T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI TOPRAK BÜNYELERİNDE SULAMA SUYU BOR DÜZEYLERİNİN FASULYE BİTKİSİ VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Aysun CÖMERT

Danışman
Doç. Dr. Sema KALE ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2017

© 2017 [Aysun CÖMERT]

TEZ ONAYI

Aysun CÖMERT tarafından hazırlanan **"Farklı Toprak Bünyelerinde Sulama Suyu Bor Düzeylerinin Fasulye Bitkisi Verimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	**Doç. Dr. Sema KALE ÇELİK** Süleyman Demirel Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Atılgan ATILGAN** Süleyman Demirel Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Yrd. Doç. Dr. Ali Fuat TARI** Harran Üniversitesi	.....

Enstitü Müdürü **Prof. Dr. Yasin TUNCER** .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Aysun CÖMERT



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Deneme yerinin tanıtılması	14
3.1.2. Denemede kullanılan toprak, bitki ve sulama suyunun özellikleri	14
3.1.2.1. Denemede kullanılan toprak özellikleri	14
3.1.2.2. Denemede kullanılan fasulye bitkisinin özellikleri	15
3.1.2.3. Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri	15
3.1.3. Denemede kullanılan kimyasal maddeler	16
3.1.4. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Deneme düzeni	16
3.2.2. Sera çalışmalarında uygulanan yöntemler	17
3.2.2.1. Ekim, borlu suların hazırlanması, sulama ve gübreleme	17
3.2.2.2. Borlu suyun hazırlanması	18
3.2.3. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler	18
3.2.3.1. Toprak verimlilik analizleri	18
3.2.3.2. Toprak tuzluluk analizleri	19
3.2.3.3. Suda bor tayini	20
3.2.4. Hasat ve bitki ağırlıklarının tartılması	21
3.2.5. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	23
4.1. Kumlu Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaş Ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi	23
4.2. Kumlu Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaprak Sayısı Üzerine Etkisi	27
4.3. Killi Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaş Ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi	31
4.4. Killi Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaprak Sayısı Üzerine Etkisi	35
4.5. Farklı Bor Düzeylerinde Bitki Yaş Ağırlığı Açısından Kumlu ve Killi Toprakların Karşılaştırılması	38
4.6. Farklı Bor Düzeylerinde Bitki Kuru Ağırlığı Açısından Kumlu ve Killi Toprakların Karşılaştırılması	41
4.7. Farklı Bor Düzeylerinde Bitki Yaprak Sayısı Açısından Kumlu Ve Killi Toprakların Karşılaştırılması	42
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	47

KAYNAKLAR 50
ÖZGEÇMİŞ 56

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**FARKLI TOPRAK BÜNYELERİNDE
SULAMA SUYU BOR DÜZEYLERİNİN
FASULYE BİTKİSİ VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Aysun CÖMERT

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Sema KALE ÇELİK

Bu çalışma farklı toprak bünyelerinde yetiştirilen fasulye bitkisinde, değişik konsantrasyonlarda uygulanan sulama suyu bor düzeylerinin elde edilen, verim üzerine etkilerinin belirlenmesi ve toprak bünyesi farklılığında eşik değerlerinde ne gibi farklılıklar ortaya çıkacağını saptamak amacıyla saksı denemeleri şeklinde serada yürütülmüştür.

Araştırmada deneme konularını ağır ve hafif bünyeli olmak üzere iki farklı toprak bünyesi ve 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 ppm olmak üzere 6 farklı bor konsantrasyonu içeren sulama suyu oluşturmuştur. Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı yürütülmüştür. Bitkiler 80 günlük gelişme periyodundan sonra kök hizasından hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkilerin yaş ağırlıkları, kuru ağırlıkları ve yaprak sayıları belirlenmiş ve istatiksel olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre; Bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve bitki yaprak sayıları incelendiğinde her iki toprak bünyesi içinde B_2 (1 ppm) konusundan en yüksek değer elde edilirken en düşük değer ise B_5 (5 ppm) konusundan elde edilmiştir. Yapılan istatistik analizlerinde artan bor konsantrasyonlarıyla birlikte her iki toprak tipi için yaş ağırlık ve yaprak sayısı arasında meydana gelen fark önemli bulunurken kuru ağırlık arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Farklı toprak tiplerinde aynı bor seviyesine sahip sulama suyu ile yapılan çalışmada kumlu topraklarda elde edilen veriler killi topraklarda elde edilen verilere göre bitki yaş ağırlığında %17.46 - %31.31 arasında, kuru ağırlığında %18.28- 23.30 arasında, bitki yaprak sayısında ise %20.00-%31.58 arasında artış saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, bor toksikliği, sulama suyu bor konsantrasyonu, toprak bünyesi

2017, 56 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF EFFECTS ON BEAN YİELD OF İRRİGATİON WATER BORON LEVEL UNDER DİFFERENT SOİL TEXTURES

Aysun CÖMERT

Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sema KALE ÇELİK

In this study, the bean plants were investigated in different soil structures with the various boron concentrations of the irrigation water. The threshold value and yield of the dried product were used as the indicators against the soil structures. The pot experiments were carried out under greenhouse condition.

In this investigation two different soil structures (heavy and light level) and the irrigation water with six different boron concentrations (0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 ppm). The experiment was carried out in factorial randomized blocks with three repetitions. The plants were harvested when they reached in certain height. The results were statistically evaluated based on dried and fresh weight of the harvested plants.

According to the research results, when the fresh, dried and weights of the product and the numbers of leaves were investigated; the highest yield (efficiency) was obtained from B_2 (1ppm) treatment whereas the lowest yield obtained in B_5 (5 ppm) treatment. The conducted statistical analyzes showed that the difference between fresh weight and numbers of leaves counted was significant while the difference in dried weight was insignificant for both types of soil with increasing Boron consentrations. In the study conducted with irrigation water and having same Boron level in different soil types, the yields obtained in the sandy soil were between % 17.46 - % 31.31 in plant's fresh weight and between %18.28-23.30 for dried weight whereas the increasement of leaf numbers observed between % 20.00 -% 31.58.

Key Words: Bean, toxic of boron, boron concentration in irrigation water, soil structure

2017, 56 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca beni yönlendiren, tez çalışma konusunun belirlenmesi, başlatılması ve her aşamasında karşılaştığım problemlerin çözümünde bilgi ve tecrübesiyle yardımlarını esirgemeyen değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Sema KALE ÇELİK'e çok teşekkür ederim.

Sayısal verilerin istatiksel olarak değerlendirilmesinde desteğini gördüğüm Sayın Yrd. Doç. Dr Özgür KOŞKAN'a çok teşekkür ederim.

3396-YL1-12 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam boyunca her türlü desteğini benden esirgemeyen ve beni her aşamada yalnız bırakmayan sevgili eşim Cüneyd CÖMERT'e çok teşekkür ediyorum.

Aysun CÖMERT
ISPARTA, 2017

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü sera 14
Şekil 3.2. Denemede kullanılan toprak örneklerinin kurutulması 14
Şekil 3.3. Deneme konularına ilişkin yerleşim planı 17
Şekil 4.1. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri 24
Şekil 4.2. Kumlu topraklarda sulama suyu bor düzeyi bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi 25
Şekil 4.3. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık ortalamaları ve oluşan Tukey grupları 26
Şekil 4.4. Kumlu topraklarda oransal yaş ve kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 27
Şekil 4.5. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaprak sayısı değerleri 28
Şekil 4.6. Kumlu topraklarda uygulanan sulama suyu bor seviyesine göre bitki yaprak sayısı ilişkisi 29
Şekil 4.7. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaprak sayısı ortalamaları ve oluşan Tukey grupları 30
Şekil 4.8. Kumlu topraklarda oransal yaprak sayısı değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 30
Şekil 4.9. Killi topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri 32
Şekil 4.10. Killi topraklarda uygulanan sulama suyu bor seviyesine göre bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi 33
Şekil 4.11. Killi topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık ortalamaları ve oluşan Tukey grupları 34
Şekil 4.12. Killi topraklarda oransal yaş ve kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 35
Şekil 4.13. Kumlu topraklarda uygulanan sulama suyu bor seviyesine göre bitki yaprak sayısı ilişkisi 36
Şekil 4.14. Killi topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaprak sayısı ortalamaları ve oluşan Tukey grupları 37
Şekil 4.15. Killi topraklarda oransal yaprak sayısı değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar 38
Şekil 4.16. Farklı bor seviyelerinin kumlu ve killi toprak uygulamalarında bitki yaş ağırlığına etkisi 40
Şekil 4.17. Farklı bor seviyelerinin kumlu ve killi toprak uygulamalarında bitki kuru ağırlığına etkisi 42
Şekil 4.18. Farklı bor seviyelerinin kumlu ve killi toprak uygulamalarında bitki yaprak sayısına etkisi 44
Şekil 4.19. Farklı toprak tekstürünün ve bor seviyelerinin bitki yaprak sayısına etkisi 45
Şekil 4.20. Farklı toprak tekstürünün ve bor seviyelerinin yaş ve kuru ağırlık oranlarına etkisi 45
Şekil 4.21. Farklı toprak tekstürünün ve bor seviyelerinin bitki yaprak sayısı oranlarına etkisi 46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Bitkilerin sulama sularındaki bor'a nispi toleransları..... 2
Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 15
Çizelge 3.2. Deneme konuları..... 17
Çizelge 4.1. Kumlu topraklarda konulara göre yaş ağırlık değerleri (g/saksı)..... 23
Çizelge 4.2. Kumlu topraklarda konulara göre kuru ağırlık değerleri (g/saksı)..... 24
Çizelge 4.3. Kumlu topraklardaki bor uygulamalarının bitki yaş ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analizi tablosu 25
Çizelge 4.4. Kumlu topraklardaki bor uygulamalarının bitki kuru ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analizi tablosu 25
Çizelge 4.5. Kumlu topraklarda konulara göre bitki yaprak sayısı (adet)..... 28
Çizelge 4.6. Kumlu topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaprak sayısı üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu..... 29
Çizelge 4.7. Killi topraklarda konulara göre yaş ağırlık değerleri (g/saksı).31
Çizelge 4.8. Killi topraklarda konulara göre kuru ağırlık değerleri (g/saksı)..... 31
Çizelge 4.9. Killi topraklardaki bor uygulamalarının bitki yaş ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analizi tablosu 33
Çizelge 4.10. Killi topraklardaki bor uygulamalarının bitki kuru ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analizi tablosu..... 34
Çizelge 4.11. Killi topraklarda konulara göre bitki yaprak sayısı (adet) 36
Çizelge 4.12. Killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaprak sayısı üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu..... 37
Çizelge 4.13. Kumlu ve killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaş ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu... 39
Çizelge 4.14. Kumlu ve killi topraklara uygulanan bor seviyelerine göre ortalama bitki yaş ağırlıkları ve Tukey grupları 39
Çizelge 4.15. Kumlu toprakta elde edilen ortalama bitki yaş ağırlıklarına karşın killi toprakta görülen yaş ağırlık değişim yüzdesi 40
Çizelge 4.16. Kumlu ve killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin kuru ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu 41
Çizelge 4.17. Kumlu ve killi topraklara uygulanan bor seviyelerine göre ortalama bitki kuru ağırlıkları ve Tukey grupları 41
Çizelge 4.18. Kumlu toprakta elde edilen ortalama bitki kuru ağırlıklarına karşın killi toprakta görülen kuru ağırlık değişim yüzdesi 42
Çizelge 4.19. Kumlu ve killi topraklardaki bor uygulamalarının bitki yaprak sayısı üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu..... 43
Çizelge 4.20. Kumlu ve killi topraklara uygulanan bor seviyelerine göre ortalama bitki yaprak sayıları ve Tukey grupları..... 43
Çizelge 4.21. Kumlu toprakta elde edilen ortalama bitki kuru ağırlıklarına karşın killi toprakta görülen kuru ağırlık değişim yüzdesi 44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	Bor
B_0	Bor 0 ppm
B_1	Bor 0.5 ppm
B_2	Bor 1 ppm
B_3	Bor 2 ppm
B_4	Bor 3 ppm
B_5	Bor 5 ppm
da	Dekar
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
ppm	Parts per million (milyonda bir kısım)
T_1	Kumlu toprak
T_2	Killi toprak

1. GİRİŞ

Bor elementi periyodik sistemin 3A grubunun başında yer alır. Atom numarası 5, atom ağırlığı 10,81, yoğunluğu 2,84 gr/cm^3, erime noktası 2300 ^oC ve kaynama noktası 2550 ^oC olan, metalle ametal arası yarı iletken özelliklere sahip bir elementtir (Yılmaz, 2002), (Buluttekin, 2008).

Dünya toplam B rezervi sıralamasında Türkiye % 72'lik pay ile ilk sırada yer almaktadır. % 8'lik payı ile Rusya ikinci sırada yer alırken, onu % 7'lik oranla A.B.D izlemektedir. Türkiye'de bilinen B yatakları özellikle Kırka/Eskişehir, Bigadiç/Balıkesir, Kestelek/Bursa ve Emet/Kütahya' da bulunmaktadır. 2011 yılı verilerine göre toplam B rezervlerimizin % 37'si Bigadiç/Balıkesir'de, % 34'ü Emet/Kütahya'da, % 28'si Kırka/Eskişehir'de ve % 1'lik kısmı Kestelek/Bursa'da bulunmaktadır (Eti Maden, 2011).

Tarımda üretimin artırılmasında en önemli kültürel faaliyet; suyun bitki için uygun koşullarda ve yeter miktarda etkili kök bölgesine uygulanma biçimi olduğu söylenebilir. Bu nedenle sulama ile bitkisel üretimin artırılması mümkündür, ancak su kaynaklarının azalması ve kalitesinde ciddi endişeler yaşanması nedeniyle su kaynaklarının kullanımında kısıtlama yoluna gidilmeli ya da atık su kullanımı özendirilmelidir.

Bütün bitkilerde az veya çok miktarlarda bulunan ve bitkilerin yaşamasını sağlayan elementlere ilave olarak minimal miktarlarda bazı diğer elementlere de ihtiyaç vardır. Bunlar; Bor, demir, bakır, manganez, çinko, molibden, kobalt, vanadiyum, wolfram gibi iz elementlerdir. Bu elementlerin çok yüksek bir katsayıları vardır ve çok az miktarlarda dahi optimum tesiri sağlamak için yeterlidirler (Güner, 1961). Bor elementinin fazlalığı da eksikliği gibi, bitki için tehlikeli olmaktadır. Bu elementin ve bileşiklerinin sularda ve toprakta belirli bir konsantrasyonun üzerinde bulunmasının insan, hayvan ve bitkilere zararlı etkileri bulunduğu tespit edilmiştir (Göncü, 1982).

Çeşitli şekillerde çevreye yayılan bor ve bor bileşikleri yağmur sularının etkisiyle yer altı sularına veya doğrudan akarsulara karışarak bu suların kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yapabilmektedir. Sulama sularındaki bor fazla miktarda bulunduğu zaman bitkiler için son derece zararlıdır. Toprakta veya sulama suyundaki bor derişimin belirli sınırları aşması durumunda bitki yaprağında sararma, yanma ve yarılmalar, olgunlaşmış yapraklarda dökülme ve büyüme hızının yavaşlaması ile üründe verimin azaldığı gözlenmektedir (Demirtaş, 2005).

Borun bitkiler üzerindeki toksik etkisi önce yapraklarda yanma, sonra diğer bitki organlarında görülmektedir. Bitkilerin bora karşı dayanımları bitki çeşidine göre değişmekle birlikte, iklim özellikleri de dayanıklılığı etkileyen bir faktördür. Çizelge 1.1'de bazı bitkilerin bora karşı dayanımları, duyarlık derecesinin azalışına göre yukarıdan aşağıya doğru verilmiştir (Güngör ve Erözel, 1994).

Çizelge 1.1. Bitkilerin sulama sularındaki bor'a nispi toleransları(Güngör ve Erözel, 1994).

Duyarlı	**Orta derecede dayanıklı**	**Dayanıklı**
1.00 ppm bor	**2.00 ppm bor**	**4.00 ppm bor**
Ceviz	Ayçiçeği	Kuşkonmaz
Karaceviz	Patates	Palmiye
Enginar	Pamuk (Akala)	Hurma
Fasulye	Pamuk (Pima)	Şekerpancarı
Karaağaç	Domates	Hayvan pancarı
Erik	Turp	Yemeklik pancar
Armut	Bezelye	Yonca
Elma	Çayır karanfili	Bakla
Üzüm	Zeytin	Soğan
Trabzon hurması	Arpa	Şalgam
Kiraz	Buğday	Lahana
Kayısı	Mısır	Marul
Dut	Darı	Havuç
Portakal	Yulaf	
Avokado	Balkabağı	
Greyfurt	Dolma biber	
Limon	Tatlı patates	
0.3 ppm bor	**1.00 ppm bor**	**2.00 ppm bor**

Topraklardaki bor birikimi, borlu sulama sularının kullanılması sonucu oluşur. Borlu toprakların ıslah edilmesi için tuzlu ve tuzlu-sodyumlu topraklardakine

benzer yıkama suyu uygulamalarının yapılması gerekir. Yıkama yapılarak topraktaki bor konsantrasyonu bitkilerin zarar görmeyeceği normal düzeye düşürülür. Bunun için öncelikle uygun drenaj sistemi kurulmalıdır. Borun giderilmesi için genellikle tuzlu topraklara uygulanan yıkama suyundan daha fazla yıkama suyu uygulanması gerekir. (Güngör ve Erözel, 1994).

Bitkilerin boru pasif absorpsiyon yolu ile $B(OH)_3$ şeklinde aldıkları bilinmesine rağmen, biraz da olsa aktif absorpsiyon yolu ile $B(OH)_4$ şeklinde de alınır. Bor bitkilerde tepe noktalarına kadar ksilem iletim boruları içerisinde taşınır. Borun alınması ve iletim borularında taşınması bitkinin su alımı ile yakından ilgilidir. Bu yüzden bitkilerin bor alımlarında önemli farklılıklar vardır (Kaçar ve Katkat, 1998).

Bor bitkilerde genellikle su ile taşındığından sulama suyunun bor içeriğine göre, hem sular hem de bitkiler gruplandırılabilir. Eaton, (1940)'a göre 0.3-1.0 ppm bor seviyesinde bor hassas bitkiler, 1.0-2.0 ppm bor seviyesinde bora orta hassas bitkiler, 2.0-4.0 ppm bor seviyesinde bora toleranslı bitkiler yetişir.
Toprak bünyesi toprakta bulunan kum, kil ve silt'in birbirlerine göre nisbi oranlarını ifade eder. Yani bir toprağın ne kadar kum, kil ve siltin ihtiva ettiğini gösterir. Diğer bir ifadeyle toprağın tekstürü o toprağı meydana getiren taneciklerin nisbi oranlarını içerir.

- **Kumlu Topraklar:** Kaba yapılı olup % 85'den fazla kum ihtiva ederler. Bu toprakların kil ve organik madde miktarı çok düşük olduğundan su tutma kapasiteleri düşüktür. Bitki besin maddesi bakımından verimsiz ve fakirlerdir. Bu toprakları verimli hale getirmek için önemli miktarda kil ve çiftlik gübresi karıştırılır.

- **Siltli Topraklar:** %80'den fazla silt ve %12'den az kil ihtiva ederler. Bu toprakların su tutma kapasiteleri ve su geçirgenlikleri orta derecedir. Genelde verimsiz topraklardır.

- **Killi Topraklar:** % 40'dan fazla kil %45'den az kum ve %40'dan aşağı mil ihtiva eden topraklardır. Bunların kil miktarı çoğu zaman %60- 70'i bulur. Killi toprakların su tutma kapasiteleri çok yüksektir. Bu topraklar aşırı sulandığında ve yağış sular ile sulandığında içerisinde çok yüksek oranda su depo ettiğinden çabuk balçıklaşırlar. Bu özellik bitki açısından arzu edilen bir durum değildir (Oğuz, 2008).

Fasulye, fazla taşlı ve çakıllı topraklar dışında hafif kumlu topraklardan ağır killi topraklara kadar her türlü toprakta yetişebilir. Bununla beraber yetiştiricilikte drenajı iyi, organik maddelerce zengin kumlu tınlı bahçe toprakları tercih edilir. Ancak organik maddece zengin, yumuşak, iyi havalanan ve su tutma kapasitesi yüksek topraklarda daha başarılı sonuç verir.

Ülkemiz beslenmesinde önemli bir yere sahip olan fasulyenin üretiminde Dünya sıralamasında üst sıralarda yer almaktayız. 2011 yılı verilerine göre Dünya'da toplam 1.541.818 ha alanda taze fasulye üretimi yapılmıştır. Dünya sıralamasına bakıldığında Çin 616.209 ha alanla birinci, Hindistan 218.352 ha alanla ikinci, Tayland 170.594 ha alanla üçüncü, Endonezya 129.565 ha alanla dördüncü, Türkiye ise 65.652 ha alanla beşinci sırada yer almaktadır. Ülkemiz bu değerle dünya genelinde taze fasulye üretimi yapılan alanın % 4,25 ine sahiptir. Aynı yıl için üretim değerlerine bakıldığında dünya genelinde 20.394.746 ton taze fasulye üretildiğini, yine Çin'in 15.716.947 ton ile ilk sırada yer aldığını, onu 883.802 ton ile Endonezya'nın izlediğini, Türkiye'nin ise 614.948 ton ile üçüncü sırada yer aldığını görmekteyiz. Bu alanda Çin % 77,06 gibi büyük bir paya sahipken, ülkemiz % 3,01' lik bir paya sahip olmaktadır (FAO, 2013).

Bu çalışmanın amacı; farklı sulama suyu bor seviyelerinin, farklı toprak bünyelerinde, fasulye bitkisi verimi (yaş ve kuru ağırlık) ve bazı gelişim parametreleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Eaton (1944), bitkilerde bor eksikliği, toksisitesi ve bor birikimi üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışmasında bitki gelişimi için mutlaka olması gereken bor miktarı ile bitkiye zararlı olan bor miktarının çok dar bir sınırda olduğunu belirtmiştir.

Oertli ve Kohl (1961), değişik bitki türlerinin yüksek bora karşı toleransları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Değişik bitkilerde hemen aynı lokal doku konsantrasyonunda yapraklarda oluşan bor toksisitesinin görünür semptomlarını gözlemlemişlerdir. Sonuçta, bor toksisitesine karşı bitkinin gösterdiği toleransın, filizlerin yüksek bor konsantrasyonlarını tolere edebilme yeteneğinden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Dyar ve Webb (1961), bor elementinin fasulye bitkilerindeki etkisini incelerken bir sentetik bitki hormonu olan naftalin asetik asidi bor elementinin eksik olduğu bitkilerin kambiyum uçlarına vermişlerdir. Verilen bu hormon kambiyum uçlarının metabolik işlevine etki ederek durumun gelişmesine yardımcı olmuştur. Bu çalışmada bor elementinin bitkilerin kambiyum uçlarında oksin ve indolasetik asitin biyosentezinde önemli bir rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır. Büyüme veya gelişme sonucu ortaya çıkan yer değiştirme olayı olumsuz bir etkiden ziyade olumlu bir etki yaratmaktadır.

Yıldırım (1980), toprak ana materyali dışında ikincil önemli tuz ve bor kaynağı olarak yüzey ve yer altı sularını göstermiştir. Suların kapsadıkları tuz miktarını, temasta bulundukları jeolojik materyalin tuz içeriğine ve akım miktarları ile akım şartlarına göre az ya da çok olabileceğini, ayrıca taşkınlarla veya kök bölgesine kadar yükselmekle doğal olarak tuzlanmaya neden oldukları gibi, sulama amacı ile kullanıldıklarında da arazide tuz ve bor kaynağı olabildiklerini belirtmiştir.

Francois (1984), domates bitkisinde aşırı borun etkilerini araştırmak amacı ile bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda, topraktaki 0.53 ppm'lik bor değeri ile başlanan çalışmada, bu değerin her 0.1 ppm'lik artışına karşılık verimde %3.4

oranında doğrusal bir azalma meydana geldiğini bulmuştur. Araştırıcı, bor toksisitesinin görünebilir semptomlarının toprak konsantrasyonlarında verim eşik değerlerinden daha düşük olarak görüldüğünü belirtmiştir.

Bingham vd. (1985), Maas-Hoffman tuzluluk tolerans modelini bor toksisitesi için başarılı bir şekilde denemişlerdir. Buğday, arpa ve sorgumda eşik değerleri ve oransal tane verimleri, çözeltideki bor konsantrasyonu ile orantılı olarak düşüş göstermiştir. Yapraktaki bor konsantrasyonu ile tane veriminin de azaldığı gözlenmiştir.

Cayton (1985), pirinçte bor toksisitesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Denemede kullanılan su derin kuyudan alınmış ve bu suyun bor konsantrasyonunun mevsimsel değişme gösterdiği belirlenmiştir. Ekimden 8 hafta sonra bitkide 35 mg/kg ve toprak çözeltisinde 5 mg kg'dan fazla olmak üzere semptomlar görülmüştür. Bitki türüne göre verimdeki azalma değişim göstermiştir. Yağmursuz geçen kurak zamanlarda bor konsantrasyonu yüksek derin kuyu suyu ile sulanan toleransı yüksek bitkilerde bile %10-20 arasında verim azalması görülmüştür.

Gupta vd. (1985), dünyanın birçok bölgesinde doğal bor seviyelerinin potansiyel üretim için yetersiz olduğunu ve bunun için borun tarım sistemlerine gübre olarak verildiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada tarla koşullarında hassas bitkilerde bitki dokusundaki bor 2 ppm'in altına düştüğünde bile toksik tepkiler oluştuğunu belirlemişlerdir.

Huang ve Graham (1990), 7 farklı buğday genotipinin gelişiminde toksik bor konsantrasyonlarının etkilerini kesilmiş kök kültürü tekniği kullanarak organ ve hücresel seviyede araştırmış, organ seviyesinde yaptığı incelemelerde toksik bora karşı kök uzamasının ve lateral kök gelişiminin değiştiğini görmüştür. Hücresel seviyedeki incelemelerinde ise dayanıklı genotiplerin hasarlı bölgelerde hassas ve yarı hassas bitkilere göre daha iyi kaynadığını saptamıştır. Genotiplerin bora karşı dayanımlarının değişimlerinin, hücre membranının bor geçirimine

bağlı olduğunu sonucuna varmıştır. Araştırma sonucunda toksik bora karşı en dayanıklı türün Hindistan 126 olduğunu belirtmiştir.

Parker vd. (1990), San Joaquin Vadisi Drenaj Programı çerçevesinde, drenaj sularının kompozisyonlarının erimeyen tuzlarının özellikle bitkilere mi yoksa ekosisteme mi zararlı olduğunu belirlediğini bildirmiştir. San Joaquin Vadisi'nden dönen drenaj suları yüksek Se ve tuzluluk oranının yanı sıra nadiren yüksek miktarda bor da içermektedir. Araştırıcılara göre borun toprak tarafından adsorbe edilmesi nedeni ile sulama suyu ile araziye uygulanan borun toprağa verdiği zararların giderilmesi uzun zaman almakta, bunun yanı sıra tuzluluğa göre daha fazla yıkama yapmak gerekmektedir.

Shani ve Hanks (1993), borun verimi etkilediğini, ancak kuraklık ve tuzluluk koşullarının bitki su tüketimini düşürmesine rağmen borun bitki su tüketiminde önemli bir düşüşe neden olmadığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar bor toksisitesi, bağımsız çoğaltılabilir etkilere göre tuzluluk ve kuraklık stresini modellemişlerdir. Ancak deneme bitkilerinin ve stres faktör seviyeleri oranının geniş genellemeler için yeterli verim sağlamayacağı konusunda uyarmışlardır.

El-Motaium vd. (1994), yaptıkları çalışmada Prunus bitkisinin köklerinde yüksek tuzluluk koşullarının bor alımını ve toksisite semptomlarını düşürdüğünü bulmuştur. Araştırıcılar, bor alımı ile SO_4 arasında olası bir etkileşim olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Banuelos vd. (1996), pamuk ve kenafın (*Hibiscus cannabinus L.)* bora dayanımını araştırmak amacı ile iki farklı deneme kurmuşlardır. İlk denemede pamuk ve kenaf 7,5 ppm bor konsantrasyonuna sahip sulama suyu ile sulanmıştır. İkinci deneme ise serada yürütülmüş, bor yüklü toprakta normal sulama suyu ile aynı bitkiler sulanmıştır. İkinci çalışmanın amacı, pamuk ve kenafın bor alımının ve bora karsı toleranslarının belirlenmesi olmuştur. İlk denemede, sulama suyundaki bor artışı ile birlikte, bitkilerin kuru madde oranları %30- 50 oranında düşmüştür. Yapılan analiz sonucunda 3 ppm bor konsantrasyonuna sahip sulama suyu ile sulanan pamuk bitkisindeki kuru maddede bor miktarı 500-1400 ppm

arasında bulunmuştur. İkinci denemede ise bor yüklü toprakta yetiştirilen pamuk ve kenaf bitkilerinde verim %17-27 arasında azalma göstermiştir.

Tsadilis (1997), borun en fazla tuzlu toprakların ve tuzlu sulama sularının kullanıldığı kurak bölgelerde, yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu, çeşitli atık suların tarımda yeniden kullanılmasının da tarımsal alanlardaki aşırı borun kaynağı olduğunu belirtmiştir.

Mahboobi vd. (2000), arpanın toksik bor konsantrasyonlarına karşılık toplam protein profilindeki değişimlerini araştırmışlardır. Çalışmada, ekim işleminden 1 gün sonra tohumlara borik asit uygulanmıştır. Kontrol ünitesine borik asit uygulaması yapılmamıştır. Toplam protein desenleri, köklerden ve yaprak dokularından alınan örneklerin ekstraktları çıkarılarak analiz edilmiştir. Sonuçta bor stresinin kök ve yaprak dokularındaki bazı proteinleri arttırırken bazılarını da azalttığı belirlenmiştir.

Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) yapılan araştırma üzerinde durulan bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği fasulyede mekanik hasat için en önemli ölçüttür (Odabaş ve Gülümser, 2001). Bitki gelişmesi için yeterli düzeyde bulunmayan bir besin elementinden ortama küçük miktarda bir ilave yapıldığında bu besin maddesinin absorbsiyonunda meydana gelen artışla orantılı olarak bitki gelişmesinde de bir artış görülür (Aktaş, 1991). Borun uygun dozda verilmesi, bitkide fizyolojik olayları olumlu yönde teşvik ettiğinden bitki boylanmasına da olumlu ve önemli etkide bulunmaktadır. Boylanma boğum aralarının uzaması ve sonuçta bitkinin uzaması şeklinde olur. İlk bakla bağlayan boğuma kadar olan diğer boğum aralarının uzunluğu ilk baklanın yüksekte olmasını sağlar. Borun fazla uygulanışı büyüme noktalarında bozulmalar ve bitkide deformasyonlara neden olabilir.

Torun vd. (2001), çinkodan yoksun borlu topraklarda yetiştirilen 25 buğday türündeki çinko, bor ve fosfor konsantrasyonları ile çinko gübrelemesinin tane verimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. 1993-1994 ve 1994-1995 yıllarında iki yıl olarak sürdürülen denemede 21 farklı ekmeklik buğday ile 4 farklı makarnalık buğday kullanılmıştır. 25 buğday türünde yapılan çinko gübrelemesi,

bor konsantrasyonlarını herhangi bir biçimde etkilememiştir. Sonuçta çinkoca fakir ancak borca zengin toprakta yetiştirilen buğdayın verimi oldukça değişiklik göstermiştir. Ancak bu değişimler bitkinin çinko ve bor konsantrasyonuyla ilişkili değildir.

Banuelos (2002), yaptığı çalışmada, bor ve selenyum yüklü atık su ile brokoli ve kanola bitkisini sulamışlardır. Sonuçta tekrarlanan dikimlerde ve topraktaki tuzluluk ve bor miktarındaki artış nedeniyle brokoli veriminin düştüğünü belirlemişlerdir. Bununla birlikte tuz yüklü atık suların uzun dönemli kullanımında topraktaki bor seviyesinin düşürülmesi için iyileştirme çalışmalarının gerekli olacağı açıklanmıştır.

Ben-Gal ve Shani (2002), domates bitkisinde bor ve tuzluluk koşullarının bir arada olması durumundaki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada tuz oranları 1, 3, 6 ve 9 dS/m^{-} ve bor konsantrasyonları 0.028, 0.185, 0.37, 0.74, 1.11 ve 1.48 mol/m^3 olarak alınmıştır. Domates bitkisinin verimi ve bitki su tüketimi, yüksek bor ile birlikte düşüş göstermiştir. Ancak bitkiler bor ve tuzluluk koşullarının ikisine birden maruz bırakıldığında borun zararlı etkisi azalmıştır. Ayrıca tuzluluğun artışı, yapraklardaki bor birikimini de azaltmıştır. Bu çalışmanın sonucunun yüksek bor ve tuzluluk koşullarının yönetiminde ve modellenmesinde kıyas olabileceği belirtilmektedir.

Sotiropoulos vd. (2002), yüksek bor içerikli su ile sulanan kivi bitkisinde ksilem özsuyunun kimyasal kompozisyonunu ve mevsimsel değişimini araştırmışlardır. Çalışma, Yunanistan'da aynı bölgedeki iki ayrı kivi bahçesinde yapılmıştır. Bahçelerden biri kontrol ünitesi olarak normal su ile sulanırken, ikinci bahçe yüksek bor konsantrasyonlu (3.2 ppm) su ile sulanmıştır. Bir yıllık filizlerden aylık periyotlar halinde ksilem özsuları alınmış ve sürgün vermeden bir ay önceki periyotlarda ksilem özsuyundaki bor konsantrasyonunun neredeyse sabit kaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, kontrol ünitesindeki ksilem özsularına göre yüksek borla sulanan ünitedeki bor konsantrasyonlarının 2-3 kat daha yüksek olduğu görülmüştür.

Banuelos vd. (2003), Central California'nın batısında oluşan drenaj sularının yeniden kullanılması amacıyla bu topraklardan çıkan suların kalitesini geliştirmek için vejetatif bir yaklaşım yapmışlardır. İki yıllık arazi çalışması ile iki potansiyel yem bitkisi türünün yüksek tuz, bor ve selenyuma karşı dayanımları incelenmiştir. Topraktaki elektriksel iletkenlik ve bor değerleri deneme başlangıcından sonuna kadar yükselme göstermiş, selenyum değerinde ise herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Toprakta yükselen tuz ve bor düzeyleri, düşük kalitedeki suların yeniden kullanılması durumunda zaman içinde iyileştirici önlemlerin alınması gerektiğini göstermiştir.

Ben-Gal ve Shani (2003), kısıtlı yüksek borlu su ile sulanan domates bitkisinin su kullanımını ve verimini lizimetre denemeleri ile araştırmışlardır. Sulama sularının bor seviyeleri 0.02, 0.37 ve 0.74 mol/m^3 olarak düzenlenmiştir. Yüksek bor ve kısıtlı su koşullarında domates bitkisinin veriminde ve su kullanım oranında düşüş olduğu görülmüştür.

Torun vd. (2003), borlu toprakta yetiştirilen arpada sürgündeki bor konsantrasyonları, yaprak semptomları ve verimdeki değişimleri inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kullanılan arpa çeşitlerinin bazıları bora karşı oldukça hassasken, bir kısmının da oldukça toleranslı olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonucunda tarla koşullarında bitkilerin bora karşı toleranslarının değerlendirilmesinde, sürgün ve yapraktaki bor konsantrasyonlarının sağlıklı bilgi vermediğini belirtmişlerdir.

Yeun, (2003), çayır bitkileri ve yoncanın tek başına ve karışım olarak depolanması sırasında borun (B_0: kontrol, B_1:0.2, B_2:2.0, B_3:6.0 ve B_4:15.0 ppm) etkilerini araştırmak amacı ile bir çalışma yapmıştır. Sonuçlar, optimum bor uygulamasının (B_2) depolama süresini uzattığını göstermiştir. Borun depolamadaki etkileri çayır bitkilerine göre yoncada daha iyi sonuç vermiştir. Toksik borun (B_3 ve B_4) her iki bitki türünde de verimi düşürdüğü belirlenmiştir.

Taner vd. (2003), Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Merkez deneme tarlasında yüksek bor konsantarsyonuna (12.92 mg/kg) sahip

toprakta farklı makarnalık buğday çeşitleri ile borun verim ve bazı özellikleri üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışma yürütmüştür. Bor uygulamasının, metrekarede başak sayısı, bitki boyu ve bayrak yaprak bor miktarı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli olmamıştır. Borun fazla olduğu alanlarda Kızıltan 91, Yılmaz 98 ve Altıntaş makarnalık buğday çeşitlerinin diğer çeşitlere göre verim anlamında başarılı olarak yetişebileceğini bildirmişlerdir.

Brennan ve Adcock (2004), Güneybatı Avustralya'da arpa bitkisinde bor toksisitesini gözlemlemişlerdir. Sonuçta toprağın ilk 30 cm'lik bölümündeki yüksek bor konsantrasyonunun bitkinin kuru madde oranını %10 oranında düşürdüğü görülmüştür.

Keleş vd. (2004), farklı su kaynakları ile sulanan bahçelerden aldıkları narenciye yapraklarının bor konsantrasyonları ile antioksidan birleşimlerinin ilişkilerini incelemişlerdir. Türkiye'nin borca zengin batı bölgesinde bulunan Nazilli'de yapılan çalışmada, portakal ağaçları yüksek miktarda bor içeren kanal suyu ve bor içeriği daha düşük olan sulama suyu ile sulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, borca zengin su ile sulanan ağaçların yapraklarında, bor miktarı düşük sulama suyu ile sulanan ağaçların yapraklarına göre 10 kat daha fazla bor birikimi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yüksek miktardaki borun, bitkinin hücre membranı lipitlerine zarar verdiği de saptanmıştır.

Akçam ve Demiray (2004), Ayçiçeği bitkisinde Sambro No:3 çeşidinde borun noksanlık ve fazlalığının büyüme üzerine etkileri araştırmışlar. Bitkiyi tohum olarak bor içeriğine sahip besi ortamında ekimini gerçekleştirmişlerdir. Bor uygulanmayan, 6 mg/L ve 12 mg/L olan 3 farklı dozlarda yapılan çalışmalar sonucunda bor eksikliğini bağlı bitki köklerinde uzamayı sağlamasına karşılık bitkinin pigment miktarı ve gövde boyunda azalmaya sebep olduğunu belirlemiştirler. Bor fazlalığı ise kök boyunda azalma neden olurken bitkinin pigment miktarında ve gövde boyunda artış meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Değerler arasındaki farkın az olması noksanlığı ve fazlalığı tolere edebileceğini göstermekte olduğunu bildirmişlerdir.

Gülümser vd. (2005), Bu araştırmada fasulyeye (*Phaseolus vulgaris* L.) yapraktan ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının (0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 kg/ha) verim ve verim unsurlarına etkileri araştırılmıştır. Denemeler 2002–2003 yıllarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüş, ana parsele uygulama şekli, alt parsellere bor dozları gelecek şekilde bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bor olarak (%66.14) sulu bor ve fasulye olarak Efsane çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda fasulyeye borun yapraktan ve topraktan uygulama şekilleri etkili olmazken farklı dozdaki bor uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur. Varyans analizi sonucu bor dozlarının ilk bakla yüksekliğine, tanenin bor içeriğine, çimlenme oranına, 1000-tane ağırlığına ve tane verimine önemli düzeyde etkisi görülmüştür. Fasulyeye yapraktan veya topraktan uygulanan 1.11 kg/ha bor, en fazla kuru tane verimi (247.88 kg/da) sağlamıştır.

Rashid ve Rafique (2005), bora karşı hassas olan genç ayçiçeği bitkilerinin bor gereksinimlerine dair bir çalışma yapmışlardır. Sera denemesi olarak yapılan çalışmada, borca fakir (0.23 ppm) topraklara uygulanan bor gübrelemesi ile bitkinin kuru madde oranında artış gözlenmiştir. 0–8 ppm arasında 6 bor düzeyi ile yapılan deneme sonucunda bitkilerdeki bor ihtiyacının bitki türüne, gelişme evresine, bitki bölümüne ve bitki yaşına göre değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Hakkoymaz (2005), yazlık mercimek çeşitlerinin Konya ekolojik şartlarında adaptasyonu ve bor toksisitesini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmayı dört tekerrürlü olarak gerçekleştirmiştir. Ana parsellere mercimek çeşitleri (Sultan, Emre-20, Malazgirt-89, Erzurum-89, Ali Dayı ve Meyveci-2001) alt parsellere ise bor dozları (B_0:Kontrol, B_1:1.25 kg/da B_2:3.75 kg/da) yerleştirilmiştir. Araştırmada çeşitlerin ortalaması olarak en yüksek tane verimi ise 120.39 kg/da ile Erzurum-89 çeşidinden, bor dozlarının ortalaması olarak en yüksek tane verimi 102.20 kg/da ile B_1 dozu uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Farklı bor dozlarının tane verimi, dal sayısı, sap verimi, protein verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemli olurken, bakla sayısı, bin tane ağırlığı, bitki boyu, ham protein oranı ve tanede bor üzerine etkisi önemli bulunmamıştır.

Nabi vd. (2006), bordan yoksun toprakta yetişen dört tatlı biber çeşidi üzerinde bor gübrelemesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Deneme yapılan çeşitler sırası ile California wonder, Anahein, Narvala ve 2573'tür. 0–8 ppm arasında beş farklı oranda bor uygulaması, borik asit ile yapılmıştır. En yüksek kuru madde oranı 1 ppm bor gübrelemesi yapılan konudan elde edilirken, uygulanan bor oranının artışıyla bitkilerde kuru madde miktarında düşüşle sonuçlanan toksik etkiler görülmüştür.

Shouse vd. (2006), yaptıkları çalışmada sulanan alanlarda, bor ve tuzluluk değişiminde sığ taban suyunun etkilerini araştırmışlardır. Kaliforniya'da 60 ha'lık bir arazide yaptıkları 3 yıl süren bu çalışmada tuz ve bor konsantrasyonları izlenmiştir. Arazide tuz ve bor konsantrasyonlarının oldukça yakından ilişkili olduğu gözlenmiştir. Konsantrasyonlarda gözlenen değişimlerin, tarla içerisinde toprak tekstüründeki değişimlerin bir sonucu olduğu belirtilmiştir. 3 yıl süren çalışma boyunca yıldan yıla ya da aynı yıl içerisinde ekilen bitkiye, çevre koşullarına ve sulama yöntemine bağlı olarak tarlada değişimler olmuştur.

Çelik (2007), yaptığı çalışmada topraktaki bor toleransı 1 ile 2 mg/L arasında değişen sivri biber bitkisinin sulama suyundaki değişik bor derişimlerine karşı dayanımı, verimini ve kalitesini incelemiştir. Çalışmada sulama suyu olarak bor derişimleri 0.06 mg/L, 1 mg/L, 2 mg/L, 4 mg/L, 6 mg/L ve 10 mg/L olan sulama suları kullanılmıştır. Uygulamadan sonra yaş meyve verimlerinin bor derişiminden etkilendiği gözlenmiştir. Aynı zamanda çalışmada bor derişimlerine göre meyvede, yapraklarda ve toprakta oluşan bor birikimi, sulama suyunun bor içeriğine paralel olarak artış göstermiş, fakat meyve sayısı ve meyve çapı değerlerinde önemli farklılıklara rastlanmamıştır.

Kızılgöz (2009), Karacadağ yöresinde yetişen arpa bitkilerinin toprak ve bitki yönünden bor içeriklerini belirlemek için çalışma yürütmüştür. Topraktaki bor konsantrasyonu arttıkça arpa bitkisinin bor konsantrasyonu istatiksel olarak artış göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1. Deneme Yerinin Tanıtılması

Deneme Süleyman Demirel Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinde bulunan plastik serada yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü sera

3.1.2. Denemede kullanılan toprak, bitki ve sulama suyunun özellikleri

3.1.2.1 Denemede kullanılan toprak özellikleri

Denemede kullanılan topraklar Süleyman Demirel Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinden 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Bitki artıkları, taş ve çakıl gibi materyaller uzaklaştırılmış ve nemli durumdayken iri kesekler ufalanmıştır. Serada serilerek hava kuru duruma getirilmesinin ardından 4 mm'lik plastik elekten geçirilmiştir.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan toprak örneklerinin kurutulması

Denemede kullanıma hazır hale getirilen deneme toprağı hava kuru 3.5 kg (kuru ağırlık esasına göre) tartılarak 3.5 kg'lık saksılara doldurulmuştur. 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örneğinden fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Denemede kullanılan toprak özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Daha sonra saksılara konularına göre etiketler yapıştırılmıştır.

Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	T_1 (Kumlu Toprak)	**T_2 (Killi Toprak)**
% Kum	92.96	18.89
% Kil	1.64	52.80
% Silt	5.4	28.31
Sınıf	Kum (S)	Kil (C)
EC (mmhos/cm)	0.48	0.49
Ph	6.75	7.10
Kireç %	0.37	0.7
Tarla Kapasitesi	10.03	34.52
Solma Noktası	3.70	23.29

3.1.2.2 Denemede Kullanılan Fasulye Bitkisinin Özellikleri

Çalışmada sırık fasulye olan Alman Ayşe *(Phaseolus vulgaris)* fasulye çeşidi kullanılmıştır. Alman Ayşe fasulyesi bitki gelişimi güçlü, verimli, meyvesi uzun, kılçıksız bir fasulye çeşididir. Sera ve açık alanlarda yetiştirilmeye uygun bir çeşittir. Bakla uzunlukları 22-25 cm'dir. Baklaları yassı kesitlidir ve 2-2,5 cm genişliktedir. Kılçıksız ve koyu yeşil baklalara sahiptir. Çok verimli ve aynı zamanda erkenci bir çeşittir. 45-50 gün sürede yeme olgunluğuna ulaşır.

3.1.2.3 Denemede Kullanılan Sulama Suyu Özellikleri

Denemede 6 farklı kalitede sulama suları kullanılmıştır. Çeşme suyu (B_0) kontrol sulama suyu olarak alınmış, diğer 5 farklı kalitedeki sular ise B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 olarak belirlenmiştir. Borlu sulama sularının hazırlanmasında borik asit kullanılmıştır. Hazırlanan 100 ppm'lik çözeltiden yeterli miktarlarda alınarak 25 litrelik bidonlarda bor değeri 0.5, 1, 2, 3, 5 ppm olan sulama suları hazırlanmıştır.

3.1.3 Denemede Kullanılan Kimyasal Maddeler

Derişik borik asitten standart çözelti hazırlanmış ve bu çözelti oluşturulması istenilen kalitedeki suyun bor düzeylerine göre çeşme suyu kullanılarak seyreltilmiştir.

3.1.4 Denemede Kullanılan Yardımcı Ekipmanlar

Araştırmada 3.5 kg'lık plastik saksılar kullanılmıştır. Değişik kalitedeki sulama sularının hazırlanmasında 2.5 litrelik cam balonjojeler ve ölçülü su verilmesinde de 500 ml'lik beherler kullanılmıştır. Farklı bor düzeylerindeki sulama suları 25 litrelik plastik bidonlarda hazırlanmıştır. Deneme boyunca gerekli olan hassas terazi, pipet, erlenmayer, porselen pota ve mezür gibi laboratuar araçlarından yararlanılmıştır. Deneme süresince toprak örneklerinin alınmasında toprak burgusu, örneklerin kurutulmasında bölüm laboratuvarında bulunan zaman ayarlı etüv kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Düzeni

Çalışmada, biri kontrol olmak üzere 6 farklı düzeyde bor konsantrasyonu değerleri ve 2 farklı toprak bünyesi hafif ve ağır) dikkate alınmıştır (Çizelge 3.2). Araştırma, 6 değişik bor seviyesinin ve 2 farklı toprak bünyesinin, 3 tekrarlamalı olarak denendiği 6x2x3 tesadüf parselleri deneme deseninde göre (Şekil 3.3) 2 ayrı deneme olacak şekilde kurulmuş ve yürütülmüştür.

Çizelge 3.2. Deneme konuları

Konular	Bor (ppm)	Toprak bünyesi	
B_0	0.19 (Kontrol)	**T_1**	Hafif bünyeli (Kumlu Toprak)
B_1	0.5	**T_2**	Ağır bünyeli (Killi Toprak)
B_2	1.0		
B_3	2.0		
B_4	3.0		
B_5	5.0		

Konular	1. Tekerrür	2.Tekerrür	3.Tekerrür
Kumlu Toprak) (T_1)	B_3 B_0 B_1 B_5 B_2 B_3	B_1 B_2 B_5 B_1 B_0 B_5	B_4 B_1 B_1 B_0 B_2 B_0
Killi Toprak (T_2)	B_2 B_4 B_0 B_1 B_4 B_5	B_0 B_3 B_4 B_2 B_3 B_4	B_2 B_3 B_3 B_5 B_5 B_4

Şekil 3.3. Deneme konularına ilişkin yerleşim planı

3.2.2. Sera Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

3.2.2.1 Ekim, Borlu Suların Hazırlanması, Sulama ve Gübreleme

Fasulye tohumları her saksı başına 9 adet olarak 3 cm derinliğe ekilmiştir. Ekimden hemen sonra saksılara tarla kapasitesine çıkacak kadar sulama suyu verilmiştir. Fasulye tohumlarının ekiminden sonra çıkışlar tamamlanana kadar çeşme suyu uygulanmış ve her bir saksıda bitki sayısı 3 adet olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Daha sonra çeşme suyuna hazırlanan 100 ppm'lik çözeltiden yeterli miktarlarda alınarak 25 litrelik bidonlarda seyreltilmiş ve bu standart çözeltiden bor değeri 0.5, 1, 2, 3, 5 ppm olan sulama konularına ilişkin sulama suları hazırlanmıştır.

Her bir saksı günlük düzenli bir şekilde tartılmış ve saksı ağırlığındaki azalmalara bağlı olarak su miktarları tarla kapasitesinin %50'sine düştüğünde konulara göre hazırlanan sular ile sulanarak tarla kapasitesi düzeyine çıkarılmıştır. Bitkilerin ekiminden itibaren toprak yüzeyinde görülen yabancı otlar elle koparılarak yabancı ot savaşı yapılmıştır**.**

3.2.2.2. Borlu Suyun Hazırlanması

Farklı bor düzeylerinin oluşturulmasında sıvı borik asit çözeltisi kullanılmıştır. 100 ppm'lik borik asit çözeltisi hazırlanmış ve bu çözeltiden oluşturulması istenilen kalitedeki suyun bor düzeylerine göre çeşme suyu kullanılarak seyreltilmiştir.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

Denemede başlangıcında ve hasattan sonra alınan toprak örneklerinde analizler yapılmıştır. Bu analizlerde uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

3.2.3.1. Toprak verimlilik analizleri

Araştırmada kullanılan toprakların verimlilik analizleri olan saturasyon, kireç, yarayışlı bitki besin maddelerinden fosfor, potasyum ve organik madde analizleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

- **Saturasyon (%) :** Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, toprağa doygun hale gelinceye kadar çeşme suyu eklemek yoluyla belirlenmiş ve yüzde olarak ifade edilmiştir.
- **Kireç (%):** Tüzüner (1990)'de belirtilen esaslara göre, Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir.
- **Yarayışlı fosfor (P_2O_5 kg/da)** : Olsen vd. (1954) tarafından geliştirilen yönteme göre, ekstrakt eriyiği olarak 0.5 M $NaHCO_3$ (pH: 8.5) kullanılarak kolorimetrik olarak saptanmıştır.
- **Yarayışlı potasyum (K_2O kg/da)** : Richards (1954)'de bildirildiği gibi, ekstrakt eriyiği olarak 1N Amonyum asetat (pH:7) kullanarak, ekstraksiyon

çözeltisine geçen potasyumun fleymfotometrede ölçülmesi suretiyle saptanmıştır.

- **Organik Madde (%) :** Ülgen ve Ateşalp (1972)'de belirtilen modifiye Walkley-Black yöntemine göre saptanmıştır.
- **Tane Büyüklük Dağılımı:** Deneme toprağında kum, silt ve kil franksiyonlarının oranları Bouyoucos hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

3.2.3.2. Toprak tuzluluk analizleri

Araştırmada kullanılan toprakların deneme öncesi ve deneme sonrası tuzluluk analizleri, Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre elde edilen saturasyon ekstraktında yapılan analizlerle belirlenmiştir.

- **Elektriksel iletkenlik (dS/m) :** Kondaktivite aleti ile saturasyon ekstraktında 25 ^{0}C'de elektriksel iletkenliğin ölçülmesi suretiyle tayin edilmiştir (Richards 1954).
- **Toprak reaksiyonu (pH) :** Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, saturasyon macununda ve ekstraktında pH metre aleti ile belirlenmiştir.
- **Kalsiyum (Ca^{++}) ve Magnezyum (Mg^{++}) :** Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, versanat titrasyonu yöntemine göre yapılmıştır.
- **Sodyum (Na^{+}) ve Potasyum (K^{+})** : Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, gazlı fleymfotometre aleti ile saptanmıştır.
- **Karbonat ($CO_3^{=}$) ve Bikarbonat (HCO_3^{-}) :** 0.01N sülfürik asitle titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir (Richards 1954).
- **Klor (Cl^{-}) :** Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, 0.05N gümüş nitrat çözeltisi ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir.
- **Sülfat ($SO_4^{=}$) :** Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, $BaCI_2$ çözeltisi kullanılarak titrimetrik olarak tayin edilmiştir.
- **Bor (B) :** Karmen eriyiği kullanılarak kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir (Richards 1954).
- **Katyon değişim kapasitesi (KDK):** 1N sodyum asetat çözeltisi ile muamele edildikten sonra 1N amonyum asetat kullanılarak ekstrakte edilen çözeltiden

fleymfotometre ile sodyum okunması esasına göre tayin edilmiştir (Bower vd., 1952).

- **Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) :** Richards (1954)'de göre değişebilir sodyum ile katyon değişim kapasitesi analizlerinden yaralanarak saptanmıştır.

3.2.3.3. Suda Bor Tayini

Bor çeşitli spektrofotometrik yöntemler ile tayin edilmektedir. Pek çok spektrofotometrik yöntem, borun spesifik bir reaktif ile renkli bir kompleks oluşturmasına dayanmaktadır. Bunlardan biri olan "Karmin Metodu", karmin veya karminik asidin derişik sülfürik asit içindeki çözeltisiyle borun konsantrasyonuna bağlı olarak verdiği açık kırmızıdan mavimsi kırmızıya veya maviye doğru verdiğin rengin ışık absorpsiyonunun spektrofotometrede okuma esasına dayanır (Demirbaş ve Orhun, 2008). Amaç, su numunesinde, karminin derişik sülfürik asit içindeki çözeltisiyle, bor konsantrasyonuna bağlı olarak verdiği kırmızı rengin absorbansının fotometrik olarak ölçerek, suyun bor miktarını tayin etmektir.

Gerekli Reaktifler;

1. Derişik sülfürik asit (H_2SO_4) %98.
2. Derişik hidroklorik asit (HCl) %37.
3. Seyrektik hidroklorik asit (HCl) : 95 ml saf su + 5 ml derişik hidroklorik asit.
4. Karmin çözeltisi: Derişik sülfürik asit içinde ağırlıkça %0.05' lik (0.920 g) karmin çözünür ve H_2SO_4 ile litreye tamamlanmıştır.
5. Sodyum hidroksit çözeltisi (0.1 N) : 4 g NaOH'i bir miktar saf su da çözünüp, litreye tamamlanmıştır.
6. Standart borik asit çözeltisi, Stok çözelti (100 ppm) : 0.5716 g. borik asit (H_3BO_3)'i bir miktar saf suda çözünür ve litreye tamamlanmıştır. (Bu çözeltinin 1 ml' si 0.1 mg bor kapsar.)

7. Standart eğrinin hazırlanmasında kullanılan çözeltiler: 0-10 ppm arasında bor kapsayan standartları elde etmek için, stok çözeltiden 0, 2, 4, 6, 8, 10 ml pipetle 100 ml'lik balonjojelere alınır ve saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Gerekli cihaz ve malzemeler;

- Spektrofotometre
- Bor içermeyen camdan yapılmış genel laboratuar malzemeleri
- Balonjoje (100-1000 ml'lik), pipet, kurutma kağıdı.

Analiz yöntemi;

Saf su (0 ppm'lik çözelti) dan, standart çözeltilerden ve su veya toprak ekstraktı örneğinden ayrı ayrı 1'er ml alınıp ve borsuz camdan yapılmış kaplara konulmuştur. 1 damla derişik hidroklorik asit ve 5 ml derişik sülfürik asit ilave edilmiştir. İyice karıştırılıp soğuması için beklenmiştir. 5 ml karmin çözeltisinden ilave edilir ve 45 dakika beklenmiştir.. Spektrofotometre cihazının ekranından bor için gerekli olan parametrelerin girişi yapılmıştır. Bor'un 585 nm'de ışık geçirgenliği veya ışık absorbsiyonu okunmuştur. Spektrofotometre cihazında, sıfırdan başlamak üzere standart serilerin ppm değerlerinin girişi yapılmıştır. Sıfır ppm'lik çözelti ile cihazın sıfır ayarı yapılmış ve standart serilerin okuması gerçekleştirilmiş ve grafiği çizdirilmiştir. Aynı işlem örnekler için de yapılmış ve ppm değerleri kaydedilmiştir.

3.2.4. Hasat ve bitki ağırlıklarının tartılması

Denemede bitkiler 80 günlük (20.06.2013-10.09.2013) gelişme periyodundan sonra kök hizasından kesilerek hasat edilmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri konulara göre tartılıp yaş ağırlıkları alınmıştır. Yaş bitkiler üzeri delinen kese kağıtlarına konularak 65 ^{o}C'lik fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve daha sonra kuru ağırlıkları alınıp kaydedilmiştir.

3.2.5. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Çalışmada üzerinde durulan özellik bakımından elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile analiz edilmişlerdir. Çalışmada toprak tipi

faktörünün kum ve kil olmak üzere iki farklı toprak bünyesi, doz faktörünün ise 0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm ve 5 ppm olmak üzere altı seviyesi mevcuttur. Alt gruplardaki gözlem adet sayısı üçtür.

Çalışmada faktörlerin seviye ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Tukey testi kullanılmıştır. Tukey testi sonuçları ortalamalar üzerinden latin harfleri ile gösterilmiştir.

Deneme sonunda elde edilen veriler faktöriyel düzende MINITAB paket program aracılığı ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre yorumlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada öncelikle her bir toprak bünyesi için farklı düzeyde bor içeren sulama suyu uygulamalarının bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve bitki yaprak sayısı üzerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Daha sonra farklı toprak bünyelerinde ölçülen parametreler karşılaştırılmıştır. Ayrıca uygulanan borlu sulama suyunun her bir toprak bünyesinde oluşturduğu bor düzeyleri için izin verilen bor eşik değerleri belirlenmiştir.

4.1. Kumlu Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Kumlu toprakta denemede uygulanan sulama suyu bor içeriğinin bitki verim parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yetiştirilen fasulye bitkisi hasat edildikten sonra yaş ağırlıkları alınmış ve elde edilen veriler konulara göre Çizelge 4.1'de ve bitkiler kurutulduktan sonra elde edilen kuru ağırlık değerleri de Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kumlu topraklarda konulara göre yaş ağırlık değerleri (g/saksı)

Konular	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
B_0	40.64	35.53	46.81	40.99
B_1	43.36	36.52	44.19	41.36
B_2	44.30	37.28	47.48	43.02
B_3	43.06	36.14	44.18	41.13
B_4	40.63	33.68	41.92	38.74
B_5	30.12	28.03	31.19	29.78

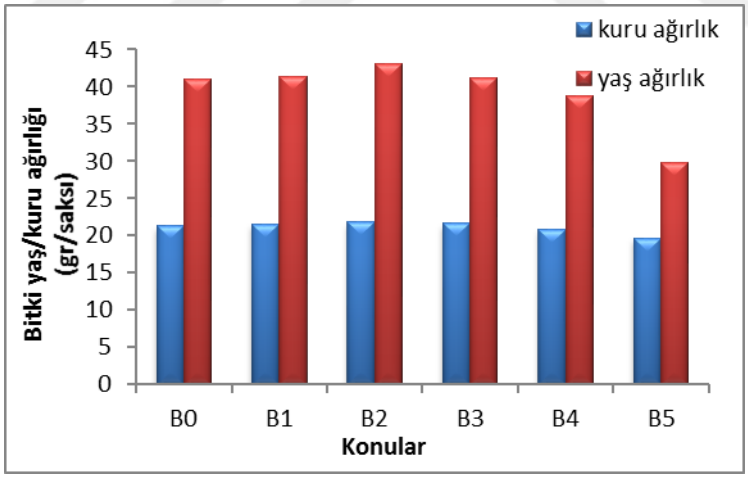
Kumlu topraklarda konular arasında en yüksek ortalama yaş ağırlık değeri 43.02 g/saksı ile B_2 (1 ppm) konusunda elde edilmiştir. Bu konuyu 41.36 g/saksı ile B_1 (0.5 ppm), 41.13 g/saksı ile B_3 (2 ppm), 40.99 g/saksı ile B_0 (0 ppm) ve 38.74 g/saksı ile B_4 (3 ppm) konusu takip etmiştir. En düşük ortalama yaş ağırlık değeri ise 29.78 (g/saksı) ile B_5 (5 ppm) konusunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Kumlu topraklarda konulara göre kuru ağırlık değerleri (g/saksı)

Konular	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
B_0	18.63	22.18	23.19	21.33
B_1	20.15	21.23	23.24	21.54
B_2	20.75	21.17	23.16	21.83
B_3	19.97	20.41	25.10	21.69
B_4	20.63	22.32	22.56	20.84
B_5	18.57	19.47	20.95	19.67

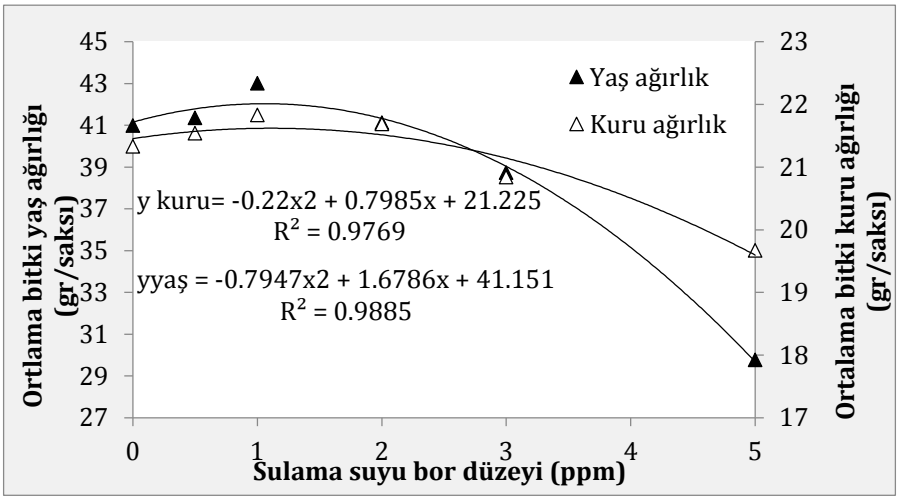
Bitki ortalama kuru ağırlığı bakımından değerlendirildiğinde 19.67 gr/saksı ile en düşük ortalama değer B_5 konusunu olmuştur. 1 ppm olan B_2 konusunda en yüksek ortalama kuru ağırlık değeri (21.83 gr/saksı) elde edilmiştir. Bu değerin altında ve üstünde olan bor düzeylerinde ortalama yaş ağırlıkta olduğu gibi kuru ağırlıkta da düşüş gözlenmiştir. Konulara göre sırasıyla B_0 konusunda 21.33 gr/saksı, B_1 konusunda 21.54 gr/saksı, B_3 konusunda 21.69 gr/saksı ve B_4 konusunda ise 20.84 gr/saksı ortalama kuru ağırlık değerleri elde edilmiştir.

Ortalama yaş ve kuru ağırlık değerlerine ait grafik Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri

Araştırmada sulama suyu bor düzeyi ile bitki yaş ve kuru ağrılıkları arasında önemli düzeyde negatif yönde kuadratik bir ilişki söz konusudur. Determinasyon katsayısı (R^2) yaş ağırlık ve kuru ağırlık için sırasıyla 0.9885 ve 0.9769 olarak bulunmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Kumlu topraklarda sulama suyu bor düzeyi bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi

Deneme konularından elde edilen ortalama bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel analiz yapılmıştır (Yurtsever, 1984). Varyans analiz tablosu yaş ağırlık için Çizelge 4.3'de kuru ağırlık için Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kumlu topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaş ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	**0.01**
Konular	5	345.33	69.067	3.51*	3.11	5.06
Hata	12	236.10	19.675			
Genel	17	581.43				

*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

Bu sonuca göre değişik bor miktarlarından dolayı fasulye bitkisinde meydana gelen yaş ağırlık ortalamaları arasındaki farklar % 95 olasılıkla önemlidir.

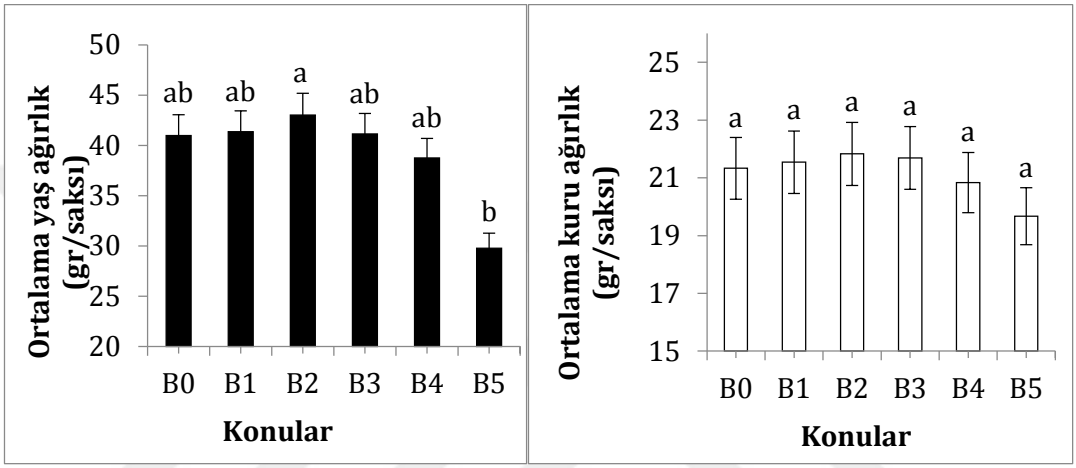
Çizelge 4.4. Kumlu topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin kuru ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	**0.01**
Konular	5	9.77	1.954	1.00 ÖD	3.11	5.06
Hata	12	23.36	1.947			
Genel	17	33.13				

*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

Çizelgeye göre, kumlu topraklarda kuru ağırlık için yapılan varyans analizinde sulama suyu bor düzeyi ile bitki kuru ağırlık arasında istatistiksel anlamda fark olmadığı saptanmıştır.

Faktörlerin seviye ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde kullanılan çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Tukey testine göre yaş ve kuru ağırlıklar için elde edilen gruplar Şekil 4.3'te verilmiştir.

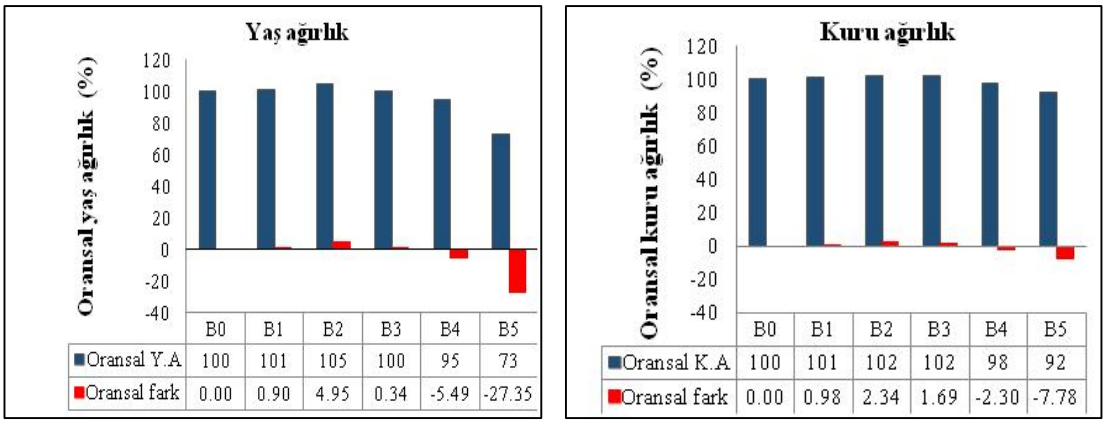


*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Şekil 4.3. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık ortalamaları ve oluşan Tukey grupları

Kumlu topraklarda bor seviyesi açısından fasulyede bitki yaş ağırlığı incelendiğinde en yüksek ortalama yaş ağırlık 43.02 g ile B_2 (1 ppm) konusundan elde edilmiş ancak B_0 (0 ppm), B_1 (0.5 ppm), B_3 (2 ppm) ve B_4 (3 ppm) konuları ile arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. En düşük ortalama yaş ağırlık ise B_5 konusundan (29.78 g) elde edilmiştir.

Bor uygulanmayan B_0 konusuna ait ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri baz alınarak hesaplanan oransal verim değerleri ve oransal farklar Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Kumlu topraklarda oransal yaş ve kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Denemede fasulye bitkisi ortalama yaş ağırlık verilerinde bor uygulanmayan konuya göre 0.5 ppm bor uygulanan konuda yaklaşık %1 lik bir artış söz konusu iken 1 ppm ve 2 ppm lik konularda sırasıyla yaklaşık % 5 ve % 0.3 düzeyinde artış ortaya çıkmıştır. 3 ppm ve 5 ppm bor içeren konuda ise yaklaşık % 5.5 ve % 27 düzeyinde azalma söz konusu olmuştur. Ortalama kuru ağırlık değerleri için ise oransal verim farkları B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 sırasıyla yaklaşık % 1.0, % 2.3, %1.7 artmış ve % 2.3 ve % 7.8 düzeyinde azalmıştır. Kuru ağırlıktaki azalma yüzdeleri yaş ağırlığa oranla daha az bulunmuştur. Genel olarak sulama suyu bor değeri artıkça bitki veriminde önce oransal bir artma 1 ppm'den sonra ise oransal bir azalmanın olduğunu görülmektedir.

4.2. Kumlu Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaprak Sayısı Üzerine Etkisi

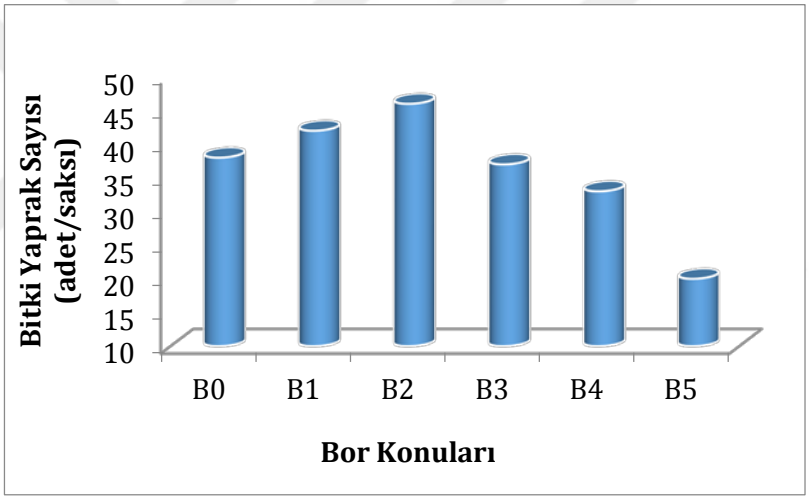
Fasulye bitkisinin sulama suyu bor düzeylerinin bitki verim parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla hasat öncesi yaprakları sayılmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kumlu topraklarda konulara göre bitki yaprak sayısı (adet)

Konular	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
B_0	35	40	39	38
B_1	45	42	41	42
B_2	46	45	47	46
B_3	37	37	36	37
B_4	33	32	35	33
B_5	16	23	20	20

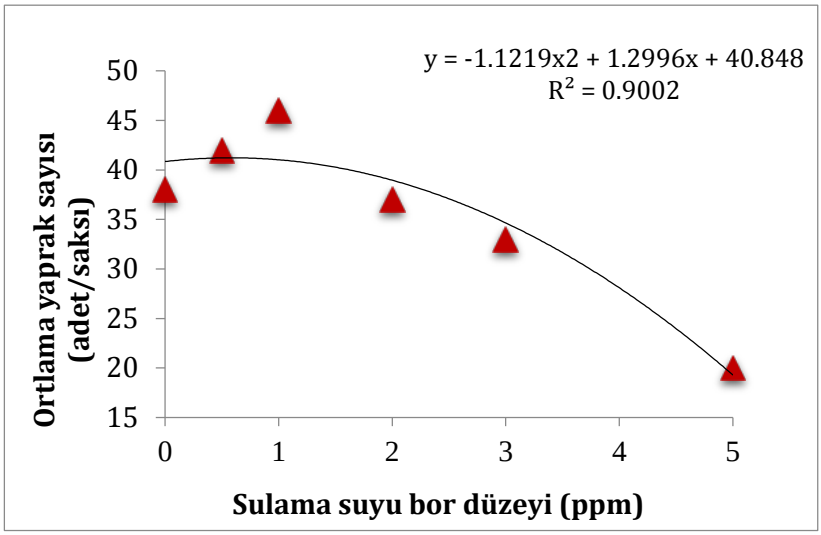
Deneme sonunda, kumlu toprakta yetiştirilen fasulye bitkisi, farklı sulama suyu bor düzeylerinin bitki yaprak sayısı verilerine göre değerlendirilmiştir.

Kumlu topraklarda ortalama bitki yaprak sayısına ait grafik Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaprak sayısı değerleri

Kumlu topraklarda yapılan çalışmada sulama suyu bor düzeyi ile bitki yaprak sayısı arasında önemli düzeyde negatif yönde kuadratik bir ilişki söz konusudur. Determinasyon katsayısı (R^2) yaprak sayısı için 0.9002 olarak bulunmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Kumlu topraklarda uygulanan sulama suyu bor seviyesine göre bitki yaprak sayısı ilişkisi

Fasulye bitkisinden elde edilen ortalama yaprak sayısı sonuçları ile yapılan varyans analizine göre, konular arasında 0.05 ve 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak incelenmiştir (Yurtsever, 1984). Bitki yaprak sayısına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.6'da verilmiştir.

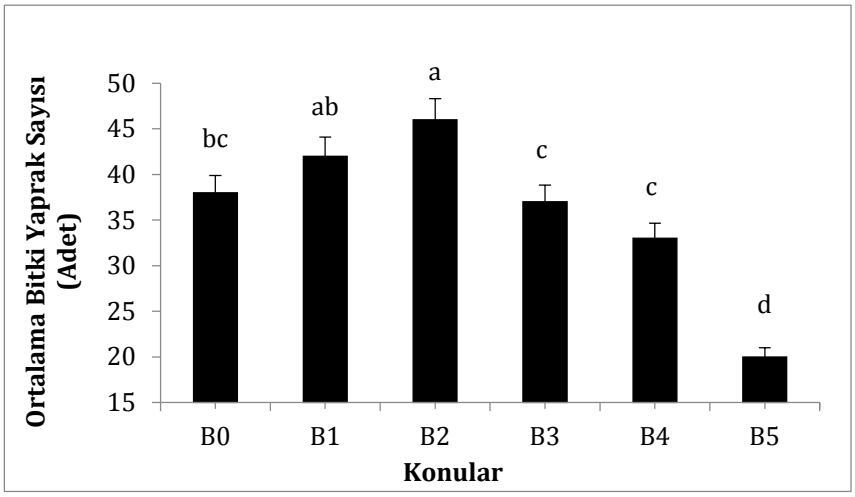
Çizelge 4.6. Kumlu topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaprak sayısı üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	0.01
Konular	5	1268.28	253.656	55.68**	3.11	5.06
Hata	12	54.67	4.556			
Genel	17	1322.94				

*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

Çizelge 4.6 incelendiğinde değişik bor miktarlarından dolayı fasulye bitkisinde meydana gelen bitki yaprak sayısı ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak %99 olasılıkla önemli olduğu görülmüştür.

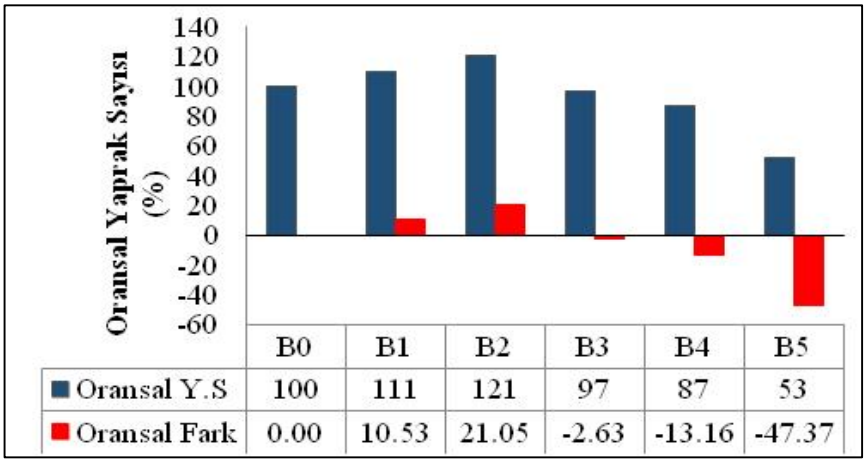
Çalışmada fasulye bitkisine ait yaprak sayılarının ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesi için yapılan çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Tukey testine göre yaprak sayıları için elde edilen gruplar Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Kumlu topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaprak sayısı ortalamaları ve oluşan Tukey grupları

Kumlu topraklarda yapılan çalışmada en fazla bitki yaprak sayısının B_2 konusundan elde edildiği, bunu önemsiz farkla B_1 uygulamasında oluşan bitki yaprak sayısının izlediği görülmüştür. B_3 ve B_4 konularından oluşan bitki yaprak sayılarının B_0 konusundan farksız, ancak B_5 konusundan oluşan bitki yaprak sayısından önemli düzeyde daha yüksek olduğu; en düşük bitki yaprak sayısının B_5 konusunda oluştuğu izlenebilmektedir.

Fasulye bitkisinde, kumlu topraklarda bor uygulanarak elde edilen ortalama yaprak sayısı değerleri baz alınarak hesaplanan oransal yaprak sayısı değerleri ve oransal farklar Şekil 4.8'de verilmiştir.



	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Oransal Y.S	100	111	121	97	87	53
Oransal Fark	0.00	10.53	21.05	-2.63	-13.16	-47.37

Şekil 4.8. Kumlu topraklarda oransal yaprak sayısı değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Kumlu toprakta yapılan çalışmada bitki yaprak sayıları arasındaki oransal fark 1 ppm bor uygulanan konuya kadar artış, bu değerden sonraki konuların oransal farklarında ise azalmalar gözlenmiştir. B_2 konusunda %21.05'lik bir artma söz konusu iken 5 ppm bor içeren B_5 konusunda ise % 47.37 düzeyine kadar azalma söz konusu olmuştur.

4.3. Killi Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Denemede killi topraklarda yetiştirilen fasulye bitkisinin yaş ve kuru ağırlıklarına ait veriler, sırasıyla Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Killi topraklarda konulara göre yaş ağırlık değerleri (g/saksı)

Konular	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
B_0	29.54	26.95	30.50	29.00
B_1	28.39	28.32	29.84	28.85
B_2	29.51	28.73	30.35	29.55
B_3	29.72	27.02	29.82	28.85
B_4	28.57	27.10	28.60	28.09
B_5	24.23	22.97	26.53	24.58

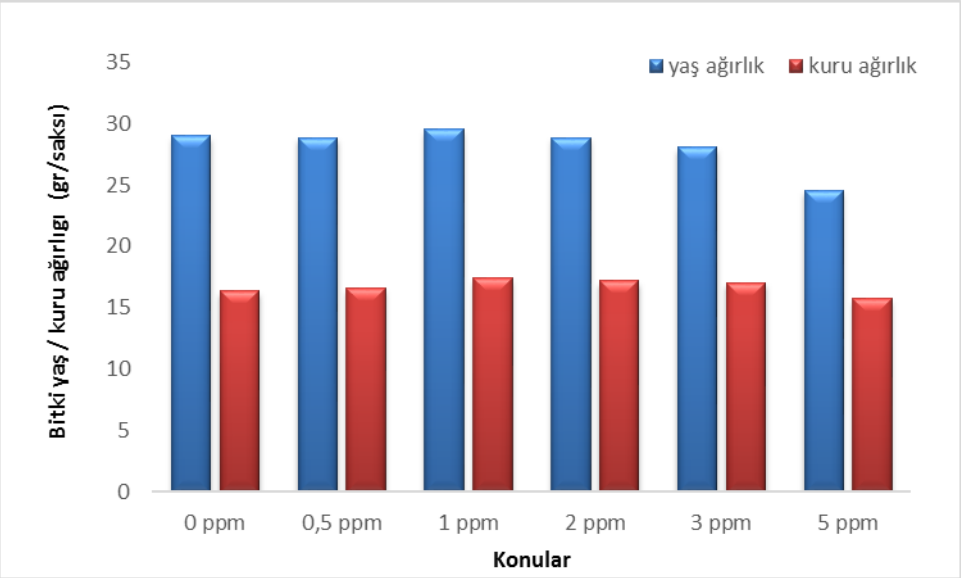
Çizelge 4.7 incelendiğinde killi topraklarda yapılan çalışmada fasulye bitkisinin ortalama yaş ağırlığının 24.58 gr/saksı ile 29.55 gr/saksı arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek ortalama değer olan 29.55 gr/ saksı B_2 (1 ppm) konusundan alınırken en düşük ortalama yaş ağırlık değeri ise 24.58 g/saksı olarak B_5 (5 ppm) konusundan alınmıştır. 0 ppm bor içeren sulama suyu (B_0) ile sulanan saksıdan elde edilen ortalama yaş ağırlık değeri ise 29.00 g/saksı'dır.

Çizelge 4.8. Killi topraklarda konulara göre kuru ağırlık değerleri (g/saksı)

Konular	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
B_0	16.03	16.78	16.29	16.36
B_1	15.91	17.79	16.05	16.59
B_2	17.23	17.54	17.34	17.39
B_3	16.01	17.96	17.60	17.19
B_4	16.53	17.40	17.18	17.03
B_5	14.85	16.52	15.82	15.73

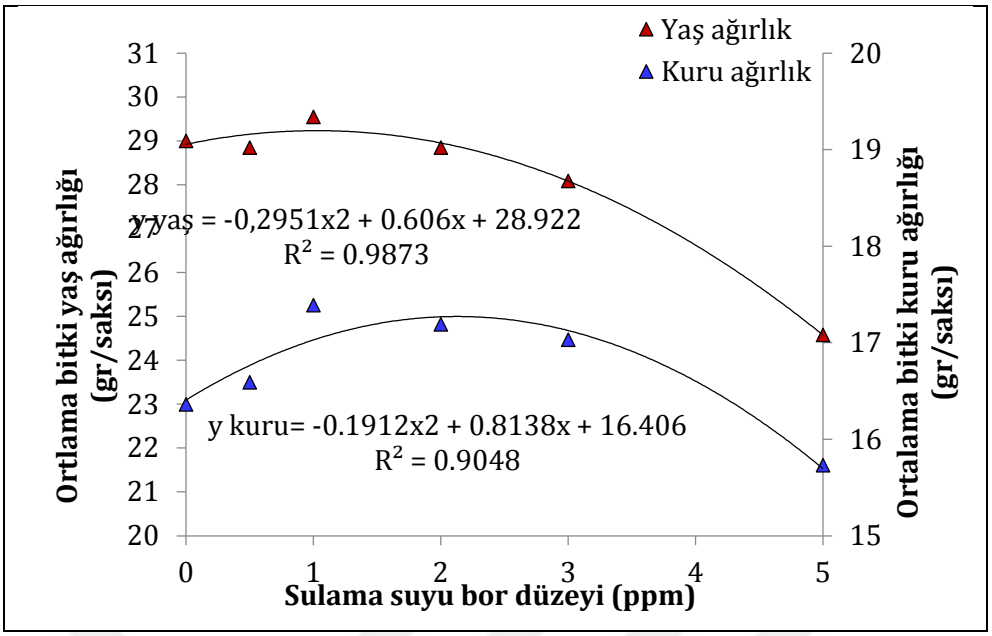
Konular arasında en yüksek ortalama kuru ağırlık değeri 17.39 g/saksı olarak 1 ppm (B_2) uygulanan konudan alınırken, en düşük ortalama kuru ağırlık değeri 15.73 g/saksı olarak 5 ppm (B_5) borlu su uygulanan konudan alınmıştır. 0 ppm bor içeren sulama suyu (B_0) ile sulanan saksıdan elde edilen bitkinin ortalama kuru ağırlık değeri ise 16.36 g/saksı'dır (Çizelge 4.8).

Killi topraklarda her bir konudan elde edilen ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Killi topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri

Killi toprakta sulama suyu bor düzeyi ile bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında önemli düzeyde negatif yönde kuadratik bir ilişki söz konusudur. Determinasyon katsayısı (R^2) yaş ağırlık ve kuru ağırlık için sırasıyla 0.9879 ve 0.9048 olarak bulunmuştur (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Killi topraklarda uygulanan sulama suyu bor seviyesine göre bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi

Killi topraklarda yapılan çalışmadan elde edilen ortalama bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 ve 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak incelenmiştir (Yurtsever, 1984). Varyans analiz tablosu yaş ağırlık için Çizelge 4.9'da kuru ağırlık için Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaş ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	0.01
Konular	5	49.13	9.827	5.23**	3.11	5.06
Hata	12	22.56	1.880			
Genel	17	71.69				

*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

Killi toprakta yapılan denemeden elde edilen ortalama yaş ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda konular arasındaki fark istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemlidir.

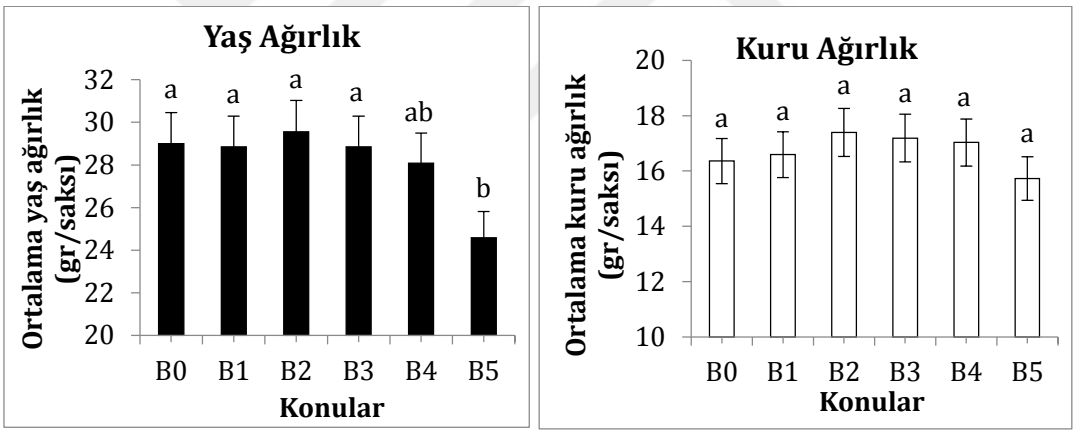
Çizelge 4.10. Killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin kuru ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	0.01
Konular	5	5.601	1.120	2.07 ÖD	3.11	5.06
Hata	12	6.503	0.542			
Genel	17	12.104				

*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

Yapılan varyans analizinde sulama suyu bor düzeyi ile bitki kuru ağırlık arasında istatistiksel anlamda fark olmadığı saptanmıştır.

Yapılan Tukey testinde yaş ağırlık konusunda B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 ve B_5 konuları arasında sınıf farkı ortaya çıkarken kuru ağırlık konusunda sınıf farkı olmadığı görülmüştür. Tukey testine ilişkin yapılan sınıflama Şekil 4.11'de verilmiştir.

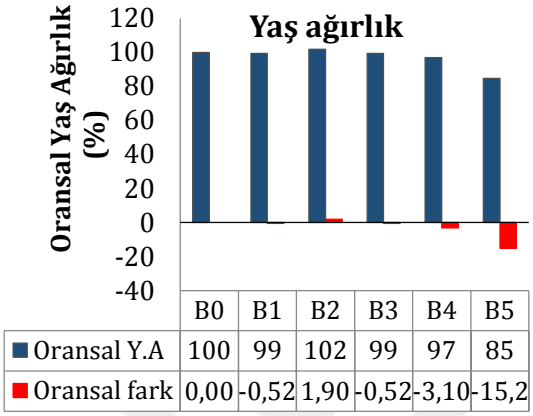


Şekil 4.11. Killi topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaş ve kuru ağırlık ortalamaları ve oluşan Tukey grupları

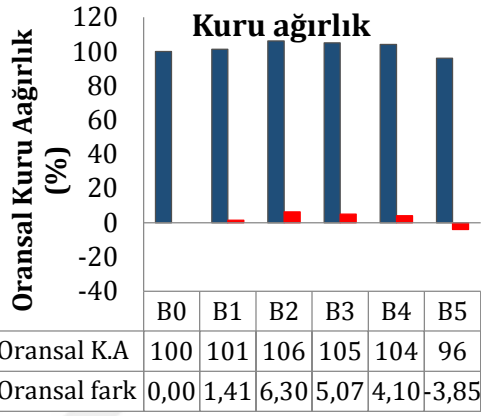
Killi topraklarda bor seviyesi açısından fasulyede bitki yaş ağırlığı incelendiğinde en yüksek ortalama bitki yaş ağırlığı 29.55 g ile B_2 (1 ppm) konusundan elde edilmiş ancak B_0 (0 ppm), B_1 (0.5 ppm), B_3 (2 ppm) ve B_4 (3 ppm) konuları ile arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. En düşük ortalama yaş ağırlık ise B_5 konusundan (24.58 g) elde edilmiştir. B_4 konusu B_0, B_1, B_2 ve B3 konularının olmadığı yerde kullanılabilecek bir sınıfı oluşturmuştur. Mevcut su kaynaklarının iyi kalitede olmaması durumunda kontrol konusuna alternatif olarak verimde çok az azalma göstermiş olan (AB sınıfında) B_4 konusu önerilebilir. Sulama suyu

bor düzeyi artışına paralel olarak ortalama verimde az düzeyde azalmalar meydana gelmiştir.

B_0 konusuna ait ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri baz alınarak hesaplanan oransal verim değerleri ve oransal farklar Şekil 4.12'de verilmiştir.



	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Oransal Y.A	100	99	102	99	97	85
Oransal fark	0,00	-0,52	1,90	-0,52	-3,10	-15,2



	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Oransal K.A	100	101	106	105	104	96
Oransal fark	0,00	1,41	6,30	5,07	4,10	-3,85

Şekil 4.12. Killi topraklarda oransal yaş ve kuru ağırlık değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Killi topraklarda bor uygulanmayan konuya göre en yüksek ortalama yaş ağırlığı elde ettiğimiz 1 ppm (B_2) bor uygulanan konu yaklaşık %2'lik bir artış söz konusu iken 2 ppm, 3 ppm ve 5 ppm lik konularda sırasıyla yaklaşık % 0.5, % 3.1 ve %15 düzeyinde azalma ortaya çıkmıştır. Kuru ağırlık değerleri için ise oransal kuru ağırlık farkları 0 ppm uygulanan konulara göre sırasıyla % 1.41, % 6.30, %5.07 ve %4.10 artmış ve % 3.85 düzeyinde azalmıştır. Kuru ağırlıktaki azalma yüzdeleri yaş ağırlığa oranla daha az bulunmuştur. Genel olarak sulama suyu bor değeri artıkça bitki veriminde önce oransal bir artma 1 ppm'den sonra ise oransal bir azalmanın olduğunu görülmektedir.

4.4. Killi Toprakta Sulama Suyu Bor Düzeyinin Bitki Yaprak Sayısı Üzerine Etkisi

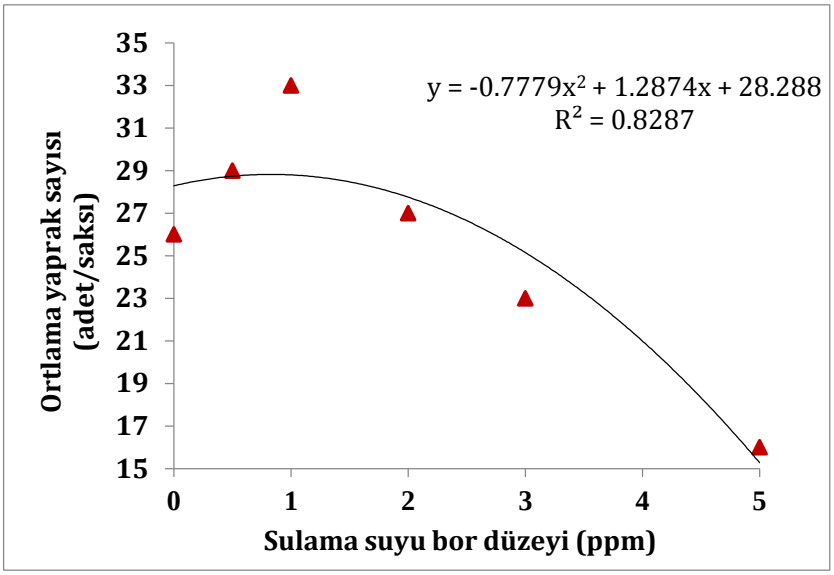
Bitkiye uygulanan sulama suyu bor düzeylerinin bitki verim parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla Her bir saksıdan elde edilen fasulye bitkisinin yaprakları sayılmış ve elde edilen veriler Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Killi topraklarda konulara göre bitki yaprak sayısı (adet)

Konular	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama
B_0	25	29	24	26
B_1	27	31	29	29
B_2	35	32	33	33
B_3	29	27	25	27
B_4	21	23	26	23
B_5	17	14	16	16

Killi topraklarda bitki yaprak sayısı bakımından değerlendirildiğinde 16 adet ile en az ortalama değer B_5 konusunu olmuştur. 1 ppm olan B_2 konusunda ortalama en fazla yaprak sayısı (33 adet) elde edilmiştir. Bu değerin altında ve üstünde olan bor düzeylerinde yaprak sayısında düşüş gözlemlenmiştir. Konulara göre sırasıyla B_0 konusunda 26 adet, B_1 konusunda 29 adet, B_3 konusunda 27 adet ve B_4 konusunda ise 23 adet ortalama yaprak elde edilmiştir.

Sulama suyu bor düzeyi ile bitki yaprak sayısı arasında önemli düzeyde negatif yönde kuadratik bir ilişki söz konusudur. Determinasyon katsayısı (R^2) yaprak sayısı için sırasıyla 0.8287 olarak bulunmuştur (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Killi topraklarda uygulanan sulama suyu bor seviyesine göre bitki yaprak sayısı ilişkisi

Fasulye bitkisinde killi topraklarda farklı bor seviyeleri uygulanarak elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonucunda, istatistiksel fark 0.05 ve 0.01

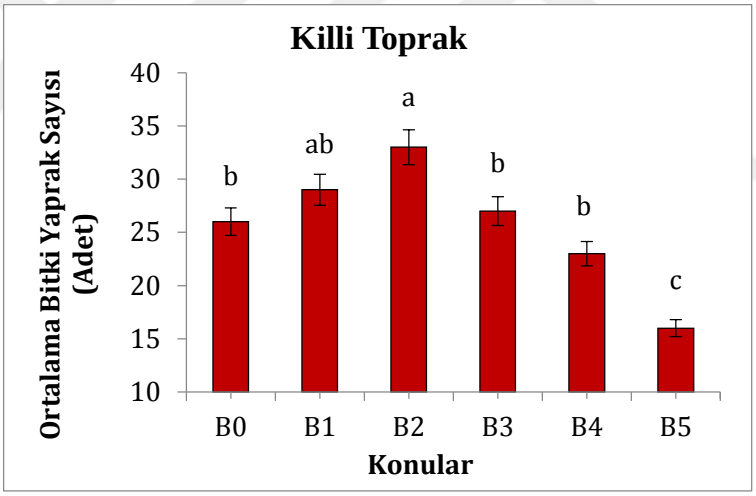
düzeyinde incelenmiştir (Yurtsever, 1984). Bitki yaprak sayısı için yapılan varyans analiz tablosu Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaprak sayısı üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F	
					0.05	0.01
Konular	5	531.61	106.322	24.54**	3.11	5.06
Hata	12	52.00	4.333			
Genel	17	583.61				

*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

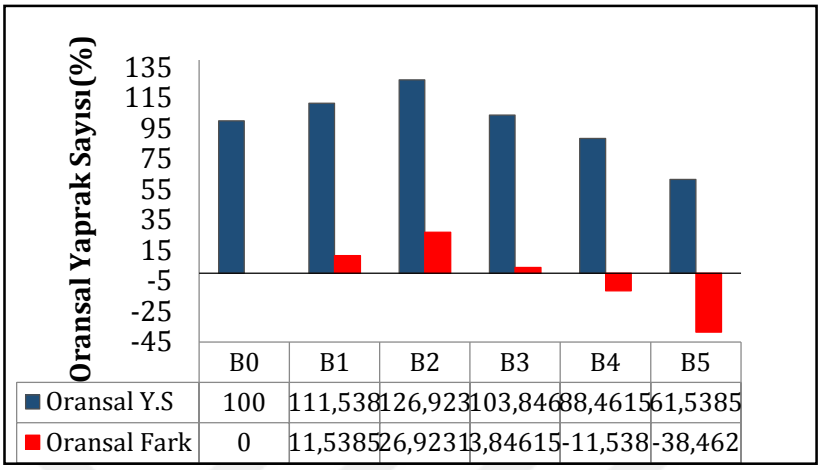
Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi killi toprakta yapılan incelemede bitki yaprak sayısı yönünden sulama suyu bor uygulamaları arasındaki farkların tesadüf olma olasılığı %1'dir.



Şekil 4.14. Killi topraklarda uygulanan bor seviyelerine göre bitki yaprak sayısı ortalamaları ve oluşan Tukey grupları

Şekil 4.14'den, en fazla bitki yaprak sayısının B_2 konusundan oluştuğu, bunu önemsiz farkla B_1 uygulamasında oluşan bitki yaprak sayısının izlediği; B_0, B_3 ve B_4 konularından oluşan bitki yaprak sayılarının birbirinden farksız, ancak B_5 konusundan oluşan bitki yaprak sayısından önemli düzeyde yüksek olduğu; en düşük bitki yaprak sayısının B_5 konusunda oluştuğu izlenebilmektedir.

Killi topraklarda B_0 konusuna ait bitki yaprak sayısı değerleri baz alınarak hesaplanan oransal yaprak sayısı değerleri ve oransal farklar Şekil 4.15'de verilmiştir.



	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Oransal Y.S	100	111,538	126,923	103,846	88,4615	61,5385
Oransal Fark	0	11,5385	26,9231	3,84615	-11,538	-38,462

Şekil 4.15. Killi topraklarda oransal yaprak sayısı değerlerine göre ortaya çıkan oransal farklar

Fasulye bitkisinde B_0 konusu baz alındığında killi topraklar ise en fazla azalma 5 ppm bor içeren konuda (%38.4) söz konusu olurken %26.92 ile en fazla artış 1 ppm bor içeren konuda elde edilmiştir. Genel olarak sulama suyu bor değeri artıkça bitki yaprak sayısında önce oransal bir artma 1 ppm'den sonra ise oransal bir azalmanın olduğu görülmektedir.

4.5. Farklı Bor Düzeylerinde Bitki Yaş Ağırlığı Açısından Kumlu ve Killi Toprakların Karşılaştırılması

Fasulyede kumlu ve killi topraklarda artan oranlarda bor uygulamalarının bitki yaş ağırlığına etkileriyle ilgili yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de, bitki yaş ağırlığına ilişkin ortalama değerler ve Tukey testi sonucu oluşan sınıflandırma Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Kumlu ve killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaş ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F Değeri	Önemlilik
Toprak Tekstürü (A)	1	1092.30	1092.30	101.35**	0.000
Bor Seviyesi (B)	5	327.63	65.53	6.08**	0.001
(A) * (B)	5	67.03	13.41	1.24 Ö.D.	0.320
Hata	24	258.66	10.78		
Toplam	35	1745.62			

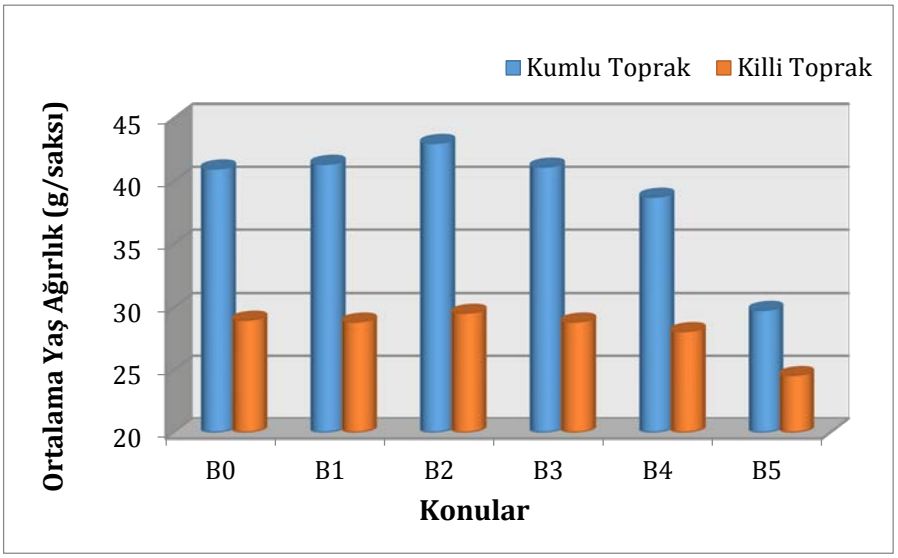
*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

Çizelge 4.13'den anlaşılacağı üzere, varyans analizi sonuçlarına göre bitki yaş ağırlığı ortalama değerleri üzerine toprak tekstürü ve bor seviyeleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0.01) bulunurmuştur.

Çizelge 4.14. Kumlu ve killi topraklara uygulanan bor seviyelerine göre ortalama bitki yaş ağırlıkları ve Tukey grupları

Konular	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Ortalama
Kumlu Toprak	40.99	41.36	43.02	41.13	38.74	29.78	39.17 **a**
Killi Toprak	29.00	28.85	29.55	28.85	28.09	24.58	28.15 **b**

Çizelge 4.14 incelendiğinde kumlu ve killi topraklardan elde edilen yaş ağırlık değerleri ortalaması sırasıyla 39.17 g ve 28.15 g olarak bulunmuştur. Buna göre rakamsal olarak en yüksek ortalama yaş ağırlık değeri kumlu toprak uygulamasından elde edilmiştir. Yapılan tukey testi sonucunda toprak tekstürleri arasında 2 farklı grup oluşmuştur.



Şekil 4.16. Farklı bor seviyelerinin kumlu ve killi toprak uygulamalarında bitki yaş ağırlığına etkisi

Farklı bor uygulamalarından elde edilen yaş ağırlık değerleri dikkate alındığında, en yüksek yaş ağırlık değeri kumlu topraklarda 1 ppm bor uygulanan konudan elde edilirken en düşük ortalama yaş ağırlık değeri ise killi topraklarda 5 ppm bor uygulanan konudan elde edilmiştir (Şekil 4.16).

Farklı bor seviyeleri uygulanan bitkiler incelendiğinde kumlu topraklardan elde edilen bitki yaş ağırlık değerleri killi topraklardan elde edilen bitki yaş ağırlık değerlerine göre % 31.31 ile % 17.46 arasında artış göstermiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Kumlu toprakta elde edilen ortalama bitki yaş ağırlıklarına karşın killi toprakta görülen yaş ağırlık değişim yüzdesi

Konular	Kumlu Toprak	Killi Toprak	% Azalma
B_0	40.99	29.00	29.25
B_1	41.36	28.85	30.25
B_2	43.02	29.55	31.31
B_3	41.13	28.85	29.86
B_4	38.74	28.09	27.49
B_5	29.78	24.58	17.46

4.6. Farklı Bor Düzeylerinde Bitki Kuru Ağırlığı Açısından Kumlu ve Killi Toprakların Karşılaştırılması

Fasulye bitkisi için iki farklı toprak bünyesinde altı farklı bor seviyesinin incelendiği araştırmada, bitki kuru ağırlığına ait elde edilen bulguların varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da, ortalama değerler ve Tukey testi sonucu oluşan sınıflandırma Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Kumlu ve killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin kuru ağırlık üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F Değeri	Önemlilik
Toprak Tekstürü(A)	1	176.98	176.98	142.15**	0.000
Bor Seviyesi (B)	5	13.614	2.723	2.19 Ö.D.	0.089
(A) * (B)	5	1.822	0.364	0.29 Ö.D.	0.912
Hata	24	29.88	1.245		
Toplam	35	222.295			

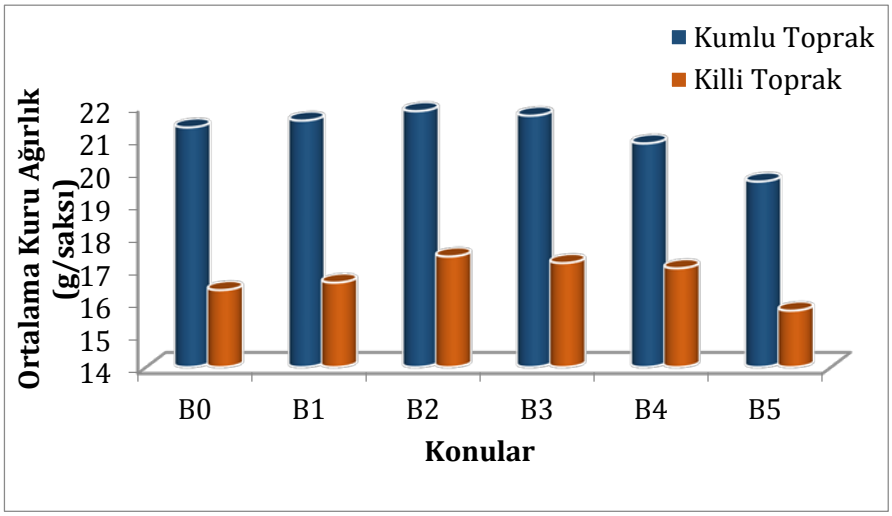
*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; bitki kuru ağırlığı bakımından incelendiğinde toprak tekstürleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0.01), bor seviyesinin etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.17. Kumlu ve killi topraklara uygulanan bor seviyelerine göre ortalama bitki kuru ağırlıkları ve Tukey grupları

Konular	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Ortalama
Kumlu Toprak	21.33	21.54	21.83	21.69	20.84	19.66	21.15 **a**
Killi Toprak	16.36	16.59	17.39	17.19	17.03	15.73	16.72 **b**

Çizelge 4.17'ye göre toprak tekstürü bakımından en yüksek ortalama bitki kuru ağırlık değeri kumlu toprakta 21.15 g, en düşük ortalma bitki kuru ağırlık değeri ise killi topraklarda 16.72 g olarak ölçülmüştür. Tukey testi sonuçlarına göre iki değer arasındaki fark önemli bulunmuş kumlu toprak çalışması 1. grubu oluştururken killi toprak çalışması 2. grubu oluşturmuştur.



Şekil 4.17. Farklı bor seviyelerinin kumlu ve killi toprak uygulamalarında bitki kuru ağırlığına etkisi

Çizelge 4.18. Kumlu toprakta elde edilen ortalama bitki kuru ağırlıklarına karşın killi toprakta görülen kuru ağırlık değişim yüzdesi

Konular	Kumlu Toprak	Killi Toprak	% Azalma
B_0	21.33	16.36	23.30
B_1	21.54	16.59	22.98
B_2	21.83	17.39	20.34
B_3	21.69	17.19	20.75
B_4	20.84	17.03	18.28
B_5	19.66	15.73	20.03

Çizelge 4.18 incelendiğinde farklı bor seviyeleri uygulanan bitkide kumlu topraklardan elde edilen bitki kuru ağırlık değerleri killi topraklardan elde edilen bitki kuru ağırlık değerlerine göre sırasıyla %23.30, %22.98, %20.34, %20.75, %18.28 ve %20.03 oranında artmış olduğu gözlenmektedir.

4.7. Farklı Bor Düzeylerinde Bitki Yaprak Sayısı Açısından Kumlu ve Killi Toprakların Karşılaştırılması

İki farklı toprak bünyesinde altı farklı bor uygulamasının bitki yaprak sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Kumlu ve killi topraklardaki bor uygulamalarının bitkinin yaprak sayısı üzerine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	SD	K.T	K.O	F Değeri	Önemlilik
Toprak Tekstürü (A)	1	961.00	961.00	216.23**	0.000
Bor Seviyesi (B)	5	1709.89	341.978	76.95**	0.000
A * B	5	90.00	18	4.05**	0.008
Hata	24	106.67	4.444		
Toplam	35	2867.56			

*P<0.05 düzeyinde önemli ** P<0.01 düzeyinde önemli ÖD: önemli değil.

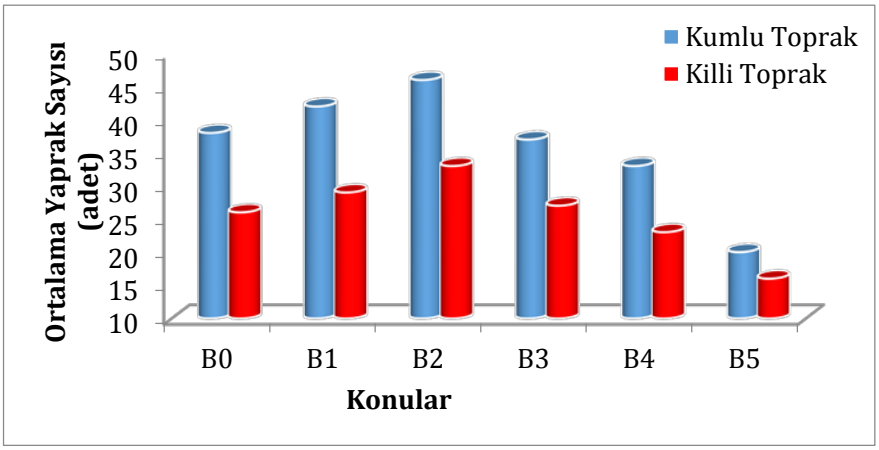
Bitki yaprak sayısı üzerine toprak tekstürü ve bor seviyesi istatistiki olarak %99 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Araştırmada bitki yaprak sayısına ait ortalama değerler ve tukey testi sonucu oluşan gruplar Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Kumlu ve killi topraklara uygulanan bor seviyelerine göre ortalama bitki yaprak sayıları ve Tukey grupları

Konular	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Ortalama
Kumlu Toprak	38	43	46	37	33	20	36 **a**
Killi Toprak	26	29	33	27	23	16	26 **b**

İki farklı toprak tekstürü için bitki yaprak sayısı değerleri kumlu ve killi topraklar için sırasıyla 36 adet ile 26 adet bulunmuş ve toprak tekstürleri arasında bitki yaprak sayısı yönünden farklılığın önemli olduğu saptanmıştır. Toprak tekstürünün bitki yaprak sayısı değerleri için yapılan Tukey testinde iki farklı grup oluşmuştur.



Şekil 4.18. Farklı bor seviyelerinin kumlu ve killi toprak uygulamalarında bitki yaprak sayısına etkisi

Araştırmada farklı bor seviyeleri uygulanan bitkide kumlu topraklardan elde edilen bitki yaprak sayısı değerleri killi topraklardan elde edilen bitki yaprak sayısı değerlerine göre en fazla artış B_0 konusunda (%31.58) elde edilirken en az artış B_5 konusundan (%20.00) elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

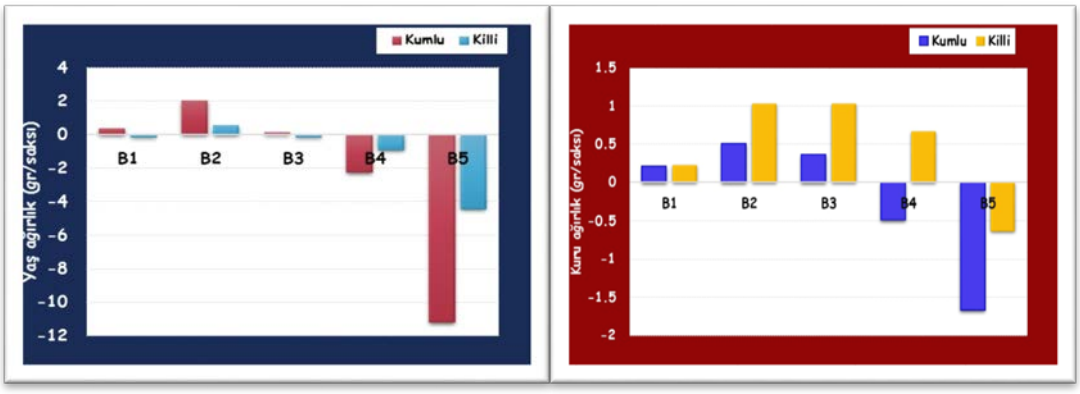
Çizelge 4.21. Kumlu toprakta elde edilen ortalama bitki kuru ağırlıklarına karşın killi toprakta görülen kuru ağırlık değişim yüzdesi

Konular	Kumlu Toprak	Killi Toprak	% Azalma
B_0	38	26	31.58
B_1	43	29	30.95
B_2	46	33	28.26
B_3	37	27	27.03
B_4	33	23	30.30
B_5	20	16	20.00



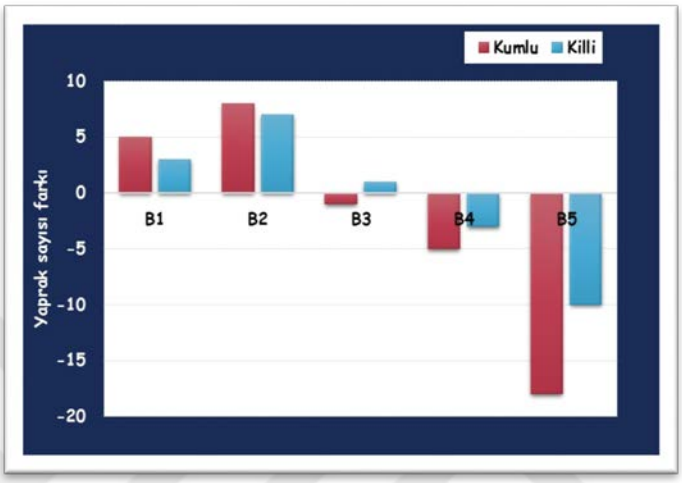
Şekil 4.19. Farklı toprak tekstürünün ve bor seviyelerinin bitki yaprak sayısına etkisi

Her iki toprak bünyesinde kontrol konusunda ortaya çıkan farklılıkları elimine edebilmek için kontrol konudaki değerler baz alınmış ve artan bor düzeylerinde elde edilen değerler kontrol konusunda bulunan değerlerden çıkarılarak konulara göre farklılıklar karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.20. Farklı toprak tekstürünün ve bor seviyelerinin yaş ve kuru ağırlık oranlarına etkisi

Artan konsantrasyonlarda bor uygulanan fasulye bitkisinin bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerinde meydana gelen değişimler kumlu ve killi toprak bünyelerinde birbiriyle benzerlik göstermiştir. Her iki toprak bünyesi için yapılan uygulamalar sonunda yaş ve kuru ağırlıklarda meydana gelen azalmanın en fazla kumlu toprakta olduğu görülmüştür.



Şekil 4.21. Farklı toprak tekstürünün ve bor seviyelerinin bitki yaprak sayısı oranlarına etkisi

Genel olarak bitki yaprak sayısının her iki toprak tipinde de artan B konsantrasyonu ile azaldığı görülmektedir. Bitki yaprak sayısı değerleri incelendiğinde yaprak sayısında meydana gelen azalmalar en fazla kumlu topraklarda olduğu görülmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada bor'un fasulye bitkisinin ihtiyaç duyduğu miktarın üzerinde uygulanması durumunda (toksik düzeyde) büyüme metabolizmasında metabolik olayları engelleyerek bitkilerde önemli zararlara neden olduğu saptanmış olup, çalışma sonuçlarının Mahalakshmi vd. (1995), Lee ve vd. (1996), Khan vd. (1999), Hobson vd. (2001), Ermiş (2002), Karabal vd. (2003), Sotiropoulos vd. (2003), Papadakis vd. (2004), Ortaca (2005), Ardıç (2006), Ardıç vd. (2009) nın elde ettiği sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Alpaslan ve Güneş (2001), domates ve kabak bitkileri ile yaptıkları çalışmada bor toksisitesinin bitki kuru ağırlıklarını azalttığını ortaya koymuşlardır. Lee (2006), acı biber bitkisi ile yaptığı çalışmada benzer sonuçlar elde etmiştir. Soy ve Güneş (2003), bor toksisitesine bağlı olarak domates bitkisinin kuru ağırlığında azalmalar görüldüğünü belirtmişlerdir. Güneş vd. (2000), bor uygulamalarına bağlı olarak mısır çeşitlerinin yaş ve kuru ağırlıklarının önemli ölçüde azaldığını ve bu çeşitlerin bor uygulamalarına bağlı olarak yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen azalmaların nedeninin genotipsel faklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Ortaca (2005), ayçiçeği ile yaptığı bir çalışmada artan bor konsantrasyonunun kök yaş ağırlığını azalttığını, yaprak kuru ağırlığı üzerine ise önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Hasnain vd. (2011), mung fasulyesinde yaptıkları çalışmalarında 0-20 ppm arasında bor uyguladıkları fasulyelerin yaprak-kök yaş ve kuru ağırlıklarının 5 ppm'e kadar arttığını daha sonra artan bor konsantrasyonuyla bu değerlerin azaldığını ortaya koymuşlardır. Bu araştırmaların sonuçlarıyla, bu çalışmada elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Bitkilerin yaş ağırlıklarında meydana gelen azalışlar, bor toksisitesi sonucunda stoma direncinin artması ve topraktan su alımının azalması sonucunda bitki su içeriğinin azalmasının bir sonucudur. Ancak, kuru ağırlıktaki azalmanın, fotosentetik pigment kaybı ya da fotosentetik membranlardaki hasara bağlı olarak fotosentezin engellenmesi nedeniyle biyokütle üretimindeki azalmanın bir sonucu olabileceği düşünülmektedir (Güneş vd., 2006; Şahin, 2009).

Artan konsantrasyonlarda bor uygulanan fasulye bitkisinin bitki yaş ağırlık değerlerinde meydana gelen değişimler kumlu ve killi toprak bünyelerinde birbiriyle benzerlik göstermiştir. Her iki toprak denemesi için yapılan uygulamalar sonunda yaş ağırlık değerleri incelendiğinde fasulye bitkisindeki yaş ağırlık değerleri sulama suyu bor içeriğine bağlı olarak kumlu topraklarda 29.78 – 43.02, killi topraklarda ise 29.55-24.58 arasında değişmiştir. En yüksek ortalama yaş ağırlık değeri (43.02) bor değeri 1 ppm olan kumlu topraklarda yapılan denemeden elde edilmiştir. Her iki toprak tipine ait bitki yaş ağırlık değerlerine bakıldığında toprak çeşitleri arasında farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ortalama bitki yaş ağırlıkları incelendiğinde en yüksek değer kumlu topraklarda yapılan çalışmadan elde edildiği görülmüştür.

Kumlu ve killi topraklarda artan konsantrasyonlarda bor uygulanan fasulye bitkisinin bitki kuru ağırlık değerlerinde meydana gelen değişimler kumlu ve killi toprak bünyelerinde birbiriyle benzerlik göstermiştir. Her iki toprak denemesi için yapılan uygulamalar sonunda kuru ağırlık değerleri incelendiğinde fasulye bitkisindeki kuru ağırlık değerleri sulama suyu bor içeriğine bağlı olarak kumlu topraklarda 19.67– 21.83, killi topraklarda ise 15.73-17.39 arasında değişmiştir. En yüksek ortalama kuru ağırlık değeri (21.83) bor değeri 1 ppm olan kumlu topraklarda yapılan denemeden elde edilmiştir. Her iki toprak tipine ait bitki kuru ağırlık değerlerine bakıldığında toprak çeşitleri arasında farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ortalama bitki kuru ağırlıkları incelendiğinde en yüksek değer kumlu topraklarda yapılan çalışmadan elde edildiği görülmüştür.

Araştırma sonucunda artan seviyede bor uygulanan fasulye bitkisinin, yaprak sayısın kumlu topraklarda 20-46 arasında değişirken killi topraklarda 16-33 arasında değişiklik göstermiştir. Genel olarak bitki yaprak sayısının her iki toprak tipinde de artan B konsantrasyonu ile azaldığı görülmektedir. En yüksek yaprak sayısı değeri (46) bor değeri 1 ppm olan kumlu topraklarda yapılan denemeden elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen deneysel bulgular ışığında, kumlu ve killi topraklarda yetiştirdiğimiz fasulye bitkisi uygulanan bor konsantrasyonu

artışına bağlı olarak, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve yaprak sayısı bakımından olumsuz şekilde etkilendiği görülmüştür. Bor'un fasulye bitkisinin ihtiyaç duyduğu miktarın (1ppm) üzerinde uygulanması durumunda (toksik düzeyde) büyüme metabolizmasında metabolik olayları engelleyerek bitkilerde önemli zararlara neden olduğu saptanmıştır.

Toprak bünyeleri açısından uygulanan bor seviyelerinin etkileri karşılaştırıldığında fasulye bitkisinin kumlu toprakta daha iyi gelişme göstermesi nedeniyle kumlu toprakta elde edilen değerler killi toprağa göre daha yüksek bulunmuştur.

Ancak; Toprak bünyelerine göre uygulanan bor düzeylerinin kontrol konusunda elde edilen değerlerle olan oransal farkları incelendiğinde kumlu toprağın bor toksikliğinin killi toprağa göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Her toprak bünyesi için bitkinin bor eşik değeri 1 ppm olarak saptanmıştır. Eşik değerini aşan yüksek borlu suların kumlu topraklar yerine killi topraklarda kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akçam, E., Demiray, H., 2004. Bor Elementinin Sambro No.3 Ayçiçeği (Helianthus annuus L.) Çeşidinin Büyümesi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1), 181-190

Aktaş, M., 1991. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1202, 344s, Ankara.

Alpaslan, M., Güneş A., 2001. Interactive Effects of Boron and Salinity Stress on the Growth, Membrane Permeability and Mineral Composition of Tomato and Cucumber Plants. Plant and Soil, 236(1), 123-128.

Ardıç, M., 2006. Bor Toksisitesinin Nohut (*Cicer arietinum L.*) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Üzerindeki Etkileri. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 95s, Eskişehir.

Ardıç, M., Sekmen A.H., Türkan İ., Tokur S., Özdemir F., 2009. The Effects of Boron Toxicity on Root Antioxidant Systems of Two Chickpea (*Cicer arietinum L.*) Cultivars. Plant Soil, 314, 99-108.

Ayyıldız, M., 1992. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 636, 344s, Ankara.

Banuelos, G.S., Mackey, B., Cook, C., Akohoue, S., Zambrzuski, S., Sarma, P., 1996. Response of Cotton and Kenaf to Boron-Amended Water and Soil. Crop Science, 36(1), 158-164.

Banuelos, G.S., 2002. Irrigation of Broccoli and Canola with Boron- and Selenium-Laden Effluent. Journal of Environmental Quality, 31(6), 1802-1808.

Banuelos, G.S., Sharmarsakar, S., Cone, D., Stuhr, G., 2003. Vegetative Approach for Improving the Quality of Water Produced from Soils in the Westside of Central California. Plant and Soil, 249(1), 229-236.

Ben-Gal, A., Shani, U., 2002. Yield, Transpiration and Growth of Tomatoes under Combined Excess Boron and Salinity Stress. Plant and Soil, 247(2), 211-221.

Ben-Gal, A., Shani, U., 2003. Water Use and Yield of Tomatoes under Limited Water and Excess Boron. Plant and Soil, 256(1), 179-186.

Bingham, F., Strong, J., Rhoades, J., Keren, R., 1985. An Application of the Mass-Hoffman Salinity Response Model for Boron Toxicity. Soil Science Society of America Journal, 49(3), 672-674.

Bower, C., Reitmeir, R.F., Fireman, M., 1952. Exchangeable Cation Analysis of Saline and Alkali Soils. Soil Science, 73(4), 251-261.

Brennan, R.F., Adcock, K.G., 2004. Incidence of Boron Toxicity in Spring Barley in

Southwestern Australia. Journal of Plant Nutrition, 27(3), 411-425.

Buluttekin, M.B., 2008, Bor Madeni Ekonomisi: Türkiye'nin Dünya Bor Piyasasındaki Yeri, 2. Ulusal İktisat Kongresi, 20-22 Şubat, İzmir, 1-36.

Cayton, M.T.C., 1985. Boron Toxicity in Rice. IRRI Research Paper Series, 113, 10p.

Çelik, A., 2007. Borlu Sulama Sularının Biber Bitkisinin (*Capsicum annuum L.*) Verim ve Kalitesine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 55s, Ankara.

Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları,143, 32s, Erzurum.

Demirbaş, P., Orhun, Ö., 2008. Kuzey Ege, Gediz Ve Küçük Menderes Havzalarında 2003–2007 Yılları Arasında Su Kalitesi Açısından Bor İçeriğinin Spektrofotometrik Analiz Metodu İle Belirlenmesi Ve Değerlendirilmesi. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, Havza Kirliliği Konferansı, 26-27 Haziran, İzmir, 47-56.

Demirtaş, A., 2005. Bitkide Bor Ve Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36 (2), 217-225.

Dyar J., Webb, K.L., 1961. A Relationship Between Boron and Suxin in C^{14} Translocation in Bean Plants. Department Of Botany and Plant Pathology, Ohio State University, 36, 672-676.

Eaton, F.M., 1940. Interrelations in the Effects of Boron and Indoleacetic Acid in Plant. Growth Botanical, 101(3), 700-705.

Eaton F.M., 1944. Deficiency, Toxicity and Accumulation of Boron in Plants. Journal of Agricultural Research, 69(6), 237-277.

El-Motaium, R., Hu, H., Brown, P., 1994. The Relative Tolerance of Six Prunus Rootstocks to Boron and Salinity. Journal of the American Society for Horticultural Science, 119(6), 1169-1175.

Ermiş, İ., 2002. Bazı Arpa Çeşitlerinin Çimlenme Yüzdesi ve Antioksidant Enzim Düzeylerine Bor Stresinin Etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s, İzmir.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 18.08.2011 http://www.etimaden.gov.tr/

FAO., 2013. Agricultural Production. http://faostat.fao.org/faostat.

Francois, L.E., 1984. Effect of Excess Boron on Tomato Yield, Fruit Size and Vegetative Growth. Journal of the American Society for Horticultural Science, 109(3), 322-324.

Göncü, N., 1982. Dünya ve Türkiye'de Metal ve Mineral Kaynaklarının Potansiyeli, Ticareti, Beklenen Gelişmeler. 10. Bor Mineralleri, M.T.A. Enstitüsü Yayınları, 187s, Ankara.

Gupta, U.C., James, Y.W., Cambell, C.A., Leyshon, A.J., Nicholaichuk, W., 1985. Boron Toxicity and Deficiency: a Review. Canadian Journal of Soil Science, 65(3), 381-409.

Gülümser A., Odabaş, M.S., Özturan, Y., 2005. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris L.*) Yapraktan ve Topraktan Uygulanan Farklı Dozlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 163-168.

Güner, H., 1961. Gübreleme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 40s, İzmir.

Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1514, 576s, Ankara.

Güneş, A., Söylemezoğlu, G., İnal, A., Bağcı, E.G., Çoban, S., Şahin, O., 2006. Antioxidant and Stomatal Responses of Grapevine (*Vitis vinifera L.*) to Boron Toxicity. Scientia Horticulturae, 110(3), 279–284.

Güngör, Y., Erözel, A.Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1341, 232s, Ankara.

Hakkoymaz, O., 2005. Konya Ekolojik Şartlarında Yazlık Mercimek Çeşitlerinin Adaptasyonu ve Bor Toksisitesine Tepkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Konya.

Hasnain, A., Mahmood, S., Akhtar, S., Malik, S.A., Bashir, N., 2011. Tolerance and Toxicity Levels of Boron in Mung Bean (*Vigna radiata (L.) Wilczek*) Cultivars at Early Growth Stages. Pakistan Journal of Botony, 43(2), 1119-1125.

Hobson, K.B., Seymour, L.R., Armstrong, R.D., Connor, D., Brand, J.D., Materne, M., 2001. Improving the Adaptation, Profitability and Reliability of Pulses Growing on Hostile Alkaline Subsoils. Department of Crop Production, Institute of Land Food Resources, The University of Melbourne, Victoria. Proceedings of the 10th Australian Argonomy Conference, Hobarts.

Huang, C.Y., Graham, R.D., 1990. Resistance of Wheat Genotypes to Boron Toxicity is Expressed at the Cellular Level. Plant and Soil, 126(2), 295-300.

Kaçar, B., Katkat, A.V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Vipaş Yayınları, 441s, Bursa

Karabal, E., Yücel, M., Öktem, H.A., 2003. Antioxidant Responses of Tolerant and Sensitive Barley Cultivars to Boron Toxicity. Plant Science, 164(6), 925-933.

Keleş, Y., Öncel, I., Yenice N., 2004. Relationship Between Boron Content and Antioxidant Compounds in Citrus Leaves Taken from Fields with Different Water Source. Plant and Soil, 265(1), 345-353.

Khan, N., Young, K.I., Gartrell, J.N., 1999. Research Officers, Borc Toxicity in Barley. Division of Plan Research, Agriculture Western Australia, Farmnot, 85p.

Kızılgöz, İ., 2009. Karacadağ Yöresindeki Bazaltik Toprakların Arpa Bitkilerinin Bor Kapsamları Üzerine Etkileri. Harran Ünivesitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2), 15-20.

Lee, C.W., Choi, J.M., Pak, C.H., 1996. Micronutrient Toxicity Seed Genanium (*Pelargonium xhantum Boiley*). Journal of American Society for Horticultural Science, 121(1), 7-82.

Lee, S.K.D., 2006. Hot Pepper Response to Interactive Effects of Salinity and Boron. Plant Soil Environment, 52(5), 227-233.

Mahboobi, H., Yücel, M., Öktem, H.A., 2000. Changes in Total Protein Profiles of Barley Cultivars in Response to Toxic Boron Concentration. Journal of Plant Nutrition, 23(3), 391-399.

Mahalakshmı, U. Yau, P.K., Ryan, J., Peacock, J.M., 1995. Boron Toxicity in Barley *(Hordeum vulgare L.*) Seedlings in Relation to Soil Tempetature. Plant Soil, 177(2), 151-156.

Nabi, G., Rafique, E., Salim, M. 2006. Boron Nutrition of Four Sweet Pepper Cultivars Grown in Boron-Deficient Soil. Journal of Plant Nutrition, 29(4), 717-725.

Odabaş, M. S., Gülümser, A., 2001. Fasulyede Uygulanan Farklı Dozlardaki Değişik Azot Kaynaklarının Verim, Verim Unsurlarına ve Yapraktaki Klorofil Miktarına Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16, 42-47.

Oğuz, H., 2008. Toprak Bilgisi Ders Notu. Selçuk Üniversitesi, 51s, Konya.

Oertli, J.J., Kohl, H.C., 1961. Some Considerations About the Tolerance of Various Plant Species to Excessive Supplies of Boron. Soil Science, 92(4), 243-247.

Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., Dean L.A., (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. United States Department of Agriculture, 939, 19p, Washington.

Ortaca, Ş., 2005. Borun Ayçiçeği Bitkisinde Vejetatif Büyüme, Pigment, Protein Miktarı ve Protein Profili Üzerine Etkileri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52s, Kütahya.

Papadakis, F., Dimassi, K.N., Bosabalidis, A.M., Therios, N., Patakas, A., Giannakoula, A., 2004. Boron Toxicity in Clementine Mandarin Plants Grafted on Two Nootstocks. Plant Science, 166(2), 539-547.

Parker, D.R., Page, A.L., Thomason, D.N., 1990. Salinity and Boron Tolerances of Candidate Plants for the Removal of Selenium from Soils. Journal of Environmental Quality, 20(1), 157-164.

Rashid, A., Rafique, E., 2005. Internal Boron Requirement of Young Sunflower Plants: Proposed Diagnostic Criteria. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 36(15/16), 2113-2119.

Richards, S.D., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA, Agriculture Handbook, 60, 22-26.

Shani, U., Hanks, R.J., 1993. Model of Integrated Effects of Boron, Inert Salt and Water Flow on Crop Yield. Agronomy Journal, 85(3), 713-717.

Shouse, P.J., Goldberg, S., Skaggs, T.H., Soppe, R.W.O., Ayars, J.E., 2006. Effects of Shallow Grounwater Management on the Spatial and Temporal Variability of Boron and Salinity in an Irrigated Field. Vadose Zone Journal, 5(1), 377-390.

Sotiropoulos, T.E., Therios, N., Dimassi, K.N., 2002. Seasonal Variation and Chemical Composition of Bleeding Xylem Sap of Kiwifruit Vines Irrigated with High Boron Water. Journal of Plant Nutrition, 25(6), 1239-1248.

Sotiropoulos, T.E., Therios, N., Dimassi, K.N., 2003. Boron Toxicity in Kiwifruit (*Actinidia deliciosa L.*), Treated with Nitrate, Amnionium, and A Mixyure of Both. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 166(4), 529-532.

Soy, M., Güneş, A., 2003. Fosforun Domates (*Lycopersicon esculentum L.*) Bitkisinde Bor Toksisitesini Önlemede Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 9(3), 273-277.

Şahin, Ö., 2009. Farklı Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera L.*) Üzüm Çeşidinin Bor ve Tuz Stresine Tolerans Mekanizmalarının Stresle İlgili Fizyolojik Parametreler ve Antioksidan Enzimlerle Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 161s, Ankara.

Taner, S., Sade, B., Kaya, Y., Çeri, S., Gezgin, S., 2003. Bor Miktarı Yüksek Topraklarda Yetiştirilen Makarnalık Buğday Çeşitlerine Uygulanan Borun Verim ve Bazı Verim Öğelerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12(1), 10-21.

Tsadilis, C.D., 1997. Soil Contamination with Boron due to Irrigation with Treated Municipal Waste Water. Kluwer Academic Publishers, 76, 265-270.

Torun, A., Gültekin, I., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Eker, S., Çakmak, I., 2001. Effects of Zinc Fertilization on Grain Yield and Shoot Concentrations of Zinc, Boron and Phpsphorus of 25 Wheat Cultivars Grown on a Zinc-Deficent and Boron-Toxic Soil. Journal of Plant Nutrition, 24(11), 1817-1829.

Torun, B., Kalaycı M., Öztürk, L., Torun, A., Aydın, M., Çakmak, I., 2003. Differences in Shoot Boron Concentrations, Leaf Symptoms and Yield of Turkish Barley Cultivars Grown on Boron-Toxic Soil in Field. Journal of Plant Nutrition, 26(9), 1735-1747.

Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını. 11-12s.

Ülgen, N., Ateşalp, M., 1972. Toprakta Organik Madde Tayini. Köyişleri Bakanlığı. Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını, 21, 21-23.

Yeun, K., 2003. Effect of Boron in the Storage Term of Grass and Alfaalfa. Plant and Soil, 25(7), 632-643.

Yılmaz, A., 2002. Her Derde Deva Hazinemiz-Bor. Tubitak Bilim ve Teknik Dergisi 414, 38–48.

Yıldırım, B., 1980. Afyon Ovası Tuzlu, Sodyumlu ve Borlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Jips ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresi. Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Yayınları, 166, Eskişehir.

Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 121, 56s, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aysun CÖMERT

Doğum Yeri ve Yılı : Burdur, 1988

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : asuna1001@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise :U.S.O Lisesi, 2005

Lisans : Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama, 2010

Mesleki Deneyim

Başçiftlik İlçe GıdaTarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	2013-2014
Eğirdir İlçe GıdaTarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	2014-…..