyon testi uygulanmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA**4.1. Değişik Uygulama Metodları ile Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Farklı Büyüme Dönemlerindeki Klorofil Değerleri (SPAD Değeri) ve Kuru Madde Verimine Etkisi**

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, mısır bitkisine değişik uygulama metodları (topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan) ile artan dozlarda B (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹) uygulamasının bitkinin farklı büyüme dönemlerindeki SPAD metre ile ölçülen klorofil değeri ve kuru madde verimi üzerine etkilerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Çalışmada mısır bitkisinin, kuru madde verimi, B konsantrasyonu, N konsantrasyonu ve klorofil (SPAD) okuma değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.1) göre; mısır bitkisine değişik uygulama metodları (topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan) ile artan dozlarda B (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹) uygulamasının farklı büyüme dönemlerinin kuru madde verimi, B konsantrasyonu, N konsantrasyonu ve yeşil aksam klorofil düzeyi (SPAD değeri) üzerine etkileri %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç; bitkinin incelenen parametreler üzerine B uygulama metodunun ve dozlarının büyüme dönemlerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Ayrıca mısır bitkisinin B konsantrasyonu ve klorofil düzeyinin göstergesi olan SPAD değeri üzerine B uygulamaları x dönem interaksiyonunun etkisi %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu durum bitki B konsantrasyonu ve yeşil aksam klorofil (SPAD) düzeyi üzerine hem B uygulama metodu ve uygulama dozu hem de örnekleme dönemi bakımından farklılıklar olduğunun göstergesidir.

Çizelge 4. 1. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerine ait varyans tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler ortalaması				SPAD
	Serbestlik derecesi	Kuru madde verimi	Bor konsantrasyonu	Azot konsantrasyonu	
Genel	239	6601.1	1928340	73.1	4058
Tekerrür	4	12.3	1596	0.54	23
Bor uygulaması (B)	11	24.2**	1539856**	2.35	141**
Dönem (D)	3	6359.2**	151776**	40.6**	2270**
B x D int.	33	38.3	187889**	5.9	935**
Hata	188	167.1	47221	23.6	688
CV (%)	--	16.1	16.2	13.1	5.3

**, p<0.01

Bor uygulama metodları dikkate alındığında artan B dozlarının bitkilerin yeşil aksam klorofil düzeyi üzerinde farklı etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Mısır bitkisinin yeşil aksam ortalama klorofil değeri üzerine uygulama metodlarının etkisine bakıldığında değerlerin 34.67 ile 37.21 arasında değiştiği, kontrol (B0) uygulamasına (35.16) göre, uygulamalar bazında en belirgin klorofil düzeyindeki farkın/artışın %5 ile TB1+YB (37.21) uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). İstatistiksel olarak da değerlendirildiğinde ortalama klorofil düzeyinin uygulama metodları ile anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Uygulama metodlarının dönemlere göre SPAD değeri üzerine etkisine bakıldığında, kontrol uygulamasına (B0) göre (31.56) V3 döneminde en belirgin artışın sırasıyla %4 ile TB20 (32.94) ve TB20+YB (32.94) uygulamalarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Bitkinin 63 günlük olduğu V6 döneminde kontrol uygulamasına (33.96) göre en belirgin artışın sırasıyla %6 ile TB1 (36.24) uygulamasında ve %4 ile TB5 (35.64) uygulamalarında saptanmıştır. Bir sonraki V9 döneminde kontrol uygulamasına (39.52) göre en belirgin SPAD değeri artışının ise

%5 ile TB2.5 (41.64) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Son dönem olan **V10** döneminde kontrol uygulamasının SPAD değeri 35.60 iken en belirgin artış %24 ile TB20+YB (44.34) uygulamasında saptanmıştır. İstatistiksel olarak bakıldığında V3 döneminde uygulamalar arasında anlamlı bir fark belirlenmezken, V6 döneminde TB20 uygulaması ile diğer uygulamalar arasında, V9 döneminde TB2.5 uygulamasında, V10 döneminde ise TB20 uygulamasında anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Benzer şekilde Borrell ve ark., (2001) tarafından yürütülen bir çalışmada, farklı mısır çeşitlerinde koçan yaprağında ölçülen klorofil düzeylerinin çiçeklenmeden sonra önemli farklılıklar gösterdiği ve bu durumun, generatif dönemin sonunda hala yüksek düzeyde klorofil içeren mısır çeşitlerinin topraktan daha fazla N alımından kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada Yerlikaya (2018)'nın mısır bitkisi üzerine artan dozlarda B ve farklı düzeyde yarıyırlı su uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada, farklı sulama düzeylerinden bağımsız artan dozlarda B uygulamalarının mısır bitkisinin 46. günde belirlenen yeşil aksam klorofil değeri üzerine belirgin etkisinin olmadığını bildirmiştir. Buna karşılık sulama düzeyi arttıkça yeşil aksam klorofil değerlerinin düştüğünü ve söz konusu düşüşlerin bitki büyümesinin de artmasına ve sonuçta büyüyen bitkilerin dokularındaki klorofilin seyrelmesiyle ilişkilendirilebileceği bildirilmiştir. Farklı bir çalışmada ise biber bitkisine sulama suyu ile toksik düzeyde B (2 mM B) uygulamasının bitkinin yeşil aksam klorofil düzeyini, B toksisitesinin kontrol uygulamasına (0 mM B) kıyasla %53.2 oranında düşürdüğü bildirilmiştir (Uğurlar, 2019).

Çizelge 4.2. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki yeşil aksam klorofil düzeyine etkisi

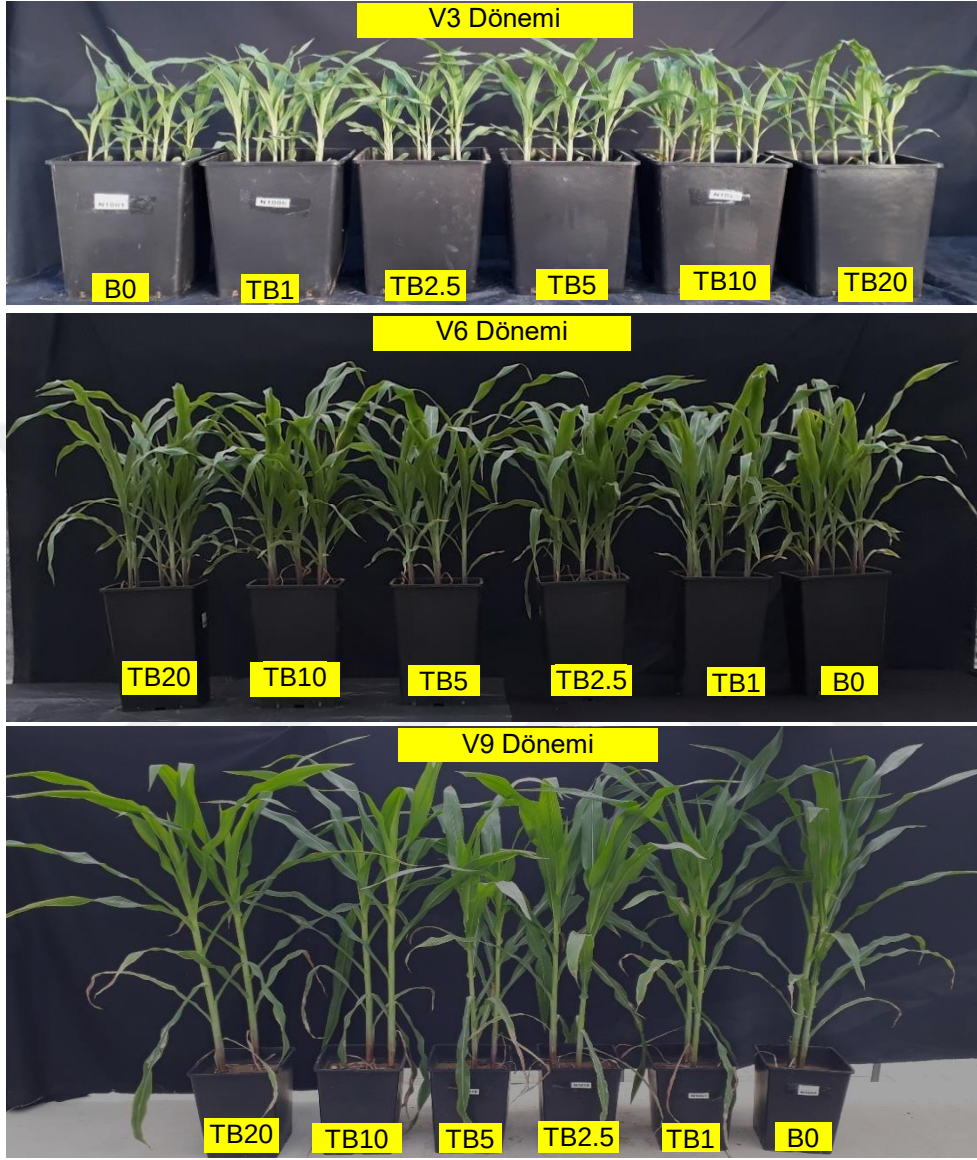
Uygulama Metodu	Dönemler				Ort.
	V3	V6	V9	V10	
B0	31.56 ± 0.8	33.96 ± 1.0	39.52 ± 1.2	35.60 ± 1.5	35.16
TB1	32.26 ± 1.0	36.24 ± 0.5	38.90 ± 2.1	35.24 ± 2.6	35.66
TB2.5	32.10 ± 14.4	34.12 ± 1.6	41.64 ± 2.2	35.30 ± 1.6	35.79
TB5	32.32 ± 1.5	35.64 ± 1.1	39.08 ± 2.7	33.98 ± 3.5	35.26
TB10	31.64 ± 1.6	33.36 ± 1.1	40.12 ± 1.3	35.24 ± 2.9	35.09
TB20	32.94 ± 2.5	28.18 ± 4.2	37.56 ± 2.3	40.00 ± 1.4	34.67
YB	31.56 ± 0.8	33.96 ± 1.0	39.52 ± 1.2	39.24 ± 1.2	36.07
TB1+YB	32.26 ± 1.0	36.24 ± 0.5	38.90 ± 2.1	41.42 ± 1.7	37.21
TB2.5+YB	32.10 ± 14.4	34.12 ± 1.6	41.64 ± 2.2	39.42 ± 2.7	36.82
TB5+YB	32.32 ± 1.5	35.64 ± 1.1	39.08 ± 2.7	40.72 ± 2.2	36.94
TB10+YB	31.64 ± 1.6	33.36 ± 1.1	40.12 ± 1.3	39.54 ± 0.8	36.17
TB20+YB	32.94 ± 2.5	28.18 ± 4.2	37.56 ± 2.3	44.34 ± 1.6	35.76
Ort.	32.14	33.58	39.47	38.34	

LSD_{0.01}(Uygulama, Dönem, Uygulama×Dönem):1.574, 0.909, 3.1

Sera koşulları altında farklı uygulama metodları (toprak, yaprak ve toprak+yaprak) ile artan dozlarda B (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹ B) uygulamasının mısır bitkisinin kuru madde verimi üzerine etkilerinin dönemlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Farklı hasat dönemlerine bakılmaksızın, değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamalarının yeşil aksam kuru madde veriminin 5.39 ile 6.35 g bitki⁻¹ arasında değiştiği ve kontrol uygulamasına göre farklı uygulama metodlarının etkisinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Artışların toprak uygulamalarına oranla toprak+yaprak uygulamalarında daha belirgin olduğu görülmüştür (Şekil 4.3). Buna karşılık istatistiksel olarak ortalamalar bazında uygulama metodları arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (p<0.05).

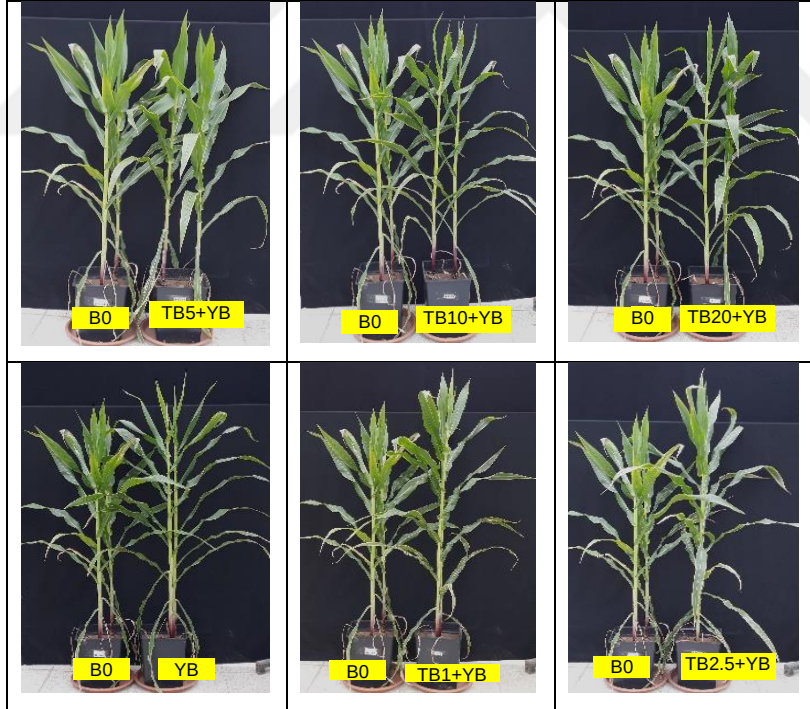
Değişik uygulama metodlarının bitkinin farklı büyüme dönemlerindeki kuru madde verimi üzerine etkisine bakıldığında, bitkinin 34 günlük olduğu V3 döneminde, tüm uygulama metodları altında kuru madde veriminin 0.39 ile 0.46 g bitki⁻¹ arasında olduğu belirlenmiştir. V3 dönemi kontrol (B0) uygulamasındaki kuru madde verimine (0.39 g bitki⁻¹) göre uygulama metodları bazında en belirgin artışın %17 oranında TB1 (0.46 g bitki⁻¹) uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.1 ve 4.3). Ancak istatistiksel olarak da V3 dönemi uygulama metodları arasında anlamlı fark olmadığı saptanmıştır (p<0.05).



Şekil 4.1. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin V3dönemi V6 dönemi ve V9 dönemi büyümesine etkisi

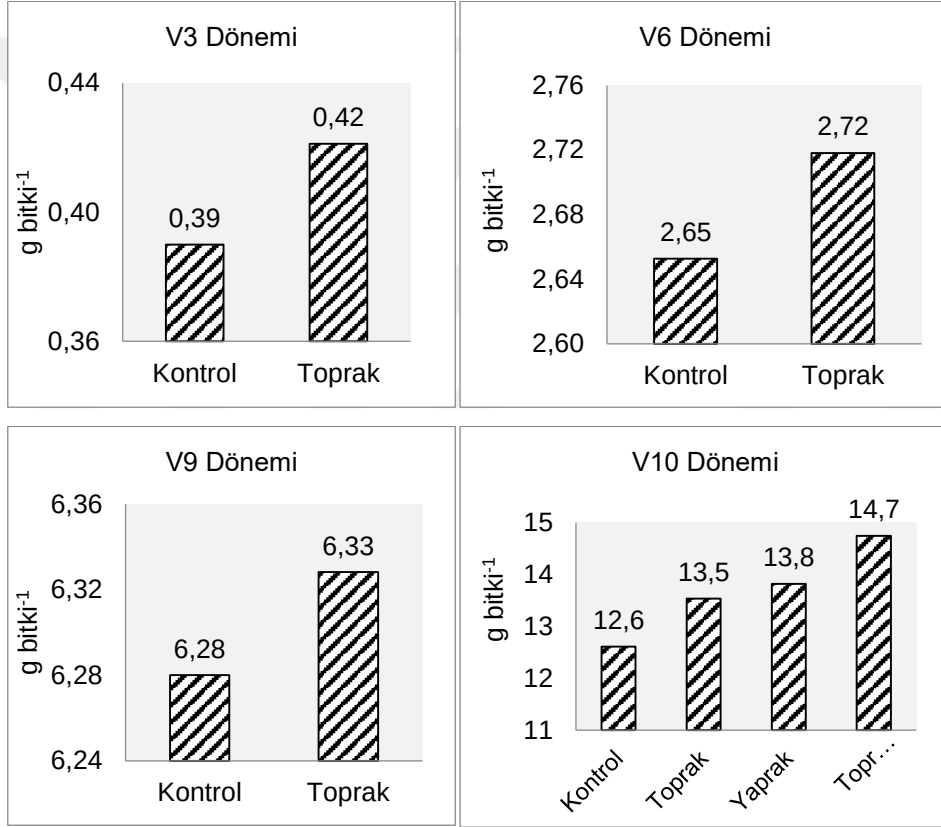
Bitkinin 63 günlük olduğu V6 dönemindeki kuru madde verimi 2.44 ile 2.87 g bitki⁻¹ arasında değerler gösterdiği ve B0 uygulamasındaki kuru madde verimine (2.65 g bitki⁻¹) göre uygulama metodları bazında en belirgin artışın %8’lik artışla TB5 (2.87 g bitki⁻¹) uygulamasında elde edilmiştir (Şekil4.2 ve Şekil 4.3). İstatistiksel olarak da TB5 uygulamasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05).

Bir sonraki dönem olan V9 döneminde kuru madde verimi 5.73 ile 6.73 g bitki⁻¹ arasında değişmiş, ancak kontrol uygulamasına göre (6.28 g bitki⁻¹), uygulama metodları bazında kuru madde veriminde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. En belirgin artış %7 ile TB5 (6.73 g bitki⁻¹) uygulamasında ve en belirgin azalış %9 ile TB20 (5.73 g bitki⁻¹) uygulamalarında belirlenmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.3). İstatistiksel olarak ise TB1 ve TB5 uygulamalarında anlamlı farklar olduğu görülmüştür (p<0.05).



Şekil 4.2. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin V10 büyümesine etkisi

Son dönem olan V10 döneminde kuru madde verimi 12.61 ile 15.73 g bitki⁻¹ arasında değişmiştir. Buna karşılık B0 uygulamasının kuru madde verimi 12.61 g bitki⁻¹ iken, en belirgin artış %24 oranında TB10+YB (15.73 g bitki⁻¹) uygulamasında, %20 ile TB5+YB (15.24 g bitki⁻¹) uygulamalarında elde edilmiştir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3). İstatistiksel olarak en önemli anlamlı farkın TB10+YB uygulamasında olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 4.3. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin V3,V6, V9 ve V10 döneminde yeşil aksam kuru madde verimine etkisi

Denemeden elde edilen verilere göre farklı büyüme dönemleri dikkate alındığında, mısır bitkisinin kritik büyüme dönemlerinde hasat edilen bitkilerin yeşil

aksam kuru madde verimlerinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir. Her hasat döneminin ortalama yeşil aksam kuru madde verimlerine bakıldığında, V3 döneminde 0.42 g bitki⁻¹ iken, V6, V9 ve V10 döneminde sırasıyla 2.69 g bitki⁻¹, 6.32 g bitki⁻¹ ve 13.99 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Söz konusu durum genel olarak değerlendirildiğinde ortalama yeşil aksam kuru madde verim değerlerinin beklenildiği gibi mısır bitkisinin büyümesine paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır. İstatistiki açıdan uygulama metodları ve dozları arasında anlamlı bir fark görülmezken, dönemler arasında en önemli ve anlamlı farkın V10 döneminde ($p<0.05$) ortaya çıktığı saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Mısır bitkisinde kum kültüründe B'lu (20 µM, B20) ve B'suz (0 µM, kontrol uygulaması-B0) koşullarda yürütülen bir çalışmada, B uygulanmayan bitkilere göre B20 uygulamasında, beş yapraklı dönemde NS72 mısır çeşidinin yeşil aksam kuru madde veriminde artış olduğu ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli bulunmadığını belirtmişlerdir (Lordkaew ve ark., 2011).

Çizelge 4.3. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamalarının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki, yeşil aksam kuru madde verimine etkisi

Uygulama Metodu	Dönemler				Ort.
	V3	V6	V9	V10	
	(g bitki ⁻¹)				
B0	0.39 ± 0.1	2.65 ± 0.1	6.28 ± 0.3	12.61 ± 2.6	5.48 ^b
TB1	0.46 ± 0.0	2.76 ± 0.0	6.68 ± 0.5	13.44 ± 1.5	5.83 ^{ab}
TB2.5	0.44 ± 0.1	2.77 ± 0.1	6.03 ± 0.9	13.91 ± 2.0	5.79 ^{ab}
TB5	0.43 ± 0.1	2.87 ± 0.3	6.73 ± 0.6	14.09 ± 1.2	6.03 ^{ab}
TB10	0.42 ± 0.1	2.76 ± 0.4	6.47 ± 0.6	13.21 ± 1.1	5.72 ^{ab}
TB20	0.36 ± 0.1	2.44 ± 0.5	5.73 ± 0.4	13.05 ± 2.3	5.39 ^b
YB	0.39 ± 0.1	2.65 ± 0.1	6.28 ± 0.3	13.82 ± 1.6	5.79 ^{ab}
TB1+YB	0.46 ± 0.0	2.76 ± 0.0	6.68 ± 0.5	14.73 ± 1.3	6.16 ^b
TB2.5+YB	0.44 ± 0.1	2.77 ± 0.1	6.03 ± 0.9	14.92 ± 0.8	6.04 ^{ab}
TB5+YB	0.43 ± 0.1	2.87 ± 0.3	6.73 ± 0.6	15.24 ± 7.3	6.32 ^a
TB10+YB	0.42 ± 0.1	2.76 ± 0.4	6.47 ± 0.6	15.73 ± 0.8	6.35 ^a
TB20+YB	0.36 ± 0.1	2.44 ± 0.5	5.73 ± 0.4	13.12 ± 2.5	5.41 ^b
Ort.	0.42 ^d	2.71 ^c	6.32 ^b	13.99 ^a	

LSD_{0.01}(Uygulama, Dönem, Uygulama×Dönem): 0.776, 0.448, ö.d.

4.2. Değişik Uygulama Metodları ile Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Farklı Büyüme Dönemlerindeki Yeşil Aksam ve Tanede Bor Konsantrasyonuna Etkisi

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, mısır bitkisine değişik uygulama metodları (toprakten, yaprakten ve toprak+yapraktan) ile artan dozlarda B (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹) uygulamasının bitkinin farklı büyüme dönemlerindeki yeşil aksam ve olgunluk döneminde hasat edilen tanedeki B konsantrasyonu üzerine etkileri belirlenmiştir. Farklı büyüme dönemlerinde hasat edilen mısır bitkisinin yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine uygulama dozu ve metodunun etkilerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Değişik uygulama metodları ile artan dozda B'un farklı büyüme dönemlerinin yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine etkilerinin birbirinden farklı

olduğu belirlenmiştir. Örneğin, **V3** dönemi kontrol (B0) uygulamasının yeşil aksam B konsantrasyonu 45.3 mg kg^{-1} iken en belirgin artışın, kontrole göre %247 artış ile TB20 (157.6 mg kg^{-1}) ve %107 ile TB10 (93.8 mg kg^{-1}) uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. **V6** döneminin kontrol uygulamasındaki yeşil aksam B konsantrasyonu 18.6 mg kg^{-1} iken kontrol uygulamasına göre en belirgin artışın %1186 ile TB20 (239.3 mg kg^{-1}) ve %505 ile TB10 (112.7 mg kg^{-1}) uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre **V9** döneminde B0 uygulamasının yeşil aksam B konsantrasyonu değeri 11.6 mg kg^{-1} iken uygulama metodları bazında B0'a göre en belirgin artış %2504 ile TB20 (302.1 mg kg^{-1}) ve %875 ile TB10 (113.2 mg kg^{-1}) uygulamalarında saptanmıştır. Son hasat dönemi olan **V10** dönemi B0 uygulamasının yeşil aksam B konsantrasyonu 26.0 mg kg^{-1} iken en belirgin artışın %1247 ile TB20+YB (350.4 mg kg^{-1}) ve %1195 ile TB20 (336.7 mg kg^{-1}) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %775 ile TB10+YB (227.5 mg kg^{-1}) uygulaması ve %588 ile TB10 (178.9 mg kg^{-1}) uygulaması izlemiştir (Çizelge 4.4).

Aynı şekilde son dönem olan **V10** döneminde koçanı saran koçan yaprağında ise B0 uygulamasının yeşil aksam B konsantrasyonu 52.5 mg kg^{-1} iken en belirgin artışın %974 ile TB20+YB (564.3 mg kg^{-1}) ve %866 ile TB20 (507.6 mg kg^{-1}) uygulamalarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4). İstatistiki açıdan değerlendirildiğinde ise **V3**, **V6** ve **V9** dönemlerinde TB20 uygulamasında, **V10** ve **V10** dönemi koçan yaprağında TB20 ve TB20+YB uygulamalarında anlamlı farklar belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Yeşil aksam B konsantrasyonunun bitki büyümesine paralel olarak arttığı, söz konusu artışların ilk hasat dönemi olan **V3** dönemine göre **V6** döneminde yaklaşık %9 oranında olduğu **V9** ve **V10** döneminde ise sırasıyla %17 ve %83 oranında olduğu saptanmıştır. Bu artış **V10** dönemi koçan yaprağı B konsantrasyonları değerlendirildiğinde ise %214 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4). Dönem ortalamalarına istatistiksel olarak bakıldığında yeşil aksam B

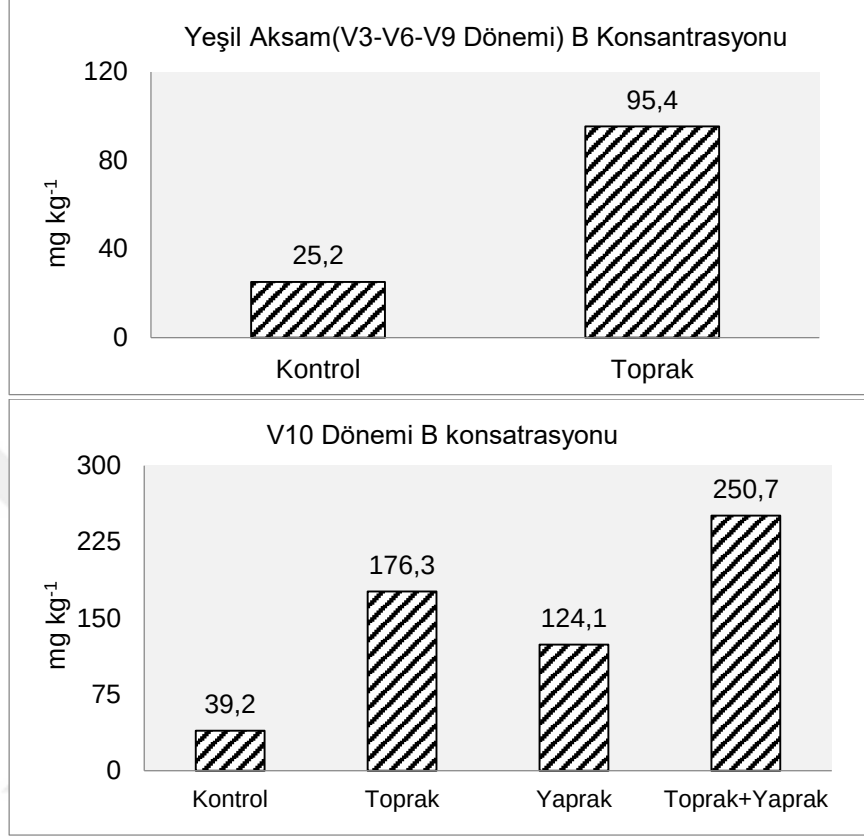
konsantrasyonunun en önemli anlamlı fark V10 dönemi koçan yaprağında saptanmıştır ($p<0.05$).

Çalışmada, değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamalarının mısır bitkisinin yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine etkisine, farklı büyüme dönemleri göz ardı edilerek genel ortalama değerleri incelendiğinde hem yaprak hemde topraktan uygulamaların mısır bitkisi yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine belirgin farklar yarattığı saptanmıştır. Örneğin kontrol (B0) uygulamasına göre topraktan B uygulamasıyla %329 oranında artış olduğu söz konusu artışın yapraktan B ve toprak+yapraktan B uygulamasıyla sırasıyla %32 ve %360 oranında olduğu görülmüştür. Elde edilen verilere göre sera koşullarında yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine en belirgin uygulama metodunun topraktan ve toprak+yapraktan B uygulamasında olduğu görülmüştür (Şekil 4.4).

Çizelge 4.4. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki yeşil aksam ve tanede B konsantrasyonu üzerine etkisi

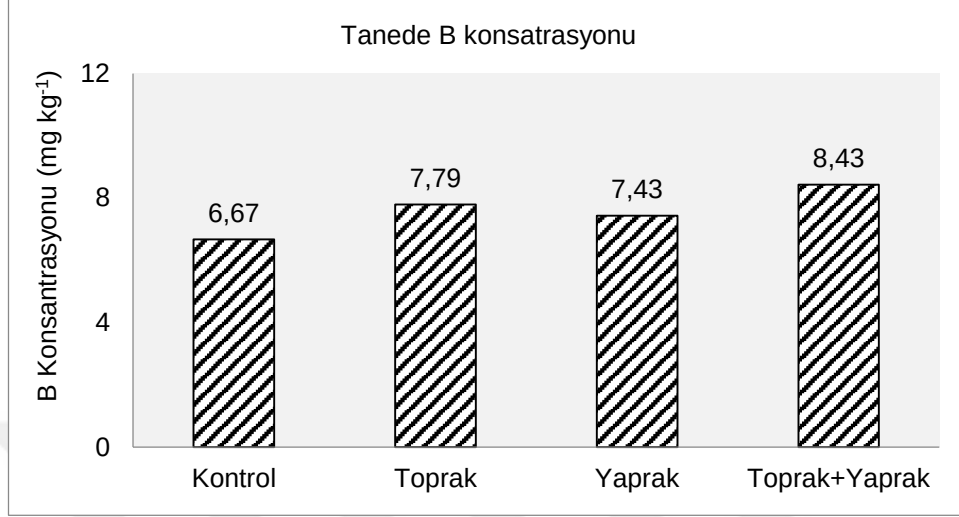
Uygulama Metodu	Dönemler						Ort
	V3	V6	V9	V10	V10 KÇ	Tane	
	(mg kg ⁻¹)						
B0	45.3 ± 7.0	18.6 ± 2.7	11.6 ± 2.1	26.0 ± 6.0	52.5 ± 10.4	6.7 ± 0.2	23.
TB1	52.3 ± 8.7	28.2 ± 4.6	21.0 ± 1.5	38.0 ± 4.6	61.8 ± 11.4	6.9 ± 0.2	31.
TB2.5	52.1 ± 7.1	32.4 ± 3.4	29.9 ± 4.7	52.1 ± 5.3	83.1 ± 10.3	6.8 ± 0.3	40.
TB5	60.2 ± 5.8	73.9 ± 7.0	62.0 ± 3.2	103.1 ± 13.8	137.5 ± 13.5	7.6 ± 0.5	76.
TB10	93.8 ± 7.7	112.7 ± 4.0	113.2 ± 4.1	178.9 ± 8.9	263.7 ± 24.4	7.7 ± 3.0	135
TB20	157.6 ± 25.3	239.3 ± 24.1	302.1 ± 39.2	336.7 ± 27.7	507.6 ± 87.2	9.9 ± 1.4	279
YB	45.3 ± 7.0	18.6 ± 2.7	11.6 ± 2.1	66.2 ± 12.2	182.0 ± 13.4	7.4 ± 1.4	57.
TB1+YB	52.3 ± 8.7	28.2 ± 4.6	21.0 ± 1.5	86.1 ± 12.9	208.7 ± 46.1	6.5 ± 0.1	70.
TB2.5+YB	52.1 ± 7.1	32.4 ± 3.4	29.9 ± 4.7	96.1 ± 17.4	221.6 ± 5.8	8.0 ± 4.2	77.
TB5+YB	60.2 ± 5.8	73.9 ± 7.0	62.0 ± 3.2	128.0 ± 19.0	264.0 ± 40.6	8.3 ± 0.7	107
TB10+YB	93.8 ± 7.7	112.7 ± 4.0	113.2 ± 4.1	227.5 ± 41.0	360.1 ± 31.6	8.5 ± 0.6	164
TB20+YB	157.6 ± 25.3	239.3 ± 24.1	302.1 ± 39.2	350.4 ± 45.2	564.3 ± 114.9	10.8 ± 0.9	293
Ort.	76.9	84.2	90.0	140.8	242.2	7.9	

LSD_{0.01}(Uygulama, Dönem, Uygulama×Dönem): 13.04, 7.53, 26.03



Şekil 4. 4. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinde V3, V6 ve V9 dönemine ait yeşil aksam B konsantrasyonu ve V10 dönemi yeşil aksam B konsantrasyonu üzerine etkisi

Çalışmada, V10 dönemi sonrası tane olgunluk dönemini tamamladıktan sonra (yaklaşık V12 döneminde) hasatı gerçekleştirilen mısır bitkisine ait tanedeki B konsantrasyonları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre farklı B uygulama metodları ve dozlarından bağımsız tanedeki ortalama B konsantrasyonu değeri 8.09 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bitkinin büyümesine paralel olarak bitkideki B konsantrasyonu değerlerinde artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu artışa karşılık yeşil aksamdaki B konsantrasyonunun taneye taşınımının oldukça düşük olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.5. Değişik uygulama metodları mısır bitkisinin tanesindeki B konsantrasyonu üzerine etkisi

Tane B konsantrasyonu üzerine uygulama metodları ve artan dozlarda B uygulaması üzerine etkilerinin birbirinden farklı olduğu ve uygulama metodları bazında kontrole göre artışlar görülmüştür (Şekil 4.5). En belirgin artışın %62'lik artış ile TB20+YB (10.82 mg kg⁻¹) uygulamasında ve %55 artış ile TB10+YB (10.35 mg kg⁻¹) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %48 artış ile TB20 (9.85 mg kg⁻¹) ve %24 artış ile TB5+YB(8.27 mg kg⁻¹) uygulaması izlemiştir. İstatistiksel açıdan da tane de B konsantrasyonunda en önemli ve anlamlı farkın TB20+YB uygulamasında ortaya çıktığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Uygulama metodlarının ortalama değerlerine bakılacak olursa artan B dozlarına bağlı olarak B konsantrasyonu arttıkça tanedeki B konsantrasyonu da artış göstermiştir (Çizelge4.4.).

Kaur ve ark., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır bitkisinin koçan yaprağındaki B konsantrasyonu üzerine, tepe püskülü oluşma döneminde yapraktan uygulanan B'un V4-V6 döneminde yapraktan uygulanan B'a kıyasla daha belirgin bir artış gösterdiğini bildirmiştir.

Lordkaew ve ark.. (2011) B uygulamasının mısır bitkisinin vegetatif gelişiminden çok generatif gelişimi üzerine daha etkili olduğunu çalışmalarında bildirmiştir. Uygulanan B'un bitkideki işlevinin artırılması için, bitkilerin B'a en fazla gereksinim duyduğu kritik büyüme dönemlerine göre uygulama zamanını belirlemenin oldukça önemli olduğunu bildirilmiştir. Ancak farklı bitkiler ve büyüme dönemleri için gereksinim duyulan B konsantrasyonlarının değişkenlik gösterdiği de belirtilmiştir. Ayrıca B noksanlığının mısır bitkisinde yeşil aksam ve kök gelişimi üzerinde, tepe püskülü ve koçan püskülü oluşumunda, yapraklardan koçana şeker taşınmasında, polen tüplerinin ve tohum oluşumunda önemli olduğu bildirilmiştir. Kum kültüründe yaptıkları bir çalışmada B'lu ve B'suz koşullarda NS72 mısır çeşidinin yapılan bir çalışmada B uygulamasıyla yeşil aksam B konsantrasyonu ve içeriğinin önemli düzeyde arttığı saptanmıştır.

Kelling (2010) yaptığı bir çalışmada, tüm bir mısır bitkisinde B konsantrasyonunun; bitki boyu 15-38 cm olduğunda $<4 \text{ mg kg}^{-1}$ B'un noksan, 4-6.4 mg kg^{-1} B'un düşük, 6.5-40 mg kg^{-1} B'un yeterli ve 40.1-55 mg kg^{-1} B'un yüksek ve $>55 \text{ mg kg}^{-1}$ B'un toksik bir değer olduğunu saptamıştır. Tepe püskülünden koçan püskülüne geçtiği dönemde ise koçan yaprağındaki B konsantrasyonun $<2 \text{ mg kg}^{-1}$ B yetersiz, 2-5 mg kg^{-1} B düşük, 5.1-40 mg kg^{-1} B yeterli, 40.1-55 mg kg^{-1} B yüksek ve $>55 \text{ mg kg}^{-1}$ B'un toksik bir değer olduğu bildirilmiştir.

4.3. Değişik Uygulama Metodları İle Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Bazı Bitkisel Parametreler Üzerine Etkisi

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, mısır bitkisine değişik uygulama metodları (topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan) ile artan dozlarda B (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 20 mg kg^{-1}) uygulamasının bitkisel parametrelerden; ilk koçan yüksekliği (cm), bitki boyu (cm), tüm bitki ağırlığı (g), koçan uzunluğu (mm), koçan kalınlığı (mm) ve koçan ağırlığı (g) ile koçan sıra sayısı (adet), koçan dane sayısı (adet koçan⁻¹), koçan dane ağırlığı (g koçan⁻¹), sömek ağırlığı (g), nem (%), dane verimi (g bitki⁻¹) üzerine etkisi belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Çizelge4.6).

Çizelge 4.5’de sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, bitkideki ilk koçan yüksekliğinin 64.8 ile 87.2 cm arasında belirlendiği buna karşılık B0 uygulamasına göre ilk koçan yüksekliğinde en yüksek artışın %28 ile TB20 uygulamasında ve %21 ile TB5+YB uygulamasından elde edilmiştir. İstatistiksel olarak TB20 uygulamasında önemli bir anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Bitki boyu 119.4 ile 132.4 cm (TB20+YB) arasında değişmesine karşılık bitkilerde uygulama metodu ve dozlarının kontrol uygulamasına göre bitki boyunda önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.5). Buna karşılık en yüksek bitki boyunun TB20+YB (132.4 cm) uygulamasında olduğu ve bu uygulama metodu ile uygulanan B dozunda istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tüm bitki ağırlığının 36.8 g ile 87.0 g bitki⁻¹ arasında değiştiği, uygulamalar bazında B0 (46.2 g bitki⁻¹) uygulamasına göre en belirgin artışın %88 ile TB2.5+YB (87.0 g bitki⁻¹) uygulamasında ve %76 ile TB5+YB (81.6 g) uygulamasında gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5). İstatistiksel olarak da tüm bitki ağırlıklarında bu iki uygulama metodu ile uygulanan B dozunda önemli anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir.

Koçan uzunluğu değerleri ise 108.0 ile 127.7 arasında değiştiği, istatistiksel olarak en önemli anlamlı farkın TB5 (127.7 mm) olduğu belirlenmiştir. Koçan kalınlığına bakıldığında ise değerlerin 37.0 ile 43.8 arasında değiştiği, istatistiksel olarak en önemli anlamlı farkın sırasıyla YB, TB20+YB, TB5+YB uygulamalarında olduğu saptanmıştır. Son olarak koçan ağırlığında da benzer durum söz konusu olup B0 uygulamasına gören artış azalışlar söz konusu olmuş ve en belirgin artış %16 ile TB5+YB (80.4 g bitki⁻¹) uygulamasında ve %13 ile TB20+YB (78.3 g bitki⁻¹) uygulamasında saptanmıştır. Buna karşılık istatistiksel olarak TB5+YB uygulamasında anlamlı bir fark yakalanmıştır.

Çizelge 4.5. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin bazı bitkisel parametreleri üzerine etkisi

Uygulamalar	İlk Koçan Yüksekliği	Bitki Boyu	Tüm Bitki Ağırlığı	Koçan uzunluğu	Koçan kalınlığı	Koçan ağırlığı
	(cm)	(cm)	(g bitki ⁻¹)	(mm)	(mm)	(g)
B0	67.8 ± 1.3 ^{de}	127.2 ± 8.9 ^{ac}	46.2 ± 2.6 ^{cd}	111.8 ± 5.9 ^{bc}	42.6 ± 1.1 ^a _b	74.3 ± 5.0 ^{ab}
TB1	67.0 ± 5.2 ^{de}	119.4 ± 5.5 ^{ac}	47.6 ± 4.8 ^{cd}	124.4 ± 7.4 ^{ab}	39.0 ± 5.8 ^d	63.2 ± 4.2 ^{ce}
TB2.5	64.8 ± 6.1 ^e	130.8 ± 11.1 ^{ab}	43.3 ± 1.8 ^d	124.0 ± 8.6 ^{ab}	38.0 ± 5.7 ^b _d	54.1 ± 4.6 ^e
TB5	70.3 ± 3.3 ^{de}	116.0 ± 5.1 ^{bc}	44.7 ± 0.4 ^d	127.7 ± 3.8 ^a	40.4 ± 1.5 ^a _d	60.4 ± 5.4 ^{de}
TB10	74.4 ± 2.3 ^{cd}	115.6 ± 5.8 ^c	36.8 ± 2.5 ^d	115.0 ± 10.9 ^{ac}	39.0 ± 3.5 ^a _d	71.9 ± 6.1 ^{ac}
TB20	87.2 ± 7.4 ^a	123.0 ± 7.0 ^{ac}	41.6 ± 3.0 ^d	123.2 ± 5.4 ^{ab}	40.2 ± 1.9 ^a _d	75.1 ± 2.6 ^{ab}
YB	69.6 ± 3.3 ^{de}	127.8 ± 7.5 ^{ac}	41.8 ± 0.9 ^d	119.5 ± 7.7 ^{ac}	43.8 ± 1.8 ^a	73.7 ± 3.8 ^{ab}
TB1+YB	68.4 ± 3.4 ^{de}	113.3 ± 8.8 ^c	64.8 ± 12.5 ^b	108.8 ± 12.6 ^c	40.0 ± 4.4 ^a _d	65.4 ± 7.5 ^{bd}
TB2.5+YB	72.6 ± 2.9 ^{cd}	119.2 ± 15.9 ^{ac}	87.0 ± 17.3 ^a	111.8 ± 10.0 ^{ab}	41.3 ± 0.6 ^{ac}	71.5 ± 10.7 ^{bd}
TB5+YB	82.4 ± 3.9 ^{ab}	121.0 ± 7.6 ^{ac}	81.6 ± 3.0 ^a	118.2 ± 6.8 ^{ac}	43.2 ± 1.3 ^a	80.4 ± 9.1 ^a
TB10+YB	78.8 ± 5.0 ^{bc}	117.6 ± 12.7 ^{ac}	42.1 ± 5.6 ^d	115.6 ± 9.6 ^{ac}	37.0 ± 2.9 ^{cd}	62.6 ± 8.2 ^{ac}
TB20+YB	79.6 ± 10.6 ^{bc}	132.4 ± 14.0 ^a	55.8 ± 9.0 ^{bc}	108.0 ± 9.5 ^c	43.8 ± 1.1 ^a	78.3 ± 6.0 ^a
Ort.	73.6	121.9	52.8	117.3	40.7	69.2

Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu ifade eder ($p \leq 0.05$).

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, mısır bitkisine değişik uygulama metodları (topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan) ile artan dozlarda B uygulamasının (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 20 mg kg⁻¹) bitkisel parametrelerden; koçan sıra sayısı (adet), koçan dane sayısı (adet), koçan dane ağırlığı (g), sömek ağırlığı (g), nem (%), dane verimi (g bitki⁻¹) ile ilgili veriler Çizelge 4.6.' de verilmiştir.

Çizelge 4.6'daki sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, bitkideki koçan sıra sayısının 11.0 ile 16.2 adet arasında, koçan dane sayısının 77.3 ile 226.0 adet koçan⁻¹ arasında, koçan dane ağırlığının 38.8 ile 66.7 g koçan⁻¹ arasında, sömek ağırlığının 9.6 ile 16.0 g arasında, nem oranının %5.1 ile %9.8 arasında, dane veriminin ise 38.8 ile 66.7 g bitki⁻¹ arasında değişmiştir.

Uygulama metodu ve doza göre değerlendirildiğinde; koçan sıra sayısında B0 (13.6 adet) uygulamasına göre en belirgin artışın %19 ile TB20+YB (16.2 adet) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak koçan dane sayısında da B0 (217.3) uygulamasına göre %4 oranında TB20+YB uygulamasında artış olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde koçan dane ağırlığında B0 (63.1 g) uygulamasına göre %5 ile TB5+YB (66.7 g) uygulamasında ve %4 ile TB20+YB (16.2 g) uygulamasında artışlar gözlemlenmiştir. Sömek ağırlığı 9.6 g ile 16.0 g arasında değer almıştır. En yüksek sömek ağırlığının TB2.5 (16.0 g) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Tanede nem içeriğinin 5.1 ile 9.8 arasında değişmiş ve tane de nem içeriği en yüksek %9.8 ile B0 uygulamasında ve %9.5 ile TB5+YB uygulamasında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak koçan sıra sayısı ve koçan tane sayısındaki en önemli anlamlı fark TB20+YB uygulamasında görülür iken koçan tane ağırlığında TB5+YB uygulamasında ve sömek ağırlığında TB2.5 uygulamasında belirlenmiştir. Tane nem içeriklerinde ise anlamlı fark %9.8 ve %9.5 ile TB5+YB ve B0 uygulamalarına ait olduğu görülmüştür. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde uygulamalardan bağımsız ortalama koçan sıra sayısı 13.3 adet iken koçan dane sayısının 167.2, koçan dane ağırlığının 56.9 g koçan⁻¹, sömek ağırlığının 12.1 g ve nem oranının %7.3 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). İstatistiksel olarak koçan sıra sayısı ve koçan tane sayısındaki en önemli anlamlı fark

TB20+YB uygulamasında görülür iken koçan tane ağırlığında TB5+YB uygulamasında ve sömek ağırlığında TB2.5 uygulamasında ortaya çıkmıştır. Tane nem içeriklerinde ise bu anlamlı fark 9.8 ve 9.5 ile TB5+YB ve B0 uygulamalarında yakalanmıştır. Sonuçlar genel olarak uygulamalardan bağımsız ortalama bazında değerlendirildiğinde ortalama koçan sıra sayısı 13.3 iken koçan dane sayısının 167.2, koçan dane ağırlığının 56.9, sömek ağırlığının 12.1 ve nem oranının 7.3 olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Lordkaew ve ark (2011)'nın yürüttüğü bir çalışmada, tane olgunlaşma döneminde B uygulaması sap, kök ve bitki boyuna göre dane verimi ve koçan başına tane sayısı üzerine daha belirgin bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Bor uygulaması yapılmadığı durumda koçan başına ortalama tane 0.4 adet iken aynı değer B uygulamasında 410 adet olduğu saptanmıştır. Bu değerlere göre bitki başına dane verimi B0 uygulamasında 0.5 g, B20 uygulamasında ise 72.3 g olduğu belirlenmiştir. Tahir ve ark. (2012)'nin yaptığı bir çalışmada yapraktan uygulanan B'un koçan ağırlığı ve koçan başına tane sayısını arttırdığını belirtmişlerdir. Toklu ve ark. (2017) tarafından ise birinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı danelik mısır çeşitlerinin dane verimi, bazı bitkisel özellikler ve karakterler arası ilişkiler yönünden değerlendirilmesi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, mısırdaki koçanda dane sayısı ile verim unsuru olan bitki boyu arasında önemli bir pozitif yönlü ilişki olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.6. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin bazı bitkisel parametreleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Koçan Sıra Sayısı (adet)	Koçanda Tane Sayısı (adet koçan ⁻¹)	Koçanda Tane Ağırlığı (g koçan ⁻¹)	Sömek Ağırlığı (g)	Nem (%)
B0	13.6 ± 0.9 ^b	217.3 ± 27.9 ^{ab}	63.1 ± 3.5 ^{ac}	12.8 ± 1.8 ^{bc}	9.8 ± 0.3 ^a
TB1	12.8 ± 0.5 ^{bc}	162.3 ± 9.1 ^{cd}	52.2 ± 4.3 ^{de}	11.0 ± 0.8 ^{cd}	5.1 ± 0.9 ^e
TB2.5	11.0 ± 2.2 ^c	77.3 ± 11.0 ^f	38.8 ± 5.5 ^f	16.0 ± 2.2 ^a	6.8 ± 0.6 ^{be}
TB5	13.0 ± 2.4 ^{bc}	79.3 ± 19.6 ^f	50.0 ± 11.0 ^e	14.2 ± 3.1 ^{ab}	7.3 ± 0.6 ^{bc}
TB10	12.8 ± 1.7 ^{bc}	148.3 ± 21.2 ^{de}	59.0 ± 5.0 ^{be}	12.8 ± 0.7 ^{bc}	7.0 ± 0.3 ^{bd}
TB20	13.4 ± 1.1 ^b	209.4 ± 17.7 ^{ab}	60.0 ± 7.5 ^{ad}	10.9 ± 1.0 ^{cd}	7.0 ± 1.1 ^{bd}
YB	14.2 ± 1.1 ^{ab}	220.3 ± 22.4 ^{ab}	61.7 ± 2.7 ^{ad}	11.5 ± 1.4 ^{bd}	8.3 ± 0.7 ^{ab}
TB1+YB	12.2 ± 1.5 ^{bc}	121.3 ± 6.8 ^e	53.5 ± 4.6 ^{ce}	9.6 ± 1.5 ^d	5.3 ± 1.1 ^{de}
TB2.5+YB	13.7 ± 2.3 ^b	214.0 ± 17.0 ^{bc}	60.4 ± 9.1 ^{ad}	10.7 ± 2.0 ^{cd}	7.4 ± 1.7 ^{bc}
TB5+YB	14.0 ± 1.4 ^b	200.0 ± 33.4 ^{ab}	66.7 ± 7.2 ^a	11.5 ± 1.6 ^{bd}	9.5 ± 1.8 ^a
TB10+YB	12.8 ± 0.8 ^{bc}	131.3 ± 21.9 ^{de}	52.2 ± 6.9 ^{de}	12.1 ± 2.5 ^{bd}	6.0 ± 1.0 ^{ce}
TB20+YB	16.2 ± 1.3 ^a	226.0 ± 22.5 ^a	65.8 ± 5.8 ^{ab}	12.0 ± 0.9 ^{bd}	7.8 ± 1.3 ^b
Ort.	13.3	167.2	56.9	12.1	7.3

Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu ifade eder ($p \leq 0.05$).

4.4. Değişik Uygulama Metodları ile Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Generatif Aksamında Bazı Kalite Parametreler Üzerine Etkisi

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, mısır bitkisine topraktan, yaprakтан ve toprak+yaprakтан artan dozlarda B'un mısır bitkisinde farklı dönemlerdeki yeşil aksam N konsantrasyonu (Çizelge 4.7), tanede N konsantrasyonu, ham protein ve nişasta oranı gibi bazı kalite parametreleri (Çizelge 4.8) üzerine etkisi belirlenmiştir.

Çizelge 4.7'da sonuçlar uygulama metodlarından bağımsız farklı büyüme dönemlerine göre değerlendirildiğinde, V3 dönemindeki yeşil aksam N konsantrasyonu %2.75 ile %3.64 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde V6 döneminde %2.80 ile %2.87 arasında, V9 döneminde %2.02 ile %2.67 arasında, V10 döneminde %2.02 ile %2.41 arasında ve V10 dönemi koçan yaprağında ise %1.64 ile %2.70 arasında değişiklik göstermiştir.

Sonuçlar dönemsel olarak ortalamalara göre değerlendirildiğinde ise, V3 dönemi yeşil aksam N konsantrasyon değerinin %3.31 iken, V6 döneminde %2.84, V9 döneminde %2.41, V10 döneminde %2.26 ve V10 dönemi koçan yaprağında %2.14 olduğu belirlenmiştir. Bitkinin büyümesine paralel olarak yeşil aksam N konsantrasyonunda azalışlar olduğu gözlemlenmiştir. Bu azalışlar bitkinin büyümesine paralel olarak bitki bünyesindeki N konsantrasyonunda seyrelme ile yorumlanabilir. Dönemsel olarak genel ortalamaları istatistiksel açıdan değerlendirdiğimizde en önemli anlamlı fark V3 döneminde saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Uygulama metodları bazında yeşil aksam N konsantrasyonuna bakılacak olursa, V3 dönemi B0 uygulamasının yeşil aksam N konsantrasyonu %4.1 iken, uygulama metodları bazında azalışlar söz konusu olmuştur. En belirgin azalışın ise %51 ile TB20 (%2.7), %46 ile TB1 (%2.8) uygulamasında ve %41 ile YB (%2.9) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. V6 dönemin B0 uygulamasının yeşil aksam N konsantrasyonu %2.8 iken uygulama metodları bazında artış azalışlar söz konusu olmuştur. En belirgin artışın %7 ile TB2.5+YB (%3.0) uygulamasında ve %3 ile

TB1+YB (%2.9) uygulamasında sözkonusu olmuştur. V9 döneminde B0 uygulamasının yeşil aksam N konsantrasyonu %2.7 iken uygulama metodları bazında azalışlar olduğu belirlenmiştir. En belirgin azalışın ise %35 ile TB10 (%2.0) uygulamasında, %17 ile TB20 (%2.3) uygulamasında ve %12 ile TB5 (%2.4) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Son olarak bakılan V10 döneminin B0 uygulamasının yeşil aksam N konsantrasyonu %2.3 iken, uygulama metodları bazında azalışlar sözkonusu olmuştur. En belirgin azalışın %15 ile TB2.5 (%2.0) uygulamasında, %9 ile YB (%2.1) uygulamasında, %4 ile TB1+YB (%2.2) ve TB5 (%2.2) uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en önemli anlamlı fark V3 ve V6 dönemlerinde TB2.5+YB ile B0 uygulamalarında, V9 döneminde TB2.5+YB, B0 ve TB20+YB uygulamalarında, V10 döneminde TB10 ve TB20 uygulamalarında, V10 dönemi koçan yaprağında ise TB2.5+YB uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Uygulama metodları genel olarak ortalamalar bazında değerlendirildiğinde yeşil aksam N konsantrasyonu %1.42 ile %2.75 arasında değişiklik göstermiş olup uygulama metodları arasında belirgin bir fark olmadığı belirlenmiştir. İstatistiki açıdan yeşil aksam N konsantrasyonu değerlendirildiğinde dönemsel olarak en önemli anlamlı fark diğer dönemlere göre V3 döneminde belirlenmiştir. Uygulamalar bazında ise en önemli anlamlı fark TB2.5+YB uygulamasında belirlenmiştir. Buna karşılık istatistiksel açıdan en önemli anlamlı fark TB2.5+YB uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerindeki yeşil aksam azot (%) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulama Metodu	Dönemler					Or
	V3	V6	V9 (%)	V10	V10 KÇ	
B0	3.48 ± 0.8	2.80 ± 0.2	2.67 ± 0.2	2.32 ± 0.1	2.49 ± 0.2	2.7
TB1	3.32 ± 0.8	2.86 ± 0.3	2.50 ± 0.3	2.28 ± 0.2	2.26 ± 0.2	2.6
TB2.5	3.19 ± 0.6	2.86 ± 0.1	2.52 ± 0.4	2.02 ± 0.2	1.79 ± 0.4	2.4
TB5	3.50 ± 0.4	2.84 ± 0.3	2.44 ± 0.2	2.18 ± 0.3	1.64 ± 0.2	2.5
TB10	3.64 ± 0.3	2.81 ± 0.2	2.30 ± 0.3	2.36 ± 0.3	1.80 ± 0.2	2.5
TB20	2.75 ± 0.4	2.87 ± 0.1	2.02 ± 0.1	2.41 ± 0.2	1.86 ± 0.3	2.3
YB	3.48 ± 0.8	2.80 ± 0.2	2.67 ± 0.2	2.13 ± 0.2	2.12 ± 0.2	2.6
TB1+YB	3.32 ± 0.8	2.86 ± 0.3	2.50 ± 0.3	2.16 ± 0.1	2.47 ± 0.3	2.6
TB2.5+YB	3.19 ± 0.6	2.86 ± 0.1	2.52 ± 0.4	2.32 ± 0.1	2.70 ± 0.2	2.7
TB5+YB	3.50 ± 0.4	2.84 ± 0.3	2.44 ± 0.2	2.32 ± 0.1	2.48 ± 0.2	2.7
TB10+YB	3.64 ± 0.3	2.81 ± 0.2	2.30 ± 0.3	2.27 ± 0.2	2.05 ± 0.2	2.6
TB20+YB	2.75 ± 0.4	2.87 ± 0.1	2.02 ± 0.1	2.33 ± 0.3	2.04 ± 0.2	2.4
Ort.	3.31	2.84	2.41	2.26	2.14	

LSD_{0.01}(Uygulama, Dönem, Uygulama×Dönem): ö.d, 0.169, ö.d

Çizelge 4.8’de değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinde tanede N konsantrasyonu, tanede ham protein ve tanede nişasta üzerine etkisine bakılmıştır. Tanede N konsantrasyonunun %1.39 ile %1.92 arasında, ham protein oranlarında %8.69 ile %12.02 arasında, nişasta oranlarının ise %57.15 ile %68.26 arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Sonuçlar uygulamalardan bağımsız olarak, ortalama bazında değerlendirildiğinde ise N konsantrasyonu %1.64, ham protein oranının %10.26 ve nişasta oranının %62.21 olduğu belirlenmiştir.

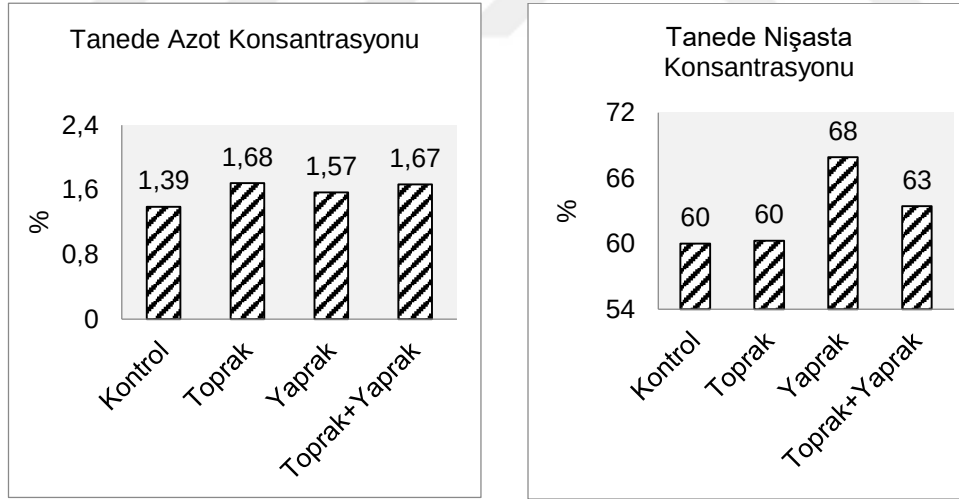
Çizelge 4. 8. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinde tanede azot konsantrasyonu, tanede ham protein ve tanede nişasta üzerine etkisi

Uygulamalar	Azot			Ham Protein Oranı			Nişasta Oranı		
				(%)					
B0	1.39	±	0.2 ^c	8.69	±	1.3 ^c	60.02	±	0.3 ^{bc}
TB1	1.46	±	0.1 ^c	9.10	±	0.4 ^c	60.83	±	0.7 ^{bc}
TB2.5	1.92	±	0.1 ^a	12.02	±	0.8 ^a	57.26	±	0.2 ^{cd}
TB5	1.81	±	0.3 ^a	11.30	±	1.8 ^{ab}	57.15	±	0.4 ^d
TB10	1.79	±	0.2 ^{ab}	11.20	±	0.8 ^{ab}	58.02	±	0.4 ^{cd}
TB20	1.43	±	0.1 ^c	8.95	±	0.8 ^c	68.09	±	0.5 ^a
YB	1.57	±	0.1 ^{bc}	9.79	±	0.7 ^{bc}	67.93	±	0.3 ^a
TB1+YB	1.64	±	0.2 ^{bc}	10.25	±	1.0 ^{bc}	63.11	±	4.4 ^b
TB2.5+YB	1.74	±	0.2 ^{ab}	10.87	±	1.3 ^{ab}	59.59	±	1.2 ^{cd}
TB5+YB	1.62	±	0.1 ^{bc}	10.10	±	0.8 ^{bc}	58.83	±	0.0 ^{cd}
TB10+YB	1.76	±	0.3 ^{ab}	11.00	±	1.5 ^{ab}	68.26	±	0.5 ^a
TB20+YB	1.58	±	0.1 ^{bc}	9.88	±	0.3 ^{bc}	67.39	±	2.0 ^a
Ort.	1.64			10.26			62.21		

Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu ifade eder ($p \leq 0.05$).

Sonuçlar uygulama metodları bazında değerlendirildiğinde ise, tanede N konsantrasyonunun B0 uygulamasında %1.39 değerlerini alırken uygulama metodlarıyla birlikte bu değerde artışlar söz konusu olmuştur. En belirgin artışlar sırası ile %35 ile TB2.5 (%1.92) uygulamasında, %30 ile TB5 (%1.81), %28 ile TB10 (%1.79) ve %26 ile TB10+YB (%1.76) uygulamalarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). İstatistiksel olarak tanede N konsantrasyonunda en önemli anlamlı fark TB2.5 (%1.92) ve TB5 (%1.81) uygulamasında saptanmıştır.

Mısır bitkisinde, tanede hamprotein içeriği B0 uygulaması %8.69 değerlerini alırken uygulama metodlarıyla birlikte bu değerde artışlar söz konusu olmuştur. En belirgin artışlar sırası ile %38 ile TB2.5 (%12.02) uygulamasında, %30 ile TB5 (%11.30) uygulamasında, %29 ile TB10 (%11.20) uygulamasında ve %26 ile TB10+YB (%11.00) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan, tanede hamprotein içeriği değerlendirildiğinde ise TB2.5 (%12.02) uygulamasında en önemli anlamlı farkın ortaya çıktığı saptanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır tanesinde azot ve nişasta konsantrasyonu üzerine etkisi

Mısır bitkisinde, tanede nişasta miktarı B0 uygulaması %60.02 değerlerini alırken uygulama metodlarıyla birlikte bu değerde artış azalışlar söz konusu

olmuştur. En belirgin artışlar sırasıyla %14 ile TB10+YB (%68.26) uygulamasında, %13 ile TB20 (%68.09) ve YB (%67.93) uygulamalarında, %12 ile TB20+YB (%67.39) uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). İstatistiksel olarak nişasta miktarında ise sırasıyla TB10+YB, TB20, YB ve TB20+YB uygulamalarında anlamlı bir fark görülmüştür ($p<0.05$). Genel olarak tanede nişasta oranları B uygulama dozları göz ardı edilerek uygulama metodları bakımından incelendiğinde kontrol uygulamasına göre yaprak uygulamasında %13 artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Farklı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda benzer sonuçlar olduğu görülmüştür. Örneğin, İdikut ve ark. (2013) yapmış oldukları çalışmada iki yıllık sonuçlara göre, kullanılan hibrid mısır çeşitlerinde Tane verimi ile % nişasta oranı arasında önemsiz ve olumlu ilişki belirlenmiştir. Özsisli ve ark. (2009) FAO 550-650 olum grubuna sahip hibrit mısır çeşitlerinde yaptığı çalışma sonucunda, mısır bitkisi nişasta oranını %61-63 arasında değiştiğini kaydetmiştir. Ereku ve ark. (2017) iki farklı lokasyonda mısır çeşitleriyle yapmış olduğu çalışmada tanede nişasta oranının %62.6-63.9 arasında değişim gösterdiğini belirleyerek hem lokasyon hem de çeşitin önemli bir etkisi bulunmadığını belirlemişlerdir. Kaur ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır bitkisine kontrole göre V4-V6 ve tepe püskülü olduğu dönemlerindede uygulanan yapraktan B uygulamaları arasında, tanede protein ve nişasta konsantrasyonu üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada N ve B birlikte bitkiye uygulanması durumunda, tanenin protein içeriğini azaldığı, B ve S'ün birlikte uygulandığı durumda ise tanenin protein içeriğinin arttığı bulunmuştur (Marschner, H.,1995; Aref, 2011).

4.5. Değişik Uygulama Metodları İle Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Çiçek Tozu Canlılık Düzeyleri ve Çiçek Tozu Üretim Miktarları Üzerine Etkisi

Mısır bitkisinde tepe püskülü çıkışı ve tozlanma sırasında sıcaklık 32 °C'nin üzerine çıktığında üreme organlarındaki farklılaşma çok hızlı gelişir ve koçan püskülleri çabuk kurur. Bu nedenle mısır bitkisi püskül içerisinde polen tozlarının çimlenip tüpte ilerlemesini sağlayacak yeterli nem bulamaz. Polen keseleri kurduğundan polenlerini dışarıya çıkaramaz veya polenler kendi canlılıklarını kaybederler. Bunun sonucu olarak da koçanda tane bağlama oranı azalır (Duman ve ark., 2004). Bu noktadan hareketle ve B'un generatif aşamadaki etkisi de göz önünde bulundurularak sera koşullarında yürüttüğümüz bu çalışmada, mısır bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda B uygulamasının, çiçek tozlarının canlılık düzeyi ile bir çiçekteki çiçek tozu sayısı ve çiçek tozlarındaki normal gelişmiş çiçek tozu oranı belirlenmiştir.

Çiçek tozu canlılık düzeylerine ait veriler Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelgede mikroskop incelemesi sırasında koyu kırmızı boyanan ve mutlak canlı olarak tabir edilen çiçek tozlarının %36.1 ile %78.1 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşılık mutlak canlı çiçek tozu en yüksek değerinin %78.1 ile TB2.5 uygulamasında olduğu gözlemlenirken, en düşük değerinin %39 ile TB1+YB uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Yarı canlı çiçek tozlarını incelendiğinde ise değerlerin %9.9 ile %41.7 arasında değiştiği belirlenmiştir. Cansız çiçek tozlarının ise yüksek düzeylerde olduğu ve en düşük değerin %11 ile TB1 uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir.

Çiçek tozu canlılık çalışmalarında teorik olarak yarı canlı çiçek tozlarının yarısının canlı olduğunu kabul ederek bulunan değerin mutlak canlı çiçek tozu oranına elenmesi şeklinde bir canlılık hesaplaması yapılmaktadır. Bu durumda en yüksek canlılık düzeyi %83 ile TB2.5 uygulamasından elde edilirken bu değeri %78 ile TB1 uygulamasının, %76 ile de TB5 uygulamasının izlediği belirlenmiştir. Özellikle Toprak+Yaprak uygulamalarının birlikte kullanıldığı uygulamaların da

yüksek düzeyler ile söz konusu verileri izlediği dikkati çekmektedir. En düşük değerler ise %55 ile TB20, %58 ile YB ve %59 ile B0 uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.9).

Yıldız ve ark. (2014)'ın yapmış olduğu çalışmada iki farklı çeşit Trabzon hurmasında borik asit ilavesi %0, %5 ve %10 şeker ortamlarında çimlenme oranını artırırken, %15 ve %20 şeker ortamlarında çok net bir etki ortaya koymamıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, çiçek tozu canlılığı bakımından 'Diospyros lotus' türü ile 'MK 52' genotipinin, çiçek tozu çimlenmesi bakımından ise 'Ghora Gali' çeşidi ile 'Diospyros lotus' türünün diğer genotiplerden daha yüksek değerler taşıdığı belirlenmiştir. Borik asit dozlarının ortalamları dikkate alındığında çiçek tozu çimlenmelerinde 0 ppm doza göre 50 ppm dozda %5.5, 100 ppm dozda ise %13.0 oranında artış olmuştur. Çiçek tozu çimlendirme testlerinde en iyi sonuçlar tüm borik asit konsantrasyonlarında %20 sakkaroz ortamlarından alınmıştır. Canlı çiçek tozlarının iyi bir çimlenme kapasitesine sahip oldukları var sayılmakla beraber in vitro koşulların çiçek tozu çimlenmesi için yeterli olmaması sonucu genellikle düşük çimlenme oranları elde edilmektedir.

Çizelge 4.9. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin çiçek tozu canlılık düzeyleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Mutlak Canlılık	Yarı Canlılık	Cansız	Canlılık
	(%)			
B0	51.5 ± 5.3 ^{cf}	15.1 ± 5.7 ^{de}	33.4 ± 10.7 ^a	59.0 ± 7.9 ^c
TB1	68.5 ± 7.2 ^{ab}	20.1 ± 6.6 ^{ce}	11.4 ± 1.5 ^e	78.6 ± 4.0 ^{ab}
TB2.5	78.1 ± 8.6 ^a	9.9 ± 4.3 ^e	12.0 ± 5.6 ^e	83.0 ± 6.9 ^a
TB5	65.8 ± 4.6 ^{ad}	22.2 ± 5.2 ^{be}	12.0 ± 6.1 ^e	76.9 ± 4.7 ^{ab}
TB10	42.1 ± 6.7 ^{ef}	35.1 ± 4.2 ^{ac}	22.8 ± 3.5 ^{bd}	59.7 ± 4.9 ^c
TB20	36.1 ± 10.6 ^f	37.7 ± 8.8 ^{ab}	26.2 ± 9.7 ^{ac}	55.0 ± 9.2 ^c
YB	50.0 ± 11.3 ^{df}	17.5 ± 12.7 ^{de}	32.6 ± 3.6 ^{ab}	58.7 ± 5.5 ^c
TB1+YB	39.9 ± 19.8 ^f	41.7 ± 24.0 ^a	18.4 ± 7.4 ^{ce}	60.7 ± 9.0 ^c
TB2.5+YB	66.0 ± 3.2 ^{ad}	15.4 ± 2.5 ^{de}	18.6 ± 3.0 ^{ce}	73.7 ± 2.9 ^{ab}
TB5+YB	56.6 ± 5.5 ^{be}	29.9 ± 4.3 ^{ad}	13.4 ± 3.0 ^{de}	71.6 ± 3.9 ^b
TB10+YB	67.3 ± 3.3 ^{ac}	12.8 ± 2.5 ^{de}	19.9 ± 0.9 ^{ce}	73.7 ± 2.1 ^{ab}
TB20+YB	49.2 ± 2.5 ^{ef}	25.6 ± 2.5 ^{ae}	25.3 ± 0.6 ^{ac}	61.9 ± 1.3 ^c
Ort.	55.9	23.6	20.5	67.7

Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu ifade eder ($p \leq 0.05$).

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada mısır bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda B'un çiçek tozu üretim miktarı üzerine etkilerinin Çizelge 4.10'da verilmiştir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, bir çiçekteki çiçek tozu sayısının ise tek basına TB uygulamalarında ve tek basına YB uygulamasının etkisinin B0 uygulamasına yakın veya daha düşük olduğu saptanmıştır. TB+YB uygulamalarında ise bir çiçekteki çiçek tozu sayısını oldukça arttırdığı belirlenmiştir. Bu bakımdan değerler 43064 adet (TB5) ile 58683 adet (T10+YB) arasında değişmiştir. Normal gelişmiş çiçek tozu oranları ise en yüksek %98 ile TB5+YB uygulamasından, en düşük ise %83 ile TB1+YB uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çiçek tozu üretim miktarını istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde, bir çiçekteki çiçek tozu sayısının TB10+YB uygulamasında, bir anterdeki çiçek tozu sayısının sırasıyla TB20+YB, TB10+YB, TB5+YB uygulamalarında anlamlı bir fark ortaya çıkarttığı belirlenmiştir. Morfolojik homojenliğe baktığımızda ise en önemli anlamlı fark TB5+YB uygulamasında gözlemlenmiştir.

Eroğlu ve ark., (2016)'nın yapmış olduğu çalışmada canlılık ve çimlenme testleri ile morfolojik homojenlik arasında pozitif yönlü bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4 10. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinin çiçek tozu üretim miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar	Bir Çiçekteki Çiçek Tozu Sayısı		Bir Anterdeki Çiçek Tozu Sayısı		Morfolojik Homojenlik
	(adet)				%
B0	45115	± 5917 ^d	7999	± 1150 ^{ab}	91.9 ± 4.0 ^{cd}
TB1	47014	± 4367 ^{cd}	8301	± 1158 ^{ab}	93.0 ± 4.1 ^{cd}
TB2.5	43277	± 831 ^d	7338	± 27 ^b	94.0 ± 0.4 ^{bd}
TB5	43064	± 7593 ^d	7392	± 1309 ^b	86.1 ± 5.1 ^e
TB10	43220	± 6092 ^d	8107	± 1337 ^{ab}	95.2 ± 0.8 ^{ad}
TB20	46122	± 8211 ^{cd}	8016	± 1203 ^{ab}	94.8 ± 0.7 ^{ad}
YB	47730	± 5765 ^{bd}	8179	± 1138 ^{ab}	98.2 ± 1.6 ^{ab}
TB1+YB	51293	± 2763 ^{ad}	8903	± 679 ^{ab}	83.0 ± 2.3 ^e
TB2.5+YB	51080	± 7062 ^{ad}	8638	± 1325 ^{ab}	91.1 ± 1.2 ^d
TB5+YB	57760	± 3519 ^{ab}	9626	± 586 ^a	98.7 ± 0.4 ^a
TB10+YB	58683	± 4226 ^a	9921	± 937 ^a	96.4 ± 1.0 ^{ac}
TB20+YB	56109	± 5781 ^{ac}	9485	± 1117 ^a	96.3 ± 0.5 ^{ac}
Ort.	49206		8492		93.2

Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğunu ifade eder ($p \leq 0.05$).

4.6. Değişik Uygulama Metodları İle Artan Dozlarda B Uygulamalarının Mısır Bitkisinde Korelasyon Tabloları

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda B UYGULAMASININ farklı büyüme dönemlerinde mısır bitkisi üzerine etkileri araştırılmış olup, sonuçlarda varyans analizine göre korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Bitkisel parametrelerin korelasyon analizleri Çizelge 4.11’de, yeşil aksam ve tane arasındaki korelasyon analizleri Çizelge 4.12’de, koçan yaprağındaki korelasyon analizleri Çizelge 4.13’de ve çiçek tozu üretim miktarı ve çiçek tozu canlılığı arasında korelasyon analizleri ise Çizelge 4.14’de değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.11’deki korelasyonanaliz tablosu değerlendirildiğinde ilk koçan yüksekliği ile koçan kalınlığı ($p<0.01$), koçansıra sayısı ($p<0.01$) ve koçan dane sayısı ($p<0.05$) arasında pozitif yönlü bir korelasyon belirlenirken, koçan tane ağırlığında ($p<0.05$) negatif yönlü bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Tüm bitki ağırlığı ile koçan kalınlığı ($p<0.05$) ve koçan dane sayısı arasında pozitif yönlü korelasyon belirlenmiştir. Koçan uzunluğu ile koçan ağırlığı ($p<0.01$) ve koçan sıra sayısında ($p<0.05$) negatif yönlü, koçan dane ağırlığında ($p<0.05$) ise pozitif yönlü korelasyon saptanmıştır. Koçan kalınlığı ile koçan ağırlığı ($p<0.01$), Koçan sıra sayısı ($p<0.01$) ve dane sayısı ($p<0.01$) arasında pozitif yönlü korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısırın bitkisel parametreleri arasındaki korelasyon

Bitkisel Parametreler	İlk Koçan Yüksekliği	Bitki Boyu	Tüm Bitki Ağırlığı	Koçan Uzunluğu	Koçan Kalınlığı	Koçan Ağırlığı	Koçan Sıra Sayısı	Koçan Dane Sayısı	Koçan Dane Ağırlığı
İlk Koçan Yüksekliği	-0.145								
Bitki Boyu	0.130	-0.152							
Tüm Bitki Ağırlığı	-0.139	0.049	-0.152						
Koçan Uzunluğu	0.103	0.192	0.176	-0.351**					
Koçan Kalınlığı	0.362**	0.141	0.389*	-0.196	0.588**				
Koçan Ağırlığı	0.225	0.154	0.131	-0.472**	0.664**	0.666**			
Koçan Sıra Sayısı	0.418**	0.132	0.114	-0.369*	0.568**	0.796**	0.780**		
Koçan Dane Sayısı	0.361*	0.002	0.374*	-0.259	0.513**	0.933**	0.686**	0.850**	
Koçan Dane Ağırlığı	-0.296*	0.250	-0.140	0.329*	-0.035	-0.148	-0.261	-0.486**	-0.337*

Uygulamalar arasındaki fark *: 0.05, **: 0.01 düzeyinde önemli.

Varyans analiz sonuçlarına göre Çizelge 4.12’ e bakıldığında, V3 döneminde tanede kuru madde verimi ile bitki kuru madde verimi arasında ($p<0.05$) negatif yönlü, bitkide B konsantrasyonu ile tanede B konsantrasyonu arasında ($p<0.01$) pozitif yönlü, tanede kuru madde verimi ile tanede N konsantrasyonu arasında ($p<0.01$) negatif yönlü korelasyon saptanmıştır. V6 döneminde klorofil (SPAD) değeri ile bitkide B konsantrasyonu ($p<0.01$) ve tanede B konsantrasyonu arasında ($p<0.05$) negatif yönlü, yeşil aksam kuru madde verimi arasında ($p<0.05$) pozitif yönlü korelasyon saptanmıştır. Bitki kuru madde verimi ile tane de B konsantrasyonu ($p<0.05$) ve tane kuru madde verimi ile tane de N konsantrasyonu arasında ($p<0.01$) negatif yönlü bir ilişki belirlenirken bitki B konsantrasyonu ile tane B konsantrasyonu arasında ($p<0.01$) pozitif yönlü korelasyon olduğu belirlenmiştir. V9 döneminde ise yeşil aksam N konsantrasyonu ile klorofil (SPAD) değeri ($p<0.01$) ve bitki B konsantrasyonu ile tane B konsantrasyonu arasında ($p<0.01$) arasında önemli düzeyde pozitif yönlü korelasyon, klorofil (SPAD) değeri ile tane de B konsantrasyonu arasında ($p<0.05$), yeşil aksam N konsantrasyonu ile tane de B konsantrasyonu ($p<0.01$) ve yeşil aksam B ($p<0.01$) konsantrasyonu arasında, tane kuru madde verimi ile tane N konsantrasyonu ($p<0.01$) arasında negatif yönlü korelasyon belirlenmiştir. Son olarak da V10 dönemine ait klorofil (SPAD) değerinin; bitkideki yeşil aksam B konsantrasyonu ($p<0.01$) ve tane kuru madde verimi ($p<0.01$) ile yüksek düzeyde pozitif yönlü korelasyon sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yeşil aksam N konsantrasyonu ile tane de B konsantrasyonu ($p<0.05$) ve yeşil aksam da B konsantrasyonu ($p<0.01$) arasında, yeşil aksam B konsantrasyonu ile tane de B konsantrasyonu ($p<0.01$) ve tane kuru madde verimi arasında ($p<0.05$) pozitif yönlü korelasyon, tane de kuru madde verimi ile tane N konsantrasyonu arasında ($p<0.01$) negatif yönlü korelasyon olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır bitkisinde korelasyon

V3	SPAD	KMV	%N	B Kons.	Tane KVM	Tane B Kons.
KMV	0.061					
%N	-0.324	-0.049				
B Kons.	0.020	-0.314	-0.358			
Tane KVM	-0.082	-0.421*	-0.135	0.352		
Tane B	0.211	-0.299	-0.109	0.661**	-0.012	
Tane %N	0.043	0.342	0.131	-0.223	-0.732**	-0.148
V6	SPAD	KMV	%N	B Kons.	Tane KVM	Tane B Kons.
KMV	0.400*					
%N	-0.090	0.166				
B Kons.	-0.787**	-0.349	0.076			
Tane KVM	-0.289	-0.243	0.303	0.275		
Tane B	-0.462*	-0.441*	0.034	0.680**	-0.012	
Tane %N	0.339	0.360	-0.265	-0.182	-0.732**	-0.148
V9	SPAD	KMV	%N	B Kons.	Tane KVM	Tane B Kons.
KMV	0.209					
%N	0.496**	0.303				
B Kons.	-0.355	-0.401	-0.568**			
Tane KVM	-0.038	-0.163	-0.121	0.333		
Tane B	-0.416*	-0.248	-0.590**	0.552**	-0.012	
Tane %N	0.269	0.183	0.033	-0.147	-0.732**	-0.148
V10	SPAD	KMV	%N	B Kons.	Tane KVM	Tane B Kons.
KMV	0.240					
%N	-0.014	-0.034				
B Kons.	0.518**	-0.057	0.273*			
Tane KVM	0.454**	0.041	0.199	0.328*		
Tane B	0.244	0.051	0.275*	0.546**	0.188	
Tane %N	-0.112	0.181	-0.115	-0.100	-0.582**	-0.087

Uygulamalar arasındaki fark *: 0.05, **: 0.01 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.13’de ise farklı büyüme dönemlerinde mısır bitkisine topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan artan dozlarda B uygulama metodlarının mısır bitkisindeki koçan yaprağı varyans analiz tablosu verilmiştir. Bu tabloya göre yeşil aksam kuru madde verimi ile yeşil aksam B konsantrasyonu ($p<0.05$) arasında tane

de kuru madde verimi ile tanede N konsantrasyonu ($p<0.01$) arasında negatif yönlü korelasyon belirlenirken, yeşil aksam N konsantrasyonu ile tane kuru madde verimi ($p<0.05$) arasında, yeşil aksam B konsantrasyonu ile tanedeki B konsantrasyonu ($p<0.01$) ve tane de kuru madde verimi ($p<0.01$) arasında pozitif yönlü önemli korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 13. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısır mısır bitkisindeki koçan yaprağında korelasyon

V10 Koçan Yaprığı	KMV	%N	B Kons.	Tane KVM	Tane B Kons.
%N	0.016				
B Kons.	-0.266*	-0.155			
Tane KVM	-0.112	0.285*	0.379**		
Tane B Kons.	-0.082	-0.151	0.609**	0.205	
Tane %N	-0.111	-0.249	-0.110	-0.592**	-0.176

Uygulamalar arasındaki fark *: 0.05, **: 0.01 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.14' deki tabloya göre değerlendirilen sonuçlarda gerçekleştirilen varyans analizine göre mutlak canlılık ile çiçek tozu canlılığı arasında, BKCT(bir kutudaki çiçek tozu) ile BCCT(bir çiçekteki çiçek tozu) ve BACT(bir anterdeki çiçek tozu) arasında, ayrıca BCCT ile BACT arasında önemli düzeyde pozitif yönlü korelasyon olduğu belirlenmiştir($p<0.01$). Benzer şekilde çiçek tozlarının mutlak canlı olanları ile yarı canlı ve cansız olanları arasında ($p<0.01$) negatif korelasyon belirlenirken canlılık oranı ($p<0.01$) ile pozitif yönlü korelasyon saptanmıştır.

Çizelge 4.14. Değişik uygulama metodları ile artan dozlarda B uygulamasının mısırın çiçek tozu canlılık ve üretim miktarı üzerine korelasyon

	M.Canlı	Y.canlı	Cansız	Canlılık	BKCT	BCCT	BACT
Y.canlı	-0.802**						
Cansız	-0.520**	-0.094					
Canlılık	0.931**	-0.529**	-0.795**				
BKCT	-0.034	0.104	-0.091	0.015			
BCCT	-0.047	0.098	-0.062	-0.006	0.969**		
BACT	-0.122	0.129	0.017	-0.093	0.925**	0.963**	
M.Homojenlik	0.061	-0.263	0.275	-0.074	0.235	0.184	0.183

Uygulamalar arasındaki fark *: 0.05, **: 0.01 düzeyinde önemli.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada artan dozlarda (0, 1, 2.5, 5, 10, 20 mg kg⁻¹ B) B ve farklı uygulama metodlarının (topraktan, yapraktan ve toprak+yaprak kombinasyonu) mısır bitkisinin farklı büyüme dönemlerine (V3, V6, V9 ve V10) ait yeşil aksam kuru madde verimi, klorofil içeriği, yeşil aksam ile tane de B konsantrasyonu, ham protein ile nişasta oranları ve çiçek tozu (canlılık oranlarına, üretim miktarı) parametreleri üzerine etkisine bakılmıştır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde mısır bitkisinin;

Klorofil içeriği, bitki aksamının gelişmesine paralel olarak belirli bir döneme kadar (V9 dönemi) artış göstermiş ancak daha sonraki dönemde kısmen azaldığı belirlenmiştir. Bitki yeşil aksamının gelişmesiyle birlikte dönemler arasında ortalama bazında klorofil değerlerinde V9 (39.47) döneminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Farklı uygulama metodları bazında ortalamalar incelendiğinde istatistiki açıdan uygulama metodları içerisinde TB1+YB (37.21), TB2.5+YB (36.82) ve TB5+YB (36.94) uygulamalarında kontrol uygulamasına göre anlamlı bir fark yarattığı gözlemlenmiştir.

Kuru madde verimi üzerine uygulama metodlarının ve B dozlarının, istatistiki açıdan uygulamalar arası anlamlı bir fark görülmez iken, kontrol uygulamasına göre TB5+YB (6.32 g bitki⁻¹) ve TB10+YB (6.35 g bitki⁻¹) uygulamalarında anlamlı farklar belirlenmiştir. Dönemler arasında ise en önemli anlamlı farkın V10 (13.99 g bitki⁻¹) döneminde ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Mısır bitkisinde yeşil aksam B konsantrasyonunun bitki büyümesine paralel olarak arttığı, söz konusu artışların ilk hasat dönemi olan V3 (76.9 mg kg⁻¹) dönemine göre V6 (84.2 mg kg⁻¹) döneminde yaklaşık %11 oranında olduğu V9 (90.0 mg kg⁻¹) ve V10 (140.8 mg kg⁻¹) döneminde ise sırasıyla %15 ve %83 oranında olduğu saptanmıştır. Bu artış V10 dönemi koçan yaprağı (242.2 mg kg⁻¹) B konsantrasyonları değerlendirildiğinde ise %195 oranında gerçekleşmiştir. Dönem ortalamalarına istatistiksel olarak bakıldığında yeşil aksam B konsantrasyonunda en

anlamli fark V10 dönemi koçan yaprağında saptanmıştır ($p<0.05$). Uygulama metodları ortalamalar bazında değerlendirildiğinde ise istatistiksel olarak TB20+YB (293.4 mg kg^{-1}) ve TB20 (279.1 mg kg^{-1}) uygulamalarında kontrol uygulamasına göre önemli anlamli farklar belirlenmiştir. Yeşil aksam B konsantrasyonunun taneye taşınımının oldukça az olduğu saptanırken, kontrol uygulamasına göre B uygulamasının artması ile birlikte taneye taşınan B konsantrasyonunda da artış olduğu belirlenmiştir. Tanede kontrol (6.7 mg kg^{-1}) uygulamasına göre istatistiksel olarak TB20+YB (10.8 mg kg^{-1}) ve TB20 (9.9 mg kg^{-1}) de ortaya çıkmıştır.

Farklı uygulama metodları ve artan dozda B uygulamalarının mısır bitkisindeki bitkisel parametrelerden ilk koçan yüksekliği (cm), bitki boyu (cm), tüm bitki ağırlığı (g), koçan uzunluğu (cm), koçan kalınlığı (cm) ve koçan ağırlığı (g)'na bakılmış olup, en önemli anlamli farkın TB5+YB uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık bakılan bitkisel parametrelerden koçan sıra sayısı (adet), koçan dane sayısı (adet), koçan dane ağırlığı (g), sömek ağırlığı (g), nem (%), dane verimi (g bitki^{-1}) üzerine farklı uygulama metodları ve artan dozda B uygulamasının etkisine incelenmiştir. İstatistiksel olarak koçan sıra sayısı ve koçan tane sayısındaki en önemli anlamli fark TB20+YB uygulamasında görülür iken koçan tane ağırlığında TB5+YB uygulamasında ve sömek ağırlığında TB2.5 uygulamasında ortaya çıkmıştır. Tane nem içeriklerinde ise bu anlamli fark 9.8 ve 9.5 ile TB5+YB ve B0 uygulamalarında öne çıkmıştır.

Mısır bitkisinde farklı dönemlerdeki yeşil aksam N konsantrasyonu değerlendirildiğinde istatistiki açıdan en önemli anlamli fark V3 (%3.31) döneminde uygulama metodları bazında kontrol uygulamasında (%2.75) belirlenmiştir. Tanede N, ham protein ve nişasta oranı üzerine B dozlarının ve uygulama metodlarının etkisinde incelenmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise tanede N ve hamprotein oranında TB2.5 (%1.92/12.02) uygulamasında anlamli bir fark gözlemlenir iken, nişasta miktarında ise sırasıyla TB10+YB (%68.26), TB20 (%68.09), YB (%67.93) ve TB20+YB (%67.39) uygulamalarında anlamli bir fark görülmüştür.

Çiçek tozu canlılık durumu istatistiki açıdan incelenmiş olup, mutlak canlı çiçek tozlarının ve çiçek tozlarının canlılık durumlarının uygulamalar bazında en önemli anlamlı farkın TB2.5 uygulamasında ortaya çıktığı belirlenmiştir. Çiçek tozu üretim miktarına bakılmış, çiçek tozu üretim miktarını istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, bir çiçekteki çiçek tozu sayısının TB10+YB uygulamasında, bir anterdeki çiçek tozu sayısının sırasıyla TB20+YB, TB10+YB, TB5+YB uygulamalarında anlamlı bir fark ortaya çıkardığı belirlenmiştir. Morfolojik homojenliğe bakıldığında ise en anlamlı fark TB5+YB uygulamasında gözlemlenmiştir. Çiçek tozu üretim miktarlarında da TB20 uygulaması ön plana çıkan uygulamalar arasında olduğu belirlenmiştir.

Korelasyon sonuçlarına göre yeşil akşamda (tüm hasat dönemlerinde) B konsantrasyonu ile N konsantrasyonları arasında ve tanede B konsantrasyonu ile N konsantrasyonları arasında negatif yönlü korelasyon saptanmıştır ($p<0.01$). Koçan oluşturma ve tane dolum dönemine en yakın dönem olan V10 döneminde ise yeşil akşam SPAD değeri ile yeşil akşam B konsantrasyonu ve tane kuru madde verimi arasında pozitif yönlü korelasyon belirlenmiştir ($p<0.01$). Ayrıca V10 döneminde yeşil akşam B konsantrasyonu ile tane B konsantrasyonu arasında da pozitif yönlü korelasyon saptanmıştır ($p<0.01$).

Çalışmada kalite özelliklerini genel kapsamda incelendiğinde, tanede B konsantrasyonu, N konsantrasyonu, nişasta miktarı ve çiçek tozu üretim miktarları aynı anda değerlendirilmiş ve TB20 uygulamasının istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Ancak B konsantrasyonunun taneye taşınımına etkisini incelemek bitki besleme için en önemli konulardan biridir. Bor konsantrasyonunun taneye taşınımı değerlendirildiğinde, mısır bitkisinde uygulama metodlarından en uygun metod ve dozun TB20 olduğu, en uygun örnekleme döneminin ise tane oluşturmaya en yakın dönem olan V10 döneminde yeşil aksam koçan yaprağı ile yapılması önerilebilir.

Bu çalışmadaki sonuçların arazi/tarla koşullarında yapılan çalışmalarla desteklenmesi için daha kapsamlı bir çalışma yapılması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Abedin, M. J., M., Jahiruddin, M.S., Hoque, M.R., Islam, and M.U. Ahmed. (1994). Applicataion of boron for improving grain yield of wheat. *Progressive Agriculture* 5: 75- 79.
- AbdulnourJ.E., Donnelly D.J., ve Barthakur, N.N., (2000). Theeffect of boron on calcium uptake and growth in micro propagated potato plant lets POTATO RESEARCH Volume: 43 Issue: 3 Pages: 287-295.
- Ahmad, K., John, R., Gadgil, P., ve Sharma, S. (2009). “Heavy metal toxicity: effect on plant growth, biochemical parameters and metal accumulation by *Brassica juncea* L,” *International Journal of Plant Production*, vol. 3, no. 3, pp. 65–76, 2009.
- Alloway(2008). B.J. Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production. New York: Springer.
- Aref, F. (2011). Zinc and boron content by maize leaves from soil and foliar application of zinc sulfate and boric acid in zinc and boron deficient soils. *Middle-East J. Sci. Res.* 7, 610-618.
- Arı N., Özkan C. F., Demirtaş E. I., Güven D., Asri F. Ö.(2016). Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture, November 16-18, 2016.
- Bayram S. E., Elmacı Ö. L., (2014). Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9 (2):26-32, 2014 ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.
- Bingham, F.T. (1982) Boron. In: Page, A.L., Ed., *Methods of soil Analysis Part-2 ChemicalandMineralogicalProperties*, AmericanSociety of Agronomy, Madison, 431-448.
- Boaretto, R. M., Quaggio, J.A., Mattos, D., Muraoka, T. Jr., Boaretto, A. E.,2011. BoronUptakeand Distribution in FieldGrownCitrusTrees. *Journal of PlantNutrition*, 34:839-849.
- Bouyoucus, G.J., (1951). A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils .*Agron, Jour.* 43, 434-438.

- Borrell, A., Hammer, G., and Oosterom, E. (2001). Stay-green: A consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling?. *Annals of Applied Biology*, 138(1), 91-95.
- Boşgelmez A, Boşgelmez İ İ, Savaşçı S ve Paşlı N (2001). *Ekoloji – II (Toprak)*, Başkent Kiliş Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Cakmak, I., ve Römheld, V. (1997). Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. In: *Plant and Soil. Proceedings*. Eds. R.W. Belland B. Rerkasem. pp. 193: 71-83. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Cerit, İ., 2006. Dört At Dişı Mısır (*Zea Mays Indentata* Sturt.) Homozigot Hattından Elde Edilen Tek Melez, Üçlü Melez ve Çift Melezlerde Tane Verimini ve Bazı Agronomik Özelliklerin Saptanması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ceylan, S.Y., Yazıcı, A., Tutus, T., Cakmak, I., (2016). Borun Kök Büyümesi ve Besin Elementi Alımı Üzerine Etkileri. *Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture*. Ankara, 16-18 November.
- Çağlar, K.Ö., (1949). *Toprak Bilgisi*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 10, Ankara.
- Çakmak, İ., (2016). Önsöz. *Uluslararası Tarımda Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. IV, 16-18 Kasım, Ankara.
- Davis JM, Sanders DC, Nelson PV, Lengnick L, Sperry WJ, 2003. Bor, domatesin büyümesini, verimini, kalitesini ve besin içeriğini iyileştirir. *Amerikan Bahçe Bitkileri Bilimi Derneği Dergisi* 128, 441-446.
- Dridi J, Fendri M, Breton CM, Msallem M (2018) Characterization of olive progenies derived from a Tunisian breeding program by morphological traits and SSR markers. *Scientia Horticulturae* 236: 127-136.
- Duman, A., ve Turgut, İ., (2004). Bursa Koşullarında At dişı Mısırdaki (*Zea mays indentata* Sturt.) En Uygun Çiçek Tozu Verme Zamanlarının Belirlenmesi. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, (2004) 18(1): 145-155.

- Ereku O., Çağlar H., Yiğit A. (2017); Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinin Tane Verimi ve Aminoasit İçeriklerinin Belirlenmesi ADÜ ZİRAAT DERG, 2017;14(1):65-70 — Doi:10.25308/aduziraat.298235.
- Ergül, M.,(2008).Yemler Bilgisi.Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 487.
- Eroğlu Z.Ö., Mısırlı A., (2016).Bazı Şeftali Çeşit ve Tiplerinin Çiçek Tozu Kalitesinin Belirlenmesi,Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Araştırma Makalesi, Yıl 2016, Cilt 53, Sayı 1, 83 - 88, 19.04.201.
- Eti, S.,(1990). Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 5(4): 49-58.
- Fao 2021.
- Gardiner D T ve Miller R W (2008). Soils in Our Environment. 11th Edition, Pearson/PrenticeHall, UpperSaddleHill, Ne Jersey, USA.
- Goldbach H. E., ve Wimmer M. A. (2007). Boron in plants and animals: is there a role beyond cell wall structure? J. Plant Nutr. Soil Sci. 170 39–48.
- Güneş A., Uzun O., Şahan S., Başaran M., Turan M.(2016).Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture, November 16-18, 2016.
- Hamurcu M., Işık Y., Hakkı E E., Harmankaya M., Yılmaz F.G., Topal A., Göksu N., Derici N., Akgün N., Dursun N., Dünder M. A., Gezgin S.(2016). Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture, November 16-18, 2016.
- Hamurcu M., Khan M.K, Pandey A., Avşaroğlu Z.Z., Elbasan F., Gezgin S. 2020. Boron stress exposes differential antioxidant responses in maize cultivars (Zea mays L.). J. Elem., 25(4): 1291-1304. DOI: 10.5601/jelem.2020.25.3.1970.
- Harmankaya M., Işık Y., Yılmaz F. G., Dursun N., Göksu N., Demirci N., Yalçın G., Taşpınar K., Ateş Ö., Alveroğlu V., Gezgin S. (2016).Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture, November 16-18,

- Horuz A., Özcan C.(2016).Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture, November 16-18, 2016.
- Huang, L.,Qian, Z. Y., Bell, R.W., and Dell, B., (2005).Boron Nutrition and Chilling Tolerance of Warm Climate Crop Species. *Annals of Botany* 96: 755–76.
- İdikut L.,ve Kara S.N., (2013) Tane Ürünü İçin Yetiştirilen İkinci Ürün Mısır Çeşitlerinin Bazı Verim Öğeleri İle Tane Nişasta Oranlarının Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 16(1), 2013.
- Jackson, M.L.,(1959). *Soil Chemical Analysis*, EnglewoodCliffs, New Jersey.
- Kaur G, Nelson KA. 2015. Effect of foliar boron fertilization of fine textured soils on corn yields. *Agronomy* 5: 1-18.
- Kelling, K.A., 2010. Soil and Applied Boron. From: <http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/pdfs/a2522.pdf>.
- Kumar, S., (1974).Correlation between yeald and components and their combining abilities in maize (ZEA MAYS L.). *Mandros Agric Jour.*61 (5) 111-117.
- Kurşun İ., Gürbüz M.A., Kaya Y., Evci G., Pekcan V., Nalbant H.(2016). Proceedings of International Symposium on BoroninAgriculture, November 16-18.
- Lindsay, W.L., ve Norvell, W.A.,(1978). Development of a DTPA soil test forzinc, iron, manganeseandcopper. *SoilSci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- Liu, P.,Yang, Y.S., Xu, G.D., Fang, Y.H., Yang, Y.A., (2005).Theresponse of antioxidantenzymesofthreesoybeanvarietiestomolybdenumandboron in soilwith a connectiontoplantquality. *PlantSoilEnviron.* 51, 351-359.
- Loomis, W. D.,andDurst, R. W. (1992).Chemistryandbiology of boron. *Bio Factors*,3, 229-239.
- Lordkaew, S.,Dell, B., Jamjod, S.,andRerkasem, B. (2011).Borondeficiency in maize. *PlantandSoil*, 342, 207–220.
- Lukaszewski, K. M., ve Blevins, D. G. (1996).Rootgrowthinhibition in boron-deficientoraluminium-stressedsquashmay be a result of impairedascorbatemetabolism. *PlantPhysiology*, 112, 1135-1140.

- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higherplants. AcademicPress, Second Edition, 379-396.
- Marschner H., MarschnerP.(2012)Marschner's Mineral Nutrition of HigherPlants, 2nd Edn. AcademicPress.
- Martens DC, Westermann DT (1991) Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: Mortvedt JJ, Cox FR, Shuman LM, Welch RM (eds) Micronutrients in Agriculture. SSSA Book Series No. 4. Madison, WI. pp. 549–592.
- McCauley A., Jones C. ve Jacobsen J. (2009). Nutrient Management. Nutrientmanagementmodule 9 MontanaStateUniversityExtension Service. Publication, 4449-9, p.1–16.
- McLean, E.O.,(1982).SoilpH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part2. ChemicalandMicrobiologicalProperties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part2 . Edition pp.199-224.
- Mertens J, vanLaer L, Salaets P, Smolders E. 2011. Phytotoxicdoses of boron in contrastingsoilsdepend on soilwatercontent. PlantandSoil, 342, 73-82.
- Mesquita G. L., Zambrosi F. C. B., Tanaka F. A. O., Boaretto R. M., Quaggio J. A., Ribeiro R. V., MattosJr. D. 2016. Anatomicalandphysiologicalresponses of Citrustresstovaryingboronavailabilityaredependent on rootstock. Frontiers in PlantScience, 7,224.
- Özsisli, B., İdikut, L., Çölkesen, M., Çokkızgın, A., 2009. Orta Erkenci Mısır Çeşitlerinin Birinci ve İkinci Ürün Sezonundaki Bazı Bitkisel ve Kalite Özelliklerinin Araştırılması. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, Hatay, s:585-588.
- Özkutlu F., Korkmaz K.,Özge Şahin Ö., Özenç N., Taşkın B. Akgün M., Ete Ö., Aygün A.(2016).Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture, November 16-18.

- Parr, A. J., ve Loughmann, B. C. (1983). Boron and membrane function in plants. In: Metals and Micronutrients, Uptake and Utilization by Plants. Eds. D. A. Robb and W. S. Pierpoint. Pp:87-107. Academic Press, New York.
- Plaster E J (1992). Soil Science and Management. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Sillanpää M, 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. Soils Bulletin No. 63, Rome: FAO. pp: 208.
- Taban, S. (2014). Boron Fertilization in Boron Deficient Soils and Crops. "Argus FMB Europe Fertilizer 2014" 25-27 Haziran 2014 Dubrovnik-Hırvatistan.
- Tahir, M., Ali, A., Khalid, F., Naeem, M., Fiaz, N., ve Waseem, M. (2012). Yapraktan bor uygulamasının mısırın büyüme, verim ve kalitesine etkisi (*Zea mays* L.). *Pakistan bilimsel ve endüstriyel araştırma dergisi*, 55(3), 117–121.
- Tariq, M., ve Mott, C. J. B. (2006). Effect of applied boron on the accumulation of cations and the ratio of boron in radish (*Raphanus sativus* L.). *Soil and Environment*, 25, 40–47.
- Tariq, M., and C. J. B. Mott. (2007). The significance of boron in plant nutrition and the environment: A review. *Journal of Agronomy* 6:1–10.
- Toklu, F., ve Saygı, M., 2017. Çukurova Bölgesinde Birinci Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Danelik Mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) Çeşitlerinin Dane Verimi, Bazı Bitkisel Özellikler ve Karakterler Arası İlişkiler Yönünden Değerlendirilmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı), 308- 312, 2017
- KSU J. Nat. Sci., 20 (Özel Sayı), 308-312, 2017
- Torun A, Toklu F, İbrikçi H, Cerit İ, Duymuş E. Sağır H. 2016a. Adana ve Osmaniye Bölgesinde Mısır Üretim Alanlarında Bitkilerin Bor'la Beslenme Düzeyi ile Bor Gübrelemesinin Mısırın Dane Verimi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN). Sonuç raporu.
- Torun A., Yazıcı M., Torun M., Çakmak İ. 2016b. Uluslararası Tarımda Bor Sempozyumu, Ankara, Türkiye, 16 - 18 Kasım 2016, ss.101.

- Torun A., Duymuş E., Erdem H., Tolay İ., CenksevenŞ., Gülüt K.Y., Torun B. (2018). 'Ayçiçeğinde Tuz Zararı Üzerine Bor Uygulamalarının Etkisinin Belirlenmesi' Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(12): 1781-1788.
- Tuik, 2021.
- Turan M. A., Kaya E. C., Soba M. R., Balcı M., Taşkın M. B., Taban S., (2016). Proceedings of International Symposium on Boron in Agriculture, November 16-18, 2016.
- Uğurlar F., 1987. Çukurova koşullarında şeker mısır' da (zea mays l. Saccharata) ekim zamanı ve bitki sıklığının taze koçan ve silaj verimi ile bazı tarımsal karakterlere etkisi üzerinde bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yüksek Lisans Tezi. No, 239. Adana.
- United States Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook. No. 60.
- Uçak, A.B., Değrimenci, H., Gençdoğan, C., Uçan, K., Aykanat, S., Karaca, Ö.F. 2010. Mısır bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde su stresinin verime etkisi. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu. 27-29 Mayıs 2010 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Kahramanmaraş, s. 777-789.
- Vartanlı ve ark., (2007). Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 2007, 13 (3) 195-202 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Wimmer MA, Eichert T (2013) Review: mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. Plant Sci 203–204: 25–32.
- Yau, S.K., J. Ryan (2008). Boron toxicity to cereals in crops: A viable alternative to soil amelioration. Crop Science 48: 854– 865.
- Yazıcı, Y., ve Korkmaz, K., (2019). Karabuğday bitkisinde bor alımı ve toksisitesi üzerine potasyumun etkisi Ordu Üniversitesi / Fen bilimleri Enstitüsü / Toptak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı 57s.

- Yerlikaya, R.,(2018). Sera Koşullarında Toprağa Uygulanan Farklı Dozlarda Bor ve Sulama Suyunun Mısır Bitkisinin Büyüme Ve Kuru Madde Verimine Etkisinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ulusal Tez Merkezi Tez.Yok.Gov.Tr.
- Yıldız, E. ve Kaplankıran, M.(2014). Farklı Trabzon Hurması Genotiplerinin Çiçek Tozu Canlılık ve Çimlenme Oranları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,51(2),117-123.doi:10.20289/eufd.31409.
- Zhang, Q. L. and Brown, P. H. (1999). The mechanism of foliar zinc absorption in pistachio and walnut. Journal of the American Society for Horticultural Science, 124(3): 312-317.

ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Ankara’da Kent Koop İlköğretim okulunda tamamladı. Lise öğrenimini Adana’nın Ceyhan ilçesinde Ceyhan Anadolu Lisesinde tamamladı. Üniversite eğitime 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde başladı ve 2016 yılında mezun oldu. 2018 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde Yüksek Lisans eğitime başladı.

