

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SULAMA SUYUNDAKİ FARKLI BOR DÜZEYLERİNİN PAMUĞUN
(*Gossypium hirsutum* L.) GELİŞİMİNE ETKİSİ**

İbrahim Halil ÇEVİK

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SULAMA SUYUNDAKİ FARKLI BOR DÜZEYLERİNİN PAMUĞUN
(*Gossypium hirsutum L.*) GELİŞİMİNE ETKİSİ**

İbrahim Halil ÇEVİK

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Doç. Dr. Ali Fuat TARI danışmanlığında, İbrahim Halil ÇEVİK'in hazırladığı “**Sulama Suyundaki Farklı Bor Düzeylerinin Pamuğun (*Gossypium Hirsutum L.*) Gelişimine Etkisi**” konulu bu çalışma 25/03/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Ali Fuat TARI

Üye : Prof. Dr. Öner ÇETİN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan İsmail TUYLU

Bu Tezin Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje no: 18178

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Araştırma yerinin tanıtılması	11
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri.....	12
3.1.3. Denemede kullanılan bitki toprak ve sulama suyun özellikleri	12
3.1.3.1. Denemede kullanılan toprak	12
3.1.3.2. Denemede kullanılan pamuk çeşidi	13
3.1.3.3. Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri.....	14
3.1.4. Denemede kullanılan kimyasal maddeler	14
3.1.5. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar	15
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Saksıların hazırlanmasında uygulanan yöntemler.....	16
3.2.2. Deneme konuları.....	17
3.2.3. Çalışmada uygulanan yöntemler.....	18
3.2.3.1. Tohum ekimi, borlu suların hazırlanması, sulama ve gübreleme.....	18
3.2.3.2. Sulama suyunun uygulanması.....	19
3.2.3.3. Bor çözeltisinin hazırlanması	20
3.2.4. Toprak, su ve bitkide uygulanan yöntemler.....	21
3.2.4.1. Toprak verimlilik analizleri	21
3.2.4.2. Toprakların tuzluluk analizleri.....	22
3.2.4.3. Suda bor tayini	23
3.2.4.4. Yapraktaki bor tayini	25
3.2.5. Hasat ve bitki ağırlıklarının tartılması	25
3.2.6. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	27
4.1. Borun bitki gelişimine ve verimine etkisi.....	27
4.1.1. Bitki boyu gelişimi	27
4.1.2. Borun bitki yaş ağırlığına etkisi.....	28
4.1.3. Borun bitki kuru ağırlığına etkisi	31
4.1.4. Borlu sulama suyunun pamuk lif verimine etkisi	32
4.2. Toprak ve bitkide bor birikimi	34
4.2.1. Toprakta biriken bor miktarı.....	34
4.2.2. Yapraklarda biriken bor miktarı	36
4.2.3. Borun lif kalitesine etkisi.....	38
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	40
5.1. Sonuçlar	40
5.2. Öneriler	41
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	45

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SULAMA SUYUNDAKİ FARKLI BOR DÜZEYLERİNİN PAMUĞUN (*Gossypium hirsutum L.*) GELİŞİMİNE ETKİSİ

İbrahim Halil ÇEVİK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Fuat TARI
YIL: 2019, Sayfa: 45

Bor elementinin eksikliği bitki gelişimini olumsuz etkilerken fazlalığı da toksik etki yapmaktadır. Borun toksik etkisi bitkiden bitkiye farklılık göstermektedir. Bu çalışma, farklı konsantrasyonda bor içeren sulama sularının, bora dayanaklı bir bitki olan pamuk bitkisindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada biri kontrol, yedisi farklı bor konsantrasyonları olmak üzere 8 farklı deneme konusu (0, 1, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25 ppm) ele alınmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde ve altı tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme süresince bitki gelişimi takip edilmiş ve deneme sonunda borun bitki boyu, yaş ağırlığı, kuru ağırlığı, lif kalitesi, yaprakta ve toprakta biriken bor miktarına etkisi saptanmıştır. Az miktardaki bor uygulamasının verimi artırdığı belirlenmiştir. Sulama suyundaki bor içeriği sulama suyundaki bor içeriğinin 2.5 ppm olmasıyla birlikte bor toksik etki yapmaya başlamıştır. Artan bor konsantrasyonu pamuğun, boyunu, yaş ve kuru ağırlığını, lif verimini önemli düzeyde etkilemiştir. Aynı zamanda sulama suyunun bor içeriğindeki artış bitkide ve toprakta bor birikmesine neden olmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Bor, pamuk, verim, kalite

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF DIFFERENT BORON LEVELS in IRRIGATION WATER on THE DEVELOPMENT of COTTON (*Gossypium hirsutum L.*)

İbrahim Halil ÇEVİK

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structure and Irrigation**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Fuat TARI

Year: 2019, Page: 45

Lack of boron element negatively affects the plant growth, while the excess is toxic. The toxic effect of boron varies from plant to plant. This study was carried out to determine the effects of irrigation waters containing different concentrations of boron in cotton plant, which is a plant with borax resistance. In this study, 8 different experimental subjects (0, 1, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25 ppm) were discussed. The experiment was carried out in randomized plot design and six replications. Plant growth was monitored during the trial and the effect of boron on plant height, wet weight, dry weight, fiber quality, amount of boron deposited on leaf and soil was determined. It was determined that the amount of boron application increased the yield. The content of boron in the irrigation water significantly influenced the length, age, dry weight and fiber yield of cotton. At the same time, the increase in boron content of irrigation water caused the accumulation of boron in the plant and soil.

KEYWORDS: Boron, cotton, yield, quality

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun belirlenmesinde ve yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Ali Fuat TARI hocama sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmamda beni destekleyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Sema KARAKAŐ DİKİLİTAŐ'a teşekkür ederim. Bana çalışmamın her aşamasında maddi ve manevi konuda destek olan Zir. Yük. Müh. Mehmet Halil ASLAN'a ve Arş. Gör. Sabri AKIN'a teşekkür ederim. Ayrıca hayatıma yön veren ve her alanda olduğu gibi çalışmalarımı ve eğitimim boyunca beni desteleyen abime ve anlayışını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Araştırma yerinin haritası ve uydudan görüntüsü	11
Şekil 3.1. Denemede kullanılan toprak	13
Şekil 3.2. Farklı Bor konsantrasyonlu sulama suyunun hazırlanma aşaması	15
Şekil 3.3. Toprak tarla kapasitesi ölçme durumu	17
Şekil 3.4. Deneme konularına ait yer planının hazırlanması	18
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan gübre ve saksılar	19
Şekil 3.7. Sulama suyu miktarı.....	20
Şekil 4.1. Belirli zaman aralıklarında bitki boylarına ait grafik	27
Şekil 4.2. Araştırma konularının bitki yaş ağırlıkları	29
Şekil 4.3. Araştırma konularının bitki kuru ağırlıkları	31
Şekil 4.4. Borlu sulama suyunun lif verimine etkisi	33
Şekil 4.5. Toprakta biriken bor miktarının konulara göre dağılımı	35
Şekil 4.6. Yaprakta biriken bor miktarı	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Şanlıurfa ilinin bazı iklimsel değerleri (Anonim, 2018).....	12
Çizelge 3.2. Araştırma toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri	13
Çizelge 3.3. Sulama suyunun kimyasal özellikleri	14
Çizelge 3.4. Ekim ilaç gübre hasat çizelgesi	16
Çizelge 3.5. Deneme düzeni borlu su uygulaması.....	18
Çizelge 4.1. Yaş ağırlıkları alınması ve konularına göre değerlendirilmesi.....	29
Çizelge 4.2 Ortalama yaş ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.3. Sabitlenmiş kuru ağırlıklarının belirlenmesi	31
Çizelge 4.4. Kuru madde değerlerinin çizelgede belirtmiştir	32
Çizelge 4.5. Konulara ait lif ağırlıklarının ortalaması	33
Çizelge 4.6. Konulara ait pamuk bitkisinin ortalama lif veriminin varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.7. Araştırma topraklarına ait bor içerikleri	34
Çizelge 4.8. Toprakta biriken bor miktarının varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.9. Yapraklarda biriken bor miktarı	36
Çizelge 4.10. Yapraklarda biriken bor miktarının varyans analizi	37
Çizelge 4.11. Pamuk kalitesine ilişkin lif analiz sonuçları	38

SİMGELER ve KISALTMALAR

pH	Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması
ppm	Milyonda bir
H ₃ BO ₃	Borik asit
mg l ⁻¹	Miligram litre ⁻¹
B(OH)	Bor
SO ₄	Kükürt oksit
Cm	Santi metre
Ca	Kalsiyum
Na	Azot
CO ₃	Karbonat
Cl	Clor
HCl	Hidrolik asit
SD	Serbestlik derecesi
SN	Solma noktası
TK	Tarla kapasitesi
VK	Varyasyon kaynakları
KT	Kareler toplamı
P ₂ O ₅	Fosfor
K ₂ O	Potasyum

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan dünya nüfusunun besin gereksinimini yeterli düzeyde karşılamak için birim alandan elde edilen verimin ve ürün çeşitliliğinin artırılması ve kaynakların etkin kullanılmasına yönelik çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır. Dünyada ve ülkemizde tarım alanların sınırlı ve doğal kaynakların kıt olmasından dolayı, besin ihtiyaçlarına olan talebin karşılanması, ancak birim alandan fazla verim alınması ile mümkündür. Sürdürülebilir tarımda toprak ve su vazgeçilmez iki temel unsurdur. Buna göre doğal kaynaklarımızdan olan toprak, tarımsal üretimde en önemli unsur olup diğer önemli unsur ise coğrafyamızda oldukça kıt olan sudur.

Su kaynaklarımızın yetersiz olmasından dolayı, tüm canlılar için hayati bir rol taşıyan suyun etkin olarak kullanılması gerekmektedir. Bir yandan ülke nüfusuna bağlı olarak suya olan talebin artmasının yanında, özellikle son yıllarda etkisini gösteren küresel ısınmaya bağlı yağış rejimlerindeki değişimler suyun kullanımı ile ilgili sorunlara neden olmaktadır. Bunun yanında çeşitli nedenlerle hızla kirlenen su kaynaklarımız bu sorunu daha da artırmaktadır. Dünya yüzey alanının $\frac{3}{4}$ 'ünün su ile kaplı olmasına rağmen dünyada bulunan suyun sadece %2.5'i tatlı sudur. Ancak, tatlı suların çoğunluğunun kutuplarda yer alan buzullarda olmasından dolayı, canlılar dünyada bulunan tatlı suyun tamamını kullanamamaktadır. Bu denli kıt ve kısıtlı olan su kaynaklarının hem dünyada hem de ülkemizde en büyük kullanıcısı tarım sektörüdür. Çünkü global olarak tarımda su kullanım oranı %70'in üzerindedir. Bu nedenle su kaynaklarının etkin kullanımına yönelik çalışmalar özellikle tarımsal uygulamalar için ele alınmalıdır.

Öte yandan, dünyada ve ülkemizde önemli bir yere sahip olan ve geleceğin petrolü olarak adlandırılan bor elementi bitkilerin gelişmesinde ve birim alandan daha fazla verim alınmasında gerekli olan önemli bir iz elementtir. Bu nedenle, bitki gelişmesinde önemli bir yere sahip olan bor elementi ile ilgili ülkemizde, 1923 yılından günümüze kadar bitki üzerindeki fizyolojik ve biyokimyasal işlevleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Çakmak ve Römheld, 1997).

Bor madeni tarım ve çevre açısından mikro bir elementtir. Bor, bitkilerin hücre duvarı üretimi, şeker taşınımı, hücre bölünmesi ve farklılaşması, membran fonksiyonları, kök uzaması, bitki hormonlarının düzenlenmesi farklılaşması ve generatif bitki gelişimi gibi birçok önemli faaliyetlerde bulunmaktadır. Ancak, topraklarda bor fazlalığının olması durumunda bitkilerde toksite gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Bor elementi, bitkilerin ihtiyaç duyduğu bir element olmasına rağmen bitki tarafından önemli bir miktarı kullanılmamaktadır. Bitkiler tarafından toprakta bulunan bor'dan maksimum %5 düzeyinde yararlanılmaktadır (Gupta, 1979). Ancak, borun eksikliği özellikle stratejik bir bitki olan pamuk gibi bitkilerin veriminde önemli kayıplara neden olabilmektedir. Kuzey Amerika'nın çoğu bölgelerinde bor kaynağının eksikliği pamukta görülmüş ve bunun sonucunda pamuk bitkisinin yeterli verim alınabilmesi için bor elementinin gübre olarak kullanılması öngörülmüştür. Çünkü pamuk bitkisi çift çenekli olması nedeniyle yüksek derecede bora ihtiyaç duymaktadır. Louisiana'da yapılan çalışmalarda olgunlaşmış bitkilerin üst yapraklarında bor miktarının en az 15 ppm olması gerektiği bildirilmiştir. Bor elementi gübre olarak kullanılması durumunda bitkide azotun da artmasına sebep olmaktadır (McInnes ve Albert, 1969).

Bor elementinin azlığı öncelikli olarak bitkilerde büyüme maddelerine zarar vermelerinden dolayı, gelişmelerinin yavaşlamasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda, genç yapraklar kıvrılır, çoğu zaman olgunlaşıp koyu mavi ve yeşil bir renk meydana gelebilir. Boğum mesafeleri kısalıp, büyümeleri sabit kalır ve sonrasında bitkilerin bodur kalmasına neden olur. Transpirasyonda oluşan düzensizlikten dolayı bitkinin yaprak ve dalları kolay bir şekilde kırılan gevrek bir şekle bürünür. Bor elementinin azlığının ileri aşamalarında ise genellikle bitkilerin büyümesi olumsuz derecede etkilenmekte ve bunun sonucunda bitkide kurumalar gerçekleşmektedir. Tomurcuk, çiçek ve meyvelerin gelişimi azalır veya tümüyle durur. Olgunlaşmış yapraklarda damarlar arasında kloroz meydana gelir ve yapraklar arasında şekil bozuklukları ortaya çıkar. Yaprak sapları ve gövdeleri kalınlaşır, yumruların

depolanmaları esnasında yumru köklü bitkilerde öz çürüklüğü oluşur ve satış özelliğini kaybeder (Kacar ve Katkat, 1998).

Bor elementinin bitkiler tarafından alınımını sağlayan etmen toprağın hidrojen gücü başak bir ifade ile Ph durumudur. Ancak, topraklardaki hidrojen potansiyelinin artması ve fazla miktarda kireçlenme olmasından dolayı bor elementinin yararlılığı azalmaktadır (Bennett ve Mathias, 1973). Bitkiler tarafından bor elementinin alınmasına etki eden çevresel koşulların başında toprakların nem içeriği gelmektedir. Kurak ve yarı-kurak koşullarda toprak nem içeriğinin az olmasından dolayı diğer mikro elementler gibi bor elementinin de bitki tarafından alınması zorlaşmaktadır (Sherrell ve Toxopus, 1978).

Tarımsal üretimin yapıldığı topraklarda bor oluşumu, sulama sularının içeriğinde bulunan bordan kaynaklanmaktadır. Doğal suların içeriğinde bulunan bor konsantrasyonlarının gerekenden az miktarda olup yaklaşık olarak 0.3-1 ppm arasında değişebilmektedir (Ayyıldız, 1992). Bor elementinin fazlalığı sonucu bitkilerde meydana gelen toksik etkisi öncelikli olarak bitki yapraklarının yanması şeklinde görülebilir. Bor elementine karşı bitkilerin dayanıklılık derecesi bitki türüne göre değişmekle beraber, iklimsel olayların da dayanıklılığı etkileyen etmenler arasında olduğu kabul edildiği söylenebilir.

Bitkilerdeki kök gelişiminin azalması ekseriyetle besinin yanında bünyesine almış olduğu bor elementinin gün içerisindeki durumuna bağlı olarak değişebilmektedir. Bu durumun oluşması bor elementinin hücre biçimi ve gelişimi öncelikli olarak hücresel süreçlere tesir eder. Aynı zamanda gelişen kökler, bor elementi çevrede yokken bir depo olarak görev yapan bor rezervlerini biriktiremediğini gösterir. 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).

Bor madeninin üretimi esnasında ocaklardan çıkarılan yeraltı suyu, borlu tortular ve yıkama suyu ile etki eden yüzey suları da bitkilere toksik tesiri oluşturabilecek seviyede bor elementini bünyesinde bulundururlar. Bor elementinin sularda mevcut olması fazla miktarda borik asit (H_3BO_3) biçiminde gerçekleşir (Uygan ve Çetin, 2004). Dünyadaki yeraltı sularında mevcut olan bor düzeyi 0.3 mg l^{-1} ile 100 mg l^{-1} , tatlı sularda da 0.01 mg l^{-1} ile 1.5 mg l^{-1} arasında değişmektedir (Ünlü ve ark., 2011).

Güneydoğu Anadolu Projesinin (GAP) en önemli unsurlarından olan Harran ve Suruç Ovaları sulu tarımın yoğun olarak yapıldığı ovalardır. Söz konusu ovalarda yaygın olarak pamuk yetiştirilmekte ancak bilinçsiz yapılan sulamalar nedeniyle önemli miktarda su kaybı meydana gelmektedir. Memba tarafında meydana gelen su kayıpları drenaj kanalları ile ovaların mansap tarafına ulaşmakta, farklı kirleticilerle kirlenen bu drenaj suları çiftçiler tarafından sulama suyu olarak sulamalarda kullanılmaktadır. Bu araştırmada farklı düzeyde bor içeren suların pamuk bitkisinin gelişimine, verimine ve bazı kalite unsurlarına etkisi araştırılmıştır. Böylece gelecekte bölgede meydana gelebilecek bor kirliliği karşısında pamuk yetiştiriciliğinde bitki verim ve kalitesindeki olası değişimleri ve bitki ile toprakta olabilecek birikimler konusunda veriler elde edilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Eaton (1944), bitkideki bor elementinin azlığı, toksisitesi ve bor birikimi üzerine yaptığı araştırmada, bitki gelişiminde esas olması gereken miktar ile bitkiye zarar veren bor miktarının dar bir aralıkta olduğunu bildirmiştir.

Oertli ve Kohl (1961), bitki türlerinin aşırı bor miktarına karşı bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, bitki yerel doku konsantrasyonunda yapraklarda ortaya çıkan bor toksisitesinin belirtileri saptanmıştır. Sonuç olarak, bor toksisitesine karşı bitkinin gösterdiği toleransın, sürgünde yüksek bor konsantrasyonlarını tolere edebilme kapasitesinden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Dyar ve Webb (1961), borun bitki üzerindeki etkisini irdelemiş, sentetik bitki hormonu olan naftalin asetik asidi bor miktarının yetersiz olduğu bitkilerin kambiyum uçlarına uygulamışlardır. Uygulanan bu hormon, kambiyum uçlarına metabolik olarak olumlu bir şekilde etki etmiştir. Bor elementinin bitkilerin kambiyum ucuna oksin ve indolasetik asitin biyosentezinde önemli bir yere sahip olduğu görülmüştür. Bitkinin büyümesi ve gelişmesinde meydana gelen yer değiştirme durumu olumlu veya olumsuz yönden incelendiğinde makul bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Yıldırım (1980), yaptığı çalışmada toprak ana materyali dışında ikincil önemli tuz ve bor kaynağı olarak yüzey ve yer altı sularını göstermiştir. Suların kapsadıkları tuz miktarını, temasta buldukları jeolojik materyalin tuz içeriğine ve akım miktarları ile akım şartlarına göre az ya da çok olabileceğini ifade etmiştir. 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.

Börekçi (1986), bor madenin işlenmesi süresince, Simav Çayı'nda bor seviyesinin artması ve Simav Çayı suyunun sulama suyu olarak kullanılması durumunda bölge topraklarındaki bor elementinin artmasının nedenini irdelemiştir. Çalışmada, farklı derinliklerdeki bor miktarı (0, 80, 160, 240, 320, 400 cm) irdelenmiş

ve Simav Çayını suyunun bor seviyesi 6.15 ppm olarak saptanmıştır. Topraktaki bor elementinin miktarının uygulanan sulama suyu miktarıyla orantılı bir şekilde arttığını, bitkilerin çoğunda toksik seviyeye ulaştığı ve topraklarda derine inildikçe bor elementinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Simav Çayı, Kaletepe Regülatörü, drenaj sularından ve bölgede bulunan kaynaklardan alınan örneklerde bor elementinin 3.5-6.2 ppm arasında olduğu bildirilmiştir.

Özkara (1991), çalışmasında suda bulunan belli düzeydeki borun, bazı bitkilerin büyümesinde ve gelişmesinde olumlu etkisinin olduğunu belirtmiştir. Sulama suyunun 0.5 ppm'den 16 ppm'e değişim gösteren bor seviyeleri; birçok bitkide verimi azalttığı görülmüştür. Sulama suyunun bitkilerde bulunan bor miktarı ile olan ilişkisi verim açısından olumsuz, aynı şekilde sulama suyundaki bor düzeyi ile toprakta bulunan bor miktarının kıyaslanması sonucunda olumlu etki ettiğini bildirmiştir.

Aktaş (1991), bor elementinin gerekli seviyede verilmesi halinde bitkide fizyolojik olayların olumlu teşviki sonucunda bitki boyunun artmasında da olumlu ve önemli bir etki olduğunu vurgulamıştır. Bor elementinin fazla uygulanması ise büyüme seviyelerinde bozulmalar ve bitkide şekil bozulmasına sebep olduğunu belirtmiştir.

Odabaş ve Gülümser (2001), fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) bitkisi ile bir araştırma yürütmüşlerdir. Fasulyede bitki boyu ile ilk bakla yüksekliği fasulyede mekanik hasat için en önemli unsurdur. Bitki gelişmesinde yeterli düzeyde olmayan bir besin elementinden ortama az miktarda ilave yapıldığında, bu besin maddesinin absorpsiyonunda oluşan artış miktarıyla orantılı bir şekilde bitki gelişmesinde de bir artış görüldüğünü bildirmişlerdir.

Banuelos ve ark. (2002), çalışmalarında, bor ve selenyum elementleri içeren atık su ile brokoli ve kanola bitkilerini sulamışlardır. Neticede tekrar eden dikimlerde topraktaki tuzluluk ve bor düzeyindeki artış nedeniyle brokoli veriminin düştüğü sonucuna ulaşmışlardır. Bunun yanı sıra tuzlu atık suların uzun süreli kullanımında

topraktaki bor düzeyinin düşürülmesi için iyileştirme çalışmalarının gerekli olacağı belirlenmiştir.

Sotiropoulos ve ark. (2002), suda bulunan 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 temiz su ile sulanırken, diğer bahçe yüksek bor konsantrasyonlu (3.2 ppm) su ile sulanmıştır. Bir yıllık filizlerden aylık periyotlar halinde ksilem özsuları alınmış ve yapılan ölçümler sürgün vermeden bir ay önceki periyotlarda ksilem özsuyundaki bor konsantrasyonunun neredeyse sabit kaldığını göstermiştir. Bununla birlikte, kontrol konusundaki ksilem özsularına göre yüksek borla sulanan konudaki bor konsantrasyonlarının 2-3 kat daha yüksek olduğu görülmüştür.

Banuelos ve ark. (2003), Kaliforniya'nın batısında oluşan bataklık suyunun tekrar kullanılması, bu bataklık arazilerden çıkan suların kalitesini artırmak için çalışmalarda bulunmuşlardır. İki yıl içinde toprak çalışması ile iki potansiyel yem bitki türlerinin yüksek tuz, bor ve selenyuma karşı mukavemeti belirlenmiştir. Toprakta bulunan elektriksel ısı ve bor miktarı değerinin sonuna kadar yükseldiği görülmüş olup, selenyum değerinde ise herhangi bir değişime rastlanmamıştır. Toprakta yükselmekte olan tuz ve bor düzeyleri düşük kalitede olan suların tekrarlanması halinde zamanla iyileştirici tedbirlerin alınması gerektiği bildirilmiştir.

Torun ve ark. (2003), bor içeriğine sahip arazilerde yetiştirilen arpada bor miktarının semptomlar ve verim üzerine etkileri ve değişim değerleri incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan arpa çeşitlerinden bazılarının bora karşı oldukça dayanıksız olduğu, bazılarının ise oldukça güçlü olduğu görülmüştür.

Taner ve ark. (2003), Orta Anadolu'da yüksek bor konsantrasyonun (12.92 mg kg⁻¹) olduğu toprakta farklı makarnalık buğday çeşitleri ile borun verim ve bazı morfolojik özellikleri üzerine etkilerini incelediği bir çalışma yürütmüşlerdir. Bor uygulamasının, metrekare başına başak sayısı, bitki uzunluğu ve bayrak yaprak

üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Borun çok fazla olduğu kısımlarda Kızıltan-91, Yılmaz-98 ve Altıntaş makarnalık buğday çeşitlerinin diğer çeşitlere göre verim açısından başarılı olarak yetişebileceğini belirtmiştir.

Brennan ve Adcock (2004), Avustralya'nın güney batısında arpadaki bor toksisitesini incelemiştir. Araştırmada, toprağın ilk 30 cm'lik kısmında bor konsantrasyonunun aşırı olmasının bitkinin kuru maddesini %10 civarında düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Akçam ve ark. (2004), tarafından ayçiçeği bitkisinde bor elementi eksikliğinin ve fazlalığının büyüme üzerine etkisini incelenmiştir. Bitkinin tohum olarak bor elementine sahip besi ortamında ekimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol, 6 mg l⁻¹ ve 12 mg l⁻¹ olan 3 farklı dozlarda yapılan çalışmalar neticesinde bor eksikliğine bağlı bitki köklerinde uzamayı sağlamasına rağmen, bitkinin pigment miktarı ve gövde boyunda azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Bor miktarının fazla olması da, kök boyunda azalmaya sebep olmasına karşın bitkinin pigment miktarında ve gövde boyunda artış meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Değerler arasındaki farkın az olması, eksikliği veya fazlalığı tolere edebileceğini göstermekte olduğunu bildirmişlerdir.

Hakkoymaz (2005), yazlık mercimek türlerinin Konya ekolojik koşullarında uyumunu ve bor toksisitesini belirlemek amacıyla dört tekerrürlü bir çalışma yürütmüştür. Ana konu olarak mercimek çeşitleri (Sultan, Emre-20, Malazgirt-89, Erzurum-89, Ali Dayı ve Meyveci-2001) alt konu olarak da bor dozları (B₀: Kontrol, B₁: 1.25 kg da⁻¹ B₂: 3.75 kg da⁻¹) ele alınmıştır. Araştırmada çeşitlerin en yüksek tane verimi 120 kg da⁻¹ ile Erzurum-89 çeşidinden, bor dozlarının ortalaması olarak en yüksek verimi 102 kg da⁻¹ ile B₁ dozu uygulanan konulardan elde edilmiştir. Değişik bor dozlarının tane verimi, dal sayısı, sap verimi, protein verimi, biyolojik verim ve hasat göstergesi üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olurken, bakla sayısı, bin tane ağırlığı, bitki uzunluğu, ham protein oranı ve tanede bor üzerine etkisi önemli bulunmamıştır.

Shouse ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmada sulanan bölgelerde, bor ve tuzluluk değişiminde sığ taban suyunun etkilerini araştırmışlardır. Kaliforniya'da 60 ha'lık bir arazide 3 yıl boyunca devam eden bu çalışmalarında tuz ve bor konsantrasyonları incelenmiştir. Toprakta tuz ve bor konsantrasyonlarının oldukça benzer ilişkiler gösterdikleri gözlemlenmiştir. Konsantrasyonlarda gözlemlenen değişimlerin, tarlada toprak tekstüründeki değişimlerin bir neticesi olduğu ifade edilmiştir. 3 yıl süren çalışma süresince yıldan yıla veya aynı yıl içinde ekilen bitkiye, çevre koşullarına ve sulama işlemine bağlı olarak tarlada değişimler olduğu saptanmıştır.

Çelik (2007), yaptığı çalışmada topraktaki bor toleransı 1 ile 2 mg l⁻¹ arasında değişen sivri biber bitkisinin sulama suyundaki değişik bor derişimlerine karşı direnci, verimini ve kalitesini irdemiştir. Çalışmada sulama suyu olarak bor konsantrasyonları 0.06, 1, 2, 4, 6 ve 10 mg l⁻¹ olan sulama suları kullanılmıştır. Araştırma sonuçları yaş meyve verimlerinin bor konsantrasyonundan etkilendiği göstermiştir. Bu süre boyunca çalışmada bor derişimlerine göre meyve, yaprak ve toprakta meydana gelen bor miktarı, sulama suyunun bor içeriğine paralel olarak artış göstermiş, fakat meyve sayısı ve meyve çapı değerlerinde kayda değer farklılıklara ulaşılmamıştır.

Kızılgöz (2009), Karacadağ bölgesinde yetişen arpa bitkisinin hem toprakta hem de bitkideki bor miktarını tespit etmek için çalışma yapmıştır. Topraktaki bor derişimi artması ile paralel olarak arpa bitkisinin bor konsantrasyonu istatistiki olarak artış gösterdiğini ifade etmiştir.

Rashidi ve Gholami (2005), yaptıkları araştırmada azot ve borun pamuk verimi ve kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada araştırma topraklarına 0, 100, 200 ve 300 kg ha⁻¹ azot uygulaması ve 0, 500 ve 1000 g ha⁻¹ ise bor uygulaması yapılmıştır. Araştırmada azot ve bor uygulamalarının koza sayısı, koza ağırlığı, verim ve çırçır randımanı üzerinde önemli etki yaptığı (P ≤ 0.05) belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek pamuk verimi azot uygulaması bakımından 200 kg ha⁻¹ N yapıldığı konuda, bor uygulaması bakımından ise 1 000 g ha⁻¹ bor uygulanan konudan alınmıştır.

Araştırma sonucunda, pamuk üretiminin yapıldığı topraklarda 200 kg ha⁻¹ N ve 1000 g ha⁻¹ B uygulamasının yapılması durumunda koza sayısı, koza ağırlığı, verim ve çirçir randımanın önemli bir artışın olacağını bildirmişlerdir.

Cömert (2017), çalışmasında, farklı toprak bünyelerinde yetiştirilen fasulye bitkisinde, değişik konsantrasyonlarda uygulanan sulama suyu bor düzeylerinin bitki verim (yaş ve kuru ağırlık olarak) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, aynı bor düzeyine sahip sularının ağır veya hafif bünyeli topraklarda kullanılması durumunda ortaya çıkacak farklılıkları incelemek amacıyla saksı denemeleri şeklinde serada yürütülmüştür. Toprak bünyeleri açısından uygulanan bor seviyelerinin etkileri karşılaştırıldığında fasulye bitkisinin kumlu toprakta daha iyi gelişme gösterdiği görülmüştür. Eşik değerini aşan yüksek Borlu suların kumlu topraklar yerine killi topraklarda kullanılması önerilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yerinin tanıtılması

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan Şanlıurfa ilinde yürütülmüştür. Şanlıurfa; kuzeyde Diyarbakır ve Adıyaman, doğuda Mardin ve batıda Gaziantep illeri ile çevrilidir. Araştırmanın yürütüldüğü yer, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünün AR-GE çalışma alanında yer almaktadır. Araştırma yerinin deniz seviyesinden yüksekliği 480 m olup $36^{\circ} 42'$ kuzey enlemi $38^{\circ} 58'$ doğu boylamında yer almaktadır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Araştırma yerinin haritası ve uydudan görüntüsü

3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

Türkiye'nin en sıcak yerlerinden olan Şanlıurfa'da kısmen Akdeniz ikliminin etkileri görülmekte olup, kışları soğuk ve yağışlı, yazları ise çok sıcak ve kurak bir iklim hüküm sürmektedir. Şanlıurfa ilinin pamuk yetiştirme dönemini kapsayan uzun yıllık ve deneme yılına ilişkin bazı iklim değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Şanlıurfa ilinin bazı iklimsel değerleri (Anonim, 2018)

	Parametreler	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
2017	Ort. sıcaklık (°C)	22.9	29.7	34.2	32.2	29.6	20.5
	Ort. nispi nem (%)	16.2	22.4	26.7	24.9	22.6	15.1
	Yağış top. (mm)	7.2	0	0	0	0	17.1
	Ort. rüz. hızı (m s ⁻¹)	1.7	2.0	1.9	1.6	1.4	1.3
Uzun yıllık	Ort. sıcaklık (°C)	22.1	28.0	31.9	31.5	27.1	20.5
	Ort. nispi nem (%)	44.7	32.6	29.3	32.1	35.1	44.4
	Yağış top. (mm)	26.4	4.3	2.0	3.3	4.7	26.1
	Ort. rüz. hızı (m s ⁻¹)	2.2	2.8	2.9	2.5	2.2	1.6

Şanlıurfa ilinin uzun yıllık iklim verileri ile deneme yılına ilişkin veriler karşılaştırıldığında, deneme yılının ortalamalardan daha sıcak geçtiği ve düşen yağış miktarının daha düşük olduğu görülmektedir. 2017 yılında en sıcak ay uzun yıllık ortalamalara uygun olarak temmuz ayı olurken, ortalama oransal nem de temmuz ayında en yüksek değere ulaşmıştır.

3.1.3. Denemede kullanılan bitki toprak ve sulama suyun özellikleri

3.1.3.1. Denemede kullanılan toprak

Araştırmada kullanılan toprak materyali, ova topraklarını yansıtmayı amaçıyla Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi AR-GE çalışma alanındaki toprakların 0-20 cm derinliğindeki üst topraktan alınmıştır. Alınan toprak materyali, içerisinde yer alan taş, çakıl ve bitki atıklarından arındırılmıştır. Toprak materyallerini hava kuru nem seviyesine getirmek amacıyla topraklar araştırma alanına serilmiş, zaman zaman karıştırılarak homojen neme ulaşması sağlanmıştır (Şekil 3.2.). Denemede kullanılacak toprak homojen hava kuru nem seviyesine ulaştıktan sonra 5 mm'lik elekten geçirilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan toprak

Denemede kullanılan toprak materyalleri hazır duruma getirildikten sonra tüm saksılara 21.80 kg hava kuru deneme toprağı doldurulmuştur. Ayrıca araştırmada kullanılacak topraktan numune alınarak toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış olup sonuçlar Çizelgede 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Bünye			Bünye Sınıfı	EC (ds m ⁻¹)	pH	Kireç (%)	TK (g g ⁻¹)	SN (g g ⁻¹)
	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)						
0-20	32	49	19	C	0.83	7.51	25.6	0.322	0.201

Analiz sonuçları deneme toprağının kil bünyeli, tuzsuz, yüksek miktarda kireç içeren ve hafif alkali olduğunu göstermiştir.

3.1.3.2. Denemede kullanılan pamuk çeşidi

Araştırmada, bitki materyali olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak tercih edilen Stoneville-468 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Stoneville-468 çeşidi,

yarı tüylü olup su stresine dirençli, uzun stabil boyda ve bitki biçimi ise konik yapıdadır. Yaprakları orta büyüklükte, derin yırtmaçlı ve tüylüdür. Kozaları orta büyüklükte olup oval biçimdedir. Orta erkenci bir çeşit olup, 100 tohum ağırlığı 9.6 g, lif uzunluğu 28.0 mm, lif inceliği 4.7 micronaire, lif kopma dayanıklılığı 31.2 g/tex, koza kütlü ağırlığı ise 4.8 g'dır. Çiçek tutumu ve kozalar diğer türlere göre gövdeden biraz uzakta ve orta erkenci bir pamuk çeşididir (Harem, 2010).

3.1.3.3. Denemede kullanılan sulama suyu özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyu, Fırat Nehrinin suyunu Ceylanpınar Ovası'na ileten Mardin ana kanalından alınmıştır. Kanal suyunun bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sulama suyunun kimyasal özellikleri

EC dS m ⁻¹	Kasyonlar (me l ⁻¹)				Anyonlar (me l ⁻¹)				pH	Suyun sınıfı	Bor ppm
	Ca-Mg	K	Na	Toplam	HCO ₃	Cl	SO ₄	Toplam			
0.354	3.2	0.02	0.08	3.3	1.9	1.1	0.3	3.3	7.45	C ₂ S ₁	0

Analiz sonuçlarına denemede kullanılan su hafif alkali olup, tuzluluk yönünden ikinci sınıf ve sodyum içeriği düşüktür.

3.1.4. Denemede kullanılan kimyasal maddeler

Denemede bor seviyelerinin hazırlanması için borik asit (H₃BO₃) çözeltisi kullanılmış olup borik asitten stok çözelti hazırlandıktan sonra farklı konsantrasyonlarda bor çözeltileri stok çözeltinin çeşme suyu ile seyreltilmesiyle oluşturulmuştur. Bor çözeltilerinin hazırlanışı Şekil.3.3.'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Farklı Bor konsantrasyonlu sulama suyunun hazırlanma aşaması

3.1.5. Denemede kullanılan yardımcı ekipmanlar

Araştırmada 30 kg'lık plastik saksılar kullanılmıştır. Değişik miktarlarda bor içeren sulama sularının hazırlanmasında 2.5 litrelik ölçü silindiri, sulama sularının uygulanmasında ise 1000 ml'lik ölçü silindiri kullanılmıştır. Saksı ağırlıklarının değişimini saptamak için 50 kg ağırlığa kadar tartabilen 10 gram hassasiyetinde terazi kullanılmıştır. Her konu için ayrı ayrı bor içeren çözeltileri hazırlamak için 25 kg'lık plastik su bidonlarından yararlanılmıştır. Bitki boyları şerit metre kullanılarak ölçülmüştür. Bitki ve toprak örnekleri bölüm laboratuvarında bulunan zaman ayarlı etüv kullanılarak kurutulmuştur.

3.2. Yöntem

Araştırmanın yürütülmesinde yapılan bazı önemli işlemler Çizelge 3.4.'te özetlenmiştir. Ziraat Fakültesi AR-GE çalışma alanında yürütülen bu çalışmada arazi işlemlerine 25 nisan 2017'de başlanmış ve 27 ekim 2017 de hasat ile arazi çalışmaları tamamlanmıştır.

Çizelge 3.4. Ekim ilaç gübre hasat çizelgesi

Tarih	Yapılan iş
25.04.2017	Araştırmada kullanılan toprak getirildi.
10.05.2017	DAP(18-46) taban gübresi kullanıldı.
17.05.2017	Pamuk ekimi yapıldı.
10.06.2017	Pamuk bitkisine amino asit ve insektisit uygulaması yapıldı.
13.06.2017	Pamukta çapa ve seyreltme yapıldı.
05.07.2017	İnsektisit uygulaması yapıldı.
06.10.2017	Son sulama yapıldı.
26.10.2017	Hasat yapıldı.

3.2.1. Saksıların hazırlanmasında uygulanan yöntemler

Araştırmada kullanılan toprak materyalleri homojen nem seviyesine getirildikten sonra 5 mm'lik elekten geçirilmiştir. Ardından taban gübre uygulaması için topraklara 4 kg'lık DAP gübresi (0.72 kg N, 1.84 kg P₂O₅) karıştırılmıştır.

Araştırma süresi boyunca, uygulanan sulama sularının drene olabilmesi amacıyla saksıların alt bölgelerine 4-5 mm çapında delikler açılmış ve drene edilen suyun toplanması için saksı altlıkları yerleştirilmiştir. Toprakta nemin ve gübrenin homojen dağılmasını sağlamak amacıyla karıştırma işlemi yapıldıktan sonra, her bir saksıya sulama suyu uygulamaları da göz önünde bulundurularak 21.80 kg doldurulmuştur.

Araştırmada 23cm x 29cm boyutlarında saksılar kullanılmıştır. Denemede kullanılan saksıların tarla kapasitesini belirlemek için, ilk önce tüm saksılar sulama suyu uygulanarak doyurulmuştur. Üstleri naylon ile kapatılarak buharlaşmanın önüne

geçilmiş, saksıların altında yer alan deliklerden su akışı takip edilmiştir. Saksılardan su akışının kesilmesi ile saksılar tartılmış ve böylece saksılara tarla kapasitesi 26 kg olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Toprak tarla kapasitesi ölçme durumu

3.2.2. Deneme konuları

Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde 6 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, bir kontrol olmak üzere 8 farklı düzeyde bor konsantrasyonu (B₀: 0 ppm, B₁: 1 ppm, B_{2.5}: 2.5 ppm, B₅: 5 ppm, B₁₀: 10 ppm, B₁₅: 15 ppm, B₂₀: 20 ppm, B₂₅: 25 ppm) ele alınmıştır. Kontrol konusuna bor içermeyen su ile sulanırken, diğer saksılara konu gereği olan düzeyde bor içeren sular uygulanmıştır. Araştırma alanına ait deneme düzeni Çizelge 3.5.'de ve Şekil 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme düzeni borlu su uygulaması

Konular	Bor konsantrasyonları (ppm)
B ₀ (kontrol)	0.00
B ₁	1.0
B _{2.5}	2.5
B ₅	5.0
B ₁₀	10.0
B ₁₅	15.0
B ₂₀	20.0
B ₂₅	25.0



Şekil 3.4. Deneme konularına ait yer planının hazırlanması

3.2.3. Çalışmada uygulanan yöntemler

3.2.3.1. Tohum ekimi, borlu suların hazırlanması, sulama ve gübreleme

Her bir saksı başına, 3'er adet pamuk tohumu 3 cm derinliğe ekilmiştir. Tohumlar çimlendikten sonra toprak yüzeyindeki kaymak tabakasını yumuşatmak için her bir saksıya 500 ml çeşme suyu verilmiş bor kaynağı olarak da borik asit uygulanmıştır. Çıktılar tamamlandıktan sonra her bir saksıda 1 bitki kalacak şekilde

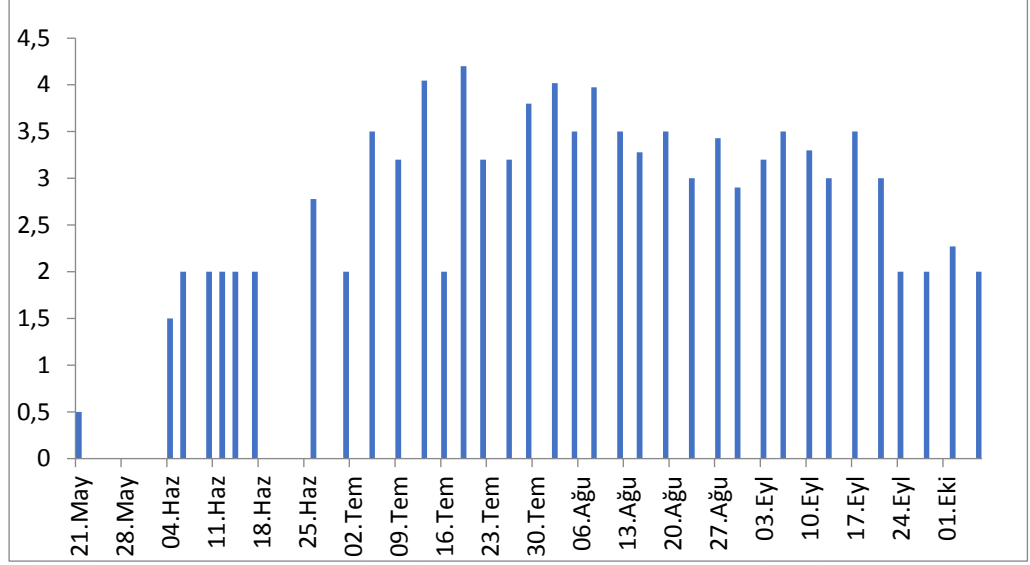
seyreltilme işlemi yapılmıştır. Bitkiler belirli bir seviyeye geldikten sonra borlu su uygulamasına geçirilmiştir.



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan gübre ve saksılar

3.2.3.2. Sulama suyunun uygulanması

Araştırmada sulama programına başlamadan önce tüm saksılar tarla kapasitesi düzeyine getirilmiştir. Sulama programına başlamasından itibaren saksılar tartılarak nem içerikleri takip edilmiştir. Saksı topraklarının nem düzeyinin elverişli kapasitenin yaklaşık %50'sine düşmesiyle sulamalar yapılmıştır. Sezon boyunca 30'u konulu olmak üzere toplam 37 kez sulama yapılmıştır (Şekil 3.7.). Bu sulamalarda her bir saksıya toplamda 105.5 litre su uygulanmıştır



Şekil 3.7. Sulama suyu miktarı

3.2.3.3. Bor çözeltilisinin hazırlanması

Araştırmada bor uygulamalarına başlamadan önce uygulamada kullanılmak üzere 100 ppm'lik stok bor çözeltilisi hazırlanmıştır. Bor çözeltilisinin hazırlanmasında 100 litre suya 10 gr'lık saf bor ilave edildikten sonra 100 ppm'lik stok bor çözeltilisi elde edilmiştir. Bor uygulamalarının hazırlanmasında stok bor çözeltilileri kullanılmıştır.

1 ppm'lik bor çözeltilisinin hazırlanması

$$M_1 * L_1 = M_2 * L_2$$

$$100\text{ppm} * L_1 = 1\text{ppm} * 20\text{l}$$

$$L_1 = \frac{20}{100} = \frac{1}{5} = 0,2\text{l} = 200\text{ml} \quad (1 \text{ ppm } 20 \text{ litre Bor çözeltilisi hazırlamak için } 100 \text{ ppm'lik stok Bor çözeltiliden } 200 \text{ ml alınıp } 20 \text{ litreye suyla tamamlanmıştır})$$

M_1 = Stok bor çözeltilisi (100 ppm)

L_1 = Stok bor çözeltiliden alınacak miktar (litre)

M_2 = İstenilen seyreltik Bor çözeltilisi konsantrasyonu (1 ppm)

L_2 = İstenilen çözelti miktarı (20 litre)

2.5 ppm'lik bor çözeltisinin hazırlanması

$$M_1 * L_1 = M_2 * L_2$$

$$100ppm * L_1 = 2.5 * L_2$$

$$L_1 = 0.5 l$$

Diğer deneme konularının çözeltileri de aynı hesaplamalar kullanılarak hazırlanmıştır.

3.2.4. Toprak, su ve bitkide uygulanan yöntemler

Araştırma süresince çeşitli analizler yapılmış olup, yapılan analizlerde kullanılan yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

3.2.4.1. Toprak verimlilik analizleri

Araştırmada kullanılan toprakların verimlilik analizleri arasında yer alan saturasyon, kireç, yarayışlı bitki besin maddelerinden; fosfor, potasyum ve organik madde analizleri aşağıda verilen yöntemlere göre yapılmıştır.

- **Tarla kapasitesi:** 1/3 atm'de bozulmamış toprak örnekleri alınarak basınçlı tencere yardımıyla belirlenmiştir.
- **Solma noktası:** 15 atm'de basınçlı tencere yardımı ile bozulmuş toprak örnekleri yardımıyla tespit edilmiştir.
- **Saturasyon (%):** Richards (1954)'de tanımlanan esaslarına göre, topraklara saf su ilave ederek doygun hale getirilmiş ve yüzde cinsinden ifade edilmiştir.
- **Kireç (%):** Tüzüner (1990)'de belirtilen temellere bakılırsa, Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir.
- **Yarayışlı fosfor (P₂O₅ kg da⁻¹):** Ekstrakt eriyiği olarak 0.5 M NaHCO₃ (pH: 8.5) kullanılarak kolorimetrik olarak belirlenmiştir.
- **Yarayışlı potasyum (K₂O kg da⁻¹):** Ekstrakt eriyiği olarak 1N Amonyum asetat (pH:7) kullanarak, ekstraksiyon çözeltisine geçen potasyumun fleymfotometrede ölçülmesi suretiyle belirlenmiştir (Richards, 1954).

- **Organik Madde (%):** Modifiye Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Ülgen ve Ateşalp, 1972).
- **Tane Büyüklük Dağılımı:** Deneme topraklarında kum, silt ve kil fraksiyonlarının oranları Bouyoucos hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

3.2.4.2. Toprakların tuzluluk analizleri

Araştırmada kullanılan toprakların deneme öncesi ve deneme sonrası tuzluluk analizleri, Richards (1954)'ın belirttiği esaslara göre elde edilen saturasyon ekstraktında yapılan analizlerle tespit edilmiştir.

Elektriksel iletkenlik ($dS\ m^{-1}$)

Kondaktivite aygıtı ile saturasyon ekstraktında 25 °C'de elektriksel ısının ölçülmesi biçimiyle kayda alınmıştır (Richards, 1954).

Toprak reaksiyonu (pH)

Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, saturasyon macununda ve ekstraktında pH metre cihazı ile ölçümü yapılmış ve pH değeri saptanmıştır.

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 belirlenmiştir.

Karbonat (CO₃) ve Bikarbonat (HCO₃⁻)

0.01N sülfürik asitle titrasyon metoduyla ile belirlenmiştir (Richards 1954).

Klor (Cl⁻)

Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, 0.05N gümüş nitrat çözeltisi ile titrasyon yapılarak saptanmıştır.

Sülfat (SO₄)

Richards (1954)'de belirtilen esaslara göre, BaCl₂ çözeltisi kullanılarak titrimetrik olarak tayini yapılmıştır.

Bor (B)

Karmen eriyiği kullanılarak kolorimetrik yöntemle saptanmıştır (Richards 1954).

3.2.4.3. Suda bor tayini

Bor çeşitli spektrofotometrik metotlar ile tayin edilmektedir. Pek çok spektrofotometrik yöntem borun spesifik bir belirteç ile renkli bir karmaşık oluşturmasına dayanmaktadır. Bunlardan biri olan “Karmin Metodu”, karmin veya karminik asidin derişik sülfürik asit içindeki çözeltisiyle borun konsantrasyonuna bağılı olarak verdiği açık kırmızıdan mavimsi kırmızıya veya maviye doğru verdiği rengin ışık absorpsiyonunun spektrofotometrede 585 nm’de okunarak belirlenmiştir (Demirbaş ve Orhun, 2008). Amaç, su numunesinde, karminin derişik sülfürik asit içindeki çözeltisiyle, bor konsantrasyonuna bağılı olarak verdiği kırmızı rengin absorbansını fotometrik olarak ölçerek suyun bor miktarını tayin edilmiştir.

Gerekli Reaktifler;

- Derişik sülfürik asit (H_2SO_4) %98.
- Derişik hidroklorik asit (HCl) %37.

Seyreklik hidroklorik asit (HCl):

95 ml saf su + 5 ml derişik hidroklorik asit.

Karmin çözeltilisi:

Derişik sülfürik asit içinde ağırlıkça %0.05' lik (0.920 g) karmin çözüdür ve H_2SO_4 ile litreye tamamlanmıştır.

Sodyum hidroksit çözeltilisi (1 N):

40 g NaOH'i bir miktar saf su da çözüdür litreye tamamlanmıştır.

Standart borik asit çözeltilisi, Stok çözeltili (100 ppm):

0.5716 g borik asit (H_3BO_3)'i bir miktar saf suda çözüdür ve litreye tamamlanmıştır (Bu çözeltilinin 1 ml'si 0.1 mg boru kapsamaktadır.)

Standart eğrinin hazırlanmasında kullanılan çözeltiler:

0-10 ppm arasında bor kapsayan standartları elde etmek için, stok çözeltiliden 0, 2, 4, 6, 8, 10 ml pipetle 100 ml'lik balon jodelere alınır ve saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.

Gerekli cihaz ve malzemeler;

- Spektrofotometre

- Bor içermeyen camdan yapılmış genel laboratuvar malzemeleri
- Balonjoje (100-1 000 ml'lik) pipet kurutma kâğıdı.

Analiz yöntemi;

Saf sudan (0 ppm'lik çözelti), standart çözeltilerden ve su/toprak ekstraktı örneğinden ayrı ayrı 1'er ml alınmış ve bordan arındırılmış cam kaplara konulduktan sonra 1 damla derişik hidroklorik asit ve 5 ml derişik sülfürik asit ilave edilmiştir. İyice karıştırılıp soğumaya bırakılmış ve soğuma işlemi sonrasında 5 ml karmin çözeltisinden ilave edilerek 45 dakika bekletilmiştir. Spektrofotometre cihazının ekranından bor için gerekli olan parametrelerin girişı yapılmıştır. Bor'un 585 nm'de ışık geçirgenliği veya ışık absorbsiyonu okunmuştur.

Spektrofotometre cihazında, sıfırdan başlamak üzere standart serilerin ppm değerlerinin girişı yapılmıştır. Sıfır ppm'lik çözelti ile cihazın sıfır ayarı yapılmış ve standart serilerin okuması gerçekleştirilmiş ve grafiğı çizdirilmiştir. Aynı işlem örnekler için de yapılmış olup ppm değerleri kaydedilmiştir.

3.2.4.4.Yapraktaki bor tayini

Hasattan sonra alınan yaprak örnekleri yaş yakma yöntemi uygulanarak yaprak örneklerinde ICP cihazı ile yapılan analiz sonucunda yapraklarda biriken bor miktarları belirlenmiştir.

3.2.5. Hasat ve bitki ağırlıklarının tartılması

130 günlük (17.05.2017-26.10.2017) gelişme periyodundan sonra pamuk kotilodon yaprakları hizasından kesilip hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler konularına göre ayrıldıktan sonra yaş ağırlıkları tartılmıştır. Yaş ağırlıkları tartılan bitkiler alüminyum folyo kabına yerleştirilmiş ve daha sonra ağırlıklar sabit tartıma gelene kadar 67 °C'lik etüvde bekletilmiştir. Ağırlıkları sabit tartımı geldikten sonra hassas terazide ağırlıkları tartılmış ve kayıt altına alınmıştır.

3.2.6. Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada, farklı düzeylerdeki bor miktarının pamuk bitkisindeki kuru madde, bitkideki yaş ağırlık, bitkide biriken bor miktarı, toprakta biriken bor miktarı bitki boyu, pamuktaki lif kalitesi ve gelişimi üzerinde durulan nitelik bakımından elde edilen değerler varyans çözümleme yöntemi ile analizi yapılmıştır. Varyans analizi için Minitab programı kullanılmıştır. Denemede farklılıkların belirlenmesinde de çoklu karşılaştırma yönteminde Tukey testi kullanılmıştır.



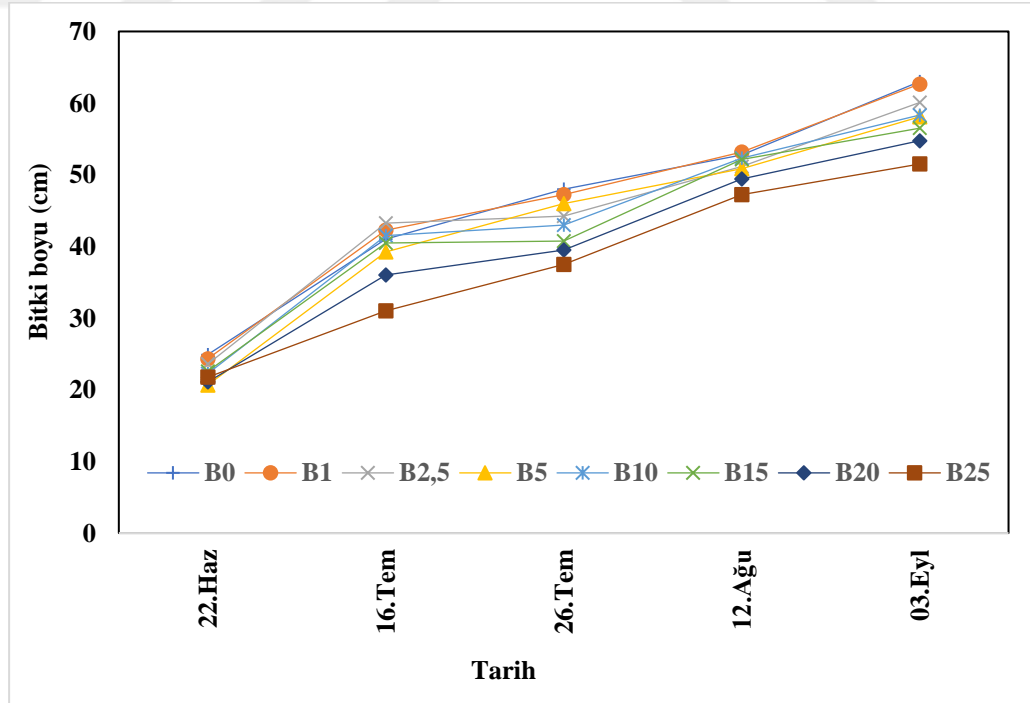
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Borun bitki gelişimine ve verimine etkisi

Deneme saksılarındaki pamukların seyreltilmesinden itibaren hasat dönemine kadar uygulanan, farklı düzeyde bor içeren sulama sularının bitkide ve topraktaki bazı etkileri belirlenmiştir. Bor düzeylerinin bitki yaş ve kuru madde ağırlıkları, bitki boyu, bitkide ve toprakta biriken bor miktarı ve bitkideki lif kalitesine etkileri detaylı irdelenmiştir.

4.1.1. Bitki boyu gelişimi

Araştırmada ele alınan her bir deneme konusundan 3'er bitki seçilmiş ve sezon boyunca seçilen bitkilerin boyları takip edilmiştir. Araştırmada konulara uygulanan aynı miktardaki sulama suyu ile farklı bor düzeylerinin bitki boyları üzerindeki etkileri Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Belirli zaman aralıklarında bitki boylarına ait grafik

Tüm konulara ilk bor uygulaması 24 haziran 2017 tarihinde yapılmış, son bor uygulaması ise 2 Eylül 2017'de uygulanmıştır. Araştırma konularına farklı düzeyde borun verilmesiyle beraber bitki boylarında farklılaşmalar meydana gelmiştir. İlk bor uygulamasının yapılmasıyla beraber bu farklılıklar oluşmaya başlamış olup özellikle 14 Temmuz 2017 tarihinde B₂₅ konusunda bu farklılıklar bariz olarak ortaya çıkmıştır. En düşük bitki boyu bor uygulamasının 25 ppm yapıldığı B₂₅ konusunda gerçekleşmiştir. Son uygulamanın yapıldığı tarihte B₂₅ konusunda ortalama bitki boyu 51.5 cm olarak belirlenmiş olup bu konunun bor uygulaması yapıldığı süre boyunca ortalama bitki boyunun en kısa ve en az geliştiği konu olduğu tespit edilmiştir.

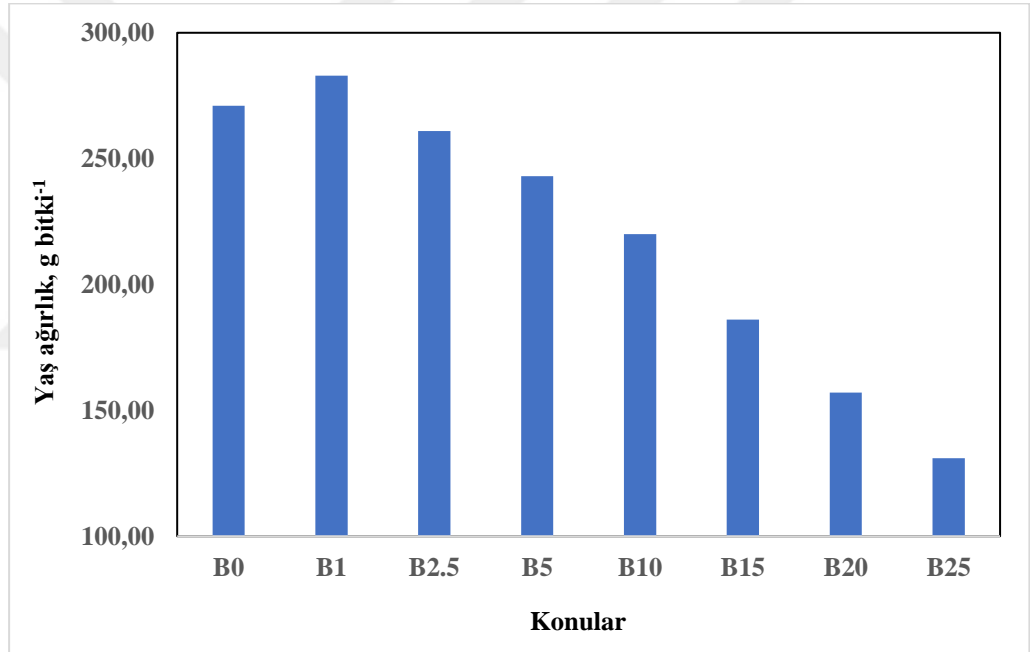
En yüksek bitki boyu ise bor uygulamasının yapılmadığı kontrol konusundan (B₀) elde edilmiş ve son ölçümün yapıldığı tarihte ortalama bitki boyu 63 cm olarak saptanmıştır. Bitki boylarının sulama suyundaki bor düzeylerine bağlı olarak orantılı bir şekilde düştüğü belirlenmiş, sulama suyundaki bor miktarı konularına göre artırıldığında 5 ppm'den (B₅) sonra bitki üzerinde toksit etki yaptığı belirlenmiştir. Borun daha az uygulandığı B₁, B_{2.5} ve B₅ konularında vejetatif aksamını daha iyi geliştiren bitkilerin olduğu görülmüştür. Diğer bor konularının boydan ziyade boğum aralarını kısa tutup daha fazla çiçek ve koza tutumunun yaptığı gözlemlenmiştir.

4.1.2. Borun bitki yaş ağırlığına etkisi

Hasat zamanında denemedeki tüm bitkiler, toprak yüzeyinden kesilerek hassas terazi ile ağırlıkları alınmıştır. Araştırma konularına ait bitki yaş ağırlıklarının sonuçları Çizelge 4.1.'de ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yaş ağırlıkları alınması ve konularına göre değerlendirilmesi

Konular	Yaş ağırlık (g bitki ⁻¹)						Ort.
	1 tek.	2 tek.	3 tek.	4 tek.	5 tek.	6 tek.	
B ₀	283	259	295	273	257	261	271ab
B ₁	306	257	298	263	278	295	283a
B _{2.5}	249	261	276	265	265	248	261ab
B ₅	237	209	278	265	232	239	243bc
B ₁₀	198	226	234	202	229	230	220c
B ₁₅	167	180	170	195	192	214	186d
B ₂₀	164	166	169	150	159	132	157de
B ₂₅	144	142	139	128	141	92	131e



Şekil 4.2. Araştırma konularının bitki yaş ağırlıkları

Araştırmadaki bitkilerin yaş ağırlıkları 131 g bitki⁻¹ ile 283 g bitki⁻¹ arasında değişmiştir. Sulama suyundaki 2.5 ppm'den fazla bor uygulamasının yapıldığı konularda bitki yaş ağırlıkları üzerine önemli etkisinin olduğu, özellikle bor uygulamasının 10 ppm'den fazla yapıldığı konularda etkinin önemli bir seviyede gerçekleştiği tespit edilmiştir. En yüksek ortalama yaş ağırlıklarının 283 g bitki⁻¹ ile bor uygulamasının 1 ppm uygulandığı B₁ konusunda gerçekleşmiştir. Bu nedenle, borun 1 ppm'e kadar bitki besin elementi olarak faydalı olduğunu söylene bilinmektedir.

En yüksek ortalama yaş ağırlığını B₁ konusunu takip eden B_{2.5} konuda ise 261 g bitki⁻¹ elde edilmiş ve sulama suyu ile verilen bor miktarı artırılırken bitkideki yaş ağırlıklarının azaldığı gözlemlenmiştir. En düşük yaş ağırlık değeri ise 131 g bitki⁻¹ olarak 25 ppm bor uygulamasının yapıldığı B₂₅ konusundan alınmıştır.

Araştırmadaki ortalama bitki yaş ağırlıklarına yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Ortalama yaş ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F	Tablodan F değeri	
					%5	%1
Konu	7	131 034	18 719	62.51**	2.22	3.06
Blok	5	1 997	399	1.33		
Hatta	35	10 482	299			
Genel	47	143 512				

** : %1'e göre önemli * : %5'e göre önemli ö.d: önemli değil

Yapılan varyans analiz sonucuna göre, sulama suyundaki bor konsantrasyonlarının, ortalama bitki yaş ağırlığına %1 hatta düzeyinde istatistiksel etkili olduğu saptanmıştır. Ortalama bitki yaş ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan fark bulunması nedeniyle elde edilen veriler Tukey çoklu karşılaştırma testine tabii tutulmuştur. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, deneme konularının yedi ayrı grupta yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 4.1.).

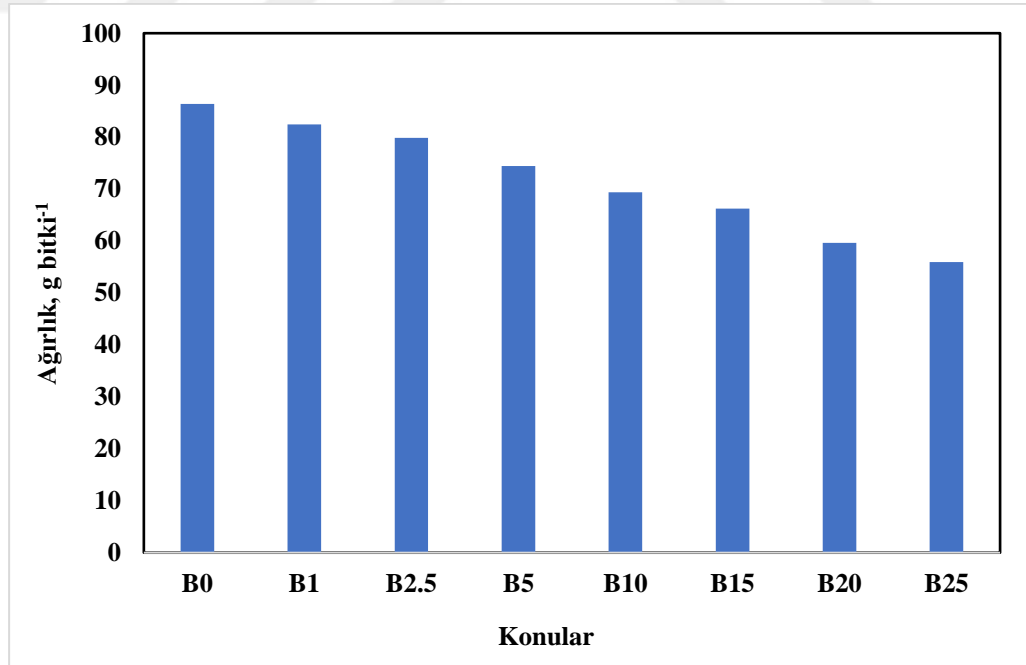
İlk grupta 283 g bitki⁻¹ yaş ağırlığına sahip, 1 ppm bor uygulanan B₁ konusu tek başına yer alırken alınırken, 131 g bitki⁻¹ ile en düşük ortalama bitki yaş ağırlığına sahip B₂₅ konusu son grupta yer almıştır. Kaçar ve Katkat, (1998)'in yaptıkları benzer çalışmada, bor fazlalığında yaşlı yaprakların uç kısımlarında sararmalar ve nekrozların oluştuğunu ve daha sonra bu belirtilerin yaprak kenarlarından başlayıp orta damara doğru ilerleyip yaprakların dökülmesine dolayısı ile yaş ağırlıkta azalmaya neden olduğu bildirmişlerdir.

4.1.3. Borun bitki kuru ağırlığına etkisi

Hasat döneminde ortalama bitki yaş ağırlıkları için alınan bitki örneklerinin yaş ağırlıkları belirlendikten sonra 67 °C etüvde ağırlıkları sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve bu işlem sonucunda kuru ağırlıkları saptanmıştır. Araştırma konularına ait bitki kuru ağırlıkları Çizelge 4.3.'de ve Şekil 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Sabitlenmiş kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Konular	Kuru ağırlık (g bitki ⁻¹)						Ort.
	1 tek.	2 tek.	3 tek.	4 tek.	5 tek.	6 tek.	
B ₀	91.26	84.70	90.84	79.79	80.80	90.83	86.37a
B ₁	97.85	82.65	91.23	74.50	75.25	73.14	82.44ab
B _{2.5}	78.68	81.41	82.48	84.05	78.93	73.52	79.85ab
B ₅	74.69	75.12	62.17	84.05	73.61	77.02	74.44abc
B ₁₀	63.17	62.45	79.20	62.81	71.65	76.99	69.38bcd
B ₁₅	70.90	73.78	68.04	51.51	69.70	63.39	66.22cde
B ₂₀	60.44	71.88	64.22	51.09	55.45	54.57	59.61de
B ₂₅	61.16	50.33	69.72	51.59	47.22	55.79	55.97e



Şekil 4.3. Araştırma konularının bitki kuru ağırlıkları

Bitki yaş ağırlıklarında olduğu gibi, sulama suyundaki bor düzeyinin artışına bağlı olarak bitki kuru ağırlıkları da azalmalar gerçekleşmiştir. En yüksek kuru ağırlık şahit konudan elde edilirken, bordaki artışa bağlı olarak bitkilerin ağırlıkları düşüş göstermiştir. Yapılan varyans analizi konular arasında %1 önem seviyesinde farklılıkların olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Kuru madde değerlerinin çizelgede belirtmiştir

V.K	S.D	K.T	K.O	F	Tablodan F değeri	
					%5	%1
Konu	7	5 000.46	714.35	14.09**	2.22	3.06
Blok	5	441.65	88.33	1.74		
Hatta	35	1 774.81	50.71			
Genel	47	7 216.91				

** : %1'e göre önemli * : %5'e göre önemli, ö.d: önemli değil

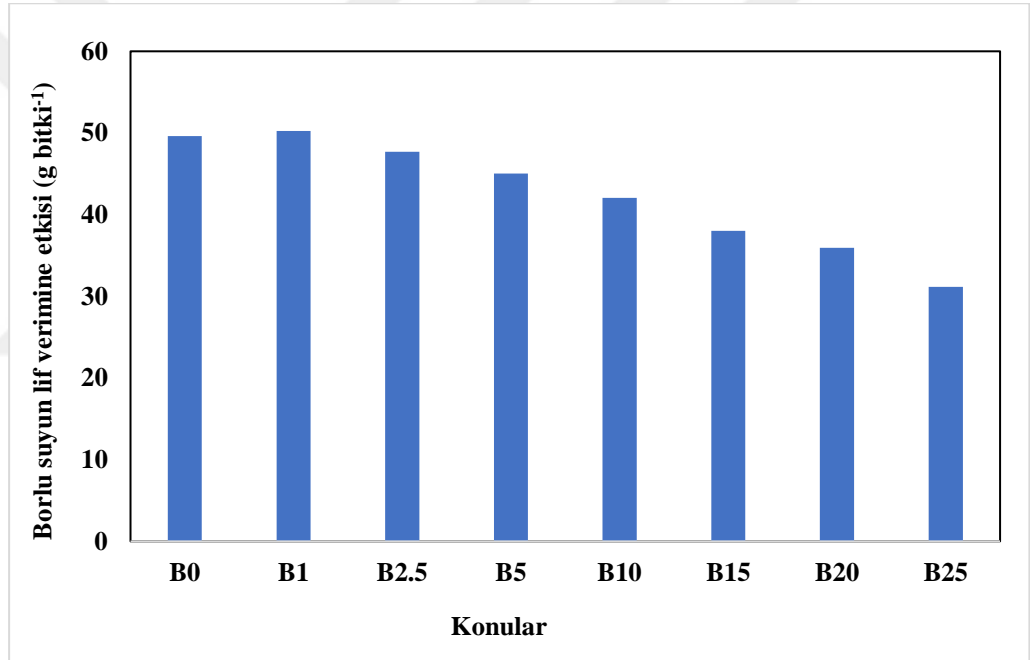
Konular arasındaki farklılıkların önemli çıkması nedeniyle bitki kuru ağırlıkları Tukey testi kullanılarak gruplanmıştır. Tukey testi sonucu, en yüksek kuru ağırlığın elde edildiği kontrol konusu (B₀) konusu ilk grupta yer alırken B_{1.0} ve B_{2.5} konuları ikinci grupta yer almışlardır. Ortalama bitki kuru ağırlık sonuçlarına göre, bitki kuru ağırlıkları ile konulara uygulanan bor miktarı arasında negatif ilişki olduğu ve sulama suyundaki bor konsantrasyonunun artışı halinde bitki kuru ağırlıklarında azalmaların olduğu tespit edilmiştir. Brennan and Adcock (2004), tarafından yapılan benzer bir çalışmada, arpa bitkisine uygulanan bor miktarının artışı durumunda borun toksik etkisi sonucu bitki kuru ağırlıklarında %10 seviyesinde azalmaların gerçekleştiği bildirilmiştir.

4.1.4. Borlu sulama suyunun pamuk lif verimine etkisi

Deneme konularının lif verimlerini belirlemek amacıyla toplanan kütlü pamuklar çırçır makinasından geçirildikten sonra konulara dair ortalama lif ağırlıkları belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5. ve Şekil 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Konulara ait lif ağırlıklarının ortalaması

Konular	Lif ağırlığı (g bitki ⁻¹)						Ort.
	1 tek.	2 tek.	3 tek.	4 tek.	5 tek.	6 tek.	
B ₀	58.63	43.12	48.92	50.17	42.46	54.52	49.64a
B ₁	51.18	53.71	49.10	44.06	48.16	55.03	50.21a
B _{2.5}	42.34	45.45	52.00	50.86	44.98	50.62	47.71ab
B ₅	42.93	48.33	46.93	41.21	46.86	44.06	45.05abc
B ₁₀	40.39	36.19	43.93	46.32	42.98	42.58	42.07bcd
B ₁₅	41.61	39.36	35.38	36.61	41.28	33.95	38.03cde
B ₂₀	36.60	33.41	37.75	35.78	36.60	35.55	35.95de
B ₂₅	30.81	27.61	37.14	32.04	24.80	34.56	31.16e



Şekil 4.4. Borlu sulama suyunun lif verimine etkisi

En yüksek lif verimi B₁ konusundan elde edilmiştir. Bu sonuç borun bitki besin elementi olarak önemini göstermektedir. 1 ppm bor konsantrasyonundan itibaren bordaki artışa bağlı olarak lif verimlerinde azalış meydana gelmiştir. En düşük lif verimi doğal olarak B₂₅ konusundan elde edilmiştir. Elde edilen lif verimleri varyans analizine tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Konulara ait pamuk bitkisinin ortalama lif veriminin varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F	Tablodan F değeri	
					%5	%1
Konu	7	2 013.85	287.69	18.44**	2.22	3.06
Blok	5	72.08	14.42	0.92		
Hatta	35	545.92	15.60			
Genel	47	2 631.84				

** : %1'e göre önemli * : %5'e göre önemli ö.d: önemli değil

Çizelge 4.6.'da verilen ortalama lif veriminin varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında %1 önem seviyesinde farklılık olduğu saptanmıştır. Konular arasında istatistiki fark çıkmasından dolayı yapılan Tukey çoklu karşılaştırma sonucu ile lif verimleri gruplandırılmış ve gruplar Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre konular yedi ayrı grupta yer almışlardır. B₀ ve B₁ konuları ilk grupta yer alırken diğer konular ise bor uygulamalarına bağlı olarak sırasıyla ayrı ayrı gruplarda yer almışlardır.

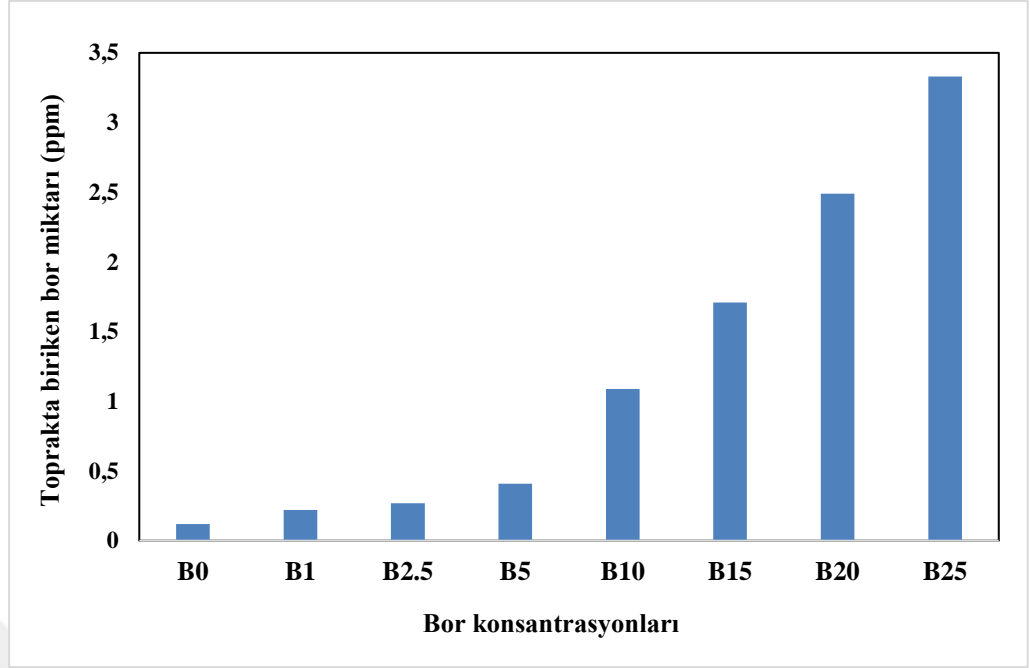
4.2. Toprak ve bitkide bor birikimi

4.2.1. Toprakta biriken bor miktarı

Bitkiler hasat edildikten sonra saksılardan toprak örnekleri alınarak bor analizleri yapılmıştır. Araştırmada kullanılan saksıların mevsim sonu bor içerikleri Çizelge 4.7.'de ve Şekil 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.7. Araştırma topraklarına ait bor içerikleri

Konular	Bor içeriği (ppm)						Ort.
	1 tek.	2 tek.	3 tek.	4 tek.	5 tek.	6 tek.	
B ₀	0.17	0.10	0.09	0.08	0.15	0.14	0.12f
B ₁	0.24	0.16	0.19	0.21	0.25	0.28	0.22f
B _{2.5}	0.27	0.23	0.30	0.27	0.29	0.26	0.27ef
B ₅	0.37	0.45	0.49	0.44	0.36	0.34	0.41e
B ₁₀	0.94	1.02	1.17	1.26	0.98	1.15	1.09d
B ₁₅	1.69	1.62	1.81	1.80	1.70	1.61	1.71c
B ₂₀	2.47	2.21	2.63	2.50	2.56	2.55	2.49b
B ₂₅	3.16	3.28	3.33	3.47	3.52	3.21	3.33a



Şekil 4.5. Toprakta biriken bor miktarının konulara göre dağılımı

Çizelge 4.7.'de verilen sulama suyundaki bor konsantrasyonunun artışına paralel olarak toprakta biriken bor miktarının da arttığı gözlemlenmiştir. Toprakta en az biriken bor miktarı bor uygulamasının yapılmadığı kontrol konusunda (B₀) 0.12 ppm olarak gerçekleşmiş, topraklardaki en yüksek bor miktarı ise bor uygulamasının 25 ppm olduğu B₂₅ konusunda 3.33 ppm olarak elde edilmiştir. Toprakların sezon sonundaki bor içerikleri varyans analizi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Toprakta biriken bor miktarının varyans analiz sonuçları

V.K	S.D	K.T	K.O	F	Tablodan F değeri	
					%5	%1
Konu	7	60.3879	8.6268	1138.37**	2.22	3.06
Blok	5	0.0951	0.0190	2.51		
Hatta	35	0.2652	0.0076			
Genel	47	60.7483				

** : %1'e göre önemli, * : %5'e göre önemli, ö.d: önemli değil

Çizelge 4.8.'e göre sulama suyundaki bor içerikleri ile topraklarda biriken bor miktarı arasındaki ilişki %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. Topraklarda biriken bor içeriğinin konular arasında önemli çıkmasından dolayı sonuçlar Tukey testi ile çoklu karşılaştırma işlemine tabii tutulmuştur. Test sonucunda konular yedi ayrı grupta yer almışlardır. En yüksek konsantrasyonda bor içeren B₂₅ konusu ilk grupta yer almış, en az bor uygulanan B₀ ve B₁ konuları ise son grupta yer almışlardır.

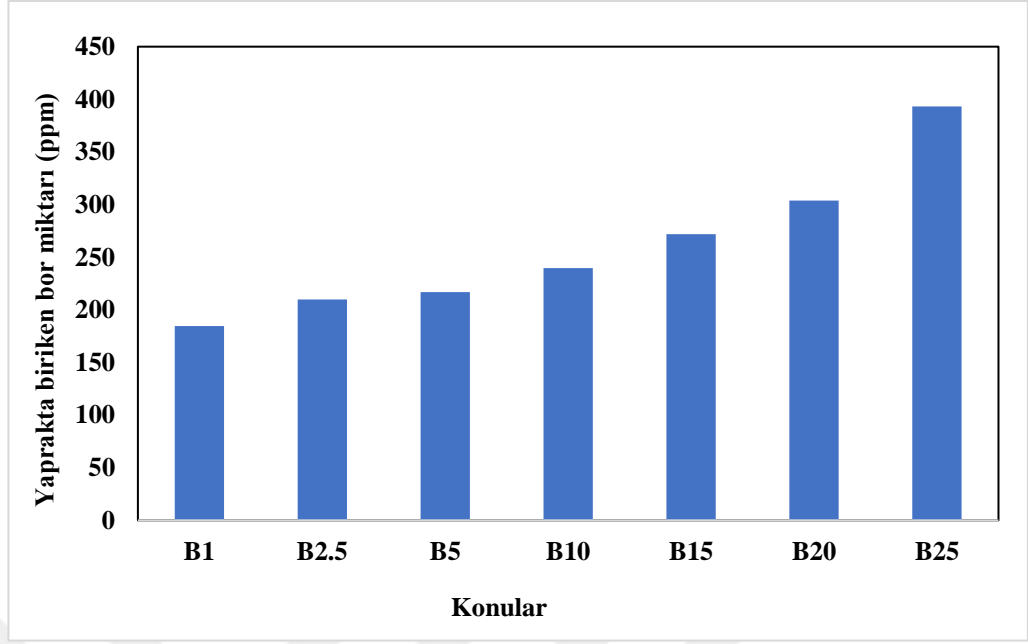
Güngör ve Erözel, (1994)'inde ifade ettiği gibi sulama suyundaki bor toprakta bor birikmesine neden olmaktadır. Araştırmacılar borlu toprakların iyileştirilmesinde tuzlu ve tuzlu-sodyumlu topraklarda olduğu gibi yıkama suyu ilkelerinin yapılması gerektiğini, yıkama yapılarak topraktaki bor konsantrasyonu bitkilerin zarar görmeyeceği normal seviyeye getirilebileceğini bildirmişlerdir.

4.2.2. Yapraklarda biriken bor miktarı

Hasattan sonra yaprak örnekleri alınarak bor içerikleri saptanmıştır. Yaprak bor içeriklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.9. ve Şekil 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Yapraklarda biriken bor miktarı

Konular	Yapraklarda biriken bor miktarı (ppm)						Ort.
	1 tek.	2 tek.	3 tek.	4 tek.	5 tek.	6 tek.	
B ₀	186.9	178.7	183.4	190.6	165	176.3	180.2g
B ₁	175.6	192.7	191.6	180.3	201.6	166.5	184.7fg
B _{2.5}	195.1	206.8	217.3	206.7	220.3	212.4	209.8ef
B ₅	213.0	218.9	221.2	216.6	216.8	214.3	216.8de
B ₁₀	242.2	239.8	253.0	244	223.	236.1	239.7d
B ₁₅	266.4	275.8	252.4	269.7	295.6	272.1	272c
B ₂₀	289.6	291.2	300.6	298.3	319.6	322.6	303.7b
B ₂₅	436.2	394.4	358.8	417.3	385.4	366.7	393.1a



Şekil 4.6. Yaprakta biriken bor miktarı

Analiz sonuçlarına göre konulara uygulanan bor konsantrasyonunun artışına bağlı olarak yapraklardaki bor miktarında da artış meydana gelmiştir. Yapraklardaki ortalama bor miktarı bor uygulamasının yapılmadığı kontrol konusunda B₀ 180.2 ppm olarak elde edilirken, en yüksek ortalama bor miktarı ise 393.1 ppm ile bor uygulamasının 25 ppm uygulandığı B₂₅ konusundan elde edilmiştir. Yaprak bor içerikleri varyans analizi ile değerlendirilmiş ve analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yapraklarda biriken bor miktarının varyans analizi

V.K	S.D	K.T	K.O	F	Tablodan F değeri	
					%5	%1
Konu	7	214 912	30 700	131.02**	2.22	3.06
Blok	5	361	72	0.31		
Hatta	35	8 201	234			
Genel	47	223 464				

** : % 1'e göre önemli * : % 5'e göre önemli ö.d: önemli değil

Çizelge 4.10.'a göre yapraklardaki bor miktarı, konular arasında %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. Konular arasında önemlilik olmasından dolayı yapraklardaki bor içeriklerinin sonuçları Tukey testi ile çoklu karşılaştırma işlemine tabii tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, uygulanan bor miktarına bağlı olarak yapraklardaki bor miktarlarında da paralel olarak artış görülmüştür. En düşük yapraktaki bor içeriği bor uygulamasının yapılmadığı kontrol konusundan (B₀) elde edilmiş, yapraklardaki bor miktarı artışları B₁ konusundan başlayarak B₂₅ konusuna kadar doğrusal olarak artış göstermiştir (Şekil 4.6.). Keles ve ark (2004)'nın Nazilli'de yaptıkları bir araştırmada sulama suyundaki bor içeriğinin artmasıyla ağaçların yapraklarında bor içeriğinin de arttığını belirtmişlerdir. 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 ifade edilmiştir.

4.2.3. Borun lif kalitesine etkisi

Araştırma sonucunda deneme konularında elde edilen lifler 6 tekerrür birleştirilerek analizi yapılmıştır. Çünkü tek bitkideki elde edilen numune miktarı analize yetmemektedir. Elde edilen analiz pamuk kalitesine ilişkin analiz sonuçları Çizelgede 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Pamuk kalitesine ilişkin lif analiz sonuçları

Konular	Lif inceliği(micronair)	Lif uzunluğu(mm)	Lif mukavemeti (g tex ⁻¹)
Kontrol	3.51	30.51	34.8
B ₁	3.63	29.68	32.5
B _{2.5}	4.22	30.05	37.4
B ₅	3.46	29	33.5
B ₁₀	3.82	28.35	30.6
B ₁₅	4.2	29.65	35
B ₂₀	4.61	28.28	33.6
B ₂₅	4.1	28.13	35.6

Bor miktarı artıkça liflerde kısıalma meydana gelmektedir ancak bor miktarının artışıyla lif kalınlaşması meydana gelmiştir. Lif mukavemetinde ise herhangi bir farklılık gözlenmemiştir



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu araştırma, farklı düzeyde bor miktarı içeren sulama sularının pamuk bitkisinin verim, verim bileşenleri ve kalitesinin üzerine etkisini incelemek için yürütülmüştür. Çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünün AR-GE alanında bulunan serada saksı deneme olarak sürdürülmüştür. Deneme parsellerinde bulunan 30 litrelik saksılara 5 mm elekten geçirilmiş ova toprakları doldurulmuştur. Pamuk çeşidi olarak ovada yaygın olarak tercih edilen Stoneville-468 çeşidi kullanılmıştır. Araştırmadaki konular biri bor uygulamasının yapılmadığı kontrol konusu olup toplamda 7 bor konusu (B₀, B₁, B_{2.5}, B₅, B₁₀, B₁₅, B₂₀, B₂₅) şeklinde yürütülmüş olup tesadüf parseller deneme desenine göre 6 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Denemede tüm konulara pamuk yetiştirme sezonu boyunca toplamda 37 kez sulama yapılmış ve sulama sezonu boyunca bitki boylarının zamansal değişimleri takip edilmiştir. Bitkilerde toksik etkisinin bor uygulamasının 5 ppm ve üzeri konularda olduğu ve en fazla toksik etkisinin ise bor uygulamasının en fazla uygulandığı (B₂₅) gerçekleştiği saptanmıştır. Toksik etkisinin olduğu konulardaki bitkilerde boğum arası kısalması, yaprak, çiçek ve tarak dökülmelerinin olduğu tespit edilmiştir. Hasat zamanında toprak seviyesinden hasat edilen bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları saptanmış olup bitki yaş ağırlığı en yüksek B₁ konusunda 283 g bitki⁻¹, en düşük ise 131 g bitki⁻¹ elde edilmiş ve en yüksek bitki kuru ağırlıkları 86.37 g bitki⁻¹ B₀ konusunda elde edilirken en düşük bitki kuru ağırlığı ise B₂₅ konusunda 55.97 g bitki⁻¹ olarak elde edilmiştir. Borun toksik etkisinin bitki yaş ve kuru ağırlığı üzerinde etkisinin olduğu görüle bilinmektedir. Pamuk bitkisinin en yüksek verimi B₁ konusunda 50.21 g bitki⁻¹ elde edilmiş, en düşük verim ise B₂₅ konusunda 31.16 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, bor uygulamasının fazla yapıldığı konularda lif veriminde azalmaların olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bitki ve toprakta yapılan analizde sulama suyundaki bor miktarı arttıkça hem bitkide hem de toprakta bor birikiminin olduğu B₂₅ konuda toprakta 3.33 ppm yaprakta ise 393.1 ppm bor birikimi saptanmıştır.

5.2. Öneriler

Sulama sularındaki borun belli bir düzeyine kadar pamuk yetiştiriciliği yapılabilir. Ancak borun bakiye etkisini önlemek için üretim sezonu sonunda toprakta yıkama yapılmalıdır. Düşük miktarda bor içeren topraklarda pamuk bitkisinin verimini ve kalitesini artırmak için sulama suyu ile 1 ppm bor verilmelidir.



KAYNAKLAR

- AKÇAM, O. E. ve DEMİRAY, H., 2004. Bor Elementinin Sambro Ayçiçeği (*Helianthus Annuus L.*) Çeşidinin Büyümesi Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 41: 181-190.
- AKTAŞ, M., 1991. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, 344s.
- ANONİM, 2018. Meteoroloji İl Müdürlüğü, Şanlıurfa. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- AYYILDIZ, M., 1992. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 344s.
- BANUELOS, G. S., 2002. Irrigation of Broccoli and Canola With Boron and Selenium Laden Effluent. *Journal of Environmental Quality*, 31: 1802-1808.
- BANUELOS, G. S., SHARMARSAKAR, S., CONE, D., and STUHR, G., 2003. Vegetative Approach For Improving The Quality Of Water Produced From Soils In The Westside Of Central California. *Plant and Soil*, 249:229-236.
- BENNETT, O.L. and MATHIAS, E. L., 1973. Growth and Chemical Composition Of Crown Vetch As Affected By Lime, Boron, Soil Source and Temperature Regime. *Agronomy Journal*, 65: 587-593.
- BÖREKÇİ, M., 1986. Borla Kirlenen Simav Çayının Sulamada Kullanılmasının Toprakta Oluşabilecek Bor Birikmesine Etkilen TGAE Müdürlüğü Yayını. Genel Yayın No:113, R. Sen No:51, Ankara.
- BRENNAN, R.F. and ADCOCK, K. G., 2004. Incidence Of Boron Toxicity İn Spring Barley İn Southwestern Australia. *Journal Of Plant Nutrition*, 27 (3):411-425.
- ÇAKMAK, İ., and RÖMHELD, V., 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil* 193: 71–83.
- CÖMERT, A., 2017. Farklı Toprak Bünyelerinde Sulama Suyu Bor Düzeylerinin Fasulye Bitkisi Verimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68s.
- ÇELİK, A., 2007. Borlu Sulama Sularının Biber Bitkisinin (*Capsicum annuum L.*) Verim ve Kalitesine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 55s.
- DEMİRALAY, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, Yayın no: 143, 32s.
- DEMİRBAŞ, P., ORHUN, Ö., 2008. Determination and assessment of boron content with spectrophotometric analysis method in terms of water quality in North Aegean, Gediz and Küçük Menderes River Basin, between 2003–2007 years (in Turkish). 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, Havza Kirliliği Konferansı, 26-27 Haziran 2008, İzmir, p. 47-57.
- DYAR J. and WEBB, K. L., 1961. A Relationship Between Boron and Suxin in C¹⁴ Translocation İn Bean Plants. Department of Botany and Plant Pathology, Ohio State University, 36: 672-676.
- EATON, F. M., 1944. Deficiency, Toxicity and Accumulation of Boron İn Plants. *Journal of Agricultural Research*, 69: 237-277.
- GUPTA, U. C., 1979. Boron Nutrition of Crops. *Advances Agronomy*, 31: 273-307.

- GÜNGÖR, Y. ve ERÖZEL, A. Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, 232s.
- HAKKOYMAZ, O., 2005. Konya Ekolojik Şartlarında Yazlık Mercimek Çeşitlerinin Adaptasyonu ve Bor Toksisitesine Tepkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 61s.
- HAREM, E., 2010. Türkiye’de Tescil Edilen Pamuk Çeşitleri (İkinci Baskı) Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Yayın No: 165. Şanlıurfa.
- KACAR, B. ve KATKAT, A. V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Vipaş Yayınları, Bursa, 441s.
- KELES, Y., ÖNCEL, I., and YENİCE, N., 2004. Relationship Between Boron Content and Antioxidant Compounds İn Citrus Leaves Taken From Fields With Different Water Source. *Plant and Soil*, 155: 301-304.
- KIZILGÖZ, İ., 2009. Karacadağ Yöresindeki Bazaltik Toprakların Arpa Bitkilerinin Bor Kapsamları Üzerine Etkileri. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13: 15-20.
- MCINNES, C.B. and ALBERT, L.S., 1969. Effect of Light Intensity and Plant Size On Rate of Development of Early Boran Deficiency Symtoms İn Tomato Root Tips. *Plant Physiol.* 44: 965-976.
- ODABAŞ, M. S. ve 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.
- OERTLİ, J.J. and KOHL, H.C., 1961. Some Considerations About The Tolerance of Various Plant Species To Excessive Supplies of Boron, *Soil Science*, 92: 243-247.
- ÖZKARA, M. M., 1991. Sulama Suyundaki Bor Düzeylerinin Lizimetre Koşullarında, Toprakta Bor Birikimi ile Ayçiçeği, Fasulye ve Çeltiğin Gelişmelerine Etkileri. *Menemen Araş. Enst. Müd. Yay, Genel Yajan No: 185, Rap. Serisi No: 122, Menemen.*
- RASHIDI, M., and GHOLAMI, M., 2011. Nitrogen and Boron Effects on Yield and Quality of Cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 1: 118-125.
- RASHİD, A. and RAFİQUE, E., 2005. Internal Boron Requirement Of Young Sunflower Plants: Proposed Diagnostic Criteria. *Communication İn Soil Science and Plant Analysis*, 36: 2113-2119.
- RİCHARDS, S. D., 1954. *Diagnosis and Improvement Of Saline and Alkali Soils*, USDA, Handbook, 60: 22-26.
- SHERRELL, C. G., and TOXOPEUS, M. R., 1978. Effect of Boron Application On Yield and Boron Concentration of Lucerne (*Medicago Sativa L.*) Grown On Yellow-Brown Pumice Soils. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 6: 145-150.
- SHOUSE, P.J., GOLDBERG, S., SKAGGS, T.H., SOPPE, R.W.O. and AYARS, J. E., 2006. Effects of Shallow Grounwater Management on The Spatial and Temporal Variability of Boron and Salinity İn An Irrigated Field. *Vadose Zone Journal*, 5: 377-390.
- SOTİROPOULOS, T. E., THERİOS, N. and DİMASSİ, 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: 1239-1248.
- TANER, S., SADE, B., KAYA, Y., ÇERİ, S. ve GEZGİN, S., 2003. Bor Miktarı Yüksek Topraklarda Yetiştirilen Makarnalık Buğday Çeşitlerine Uygulanan Borun Verim ve Bazı Verim Ögelerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitü Dergisi, 12: 10-21.
- TORUN, B., KALAYCI, M., ÖZTÜRK, L., TORUN, A., AYDIN, M. and 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: 1735-1747.
- TÜZÜNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını, 11-12s.
- UYGAN, D. ve ÇETİN, Ö., 2004. Bor'un Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Su Toplama Havzası, II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül, Eskişehir, 527-540.
- ÜLGEN, N. ve ATEŞALP, M., 1972. Toprakta Organik Madde Tayini. Köyişleri Bakanlığı. Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını, Yayın No:21, 21-23s.
- ÜNLÜ, M.İ., BİLEN, M. ve GÜRÜ, M., 2011. Kütahya-Emet Bölgesi Yeraltı Sularında Bor ve Arsenik Kirliliğinin Araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 6: 753-760.
- YILDIRIM, 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, Genel Yayın No:166, Rapor Yayın No: 125, Eskişehir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İbrahim Halil ÇEVİK
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Suruç/21.06.1990
Telefon :0544 494 53 71
E-mail :myibrahim_63@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı,	İlçe,	İl,	Bitirme Yılı
Lise	: Suruç Lisesi	Şanlıurfa/Suruç		2006
Üniversite	: Harran Üniversitesi Birecik Meslek Yüksek Okulu	Elektrik Bölümü		2011
Üniversite	: Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi			2016
Yüksek Lisans	:Harran Üniversitesi Fen Bilimler Esntitüsü	Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı		2019

İŞ DENEYİMLERİ

YABANCI DİLLER

İngilizce