



## Effect of different boron levels in irrigation water on the development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Sulama suyundaki farklı bor düzeylerinin pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) gelişimine etkisi

İbrahim Halil ÇEVİK<sup>1</sup> , Ali Fuat TARI<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Harran University, Department of Agriculture Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture Şanlıurfa, TURKEY.

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

#### Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

#### Keywords:

Boron, cotton, yield, quality, growth.

Corresponding author: Ali Fuat TARI

✉: [aftari@hotmail.com](mailto:aftari@hotmail.com)

### Ö Z E T / A B S T R A C T

**Aims:** 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 the cotton plant, which is a plant with boron resistance.

**Methods and Results:** In this study, 8 different experimental subjects (0, 1, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25 ppm) with six replications were investigated. The experiment was carried out in a randomized plot design and six replications. Plant growth was monitored during the trial and the effect of boron on plant height, fresh weight, dry weight, fiber quality, boron accumulation in the leaf and soil was determined. It was determined that the little amount of boron application increased the yield. The content of boron in the irrigation water significantly influenced the length, wet and dry weight and fiber yield of cotton. In the study, plant height, fresh weights and dry weights ranged from 51.5 cm to 63.0 cm, 131 g to 283 g and 55.97 g to 86.37 grams, respectively.

**Conclusions:** The increase in boron content of irrigation water caused boron accumulation in plant and soil. Consequently, the development and yield of the plant has affected negatively.

**Significance and Impact of the Study:** In addition to insufficient water resources, the increase in demand for water necessitates the use of some marginal waters in agriculture. The results of this study show that boron waters can be used as irrigation water when applied according to the research results.

**Atıf / Citation:** Çevik İH, Tari AF (2019) Effect of different boron levels in irrigation water on the development of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24 (Özel Sayı) :16-23

## GİRİŞ

Günümüzde hızla artan dünya nüfusunun besin gereksinimini yeterli düzeyde karşılamak her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Dünyanın birçok yerinde ve ülkemizde tarım alanların sınırlı ve doğal kaynakların kıt olmasından dolayı, besin ihtiyaçlarına olan talebin karşılanması, ancak birim alandan ve birim sudan fazla verim alınması ile mümkündür. Tarımsal üretimimizin en büyük sorunlarından biri su kaynaklarımızın yetersiz olmasıdır. Yetersiz oluşunun yanında çeşitli nedenlerle

hızla kirlenen su kaynaklarımız bu sorunu daha da artırmaktadır. Bu nedenle azalan iyi su kaynaklarına alternatif olarak düşük kalitedeki suların sulamada kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Düşük kaliteli sulama sularında tuz, sodyum veya bor elementinin yüksek miktarlarda bulunması muhtemeldir (Cömert ve Kale Çelik, 2017).

Bor, bitkilerin büyüme ve gelişmelerini düzenleyen, fizyolojik olaylarda etkin bir spekturuma sahip, gerekli bir mikro besin elementidir. Genelde yeryüzündeki topraklarda, daha çok eksikliği öne çıkmakta ve bu

nedenle yapılan araştırmaların çoğu bor noksanlığı üzerine yoğunlaşmaktadır. Buna karşın, dünyanın en zengin bor yataklarına sahip olan ülkemizin bazı bölgelerinde toprakta, bor fazlalığı ve yetişen bitkilerde bundan kaynaklanan bor toksitesi görülmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, toprak veya suda bulunan fazla bor, tarımsal üretimi yapılan bitkilere, toksik etkisi bakımından büyük bir sorun haline gelmiştir. Bor kirliliği, farklı şekillerde bor kullanan sanayi atıklarının göl, nehir ve akarsulara deşarjı veya bor açısından yaygın termal sularla sulama veya bu suların nehir ve ırmaklara deşarjı sonucu ortaya çıkmaktadır (Gupta ve ark., 1985).

Borun bitkiler için temel oluşunun dışında, kendine özgü olarak, optimum ve toksik seviyeleri arasındaki aralığın dar oluşu, bu elementi tarımsal açıdan önemli ve çalışılması zor bir parametre haline getirmektedir (Blevins ve Lukaszewski, 1994). Bitki türleri arasında olduğu gibi, aynı türün çeşitleri arasında da bora duyarlılıkta büyük farklılıkların olduğu ve bu farklılıkların nedeninin de bitkilerin bor toksitesinden fizyolojik olarak farklı düzeylerde etkilenişinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Paull ve ark., 1988). Yapılan deneme sonuçlarına göre, sulama suyundaki bor konsantrasyonunun 1 ppm'lik değerlerinde, bora duyarlı bitkilerde zararlar oluştuğu, 10 ppm'lik değerlerinde ise bora dayanıklı bitkilerin bile zarar gördüğü saptanmıştır (Güngör ve Erözel, 1994).

Güneydoğu Anadolu Projesinin (GAP) en önemli unsurlarından olan Harran ve Suruç Ovaları sulu tarımın yoğun olarak yapıldığı ovalardır. Söz konusu ovalarda yaygın olarak pamuk yetiştirilmektedir. Pamuk, tekstil sanayi başta olmak üzere birçok farklı sanayi kollarında

kullanılabildiğinden hem ekonomik hem de sosyal açıdan birçok ülke ekonomisi için stratejik bir üründür. Ülkemiz için de oldukça stratejik öneme sahip olan pamuk üretimi, en fazla bu bölgede yetiştirilmektedir. Ancak bilinçsiz yapılan sulamalar nedeniyle önemli miktarda su kayıpları meydana gelmektedir. Memba tarafında meydana gelen su kayıpları drenaj kanalları ile ovaların mansap tarafına ulaşmakta, farklı kirleticilerle kirlenen bu drenaj suları çiftçiler tarafından tekrar pamuk sulamalarında kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, farklı düzeyde bor içeren sulama sularının 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.

## MATERYAL ve YÖNTEM

**Araştırma yeri:** Araştırma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi AR-GE çalışma alanında yürütülmüştür. Araştırma yerinin deniz seviyesinden yüksekliği 480 m olup 36° 42' kuzey enlemi 38° 58' doğu boylamında yer almaktadır (Şekil 1).

**İklim 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. Denemenin yürütüldüğü 2017 Mayıs–Eylül döneminde uzun yıllar ortalamasının altında yağış (7.2 mm) düşmüştür. Aynı dönemin sıcaklık ortalaması ise 27.7 C ile uzun yıllar ortalamasına yakın olmuştur.



Şekil 1. Araştırma yerinin konumu

**Toprak özellikleri:** Araştırmada kullanılan toprak, deneme alanındaki toprakların 0-20 cm derinliğindeki üst katmanından alınmıştır. Alınan toprak materyali, içerisinde yer alan taş, çakıl ve bitki atıklarından arındırılmıştır. Denemede kullanılacak toprağı homojen hava kuru nem seviyesine getirmek amacıyla zaman zaman karıştırılmıştır.

Denemede toprağı homojen hava kuru nem seviyesine ulaştıktan sonra 5 mm'lik elekten geçirilmiş ardından 20 litrelik saksılara eşit şekilde doldurulmuştur. Aynı zamanda araştırmada kullanılacak topraktan örnekler alınarak Çizelge 1'de deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırma toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

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

**Sulama suyunun özellikleri:** Araştırmada kullanılan sulama suyu Fırat Nehri'nin suyunu Ceylanpınar Ovası'na ileten Mardin Ana Kanalı'ndan alınmıştır. Kullanılan sulama suyu bor içermemekte olup bazı kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Denemede bor seviyelerinin hazırlanması için borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) çözeltisi kullanılmıştır. Borik asitten 100 ppm'lik stok çözelti hazırlandıktan sonra kanal suyu ile seyreltmeler yapılarak farklı konsantrasyonlarda çözeltiler oluşturulmuştur.

Çizelge 2. Sulama suyunun kimyasal özellikleri

EC dS m <sup>-1</sup>	Katyonlar (me l <sup>-1</sup> )				Anyonlar (me l <sup>-1</sup> )				pH	Bor ppm
	Ca-Mg	K	Na	Toplam	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Toplam		
0.354	3.2	0.02	0.08	3.3	1.9	1.1	0.3	3.3	7.45	0

**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. 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 (Harem, 2010).

Ziraat Fakültesi AR-GE çalışma alanında yürütülen bu araştırmada, arazi işlemlerine 25 Nisan 2017'de başlanmış ve 27 Ekim 2017'de yapılan hasat ile arazi çalışmaları tamamlanmıştır.

**Deneme saksılarının hazırlanması:** Araştırmada kullanılan toprak materyalleri homojen nem seviyesine getirildikten sonra 5 mm'lik elekten geçirilmiştir. Ardından saksı başına 2 gram DAP gübresi düşecek şekilde DAP gübresi karıştırılarak saksılara eşit miktarda toprak (21.8 kg) doldurulmuştur. Araştırma süresi boyunca, uygulanan sulama sularının drene olabilmesi amacıyla saksıların alt bölgelerine 4-5 mm çapında delikler açılmış, her bir saksının altına drene edilen suyun toplanması için saksı altlıkları yerleştirilmiştir. Ardından

tüm saksılar sulama suyu uygulanarak doyurulmuştur. Saksıların tarla kapasitesindeki ağırlıklarını belirlemek için doyurulmuş saksılardan beşinin üstü naylon ile kapatılarak buharlaşmanın önüne geçilmiş, saksıların altında yer alan deliklerden su akışı takip edilmiştir. Saksılardan su akışının kesilmesi ile saksılar tartılmış ve böylece saksıların tarla kapasitesindeki ağırlıkları 26 kg olarak belirlenmiştir.

Daha sonra saksı topraklarının tava gelmesi ile her saksıya 3 adet pamuk tohumu ekilmiştir. Bitki çıkışları tamamlanıp bitki boylarının 5-7 cm ulaşmasıyla seyreltme yapılmış ve her bir saksıda 1 bitki bırakılmıştır. Ekimden hasada kadar saksı ağırlıkları takip edilerek sulama zamanları ve sulama suyu miktarları belirlenmiştir. Bitkiler, çıkıştan belirli bir büyüklüğe gelinceye kadar eşit olarak kanal suyu ile sulanmış daha sonra borlu su uygulamasına geçirilmiştir.

**Deneme konuları:** Tesadüf parselleri deneme deseninde 6 tekerrürlü olarak yürütülen bu araştırmada, biri kontrol olmak üzere sulama suyunda 7 farklı bor konsantrasyonu ele alınmıştır (Çizelge 3). Kontrol konusu bor içermeyen su ile sulanırken, diğer konulara konu gereği olan düzeyde bor içeren sular uygulanmıştır.

Çizelge 3. Deneme konuları

Konular	Bor konsantrasyonları (ppm)
B <sub>0</sub> (kontrol)	0.0
B <sub>1</sub>	1.0
B <sub>2,5</sub>	2.5
B <sub>5</sub>	5.0
B <sub>10</sub>	10.0
B <sub>15</sub>	15.0
B <sub>20</sub>	20.0
B <sub>25</sub>	25.0

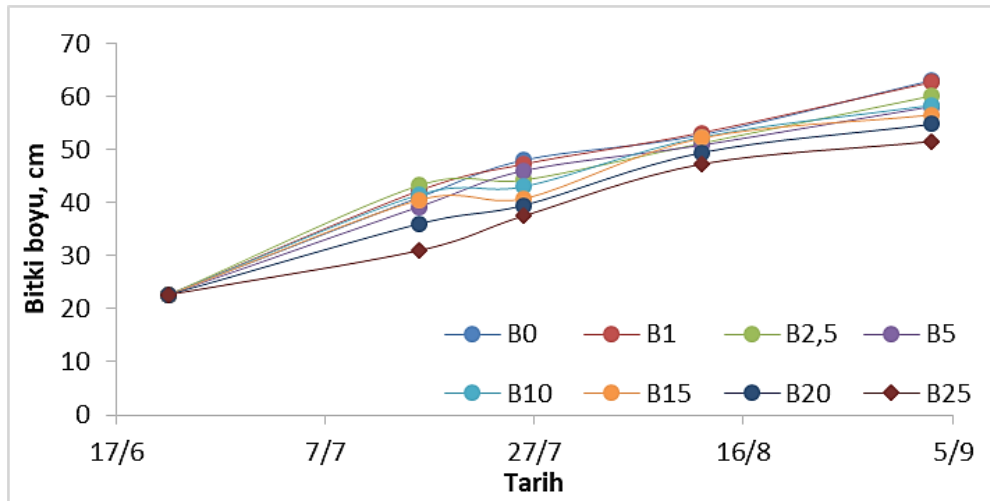
**Analiz ve değerlendirme yöntemleri:** Deneme süresince bitkilerin gelişimi izlenmiş, hasat olgunluğuna gelmeleriyle birlikte bitkiler kök hizasından kesilerek hasat edilmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri konulara göre tartılıp yaş ağırlıkları alınmıştır. Yaş bitkiler üzeri delinen kese kağıtlarına konularak 65 °C sıcaklıktaki fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve daha sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitkilerdeki tüm kozalar toplanarak kalite analizleri yapılmıştır. Toprak ve su örneklerindeki tüm analizler Tüzüner (1990)'da belirtilen esaslara göre bitkide bor tayini ise ICP cihazı ile yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizi için Minitab programı kullanılmıştır. Denemedeki farklılıkların belirlenmesinde de Tukey testinden yararlanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

**Sulama uygulamaları:** Sulama zamanları ve sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde kontrol konusu (B<sub>0</sub>) dikkate alınmıştır. Bu konuya ait deneme saksıların ağırlıkları sezon boyunca takip edilmiş elverişli kapasitenin yaklaşık %50'si tüketildikçe sulama yapılarak eksik nem tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Ancak, ekimden 17 Haziran tarihine kadar olan dönemde çıkışların ve bitki gelişiminin sağlıklı olması için 7 kez konusuz su uygulamaları yapılmıştır. Bu sulamalar bor içermeyen kanal suyu ile yapılmış olup saksı başına toplam 12.0 litre su uygulanmıştır.

Konulu uygulamalara ise 22 Haziran'da başlanmış ve 6 Ekim tarihine kadar devam edilmiştir. Bu dönemde yapılan 30 sulamada, her konuya ait hazırlanan bor çözeltilerinden toplam 93.5 l saksı<sup>-1</sup> sulama suyu uygulanmıştır. Pamuk yetiştirme sezonu boyunca 30'u konulu olmak üzere toplam 37 kez sulama yapılmıştır. Bu sulamalarda her bir saksıya toplamda 105.5 litre su uygulanmıştır.

**Bitki boyu gelişimi:** Araştırmadaki her bir deneme konusundan 3'er bitki seçilmiş ve sezon boyunca seçilen bitkilerin boyları takip edilmiştir. Araştırmada, konulara uygulanan farklı bor çözeltilerinin bitki boy gelişimine etkileri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bitki boylarının gelişimi

Araştırma konularına farklı konsantrasyonda borun verilmesiyle beraber bitki boylarında farklılaşmalar meydana gelmiştir. İlk bor uygulamasının yapılmasıyla beraber bu farklılıklar oluşmaya başlamış olup özellikle 14 Temmuz 2017 tarihinde B<sub>25</sub> konusunda bu farklılıklar bariz olarak ortaya çıkmıştır. En düşük bitki boyu bor uygulamasının 25 ppm yapıldığı B<sub>25</sub> konusunda gerçekleşmiştir. Son sulamanın yapıldığı tarihte bu

konunun ortalama bitki boyu 51.5 cm olarak ölçülmüştür. Aydın'da Kaptan (2013) tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçları da sulama suyundaki yüksek bor konsantrasyonunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini teyit etmektedir.

En yüksek bitki boyu ise bor uygulamasının yapılmadığı kontrol konusundan (B<sub>0</sub>) 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 kısaldığı, sulama suyundaki bor miktarı arttıkça, özellikle 5 ppm'den (B<sub>5</sub>) sonra bitki üzerinde toksit etki olduğu belirlenmiştir. Borun daha az uygulandığı B<sub>1</sub>, B<sub>2.5</sub> ve B<sub>5</sub> konularında vejetatif aksamalarını daha iyi geliştiren bitkilerin olduğu görülmüştür. Diğer bor konularında

bitkilerin boy uzamasından ziyade boğum aralarını kısa tutup daha fazla çiçek ve koza tutumu yaptığı gözlemlenmiştir. Pamuk bitkisinin hasada gelmesi ile saksılarda bulunan bitkiler toprak seviyesinden kesilerek hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkilerde ve saksı toprağında bazı ölçüm ve analizler yapılmış elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Deneme konularına ilişkin bazı tartım ve analiz sonuçları

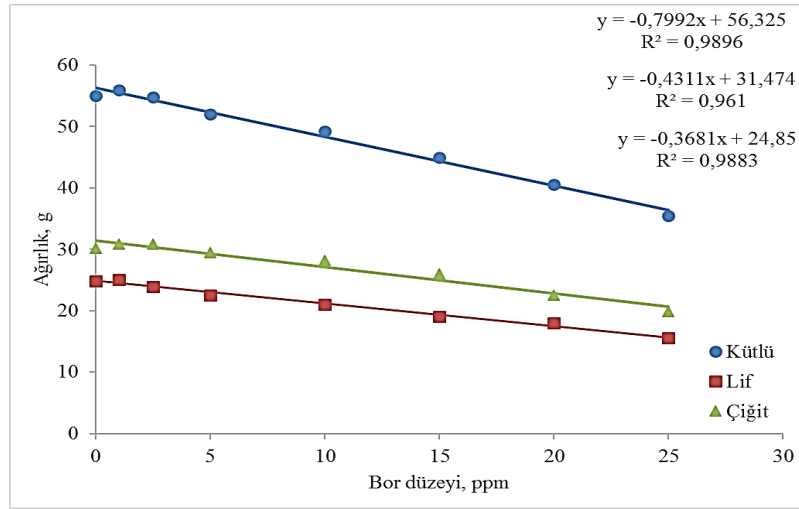
Konular	Yaş ağırlık (g bitki <sup>-1</sup> )	Kuru ağırlık (g bitki <sup>-1</sup> )	Kütlü ağ. (g bitki <sup>-1</sup> )	Lif ağ. (g bitki <sup>-1</sup> )	Çiğit (g bitki <sup>-1</sup> )	Yaprakta Bor (ppm)	Toprakta Bor (ppm)
B <sub>0</sub>	271ab <sup>x</sup>	141.4a	55.0a	24.8a	30.2a	180.2g	0.12f
B <sub>1</sub>	283a	138.4ab	55.9a	25.1a	30.8a	184.7fg	0.22f
B <sub>2.5</sub>	261ab	134.6ab	54.7a	23.9ab	30.9a	209.8ef	0.27ef
B <sub>5</sub>	243bc	126.5bc	52.0ab	22.5abc	29.5a	216.8de	0.41e
B <sub>10</sub>	220c	118.6cd	49.2bc	21.0bcd	28.2ab	239.7d	1.09d
B <sub>15</sub>	186d	111.2de	45.0cd	19.0cde	26.b	272c	1.71c
B <sub>20</sub>	157de	100.1ef	40.5d	18.0de	22.5c	303.7b	2.49b
B <sub>25</sub>	131e	91.4f	35.5e	15.6e	19.9c	393.1a	3.33a
F	62.51**	32.53**	57.30**	18.44**	33.94**	131.02**	1138.4**
CV	7.89	6.54	5.01	9.29	6.34	6.12	7.26

<sup>x</sup>Gruplamalar Tukey testi (0.05) ile yapılmıştır, \*\* p≤0.01

**Bitki yaş ve kuru ağırlığı:** Araştırma konularının ortalama bitki yaş ağırlıkları 131 g ile 283 g arasında değişmiştir. Bor uygulaması ile bitki yaş ağırlığı önce artmış, suda bor konsantrasyonunun artmasıyla yaş ağırlıkta azalmalar meydana gelmiştir. Yapılan varyans analizi sonucu sulama suyundaki bor konsantrasyonunun pamukta biyomasi %1 önem seviyesinde etkilediği saptanmıştır. Borun düşük konsantrasyonu besin elementi olarak biyomasda artış sağlarken 2.5 ppm düzeyinden itibaren toksik etki yaptığı görülmüştür. Konuların biyomas verimleri Tukey testi (0.05) ile karşılaştırılmış olup ilk grupta B<sub>1</sub> konusu yer alırken kontrol konusu onu takip etmiştir. Sulama suyu bor konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak diğer konular alt gruplarda yer almışlardır. Farklı bitkilerle yapılan birçok araştırma da yüksek bor düzeyinin bitki yaş ağırlığını olumsuz etkilediğini bildirmektedir (Güneş ve ark., 2000; Lee, 2006; Sotiropoulos ve ark., 2003; Ardıç, 2006). Sulama suyu bor içerikleri yaş ağırlığa benzer şekilde kuru madde ağırlıklarını da etkilemiştir. Sulama suyunda

bor düzeyinin artmasıyla ters orantılı olarak bitki kuru ağırlıklarında düşüş meydana gelmiştir. 1 ppm bor içeren B<sub>1</sub> uygulaması ile meydana gelen düşüş önemsiz iken sulama suyundaki 2.5 ppm'lik bor yaş ağırlığı olumsuz olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Sudaki bor miktarının artış ile bu olumsuz etki artarak devam etmiştir. 25 ppm bor uygulanan bitkilerin kuru ağırlıkları kontrol konusuna göre %35 düşük olmuştur. Borun bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bazı araştırmalarda benzer sonuçlar bulunmuştur. Örneğin Brennan ve Adcock (2004), arpa bitkisinde yaptıkları araştırmada yüksek bor konsantrasyonunun bitki kuru maddesinde düşüşe neden olduğunu ifade etmişlerdir.

**Kütlü, lif ve çiğit verimi:** Araştırmada sulama suyu bor düzeyi ile kütlü, lif ve çiğit verimleri arasında önemli düzeyde negatif yönde parabolik bir ilişki söz konusudur. Determinasyon katsayısı (R<sup>2</sup>) kütlü, lif ve çiğit verimlerinin her üçü için de 0.99 olarak bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Sulama suyu bor içeriği ile kütlü, lif ve çığit verimi ilişkisi

Deneme konularının kütlü, lif ve çığit verimleri sudaki bor konsantrasyonundan negatif yönde etkilenmeleri varyans analizine tabi tutulmuş, analiz sonuçlarına göre konular arasında %1 önem seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4). 1 ppm bor uygulaması bitki başına kütlü verimini bir miktar artırsa da en az bor içeren 3 konu (B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2.5</sub>) ilk grupta yer almışlardır. Uygulanan bor miktarının artmasıyla kütlü verimleri azalmış B<sub>1</sub> konusunda 55.9 g olan verim B<sub>25</sub> konusunda 35.5 grama kadar düşmüştür. Kaptan (2013)'de pamukta yürüttüğü araştırmada sulama suyundaki yüksek bor içeriğinin kütlü verimini düşürdüğünü bildirmiştir. Sulama suyundaki bor içeriğinin lif ağırlıklarına etkisi kütlü verim sonuçlarına benzerlik göstermiştir. Bitkilere az miktarda (1 ppm) bor uygulaması istatistiki anlamda önemli olmasa da lif verimini artırmıştır. 1 ppm'den fazla bor uygulanan konular uygulanan bor miktarına ters orantılı olarak lif verimleri düşmüştür. Deneme konularının çığit verimleri ise kütlü ve lif veriminden farklı olarak 5 ppm bor düzeyine kadar önemli bir farklılaşma göstermemiştir. Dahası en yüksek çığit verimi B<sub>2.5</sub> konusundan elde edilmiştir. Tukey gruplamasına göre konular 4 ayrı grupta yer alsalar da çığit veriminde belirgin düşüş 15 ppm düzeyinden itibaren başlamıştır.

Toprakta ve bitkide bor: sulama suyunda bulunan farklı bor düzeyleri gerek toprakta gerekse bitki yapraklarında farklı miktarlarda bor birikmelerine neden olmuştur. Bor uygulanmayan B<sub>0</sub> konusunda yaprakların bor içeriği 180.2 ppm bulunurken, uygulanan bor düzeyi arttıkça yapraklarda da bor içeriği artış göstermiş ve B<sub>25</sub> konusunda 393.1 ppm düzeyine ulaşmıştır. Yaprak bor içerikleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde konular arasında %1 önem seviyesinde farklılık bulunmuş, bunun üzerine yapılan Tukey testi sonucu denemede ele alınan 8 konunun ayrı gruplarda yer almıştır. Toprakta bor birikimleri yaprakta bor birikimlerine benzerlik gösterse de deneme konuları arasındaki farklar daha belirgin olmuştur. Öyle ki B<sub>25</sub> konusunda toprakta biriken bor miktarı B<sub>1</sub> konusunun yaklaşık 15 katı olmuştur. Tanık konudan itibaren uygulanan bor miktarı arttıkça toprakta bor birikimi artış gösterse de özellikle B<sub>10</sub> konusundan itibaren belirgin artışlar söz konusudur.

**Borun lif kalitesine etkisi:** Araştırma sonucunda tek bitkiden elde edilen lif miktarının kalite analizi için yetersiz olması nedeniyle 6 tekerrürden elde edilen lifler birleştirilerek bazı kalite analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Pamuk kalitesine ilişkin lif analiz sonuçları

Konular	Lif inceliği (micronair)	Lif uzunluğu (mm)	Lif mukavemeti (g tex <sup>-1</sup> )
Kontrol	3.51	30.5	34.8
B <sub>1</sub>	3.63	29.7	32.5
B <sub>2.5</sub>	4.22	30.0	37.4
B <sub>5</sub>	3.46	29.0	33.5
B <sub>10</sub>	3.82	28.4	30.6
B <sub>15</sub>	4.20	29.6	35.0
B <sub>20</sub>	4.61	28.3	33.6
B <sub>25</sub>	4.10	28.1	35.6

Pamukta önemli kalite kriterleri lif inceliği, lif uzunluğu ve lif mukavemetidir. Lif analizi sonuçları sulama suyundaki yüksek bor konsantrasyonunun lifte kalınlaşmaya neden olduğunu dolayısı ile kalite düşüklüğüne neden olduğunu göstermektedir. Yine yüksek bor düzeyi, lif uzunluğunu da olumsuz etkilemekte ve liflerin kısa olmasına yol açmaktadır. Sulama suyundaki borun lif mukavemetinde ise belirgin bir etkisi gözlenmemiştir.

Bu çalışmada 0 ppm'den 25 ppm'e kadar farklı konsantrasyonlarda bor içeren sulama sularının pamuğun gelişimine ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre birçok bitki için toksik etki yapacak bor içeren sulama suları ile pamuk yetiştiriciliği yapılabilir. 5 ppm'e kadar bor içeren sulama suyu pamukta kütlü, lif ve çığit miktarını önemli düzeyde etkilememiştir. Daha yüksek bor düzeylerinde verim ve kalite de bir miktar düşüş meydana gelse de su kaynaklarının yetersiz olduğu koşullarda bor içeren sular tarımda kullanılabilir. Ancak borun toprakta birikmesini önlemek için üretim sezonu sonunda toprakta yıkama yapılmalıdır. Aynı zamanda, bor bir bitki besin elementi olduğundan pamuk bitkisinin verimini ve kalitesini artırmak için düşük miktarda bor içeren topraklara sulama suyu ile 1 ppm bor verilmelidir.

## ÖZET

**Amaç:** Bor elementinin eksikliği bitki gelişimini olumsuz etkilerken fazlalığı da toksik etki yapmaktadır. Bu çalışma, farklı konsantrasyonda bor içeren sulama sularının, bora dayanaklı bir bitki olan pamuk bitkisindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

**Yöntemler ve Bulgular:** Araştırmada biri kontrol, yedisi farklı bor konsantrasyonları olmak üzere 8 ayrı 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 pamuğun, boyunu, yaş ve kuru ağırlığını, lif ve çığit verimini önemli düzeyde etkilemiştir. Konulardan elde edilen bitki boyları, yaş ağırlıkları ve kuru ağırlıkları sırasıyla 51.5 cm ile 63.0 cm, 131 g ile 283 g ve 55.97 g ile 86.37 gram arasında değişmiştir.

**Genel Yorum:** Sulama suyunun bor içeriğindeki artış bitkide ve toprakta bor birikmesine neden olmuştur.

Buna bağlı olarak bitkinin gelişmesini ve verimi olumsuz yönde etkilemiştir.

**Çalışmanın Önemi ve Etkisi:** Su kaynaklarımızın yetersiz oluşunun yanında suya olan talebin artışı bazı marjinal suların tarımda kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları bize, borlu suların araştırma sonuçlarına uygun şekilde uygulandığında sulama suyu olarak kullanılabilirliklerini göstermektedir

**Anahtar kelimeler:** Bor, pamuk, verim, kalite, gelişme

## TEŞEKKÜR

Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı (HÜBAK) tarafından 17240 numaralı proje ile desteklenmiştir. İlgili kuruma desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Bu çalışma, İbrahim Halil ÇEVİK'in Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir. Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığı beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Ardıç M (2006). Bor toksisitesinin nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerindeki etkileri. Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 95s.
- Blevins DG, Lukaszewski KM (1994). Proposed physiologic functions of boron in plants pertinent to animal and human metabolism, *Environ Health Perspect*, 102(7): 31-33.
- Brennan RF, Adcock KG (2004). Incidence of boron toxicity in springbarley in Southwestern Australia. *Journal of Plant Nutrition*, 27(3):411-425.
- Cömert A, Kale Çelik S (2017). Farklı Toprak bünyelerinde sulama suyu bor düzeylerinin fasulye bitkisi verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3): 323-331.
- Gupta UC, Jame YW, Campbell CA, Leyshon AJ, Nichololaichuk W (1985). Boron toxicity and deficiency: A review. *Canadian Journal of Soil Science*, 65: 381-409.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2000). Bitki besleme ve gübreleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1514, Ders Kitabı No:467, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Güngör Y, Erözel AZ (1994). Drenaj ve arazi ıslahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1341: 232-235, Ankara.

Harem E (2010). Türkiye’de tescil edilen pamuk çeşitleri (İkinci Baskı) Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Yayın No: 165.192s, Şanlıurfa.

Kaptan MA (2013). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Bor toksisitesi ve humik madde uygulamasının etkileri Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 191s, Aydın.

Lee SKD (2006). Hot Pepper response to interactive effects of salinity and boron. *Plant Soil Environment*, 52: 227-233.

Paul JG, Cartwright B, Rathjen AJ (1988). Responses of wheat and barley genotypes toxic concentrations of soil boron, *Euphytica*, 39: 137-144.

Sotiropoulos TE, Therios N, Dimassi KN (2003). Boron toxicity in kiwifruit (*Actinidia Deliciosa* L.), treated with nitrate, ammonium, and a mixture of both. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166: 529-532.

Tüzüner A (1990). Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını, 374s, Ankara.