



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (44): (2008) 48-55
ISSN:1300-5774



BOR UYGULAMASININ BAZI HAŞHAŞ (*Papaver somniferum L.*) ÇEŞİTLERİNİN VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ – I^{1,2} (VERİM, VERİM UNSURLARI VE FENOLOJİK GÖZLEMLER)

Hakan GÜNLÜ³

Özden ÖZTÜRK^{3,4}

³Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 04.12.2007, Kabul Tarihi: 18.01.2008)

ÖZET

Bu araştırma, 2002-2003 yetiştirme sezonunda Afyon ili Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlasında dört farklı haşhaş çeşidine uygulanan farklı bor dozlarının verim, verim unsurları ve fenolojik özellikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller" deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulan bu çalışmada, Ankara 94, Kocatepe 96, Afyon Kalesi 95 ve Karahisar 96 haşhaş çeşitleri üzerine 0 (kontrol), 0.1 kg B/da, 0.3 kg B/da, 0.9 kg B/da ve 3.6 kg B/da bor dozlarının etkileri incelenmiştir.

Araştırmada; bitki boyu, bitki başına kapsül sayısı, hasat döneminde bitki sayısı, kapsül-tohum oranı, tohum verimi ve kapsül verimine ait ölçüm ve analizler yanında çıkış, çiçeklenme ve vejetasyon süresine ait fenolojik gözlemler yapılmıştır.

Araştırma sonucunda, bor uygulamalarının kullanılan çeşitlerde tohum verimi, kapsül verimi, kapsül-tohum oranı ve hasat döneminde bitki sayısı üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunurken, bitki boyu ve bitkideki kapsül sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Uygulanan bor dozu 0.1 kg B/da'a arttırıldığında bu değerlerde kontrole göre artışlar, bor dozunun yükselmesi ile azalmalar belirlenmiş ve 3.6 kg B/da uygulamasının verim değerleri üzerinde toksik etkisi tespit edilmiştir. Çeşitler arasında bor uygulamasına tepki yönünden önemli genotipik varyasyon görülmüştür. Karahisar -96 çeşidi tohum ve kapsül verimi yönünden ilk sırada yer almıştır.

Anahtar kelimeler: Haşhaş, çeşit, bor dozları, verim, verim unsurları.

EFFECTS OF BORON APPLICATION ON THE YIELD AND QUALITY OF SOME POPPY (*Papaver somniferum L.*) VARIETIES – I (YIELD, YIELD COMPONENTS AND PHENOLOGICAL OBSERVATION)

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effects of different boron levels on yield and yield components of four poppy varieties during 2002-2003 growing season under Afyon ecological conditions in experiment field of Kocatepe Agricultural Research Institute. The experiment was designed according to "Split Plot on Randomized Complete Blok" with four replications, the varieties (Ankara 94, Kocatepe 96, Afyon Kalesi 95 ve Karahisar 96) were put into place to main plots and boron doses (control, 0.1 kg B/da, 0.3 kg B/da, 0.9 kg B/da, 3.6 kg B/da) were put into place to sub plots, respectively.

In this research, plant height, number of capsule per plant, number of plant in harvest, capsule-seed ratio, seed and capsule yield, emergence, flowering and vegetation period were determined.

As a result, the effects of different boron doses on the seed and capsule yield, number of plant in harvest period were found significant differences whereas the effects of boron doses on the number of capsule per plant, and plant height was not determined important. According to the results of this research, the highest plant height, number of capsule per plant, number of plant in harvest period, seed and capsule yield were obtained from application of 0.1 kg B/da. It was found significant genotypic variations to response to boron applications between varieties. Karahisar 96 variety had highest seed and capsule yield.

Keywords: Poppy, variety, boron doses, yield, yield components.

GİRİŞ

Haşhaş, çok eskiden beri ülkemizde yetiştirilmekte olan bir kültür bitkisidir. Haşhaşın kapsülü yanında diğer önemli ürünü tohumlarıdır. Tohumları kavrulup sürtülmek suretiyle ya da hiçbir ön işleme tabi tutulmadan pasta, börek yapımında kullanılmaktadır. Haşhaş tohumu % 40–60 oranında yağ içermektedir. Bu yağ, haşhaş yetiştirilen bölgelerde önemli bir tüketim maddesidir. Bunun yanında yağı, yarı kuruyan

yağlardan olduğu için boyacılıkta, sabun sanayiinde ve endüstrinin diğer kollarında da değerlendirilmektedir (İncekara 1964).

Ülkemizde haşhaş ekim alanı 1974 yılında 20.000 ha iken yıllara göre büyük değişimler göstermiş olup, 2004 yılında 30.331 ha alanda tarımı yapılmıştır (Eken 2004). Haşhaşın tohum verimi 40-160 kg/da, kapsül verimi ise 40-116 kg/da kadardır. Haşhaş verimi, iklim şartlarından kolayca etkilenmektedir. Haşhaş tohumunun çimlenmesindeki zorluklar ve çimlenen bitkinin çevre şartlarından kolayca zarar görmesi nedeniyle bazı yıllar ekilen alanların büyük bir kısmından verim alınamamaktadır (Turan ve Göksoy 1998, Gümüşçü ve Arslan 1999).

¹ Bu makale, Yüksek Lisans Tez çalışmasından özetlenmiştir.

² Bu çalışma, yürütücülüğünü Prof. Dr. Sait Gezin'in yaptığı DPT 1999 K 120560 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

⁴ Sorumlu Yazar: ozdenoz@selcuk.edu.tr

Bor, bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan mikrobese elementlerinden birisidir. Borun yüksek bitkiler için mutlak gerekli bir besin elementi olduğu yaklaşık 76 yıl önce belirlenmesine rağmen, bitki bünyesindeki fonksiyonları tam olarak anlaşılmış değildir (Taban ve Erdal 2000).

Bitkilerde noksanlık ve toksite belirtilerine neden olan toprak bor seviyeleri arasında çok az bir fark vardır. Bu nedenle bor noksanlığı ve toksitesi belirtileri, bilinen mutlak gerekli mikrobese elementlerinin noksanlık ve toksite belirtileri arasında en yaygın olarak görülenlerin başında gelmektedir (Gezgin ve ark. 2001).

Bitkilerin ihtiyaç duydukları bor miktarı oldukça azdır. Genellikle tek çenekli (monokotiledon) bitkilerin bor gereksinmesi, çift çenekli (dikotiledon) bitkilerin bor gereksinmesinden daha düşüktür. İhtiyaç duyulan borun çok azda olsa fazlası, bor noksanlığında olduğu gibi bitkilerin gelişmesi üzerinde olumsuz etki yapmaktadır (Sade ve ark. 2003).

Toprağa verilecek bor miktarı bitkinin çeşidi, gübrenin verilme şekli, yağış miktarı, kireç durumu ve toprağın organik madde kapsamı gibi unsurlara bağlı olarak değişmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, Dünya ve Türkiye topraklarında mikro besin elementleriyle ilgili beslenme problemlerinin yaygınlık gösterdiği ortaya konulmuştur. Bu elementlerden biriside bordur. Ülkemizde bu araştırmanın yürütüldüğü alanı da içine alan Orta Güney Anadolu Bölgesinde daha önce yapılmış araştırmalarda, arpa ve buğday üretim alanlarında ciddi boyutta bor toksitesi bulunmasına karşılık, aynı zamanda önemli miktarda bor noksanlığı gösteren alanların da bulunduğu görülmüştür. Nitekim, bu araştırmanın bir ön çalışması olarak Gezgin ve ark. (2002) tarafından bu bölgeden toplanan 898 toprak örneğinin analiz sonuçlarına göre, elverişli bor miktarı toprakların % 26.6'sında 0.5 mg/kg B' dan düşük, % 24.9'unda 0.5-1.0 mg/kg B, % 30.5'inde 1.0-3.0 mg/kg B, % 8.1'inde 3.0-5.0 mg/kg B, % 6.3'ünde 5.0-10.0 mg/kg B iken, % 3.6'sında ise 10.0 mg/kg B' dan yüksek olarak tespit edilmiştir.

Haşhaş kültürü yapılan bitkiler içerisinde bor içeriği en yüksek olanlardan biridir. Bor noksanlığı için kritik düzey buğdaygillerde bir kg kuru maddede 5-10 mg B iken, haşhaşa 80-100 mg B'dur (Bergman 1992). Bor, haşhaş tarımında bu denli önemli bir iz element olmasına karşın ülkemizde tarımı yapılan çeşitler üzerinde bu konuda herhangi bir araştırma mevcut olmamakla birlikte, dünyada da yok denecek kadar az çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri olan ve Laughlin (1979) tarafından yapılan çalışmada alüviyal topraklarda yüksek bor dozu, haşhaşa tamamen toksik etki göstermiş; ancak düşük bor dozları, hem kapsül verimini hem de gövde ve yaprak verimini artırmıştır. Tarla denemelerinde ise bor uygulanmayan bitkilerde bor eksikliği belirtileri gözlenmiş kuru şartlarda bor noksanlığı görülen topraklarda bor uygulama-

ması ile birlikte tohum ve kapsül veriminde % 700'lere varan oranda artış gözlenmiştir. Ülkemizde haşhaş çeşitleri konusunda araştırmalar yapan Gümüşçü ve Arslan (1999), araştırma sonucunda ülkemizde haşhaş bitkisinin bitki boyunun 60.00-98.75 cm, bitki başına kapsül sayısının 2.30-9.58 adet, kapsül veriminin 49.26-116.00 kg/da, tohum veriminin 44.93-160.00 kg/da, morfin oranının % 0.66-0.74 ve morfin veriminin 0.281-0.852 kg/da arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Sethi ve ark. (1990) tarafından Hindistan'ın dört farklı bölgesinde on farklı haşhaş çeşidinin bazı bitkisel özelliklerinin incelendiği araştırma sonucunda, farklı lokasyonlarda çevre şartlarının haşhaş üzerinde farklı etki gösterdiği ve sonuçta çevre şartlarının verime direkt etki ettiği tespit edilmiştir.

Ülkemizde haşhaş üzerinde yok denecek kadar az çalışma yapılmıştır. Bu araştırma, uzun yıllardır haşhaş tarımının yoğun olarak yapıldığı Afyon yöresinde, bor uygulamasının bazı haşhaş çeşitlerinde verim ve verim unsurları üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOD

Afyon Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarında 2002-2003 üretim yılında yürütülen bu araştırmada, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen Ankara 94, Kocatepe 96, Afyon Kalesi 95 ve Karahisar 96 haşhaş çeşitleri ve bor gübresi olarak borik asit (H_3BO_3) materyal olarak kullanılmıştır.

Araştırmanın yapıldığı toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini tespit etmek amacı ile 0-30 cm derinlikten alınan toprak numunelerine ait analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Deneme tarlası toprağı killi-tınlı bir tekstüre sahip olup, kireç içeriği yüksek (% 16.5) organik madde muhtevası düşüktür (% 1.9). Tuzluluk probleminin olmadığı topraklar, elverişli bor bakımından yüksek, elverişli fosfor bakımından orta, potasyum bakımından düşük seviyededir. Toprakların, pH'sı 7.61 olup, hafif alkalın reaksiyon göstermektedir (Zengin 1998).

Haşhaşa farklı bor dozlarının verim, verim unsurları ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırma "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller" deneme desenine göre dört tekerürlü olarak düzenlenmiştir (Düzgüneş ve ark. 1987). Deneme konuları olarak 4 çeşit yanında 5 farklı bor dozu kullanılmıştır. Denemede ana parsellere çeşitler, alt parsellere bor dozları tesadüfi olarak dağıtılmıştır. Her alt parsel 2.45 m x 3.00 m = 7.35 m² olup, araştırmada toplam 80 parsel (4 çeşit x 5 bor dozu x 4 tekerür) yer almıştır.

Denemenin yürütüldüğü 2005 yılı ait bitki gelişim dönemine ait (Ekim - Temmuz) toplam yağış miktarı 377.6 mm, aylık sıcaklık ortalaması 9.4 °C, aylık nisbi nem ortalaması ise % 63.5 olmuştur. Aynı döneme ait uzun yıllar (1983-2001) ortalaması ise yağış için 359.0 mm, sıcaklık için 9.6 °C ve nisbi nem için ise % 66.8 olmuştur (Anonymous 2003). Haşhaş, ekimden yakla-

şık 40 gün sonra rozet forma ulaşmaktadır (Erdurmuş ve Öneş 1999). Bu yüzden ekimin yapıldığı Ekim ayı ve bitkilerin rozet forma ulaştıkları Kasım ayındaki sıcaklıklar haşhaşın çimlenmesi ve iyi bir kök sistemi oluşturması açısından son derece önemli olmaktadır. Bu çalışmada ekimin yapıldığı Ekim ayı sıcaklığı haşhaş için uygun olmuş ve bitkilerin çıkışı gecikmemiştir.

Bir önceki yılda buğday ekili olan deneme alanı sulama yapıp tava geldikten sonra kulaklı pullukla sürülmüş, kazayağı-tırmık kombinasyonu geçirildikten sonra ekime hazır hale getirilmiştir. Gerekli toprak hazırlığı ve parselleştirme işlemleri yapıldıktan sonra her parselde 2-3 farklı noktadan alınan toprak örnekleri her parsel için ayrı ayrı harmanlanmış ve bu harmanlardan 200' er g. numune alınarak bor analizleri yapılmak üzere Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarına gönderilmiştir. Daha sonra bütün deneme parsellerine fosfor 5 kg/da P₂O₅ (DAP) olarak tamamı ekimle birlikte; azot 10 kg/da N olarak 1/3'ü DAP ve amonyum sülfat formunda ekimle birlikte, ikinci 1/3'lük kısmı ikinci çapa ile, kalan 1/3'lük kısmı ise çiçeklenme öncesi dönemde üre formunda uygulanmıştır. Temel gübrelerin uygulanmasından sonra borik asit (H₃BO₃), hazırlanan plan çerçevesinde suda eritilerek sırt pülverizatörü ile toprağa belirlenen dozlarda uygulanmıştır. Bor uygulanmayacak olan kontrol parsellerine borik asitin eritildiği miktardaki sulama suyu (5 lt) deneme hatasını önlemek amacıyla tatbik edilmiştir.

Tablo 1. Deneme Tarlası Topraklarının Bazı Özellikleri *

Toprak Derinliği (cm)	pH	CaCO ₃ (%)	Organik Madde (%)	Toplam Tuz (%)	Elverişli		Çinko (ppm)	Elverişli Bor (ppm)	Doymuşluk (%)
					P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)			
0-30	7.61	16.5	1.9	0.03	6.87	86.72	0.56	2.84	62.5-L

*Toprak Analizleri Ankara Toprak Su Merkez Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında yapılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Ankara 94, Kocatepe 96, Afyon Kalesi 95 ve Karahisar 96 haşhaş çeşitlerine uygulanan farklı bor dozlarının verim, verim unsurları ve fenolojik göz-

Ekim, 15 Ekim 2002 tarihinde 35 cm sıra arası mesafede, 2 cm derinliğinde markör ile açılan sıralara el ile yapılmıştır. Seyreltme erken ilkbaharda sıra üzeri 15 cm olacak şekilde uygulanmıştır. Parsellerde görülen yabancı otlar çapalama ile yok edilmiştir. Denemede, vejetasyon süresi boyunca toplam üç defa sulama yapılmıştır.

Hasat, en alt kapsüllerin olgunluğa ulaştığı dönem olan 17 Temmuz 2003 tarihinde parsel başlarından 50' şer cm ve parsel kenarlarından birer sıranın kenar tesiri olarak atılması suretiyle geriye kalan 3.5 m²'lik alanda kapsüllerin kırılması şeklinde el ile yapılmıştır.

Araştırmada tohum verimi, kapsül verimi, bitki boyu, bitki başına kapsül sayısı, hasat döneminde bitki sayısı, çıkış süresi, çiçeklenme süresi, vejetasyon süresi özellikleri incelenmiştir. Çıkış süresi, çiçeklenme süresi, vejetasyon süresi gibi fenolojik gözlemler için her parselde ekim zamanından itibaren, bitkilerin % 50'sinin çıktığı, çiçeklendiği ve olgunlaştığı zamana kadar geçen süre belirlenmiş ve gün olarak kaydedilmiştir. Morfolojik özelliklere ait ölçüm ve sayımlar, hasat olgunluğu devresinde her alt parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitki üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonucu elde edilen değerler "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller" deneme desenine göre MSTAT-C istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. "F" testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen işlemlerin ortalama değerleri "Duncan" önem testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

lemeler üzerine etkileri incelenmiş ve elde edilen sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Tablo 2'de, ortalama değerler Tablo 3'de ve fenolojik gözlemlere ait değerler Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 2. Farklı Bor Dozları Uygulanan Haşhaş Çeşitlerinde Tespit Edilen Değerlere Ait Varyans Analiz Sonuçları

Özellikler	Çeşit	F Değerleri	
		Bor Dozları	Çeşit x Bor int.
Tohum Verimi	12.39**	38.14**	0.41
Kapsül Verimi	2.45	35.32**	0.22
Kapsül-Tohum Oranı	20.43**	63.34**	0.75
Bitki Boyu	2.44	2.88	0.75
Bitki Başına Kapsül Sayısı	4.13*	0.48	1.02
Hasat Döneminde Bitki Sayısı	1.82	18.77**	0.28

*İşaretili F değeri % 5, ** işaretili F değerleri ise % 1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir.

Tohum Verimi

Tablo 2' nin incelenmesinden görüleceği gibi, tohum verimi bakımından çeşitler arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olmuştur. Bor dozlarının ortalaması olarak en yüksek tohum

verimi dekara 107.65 kg ile Karahisar 96 çeşidinden elde edilmiş olup, bunu 97.77 kg ile Afyon Kalesi 95 ve 89.54 kg ile Ankara 94 çeşitleri izlemiştir. En düşük tohum verimi ise dekara 82.96 kg ile Kocatepe 96 çeşidinden elde edilmiştir (Tablo 3).

Araştırmada, tohum verimi bakımından kullanılan bor dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 2). Araştırmada kullanılan çeşitlerin ortalaması olarak en yüksek tohum verimi 117.77 kg/da ile dekara 0.1 kg bor uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Bunu azalan sırayla dekara 0.3 kg B (113.19 kg/da), kontrol (110.86 kg/da) ve 0.9 kg B (99.37 kg/da) dozları izlemiştir, en düşük tohum verimi ise 31.22 kg/da ile dekara 3.6 kg B uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 3).

Haşhaş üzerinde araştırmalar yapan Gümüşçü ve Arslan (1999), tohum veriminin 44.93–160.00 kg/da, Erdurmuş (1989) 98.50–125.30 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu araştırma sonucunda ise 3.6 kg B/da uygulamasında, yukarıda belirtilen değerlerin çok altında verimler tespit edilirken (24.48–36.35 kg/da), diğer uygulamalarda bu değerlere uyum sağlayan sonuçlar (80.58–139.29 kg/da) elde edilmiştir.

Tablo 3. Farklı Bor Dozları Uygulanan Haşhaş Çeşitlerinde Tespit Edilen Özelliklere Ait Değerler

Çeşitler	Bor Dozları (kg/da)					Ort.
	0	0.1	0.3	0.9	3.6	
Tohum Verimi (kg/da)						
Ankara 94	107.96	116.99	101.32	96.92	24.48	89.53 bc**
Kocatepe 96	99.29	100.31	102.23	80.58	32.41	82.96 c
A.Kalesi 95	110.52	114.50	119.54	107.92	36.35	97.77 ab
Karahisar 96	125.54	139.29	129.69	112.08	31.66	107.65 a
Ort.	110.83 a**	117.77 a	113.19 a	99.37 a	31.22 b	
Kapsül Verimi (kg/da)						
Ankara 94	93.88	100.62	89.88	87.96	30.63	80.59
Kocatepe 96	96.40	94.61	95.31	77.00	39.46	80.56
A.Kalesi 95	99.65	99.65	99.01	88.54	42.11	85.79
Karahisar 96	98.11	109.76	100.06	85.48	38.37	86.36
Ort.	97.01 a**	101.16 a	96.07 a	84.74 a	37.64 b	
Kapsül-Tohum Oranı (%)						
Ankara 94	86.95	86.00	88.71	90.76	125.12	90.01 b**
Kocatepe 96	97.08	94.32	93.23	95.56	121.75	97.11 a
A.Kalesi 95	90.16	87.03	82.83	82.04	115.85	87.75 b
Karahisar 96	78.15	78.80	77.15	76.27	121.19	80.22 c
Ort.	87.53 b**	85.90 b	84.87 b	85.28 b	120.56 a	
Bitki Boyu (cm)						
Ankara 94	104.85	116.42	117.40	119.95	108.77	113.48
Kocatepe 96	99.47	104.20	103.60	110.62	108.45	105.27
A.Kalesi 95	108.32	111.40	114.55	109.65	111.35	111.05
Karahisar 96	108.25	115.57	112.60	113.65	108.67	111.75
Ort.	105.22	111.91	112.04	113.47	109.31	
Bitki Başına Kapsül Sayısı (adet)						
Ankara 94	3.75	3.47	4.15	3.90	3.27	3.71 a*
Kocatepe 96	3.37	2.65	3.67	2.75	3.05	3.10 b
A.Kalesi 95	3.47	4.17	3.62	4.07	4.20	3.91 a
Karahisar 96	3.57	3.52	3.62	4.00	3.67	3.68 a
Ort.	3.46	3.77	3.68	3.55	3.54	
Hasat Döneminde Bitki Sayısı (adet)						
Ankara 94	33.25	37.00	29.75	25.25	12.00	27.45
Kocatepe 96	31.00	37.75	38.00	29.25	11.75	29.55
A.Kalesi 95	33.50	33.25	34.50	31.25	13.00	29.10
Karahisar 96	35.25	43.00	41.25	31.50	12.75	32.75
Ort.	33.25 a**	37.75 a	35.87 a	29.31 a	12.38 b	

(*) işaretli aynı harfle gösterilen işlemler arasındaki farkların %5; (**) işaretli ise %1 ihtimal sınırına göre önemli olmadığını göstermektedir.

Tohum verimi bakımından araştırmada ele alınan çeşit ve bor dozları faktörlerinin meydana getirdiği çeşit x bor dozu etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır (Tablo 2).

Araştırma sonucuna göre 0.1 kg/da ve 0.3 kg/da bor uygulamalarının, kontrol parsellerine oranla to-

hum verimini artırdığı, özellikle 0.1 kg/da seviyesindeki bor uygulamasından en yüksek tohum verimi elde edildiği belirlenmiş olmakla birlikte kontrol, 0.1, 0.3 ve 0.9 kg bor dozları arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmüştür. Tablo 3 incelendiğinde, 3.6 kg/da bor uygulamasından elde edilen tohum verimi değerinin, kontrol parselleri ve

diğer dozların uygulandığı parsellere göre oldukça düşük olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin, dekara 3.6 kg bor dozu uygulamasında, çeşitler arasında en yüksek tohum veriminin elde edildiği Karahisar 96 çeşidinde verim ortalaması ancak 31.66 kg/da iken, diğer uygulamalardan elde edilen en düşük tohum verimi değeri 80.58 kg/da ile dekara 0.9 kg bor dozunun uygulandığı Kocatepe 96 çeşidinde belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç, haşhaşa uygulanan yüksek bor dozunun (3.6 kg/da) tohum verimi üzerine olan toksik etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum, bor seviyesi normalin altında bulunan topraklarda bor konsantrasyonuna göre yapılacak bor gübrelemesinin tohum verimini artırabileceği; ancak daha yüksek dozdaki bor uygulamalarının verimi olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Nitekim, Rashid ve ark. (1994) kolza ve hardal; Li ve Liang (1997) mısır ve soya fasulyesi; Soylu ve ark. (2004) buğday, Ceyhan ve ark. (2007) nohut üzerinde yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Laughlin (1979) tarafından haşhaşa yapılan bir diğer çalışmada, alüviyal topraklarda yüksek bor dozunun tamamen toksik etki gösterdiği, düşük bor dozlarının hem kapsül verimini hem de gövde ve yaprak verimini artırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte kuru şartlarda bor noksanlığı görülen topraklarda bor uygulaması ile birlikte tohum ve kapsül veriminde % 700' lere varan oranda artış tespit edilmiştir. Çin'de kolza hat ve çeşitlerini üç yıl boyunca denemeye tabi tutan Xue ve ark. (1998) ise, araştırma sonucunda bor uygulanmayan parsellerin tohum veriminin bor uygulanan parsellerinkine oranla % 2-73 oranında daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmamızda ise, en yüksek verimin elde edildiği 0.1 kg B/da uygulamasından kontrole göre % 6 oranında verim artışı sağlanmış olup, bu oran yukarıda söz edilen araştırmacıların (Laughlin 1979, Rashid ve ark. 1994) bildirdiği değerlerden oldukça düşüktür. Bu durumun araştırmanın kurulduğu toprağın (2.84 ppm) haşhaşın gereksinim duyduğu miktara yakın seviyede bor içermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Kontrol parsellerine oranla 0.9 ve 3.6 kg/da seviyesinde bor uygulanan parsellerden daha az miktarda tohum verimi elde edilmiştir. Araştırmada, 3.6 kg/da bor uygulanan parsellerde bor toksitesi sebebiyle kontrol parsellerine göre verimde ortalama % 72 azalma kaydedilmiş, bu dozun meydana getirdiği oranda olmasa da 0.9 kg B/da seviyesinde uygulanan borik asitin kontrole göre yaklaşık % 10 tohum verimi kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, farklı seviyelerdeki yüksek bor dozlarının tohum verimi üzerinde değişen oranlardaki toksik etkisini göstermektedir. Yukarıda verilen örneklerde de görüldüğü gibi konu ile ilgili benzer çalışmalarda da bu araştırma sonucuna paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Kapsül Verimi

Kapsül verimi bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar ve çeşit x bor dozu etkisi istatistiki olarak önemli bulunmazken, bor dozları arasında % 1 ihtimal sınırına göre önemli farklılıklar tespit edilmiş-

tir (Tablo 2). Çeşitlerin ortalaması olarak kapsül verimi en yüksek dekara 101.16 kg ile 0.1 kg/da bor uygulanan parsellerden, en düşük ise 37.64 kg ile 3.6 kg B/da uygulaması yapılan parsellerden elde edilmiştir (Tablo 3).

Haşhaş çeşitleriyle araştırmalar yapan Erdurmuş (1989) kapsül veriminin 73.54–173.56 kg/da; Gümüşçü ve Arslan (1999) 49.26–116.00 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada kullanılan çeşitlerden elde edilen kapsül verimi ortalamaları yanında kontrol parselleri ile dekara 0.1, 0.3 ve 0.9 kg bor uygulanan parsellerin kapsül verimi ortalamaları yukarıda bildirilen araştırma sonuçları ile uyum göstermiş olup, 3.6 kg B/da uygulamasında bor toksitesi nedeniyle daha düşük verim değerleri elde edilmiştir.

Bu araştırma sonucunda dekara 3.6 kg bor uygulaması ile kapsül verimi ortalama 37.64 kg/da olarak belirlenmiş olup, bu değer kontrolden 2.6 kat, en yüksek kapsül veriminin (101.16 kg/da) elde edildiği dekara 0.1 kg bor uygulamasından 2.7 kat daha azdır. Bu durum, yüksek dozda bor uygulaması sonucu karşılaşılan bor toksitesini açıkça gözler önüne sermektedir.

Laughlin (1979), haşhaşa bor uygulaması ile ilgili olarak sera ve tarla şartlarında yapılan denemeler sonucunda bor noksanlığı görülen topraklarda bor uygulaması ile birlikte kapsül veriminde % 700'lere varan oranda artış gözlemiştir. Araştırmamızda, en yüksek kapsül verimi elde edilen 0.1 kg/da bor uygulamasında kontrole göre yaklaşık % 4.3 verim artışı sağlanmıştır. Dekara 0.3 ve 0.9 kg bor uygulamalarında ise istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte kontrole göre kapsül veriminde bir miktar azalma kaydedilmiştir. Bu durumun, araştırmanın kurulduğu toprağın haşhaşın yeterli kapsül verimi verebilmesi için gereksinim duyduğu miktara yakın bor ihtiva etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Kapsül-Tohum Oranı

Kapsül-tohum oranı bakımından çeşitler ve bor dozları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunurken, çeşit x bor etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 2).

Araştırma sonucunda çeşitler arasında kapsül-tohum oranı en yüksek % 97.11 ile Kocatepe 96, en düşük % 80.22 ile Karahisar 95 çeşidinde tespit edilmiştir. Bor dozları arasında en yüksek kapsül-tohum oranının % 120.56 ile dekara 3.6 kg bor uygulamasında belirlendiği çalışmada, diğer bor dozları arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı saptanmıştır (Tablo 3). Kapsül veriminin tohum verimine oranlanmasıyla elde edilen kapsül tohum oranı bakımından en yüksek değer 3.6 kg/da bor uygulamasından elde edilmesi beklenen bir sonuçtur. Zira, Tablo 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, çalışmada en düşük tohum ve kapsül verimi dekara 3.6 kg bor uygulamasından elde edilmiş olup, bu uygulamada diğer bor uygulamalarından farklı olarak kapsül veriminin (38.37 kg/da) tohum veriminden

(31.22 kg/da) daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Kapsül-tohum oranı, Gümüşçü ve Arslan (1999) tarafından bazı haşhaş hatlarının verim ve verim öğelerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan araştırma sonucunda % 75-91, Aytekin ve Önder (2006) tarafından farklı azot ve fosfor dozlarının verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı araştırma sonucunda ise % 71-81 arasında hesaplanmıştır. Araştırmacıların verileri ile bu araştırmadan elde edilen kapsül tohum oranı değerleri arasındaki farklılıkların çeşit yanında uygulanan kültürel işlemlerin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

Bitki Boyu

Bitki boyu bakımından çeşitler, bor dozları ve çeşit x bor dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 2). Haşhaş üzerinde araştırmalar yapan Erdurmuş ve Öneş (1999) bitki boyunun 30-165 cm, Gümüşçü ve Arslan (1999) 60.00-98.75 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen bitki boyu değerleri araştırmacıların bildirdiği değerlerle uyum sağlamıştır. Araştırmacıların verileri ile bu araştırmada elde edilen bitki boyu değerleri arasında tespit edilen farklılıkların çeşitler arasındaki genotipik farklılık ve uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Bitki Başına Kapsül Sayısı

Bitki başına ortalama kapsül sayısı bakımından çeşitler arasında istatistiki olarak % 5 ihtimal seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Çeşitler arasında bitki başına kapsül sayısı en fazla 3.91 adet ile Afyon Kalesi 95 çeşidinden elde edilmiştir. Bunu Tablo 4. Araştırmada Ele Alınan Fenolojik Gözlemlerin Ortalama Değerleri

Çeşitler	Bor Dozları (kg/da)					Ort.
	0	0.1	0.3	0.9	3.6	
	Çıkış Süresi (Gün)					
Ankara 94	9.0	11.5	10.2	9.3	10.5	10.1
Kocatepe 96	10.0	9.6	9.8	12.0	10.5	10.4
A.Kalesi 95	10.2	10.5	9.0	9.5	9.0	9.7
Karahisar 96	8.5	9.0	9.0	11.0	9.5	9.4
Ort.	9.4	10.1	9.5	10.4	9.8	
	Çiçeklenme Süresi (Gün)					
Ankara 94	227.2	225.0	225.5	225.5	226.5	225.8
Kocatepe 96	225.2	227.0	224.7	226.0	225.2	224.1
A.Kalesi 95	225.0	225.0	224.0	225.0	225.2	225.8
Karahisar 96	224.5	225.7	225.7	225.7	224.2	225.9
Ort.	225.6	225.0	225.5	225.3	225.5	
	Vejetasyon Süresi (Gün)					
Ankara 94	269.5	271.0	271.5	269.2	269.7	270.2
Kocatepe 96	270.7	270.5	270.0	270.0	268.7	270.0
A.Kalesi 95	270.5	271.0	271.0	271.2	271.0	270.9
Karahisar 96	271.0	269.2	270.5	271.5	271.2	270.7
Ort.	270.4	270.3	270.5	270.1	270.2	

Araştırma sonuçlarına göre dekara 0.1 kg ve 0.3 kg bor uygulamalarının, kontrol parsellerine oranla hasat döneminde bitki sayısını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak 0.1 kg/da seviyesindeki bor uygulamasının hasat döneminde bitki sayısı üzerine etkisi en yüksek

azalan sırayla 3.71 adet ile Ankara 94, 3.68 adet ile Karahisar 96 ve son olarak 3.10 adet ile Kocatepe 96 çeşitleri izlemiştir (Tablo 3).

Bitki başına kapsül sayısı bakımından bor dozları ve çeşit x bor dozu interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 2).

Haşhaşta, ana sap ve her yan dalın ucunda bir kapsül meydana geldiğinden dal sayısı kadar kapsül bulunmaktadır (Erdurmuş ve Öneş 1999). Gümüşçü ve Arslan (1999), haşhaşta kapsül sayısının 2.30-9.58 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen değerler bu rakamlarla uyum içerisindedir. Bu araştırmada, kapsül sayısının çeşitlere göre değiştiği, ancak bor uygulamalarının kapsül sayısı üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Nitekim, Bayrak (2002) tarafından yapılan çalışmada, soya fasulyesine değişik dozlarda bor uygulanmış ve benzer şekilde bor uygulamalarının meyve sayısı üzerinde önemli etkide bulunmadığı bildirilmiştir.

Hasat Döneminde Bitki Sayısı

Tablo 2' nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, hasat döneminde bitki sayısı bakımından çeşitler ve çeşit x bor dozu interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamış, bor dozları arasında ise % 1 ihtimal sınırına göre önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Hasat döneminde bitki sayısı bakımından en yüksek değer 37.75 adet ile 0.1 kg /da bor uygulamasından elde edilmiş olup, bunu ile 35.87 adet ile 0.3 kg/da, 33.25 adet ile kontrol, 29.31 adet ile 0.9 kg/da ve 12.38 adet ile 3.6 kg/da bor uygulamaları izlemiştir (Tablo 3).

Tablo 4. Araştırmada Ele Alınan Fenolojik Gözlemlerin Ortalama Değerleri

seviyede olmuştur. Çeşit x bor dozu interaksyonuna ait ortalamaları incelendiğinde hasat döneminde en yüksek bitki sayısı değerinin Karahisar 96 (43.00 adet) çeşidinin ekildiği 0.1 kg/da bor uygulanan parsellerden elde edildiği, ancak bu değer aynı çeşidin ekil-

diği 0.3 kg/da bor uygulanan parsellerden elde edilen değere oldukça yakın olduğu görülmektedir. Tablo 3 incelendiğinde dikkati çeken en önemli nokta, 3.6 kg/da bor uygulanan parsellerin hasat döneminde bitki sayısı ortalamasının diğer dozların uygulandığı parsellerin ortalamalarına göre oldukça düşük olmasıdır. Bu durumun dekara 3.6 kg bor uygulaması sonucunda parsellerde daha az sayıda bitkinin çimlenme ve çıkış gösterebilmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Elde edilen bu veriler, uygulanan yüksek seviyedeki bor dozunun (3.6 kg/da) haşhaşta bitki sayısı üzerine olan toksik etkisini açıkça göstermektedir. Nitekim, Xue ve ark. (1998) Çin’de farklı kolza genotipleri üzerinde üç yıl boyunca yaptıkları denemelerde, bor uygulamalarının fidelerin hayatta kalmalarında etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Fenolojik Gözlemler

Araştırmada ele alınan fenolojik gözlemler (çıkış süresi, çiçeklenme süresi ve vejetasyon süresi) bakımından çeşitler arasında büyük farklılıklar görülmüştür. İncelenen bu özelliklere istatistiki değerlendirme yapılmamıştır. Çeşitlerin fenolojik özelliklerinin bilinmesi açısından, ele alınan fenolojik gözlemlere ait veriler Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4’ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, çıkış süresi çeşitlerin ortalaması olarak uygulanan bor dozlarına göre 9.4–10.4 gün arasında değişmiştir. Bu değer, Erdurmuş ve Öneş’in (1999) 7–12 gün, Elçi ve ark.’nın (1987) 7–18 gün olarak bildirdiği çıkış süresi değerleriyle benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte görülen bazı farklar çeşitlerin genetik yapılarından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca araştırmacıların verileri arasında çıkış süresinde gözlenen değişim, toprağın ekim zamanındaki sıcaklık ve nem durumu ile de ilişkili olabilir. Zira, tohumun çimlenip, toprak yüzeyine çıkmasında en etkili faktörlerin sıcaklık ve nem olduğu bilinmektedir.

Araştırmada kullanılan çeşitlerin çiçeklenme süreleri 224.1 ile 225.9 gün arasında değişmiştir. Çiçeklenme süresi bakımından çeşitler arasında büyük farklılıklar bulunmamakla birlikte, görülen bazı farklılıkların çeşitlerin genotipinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, çiçeklenme süresi iklim şartlarından büyük ölçüde etkilenmektedir. Nitekim, Erdurmuş ve Öneş’in (1990) 199–213 gün olarak bildirdiği çiçeklenme süresi değeri, bizim elde etmiş olduğumuz 224–227 gün değerinden biraz kısa olup, yaklaşık 15 gün olan bu farklılık çeşit ve iklim şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Tablo 4’ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, vejetasyon süresi çeşitlerin ortalaması olarak uygulanan bor dozlarına göre 270.1–270.5 gün arasında değişmiştir. Bu değer Erdurmuş ve Öneş (1990) tarafından haşhaşta 270–280 gün olarak bildirilen vejetasyon süresi değeriyle benzerlik göstermektedir.

SONUÇ

Toksitesiyle eksikliği arasında ince bir sınır bulunan bor elementi, bitki beslenmesinde önemli yere sahip olup, topraklarımızın bir kısmında normal değerlerin altında bulunmaktadır. Ülkemiz tarımında önemli bir yere sahip olan haşhaş bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine bor dozlarının etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırmanın sonuçlarından da anlaşılmakta olduğu gibi; yetersiz seviyede bor içeren topraklara eğer uygun dozda bor uygulaması yapılırsa kapsül ve tohum verimi değerlerinde belli bir oranda artış sağlanmakta; ancak yüksek dozlarda bor uygulaması verim kayıplarına neden olabilmektedir.

Tüm bunların sonucu olarak; haşhaş tarımının uygun olarak yapıldığı bölgelerde gerekli toprak analizleri yapılarak, bor eksikliği görülen bölgelerde toprağa bor gübrelenmesi yapılması tohum ve kapsül veriminin artırılmasına katkı yapacaktır. Bunun yanında bor yönünden toksite değerlerine sahip topraklarda ise bora tepki yönünden geniş bir varyasyonun görülmesinden dolayı bor toksitesine toleranslı çeşitlerin ekimini tavsiye etmek uygun olacaktır. Eksikliği ile toksitesi arasında birbirine çok yakın bir sınır bulunan bor elementi ile ilgili uygulamalarda çok titiz davranılması, yapılacak toprak analiz sonuçları ve bitkinin isteği dikkate alınarak uygulamanın gerçekleştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2003 . Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kayıtları. Ankara.
- Aytekin, M. Ve Önder, M., 2006. Azot ve fosfor dozlarının haşhaşta (*Papaver somniferum* L.) verim ve bazı verim unsurları ile kalite üzerine etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Derg. 20 (38): 68-75.
- Bayrak, H., 2002. Bor uygulamasının nohut çeşitlerinde (*Cicer arietinum* L.) verim ve bazı verim unsurlarına Etkileri. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Konya.
- Bergman, W., 1992. Colour Atlas Nutritional Disorders of Plants: Visual And Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, Germany. Enviromental Sciences, Murdoch University, Perth 611997 Australia.
- Ceyhan, E., Önder, M., Harmankaya, M., Hamurcu, M., Gezgin, S., 2007. Response of chickpea cultivars to application of boron in boron-deficient calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 2381–2399.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistiksel Metotlar 2). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 1021, Ders Kitabı No: 295, Ankara.
- Eken, H., 2004. Haşhaş. Tarımsal Araştırma Enstitüsü. T.E.A.E- Bakış. Sayı 7, Nüsha 7. ISSN 1303-8346.

- Elçi, Ş., Kolsarıcı, Ö. ve Geçit, H.H., 1987. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 1008:110-118.
- Erdurmuş, A., 1989. Haşhaş hatlarında fenolojik ve morfolojik karakterlerin morfin ve tohum verimiyile ilişkileri. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara.
- Erdurmuş, A. ve Öneş, Y., 1999. Haşhaş. TMO Alkansasın Yayınları Meslek Kitapları. 12 s. Ankara.
- Gezgin, S., Hamurcu, M. ve Apaydın, M., 2001. Bor uygulamasının şeker pancarının verim ve kalitesine etkisi. Turk J. Agriculture and Forestry. 25:89-95.
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soylu, S., Akgün, N., Yorgancılar, M., Ceyhan, E., Çiftçi, N., Acar, B., Gültekin, İ., Işık, Y., Şeker, C. and Babaoğlu M., 2002. Determination of B contents of soils in Central Anatolian Cultivated Lands and its relations between soil and water characteristics. Boron in Plant and Animal Nutrition. Edited by Goldbach et al., Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Gümüştü, A. ve Arslan, N., 1999. Seçilmiş bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarının verim ve verim öğelerinin karşılaştırılması. Turk J. of Agriculture and Forestry 23, ek sayı, 4: 991-997.
- İncekara, F. 1964. Yağ Bitkileri. Ege Üniversitesi Yayınları, No:83, İzmir.
- Laughlin, J.C., 1979. The boron nutrition of poppies (*Papaver somniferum* L.) on krasnozem and alluvial soils of Tasmania. Acta Horticulture Species and Medical Plants, Herba Hungarica Tom.18 No.3.
- Li, Y. and Liang, H., 1997. Soil boron content and effects of boron application on yields of maize, rice, sugarbeet. Soil and Fertilizer Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences. Harbin P.R. China.
- Rashid, A., Rafique, E. and Bughio, N., 1994. Diagnosing boron deficiency in rapeseed and mustard by plant analysis and soil testing. Commun. Soil Sci. 25. 2883-2897.
- Sade, B., Soylu, S., Topal, A., Babaoğlu, M., Akgün, N. ve Dursun, N. 2003. Bor eksik kireçli topraklarda bor uygulamalarının makarnalık ve ekmeklik buğday ile arpa çeşitlerinin tane verimi üzerine etkileri. Türkiye V. Tarla Bitkileri Kongresi (13-17 Ekim 2003), Diyarbakır, Türkiye.
- Soylu, S., Topal, A., Sade, B., Akgün, N., Gezgin, S., Babaoğlu, M., 2004. Yield and yield attributes of durum wheat (*Triticum durum* desf.) genotypes as affected by boron application in boron deficient-calcareous soils: an evaluation of major turkish genotypes for b efficiency. Journal of Plant Nutrition, Vol. 27 (6): 1077-1106.
- Sethi, K.L., Sapra, R.L., Grupta, R., Dhinsa, K.S. and Sangvan, N.K., 1990. Performance of poppy cultivators in relation to seed, oil and latex yields under different environments. Journal of the Science of Food and Agriculture. National Bureau of plant Genetic Resources, New Delhi. 110012, India.
- Taban, S. ve Erdal, İ., 2000. Bor uygulamasının değişik buğday çeşitlerinde gelişme ve toprak üstü aksamda bor dağılımı üzerine etkisi. Turk J. Agriculture and Forestry. 24:255-262.
- Turan, Z.M. ve Göksoy A.T., 1998. Yağ Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No.80: 150-173.
- Xue, J., Lin, M., Bell, R.W., Graham, R.D. Yang, X. and Yang, Y., 1998. Differential response of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars to low boron supply. Plant and Soil. 204:155-163.
- Zengin, M., 1998. Analiz sonuçlarının kalibrasyonu. S.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü (Basılmamış Ders Notları).