



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (44): (2008) 56-63  
ISSN:1300-5774



## **BOR UYGULAMASININ BAZI HAŞHAŞ (*Papaver somniferum L.*) ÇEŞİTLERİNİN VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ – II<sup>1,2</sup> (KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ BOR KONSANTRASYONLARI)**

Hakan GÜNLÜ<sup>3</sup>

Özden ÖZTÜRK<sup>3,4</sup>

<sup>3</sup>Selçuk 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 kalite ve bitki bor konsantrasyonları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. “Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller” deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulan bu araştırmada, 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; morfin ve ham yağ oranı, yaprakta, kapsülde ve tohumda bor konsantrasyonu; morfin ve ham yağ verimine ait analizler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, bor uygulamalarının kullanılan çeşitlerde morfin ve ham yağ verimi, yaprakta bor, tohumda bor ve kapsülde bor konsantrasyonu ile ham yağ oranı üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunurken; morfin oranı üzerine olan etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir. Çeşitler arasında incelenen özelliklerin biri dışında tüm parametreler açısından istatistiki açıdan önemli farklılıklar belirlenirken, ham yağ ve morfin oranı özelliklerinde önemli çeşit x bor uygulaması etkileşimleri tespit edilmiştir. En yüksek morfin ve ham yağ verimlerine 0.1 B/da uygulamalarında ulaşılan, bitki bor konsantrasyonları ise tohumdaki bor konsantrasyonu dışında genelde artan doza paralel olarak artmıştır. Karahisar-96 çeşidi ham yağ ve morfin verimi yönünden ön plana çıkan çeşit olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Haşhaş, çeşit, bor dozları, kalite, morfin ve ham yağ oranı.

### **EFFECTS OF BORON APPLICATION ON THE YIELD AND QUALITY OF SOME POPPY (*Papaver somniferum L.*) VARIETIES –II (QUALITY CHARACTERS AND PLANT BORON CONCENTRATION)**

### **ABSTRACT**

This research was conducted to determine the effects of different boron levels on yield and quality 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, boron concentration in leaves, in seed and in capsule; crude oil and morphine ratio, morphine and crude oil yield were determined. As a result, the effects of different boron doses on morphine and crude oil yield, boron concentration and crude oil ratio were found significant differences but the effects of boron doses on ratio of morphine was not found important. According to the results of this research, the highest morphine and crude oil yield were obtained from application of 0.1 kg B/da. Boron concentrations in plant were increased with increasing boron concentrations except boron concentrations in seed. Karahisar 96 variety had highest crude oil and morphine yield.

**Keywords:** Poppy, variety, boron doses, quality, morphine and crude oil rate.

### **GİRİŞ**

Haşhaşın önemli bir yan ürünü afyondur. Afyon, 24 kadar alkaloid içermekte olup, bu alkaloidler morfin ve papaverin olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Morfin grubunun en önemli alkaloidleri morfin, kodein ve tebain; papaverin grubunun kodein, kriptopin, pretopin, narkotin ve papaveramindir (Elçi ve ark. 1987). Afyonda, morfin % 1-23, narkotin % 1-11 ve diğer alkaloidlerin oranı % 1-4 arasında değişmektedir (Atakişi 1991).

<sup>1</sup> Bu makale, Yüksek Lisans Tez çalışmasından özetlenmiştir.

<sup>2</sup> Bu çalışma, yürütücülüğünü Prof Dr. Sait Gezgin'in yaptığı DPT 1999 K 120560 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

<sup>4</sup>Sorumlu Yazar:ozdenoz@selcuk.edu.tr

Haşhaş kapsüllerinden elde edilen morfin ve diğer alkaloidler, tıpta sükunet verici ve ağrı dindirici olarak büyük önem taşımaktadır. Sentetik ilaçların yan etkilerinin fazla olması nedeniyle, gelişmiş ülkelerde bitkisel ilaç kullanmaya yönelme giderek artmaktadır (Akınerdem ve ark. 1994). Kanseri ve nefrit gibi hastalıkların en ağırlı dönemlerinde kullanılmakta olan morfinin yerini bugün hiçbir madde alamamıştır.

Ülkemizde kapsülden çizim yapılarak afyon elde edildiği zamanlarda işlenen üründeki morfin oranının oldukça yüksek olmasına (% 0.8) bağlı olarak uluslararası pazarda rekabet gücümüz yüksek iken, morfinin doğrudan doğruya kapsülden elde edilmesi ile kapsüldeki morfin oranı büyük ölçüde önem kazanmıştır. Mevcut fabrikada, işlenecek kapsüldeki morfin oranı

% 0.5 olarak öngörülmektedir. Ancak ekimi yapılan haşhaşların morfin oranı bazı yıllar % 0.3'e kadar düşmektedir. Bu durum elde edilen morfinin maliyetini yükseltmekte, fabrikanın karlılığını azaltmakta ve pazarlamada bazı güçlükler neden olmaktadır. Kapsülden morfin elde edilmesi işlemi TMO denetiminde kurulan Bolvadin Alkaloid Fabrikası tarafından yapılmaktadır. Bolvadin Alkaloid Fabrikası, yıllık 20.000 ton kuru haşhaş işleme ve dünyanın yıllık morfin ihtiyacının % 35'ini karşılama kapasitesine sahiptir (Erdurmuş 1989).

Haşhaş kültürü yapılan bitkiler içerisinde bor içeriği ve ihtiyacı en yüksek olanlardan biridir. Bor noksanlığı için kritik düzey buğdaygillerde bir kg kuru maddede 5-10 mg B iken, haşhaşta 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, Dünya'da da yok denecek kadar az çalışma yapılmıştır. Laughlin (1979) tarla denemelerinde bor uygulanmayan bitkilerde bor eksikliği belirtileri gözlenmiş ve kapsüldeki morfin oranına bor uygulamasının ve kireçlemenin etki etmediği tespit edilmiştir. Haşhaşta 0.2 kg/ha bor muamelesinin bor alımı veya kuru madde verimini etkilemediği; fakat 2 kg/ha bor dozunun maksimum yaprak ve gövde verimine neden olduğu, bor uygulamasıyla birlikte gövde ve yapraktaki bor konsantrasyonunun 34 ppm' den 157 ppm'e yükseldiği gözlemlenmiştir.

Gupta ve ark. (1985) yaptıkları çalışmada, topraklarda aşırı bor birikiminin bitkilerin kök ve yeşil aksam büyümesini engelleyen ve tane verimini ciddi biçimde sınırlayan bir mikro element problemi olduğunu tespit etmişlerdir. Sakal ve ark. (1985) bildirdiklerine göre, toprakların kireç muhtevası arttıkça borun elverişliliği azalmaktadır. Çünkü toprakta Ca ve OH iyonlarının artmasıyla çözünürlüğü düşük tuzların oluşumu artmakta ve asit reaksiyonlu toprakların kireçlenmesi ile de borun elverişliliği azalmaktadır. Huang ve Graham (1990) yaptıkları çalışmada, bitki türleri arasında olduğu gibi aynı türün çeşitleri arasında da bor toksitesine duyarlılık bakımından büyük farklar bulunduğunu tespit etmişler ve bu farkların nedeninin bitkilerin fizyolojik ve morfolojik olarak bor toksitesinden aynı oranda etkilenmemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bölgemizde Gezgin ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada, İç Anadolu topraklarında elverişli bor konsantrasyonunun 0.01-63.9 mg/kg (ortalama 2.48 mg/kg) gibi oldukça geniş bir aralıkta değiştiğini; bunun yanında bor konsantrasyonu ile toprağın kireç, kil, organik madde muhtevaları ve sodyum, potasyum ve magnezyum konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bitki organlarında hareketi oldukça sınırlı olan bor, immobil bir bitki besin elementi olarak tanınır. Bitkide bor taşınması ksilem iletim boruları vasıtasıyla

yukarı kısımlara doğru olmakta ve bor birikimi tepe kısımlarda özellikle yapraklarda daha fazla gerçekleşmektedir. Yaprakta bu şekilde biriken bor yaprak uçlarında toksik belirtilerin ortaya çıkmasına neden olmakta ve bazı bitkiler borun bu toksik etkisinden korunmak için yapraklarından su damlacıkları ile dışarı bor atmaktadırlar (Oertli ve Roth 1969). Bitkilerde karbonhidrat metabolizması ile karbonhidratların taşınması üzerine borun önemli etki yaptığı saptanmıştır. Bor eksikliği görülen tüm kültür bitkilerinin yapraklarında şeker ve nişasta konsantrasyonunun arttığı görülmüştür. Bunun yanında, borun yağ metabolizması ile pektin sentezinde de görev yaptığı belirlenmiştir (Scirupture ve Mc Hargue 1943).

Bu çalışma ile bor uygulamasının haşhaşta önemli kalite kriterleri olan morfin ve yağ oranı ile bitki bor konsantrasyonları üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### MATERYAL VE METOD

Afyon Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarında 2002-2003 üretim yılında yürütülen bu çalışmada, 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).

Haşhaşta 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 m<sup>2</sup> olup, çalışmada toplam 80 parsel (4 çeşit x 5 bor dozu x 4 tekerürlü) yer almıştır.

Denemenin yürütüldüğü 2005 yılına ait on aylık aylık (Ekim-Temmuz) bitki gelişim döneminde yağış toplamı 377.6 mm, sıcaklık ortalaması 9.4 °C, 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 yaklaşık 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 gr. numune alınarak bor analizleri yapılmak üzere Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarına gönderilmiştir. Daha sonra bütün deneme parsellerine fosfor 5 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (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 (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), 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.

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 m<sup>2</sup>'lik alanda kapsüllerin kırılması şeklinde el ile yapılmıştır.

Araştırmada aşağıdaki kalite özellikleri incelenmiştir.

Tablo 1. Deneme Tarlası Topraklarının Bazı Özellikleri \*

Toprak Derinliği (cm)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Organik Madde (%)	Toplam Tuz (%)	Elverişli		Çinko (ppm)	Elverişli Bor (ppm)	Doymuşluk (%)
					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> 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 morfin ve ham yağ oranı, yaprakta, kapsülde ve tohumda bor konsantrasyonu; morfin ve ham yağ verimi özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve elde edilen sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Tablo 2'de, ortalama değerler ise Tablo 3'de verilmiştir.

**Ham Yağ Oranı (%):** Her parselden yeterli miktarda tohum numunesi alınarak Türkiye Atom Enerjisi Kurumunda yağ analizleri yapılmıştır.

**Morfin Oranı (%):** Her parselden elde edilen kapsüllerden yeterli miktarlarda numune alınarak Bolvadin Alkoloit Fabrikasında morfin analizleri yapılarak yüzde morfin oranları tespit edilmiştir.

**Ham Yağ Verimi (kg/da):** Her parselde birim alana göre hesaplanan tohum verimleri (kg/da), o parselde ait ham yağ oranı ile çarpılarak ham yağ verimi dekara kg olarak hesaplanmıştır.

**Morfin Verimi (kg/da):** Her parsel için dekardan elde edilen kapsül verimleri o parselde ait morfin oranı ile çarpılarak morfin verimi dekara kg olarak hesaplanmıştır.

**Yaprakta Bor Konsantrasyonu (ppm) :** Çiçeklenme dönemi başlangıcında her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkiden birer adet olgunlaşmasını tamamlamış en genç yaprak örnek olarak alınmış, su ile yıkanmış ve 70 °C'de 48 saat etüvde kurutulmuştur. Öğütülen örneklerden alınan 0.5 gr yaprak örneği mikro dalga sisteminde konsantre nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) ile yakılmıştır. Ekstraktardaki bor ICP-AES (Varion-Vista Model) ile analiz edilmiştir.

**Tohumda Bor Konsantrasyonu (ppm):** Her parselden yeterince tohum örneği alınmış, bu örnekler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi laboratuvarında ICP-AES (Varion-Vista Model) ile analiz edilmiştir.

**Kapsülde Bor Konsantrasyonu (ppm):** Her parseldeki haşhaş bitkilerinin kapsül örnekleri öğütülerek ICP-AES (Varion-Vista Model) ile analiz edilmiştir.

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).

#### Ham Yağ Oranı

Haşhaş çeşitleri arasında ham yağ oranı bakımından istatistiki olarak % 1 ihtimal seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 2). Bor dozlarının ortalaması olarak en yüksek ham yağ oranı değeri % 51.81 ile Karahisar 96 çeşidinden elde edilmiş, bunu aynı değere sahip Afyon Kalesi 95 ile Kocatepe 96 (% 51.67) ve Ankara 94 (% 49.90) çeşitleri izlemiştir (Tablo 3).

Haşhaş çeşitleri üzerinde araştırmalar yapan Erdurmuş ve Öneş (1999), haşhaşta yağ oranının %

48-52 sınırları içinde olduğunu bildirmiş olup, araştırmada elde edilen değerler bu sınırlar içindedir.

Ham yağ oranı bakımından bor dozları arasında istatistiksel açıdan % 5 seviyesinde önemli farklılıklar bulunmuştur (Tablo 2). En yüksek ham yağ oranı %

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

Özellikler	Çeşit	F Değerleri	
		Bor Dozları	Çeşit x Bor int.
Ham Yağ Oranı	15.29**	2.64*	3.03**
Ham Yağ Verimi	17.97**	38.65**	0.04
Morfın Oranı	17.68**	0.95	5.60**
Morfın Verimi	17.97**	35.32**	1.39
Yaprakta Bor Konsantrasyonu	4.37*	61.42**	5.60*
Tohumda Bor Konsantrasyonu	1.51	2.84*	1.56
Kapsülde Bor Konsantrasyonu	4.99*	38.92**	2.66*

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

Nitekim, Scirupture ve Mc Hargue (1943) yaptıkları çalışmada, yeterince bor içeriğine sahip olmayan tüm kültür bitkilerinin yapraklarında şeker ve nişasta konsantrasyonunun arttığını; bununla birlikte borun yağ metabolizması ile pektin sentezinde de görev yaptığını bildirmişlerdir.

Araştırmada ele alınan faktörlerin meydana getirdiği çeşit x bor dozu interaksyonunun ham yağ oranı üzerine olan etkisi istatistiksel bakımdan % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tablo 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, çeşit x bor dozu interaksyonu bakımından ham yağ oranı en yüksek % 52.73 ile 3.6 kg/da bor uygulanan Afyon Kalesi 95, en düşük % 48.16 ile 0.9 kg/da bor uygulanan Ankara 94 çeşidinden elde edilmiştir.

#### Ham Yağ Verimi

Tablo 2'nin incelenmesinden görüleceği gibi, ham yağ verimi bakımından çeşitler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur. Bor dozlarının ortalaması olarak çeşitler arasında en yüksek ham yağ verimi dekara 55.61 kg ile Karahisar 96 çeşidinden elde edilmiş olup, bunu azalan sırayla 50.36 kg ile Afyon Kalesi 95, ve 44.58 kg ile Ankara 94 çeşitleri izlemiştir. En düşük ham yağ verimi ise dekara 42.88 kg ile Kocatepe 96 çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 3).

Araştırmada, ham yağ verimi bakımından bor dozları arasında % 1 ihtimal sınırına göre önemli farklılıklar bulunmuştur (Tablo 2). Çeşitlerin ortalaması olarak en yüksek ham yağ verimi dekara 60.52 kg ile 0.1 kg/da bor uygulaması yapılan parsellerden elde edilmiş olup, bunu sırasıyla dekara 0.3 kg (58.45 kg/da), kontrol (56.41 kg/da), 0.9 kg (50.43 kg/da) ve 3.6 kg (15.98 kg/da) bor uygulamaları izlemiştir (Tablo 3).

Yağ bitkileri yetiştiriciliğinde esas amaç, birim alandan alınan yağ veriminin artırılması olduğu için araştırmalar sonucunda yapılacak tavsiyelerin çeşitlerin yağ verimleri dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. İlisulu'ya (1970) göre, yağ bitkileriyle yapı-

lan araştırmalarda yağ verimleri hesaplanmalıdır. Çünkü, tohumlarında yağ oranı düşük olan bir çeşidin tohum verimi düşük olabilir ve netice olarak birim alandan daha fazla yağ elde edilebilir. Araştırmamızda kullanılan haşhaş çeşitlerinin ham yağ verimi 42.88-55.61 kg/da arasında değişmiş olup, bu değerler İlisulu (1973), Atakişi (1991) ile Turan ve Göksoy'un (1998) bildirdiği değerlerle benzerlik göstermiştir. Haşhaş çeşitlerinde ham yağ veriminin ham yağ oranı ve tohum verimi değerlerinden hesap yoluyla bulunması sebebiyle, yağ oranı ve tohum verimini etkileyen çeşit özelliği, iklim ve toprak şartları, uygulanan kültürel işlemler ve bor uygulaması gibi faktörlerin yağ verimine de etkili olduğu söylenebilir.

Ham yağ verimi bakımından çeşit x bor dozu interaksyonu istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur.

Çeşitlerin ortalaması olarak bor dozları arasında tohumda ham yağ oranı bakımından küçük farklılıklar (% 50.77-51.59) bulunmasına karşılık, bor uygulamalarının dekardan elde edilen tohum miktarı üzerine önemli etkisi olmasından dolayı; uygulamalar arasında ham yağ verimi bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Tohum veriminde olduğu gibi ham yağ veriminde de en yüksek değer 0.1 kg B/da uygulamasından elde edilmiş olup, kontrol parselleri ile 0.1, 0.3 ve 0.9 kg/da bor uygulanan parseller arasındaki verim farkı istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, 3.6 kg/da bor uygulanan parsellerde düşük tohum verimi değerleri kaydedilmesi, bu parsellerden elde edilen ham yağ verimlerinin düşük olmasına sebep olmuştur.

#### Morfın Oranı

Tablo 2'deki varyans analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi, çeşitler arasındaki farklılık istatistiksel bakımdan % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bor uygulamalarının ortalaması olarak morfin oranı bakımından % 0.65 ile Karahisar 96 çeşidi ilk sırada yer almıştır. Bunu azalan sıra ile % 0.59 morfin oranıyla

Ankara 94, % 0.52 ile Kocatepe 96 ve % 0.51 ile Afyon Kalesi 95 çeşitleri izlemiştir (Tablo 3).

Gümüşçü ve Arslan (1999) yaptıkları çalışmada, haşhaşa morfin oranının % 0.66-0.74 arasında değiştiğini belirlemiştir. Bu araştırmanın yürütüldüğü

Afyon yöresinde yapılan araştırmada (Camcı 1983), haşhaş hat ve çeşitlerinde morfin oranı % 0.25-1.02 arasında değişmiş olup, araştırma sonucu elde ettiğimiz değerler bu değerlerle uyum sağlamıştır.

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

Çeşitler	Bor Dozları (kg/da)					
	0	0.1	0.3	0.9	3.6	Ort.
<b>Ham Yağ Oranı (%)</b>						
Ankara 94	50.27 de**	50.74 cde	50.73 cde	48.16 f	49.60 ef	<b>49.90 b**</b>
Kocatepe 96	51.06 a-e	51.93 a-d	51.76 a-d	52.31 abc	51.26 a-e	<b>51.67 a</b>
A.Kalesi 95	51.67 a-d	51.72 a-d	51.53 a-d	50.71 cde	52.73 a	<b>51.67 a</b>
Karahisar 96	50.88 b-e	51.35 ad	52.33 abc	51.89 a-d	52.61 ab	<b>51.81 a</b>
<b>Ort.</b>	<b>51.44 a*</b>	<b>51.59 a</b>	<b>50.77 b</b>	<b>51.55 a</b>	<b>50.97 ab</b>	
<b>Ham Yağ Verimi (kg/da)</b>						
Ankara 94	54.13	59.35	51.39	46.73	11.31	<b>44.58 bc**</b>
Kocatepe 96	50.50	52.02	52.93	42.15	16.83	<b>42.88 c</b>
A.Kalesi 95	57.11	59.23	61.63	54.73	19.14	<b>50.36 ab</b>
Karahisar 96	63.88	71.52	67.87	58.14	16.66	<b>55.61 a</b>
<b>Ort.</b>	<b>56.41 a**</b>	<b>60.52 a</b>	<b>58.45 a</b>	<b>50.43 a</b>	<b>15.98 b</b>	
<b>Morfin Oranı (%)</b>						
Ankara 94	0.63 a-d**	0.67 a-b	0.55 c-g	0.62 a-f	0.48 g-1	<b>0.59 ab**</b>
Kocatepe 96	0.57 b-g	0.43 ı	0.50 f-ı	0.52 e-ı	0.57 b-g	<b>0.52 bc</b>
A.Kalesi 95	0.44 h-ı	0.53 d-h	0.53 d-ı	0.57 a-g	0.49 ghı	<b>0.51 c</b>
Karahisar 96	0.65 abc	0.67 a	0.65 abc	0.62 a-e	0.66 ab	<b>0.65 a</b>
<b>Ort.</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.56</b>	<b>0.58</b>	<b>0.55</b>	
<b>Morfin Verimi (kg/da)</b>						
Ankara 94	0.583	0.673	0.493	0.530	0.145	<b>0.485 b**</b>
Kocatepe 96	0.558	0.405	0.471	0.402	0.223	<b>0.412 c</b>
A.Kalesi 95	0.434	0.570	0.523	0.459	0.207	<b>0.439 bc</b>
Karahisar 96	0.638	0.738	0.653	0.544	0.248	<b>0.564 a</b>
<b>Ort.</b>	<b>0.553 ab**</b>	<b>0.596 a</b>	<b>0.535 ab</b>	<b>0.484 b</b>	<b>0.205 c</b>	
<b>Yaprakta Bor Konsantrasyonu (ppm)</b>						
Ankara 94	51.44 cd*	53.51 cd	53.57 cd	60.59 cd	89.59 b	<b>61.74 b*</b>
Kocatepe 96	58.85 cd	53.82 cd	57.61 cd	64.91 cd	130.81 a	<b>73.20 a</b>
A.Kalesi 95	50.36 cd	47.62 d	52.98 cd	58.99 cd	96.20 b	<b>61.23 b</b>
Karahisar 96	53.33 cd	52.95 cd	67.04 c	60.43 cd	95.77 b	<b>65.90 ab</b>
<b>Ort.</b>	<b>53.50 b**</b>	<b>51.97 b</b>	<b>57.80 b</b>	<b>61.23 b</b>	<b>103.10 a</b>	
<b>Tohumda Bor Konsantrasyonu (ppm)</b>						
Ankara 94	33.71	28.48	25.47	23.08	34.54	<b>29.06</b>
Kocatepe 96	22.82	23.77	16.65	16.96	22.58	<b>20.55</b>
A.Kalesi 95	20.28	18.64	23.47	24.70	23.51	<b>22.12</b>
Karahisar 96	19.24	17.18	20.15	19.49	24.67	<b>20.14</b>
<b>Ort.</b>	<b>24.01 ab*</b>	<b>22.02 b</b>	<b>21.43 b</b>	<b>21.06 b</b>	<b>26.33</b>	
<b>Kapsülde Bor Konsantrasyonu (ppm)</b>						
Ankara 94	66.44 d-g*	58.49 f-g	59.71 efg	75.42 def	111.78 b	<b>74.37 bc*</b>
Kocatepe 96	59.82 efg	79.25 de	71.00 d-g	69.74 d-g	142.53 a	<b>84.47 a</b>
A.Kalesi 95	74.69 def	70.76 d-g	67.31 d-g	82.75 cd	109.21 b	<b>80.95 ab</b>
Karahisar 96	52.99 g	63.63 d-g	72.79 d-g	59.89 efg	102.21 bc	<b>70.30 c</b>
<b>Ort.</b>	<b>63.49 b**</b>	<b>68.04 b</b>	<b>67.70 b</b>	<b>71.95 b</b>	<b>116.40 a</b>	

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

Morfin oranı bakımından bor dozları arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Laughlin (1979) tarafından haşhaşa yapılan bir araştırmada, bor uygulanmayan bitkilerde bor eksikliği belirtileri gözlenmiş ve bu araştırma sonucuna benzer şekilde kapsüldeki morfin oranı üzerine bor uygula-

malarının etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç araştırmamızda elde edilen sonucu doğrular niteliktedir. Bununla birlikte kapsülde bor konsantrasyonu bakımından bor dozları arasında görülen küçük farklılıkların, bitkiler arasındaki genotipik farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Morfin oranı bakımından çeşit x bor dozu interaksyonu % 1 ihtimal sınırına göre önemli bulunmuştur (Tablo 2). Nitekim, morfin oranı en yüksek % 0.67 ile 0.1 kg/da bor uygulanan Karahisar 96, en düşük % 0.43 ile 0.1 kg/da bor uygulanan Kocatepe 96 çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 3).

#### Morfin Verimi

Tablo 2'nin incelenmesinden görüleceği gibi, morfin verimi bakımından çeşitler ve bor dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli, çeşit x bor dozu interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur. Bor dozlarının ortalaması olarak çeşitler arasında en yüksek morfin verimi dekara 0.564 kg ile Karahisar 96 çeşidinden elde edilmiş olup, bunu azalan sırayla 0.485 kg ile Ankara 94 ve 0.439 kg ile Afyon Kalesi 95 çeşitleri izlemiştir. En düşük morfin verimi ise dekara 0.412 kg ile Kocatepe 96 çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin ortalaması olarak ise en yüksek morfin verimi dekara 0.596 kg ile 0.1 kg/da bor uygulaması yapılan parsellerden, en düşük 0.205 kg ile 3.6 kg B/da uygulaması yapılan parsellerden elde edilmiştir (Tablo 3). Gümüştü ve Arslan (1999) yaptıkları çalışmada, haşhaşa dekara morfin veriminin 0.281–0.852 kg arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Erdurmuş (1989), bu rakamın 0.377–1.012 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada ise kontrol uygulamasıyla, 0.1, 0.3 ve 0.9 kg/da bor uygulamalarından dekara 0.402–0.738 kg morfin elde edilmiş olup, bu değerler yukarıda sözü edilen araştırmacıların bildirdiği sınırlar içerisinde. Diğer taraftan, 3.6 kg/da bor uygulamasında daha az morfin verimi değerleri (0.145–0.248 kg/da) kaydedilmiştir. Morfin veriminin, morfin oranı ve dekara kapsül veriminden hesap yoluyla bulunması sebebiyle, bor uygulamasına gösterdiği tepki, morfin oranı ve kapsül veriminin bir yansıması olarak kendini göstermiştir.

#### Yaprakta Bor Konsantrasyonu

Tablo 2'nin incelenmesinden de görülebileceği gibi, yaprak bor konsantrasyonu bakımından çeşitler arasında istatistiki olarak % 5, bor dozları arasında % 1 ihtimal seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bor uygulamalarının ortalaması olarak haşhaş çeşitlerinde yaprakta bor konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 73.20 ppm ile Kocatepe 96 çeşidinden alınmıştır. Bunu, Karahisar 96, Ankara 94 ve Afyon Kalesi 95 çeşitleri izlemiştir (sırasıyla 65.90, 61.74 ve 61.23 ppm; Tablo 3).

Bor dozları arasında yaprakta bor konsantrasyonu açısından en yüksek değer 103.10 ppm ile 3.6 kg/da bor uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 61.23 ppm ile dekara 0.9 kg bor, 57.80 ppm ile 0.3 kg bor, 53.50 ppm ile kontrol ve son olarak 51.97 ppm ile 0.1 kg bor uygulaması izlemiştir (Tablo 3).

Laughlin (1979), haşhaşa bor uygulamasıyla birlikte gövde ve yapraktaki bor konsantrasyonunun 34 ppm' den 157 ppm' e yükseldiğini bildirmiştir. Nitekim, bu çalışma sonucunda benzer şekilde bor uygulaması ile birlikte yapraktaki bor konsantrasyonu

53.50 ppm'den 103.10 ppm'e yükseldiği belirlenmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada, Rashid ve ark. (1994) hardal ve kolza bitkilerine değişik dozlarda bor uygulamışlar ve araştırma sonucunda bor eksikliği görülen bitkilerde ana gövdede gelişme geriliği, yapraklarda kıvrılma, pürüzlenme ve nekrotik lekelerin meydana geldiğini; yüksek dozda bor uygulanan bitkilerin yaprak kenarlarında yanmalar olduğunu bildirmişlerdir. Ancak yürüttüğümüz çalışmada yüksek bor dozu uygulamasında verim değerlerinde azalmalar tespit edilmesine karşın, bitkilerde bu tür semptomlara rastlanmamıştır. Bu durum araştırma toprağında yeterli miktarda bor bulunması ve bu semptomları ortaya çıkaracak kadar yüksek dozda bor uygulanmamasından kaynaklanabilir.

Haşhaş yapraklarının bor muhtevası üzerine çeşit x bor dozu interaksyonu istatistiki olarak % 5 ihtimal sınırına göre önemli bulunmuştur. Yaprak bor konsantrasyonu en yüksek 130.81 ppm ile 3.6 kg/da bor uygulanan Kocatepe 96 çeşidine ait yaprak örneklerinden, en düşük 47.62 ppm ile 0.1 kg/da bor uygulanan Afyon Kalesi 95 çeşidinden elde edilmiştir (Tablo 3).

#### Tohumda Bor Konsantrasyonu

Tohumda bor konsantrasyonu bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunurken, bor dozları arasındaki farklılıkların % 5 ihtimal sınırına göre önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Çeşitlerin ortalaması olarak en yüksek tohumda bor konsantrasyonu 26.33 ppm ile 3.6 kg B/da uygulamasından elde edilmiş, bunu azalan sırayla kontrol (24.01 ppm), 0.1 kg B/da (22.02 ppm), 0.3 kg B/da (21.43 ppm) ve 0.9 kg B/da (21.06 ppm) uygulamaları izlemiştir (Tablo 3).

Bell ve Frost (2002) tarafından kolza üzerinde yapılan çalışmada, bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde tohumda bor konsantrasyonu üzerine bor uygulamalarının etkisinin önemli olduğu belirlenmiş ve kolzada bor uygulaması ile birlikte tohumda bor konsantrasyonunun 13.0 ppm'den 17.1 ppm'e çıktığı, bor uygulanmayan bitkilerde ise tohumda bor konsantrasyonunun 7.0-13.8 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tohumda bor konsantrasyonu bakımından çeşit x bor dozu interaksyonu ise çalışmada istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır (Tablo 2).

#### Kapsülde Bor Konsantrasyonu

Tablo 2'nin incelenmesinden de görüleceği gibi, kapsülde bor konsantrasyonu bakımından çeşitler arasındaki farklılık istatistiki olarak % 5 ihtimal sınırına göre önemli bulunmuştur. Çalışmada kullanılan bor dozlarının ortalaması olarak en yüksek kapsülde bor değeri 84.47 ppm ile Kocatepe 96 çeşidinden elde edilmiş, bunu azalan sırayla Afyon Kalesi 95 (80.95 ppm), Ankara 94 (74.37 ppm) ve Karahisar 96 (70.30 ppm) çeşitleri izlemiştir (Tablo 3).

Araştırmada bor dozları arasında kapsüllerin bor içerikleri yönüyle % 1 ihtimal sınırına göre önemli

farklılıklar bulunmuştur (Tablo 2). Tablo 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, araştırmada kullanılan çeşitlerin ortalaması olarak en yüksek kapsülde bor 116.40 ppm ile dekara 3.6 kg bor uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 71.95 ppm ile dekara 0.9 kg bor, 68.04 ppm ile 0.1 kg bor, 67.70 ppm ile 0.3 kg bor ve 63.49 ppm ile kontrol uygulamaları izlemiştir (Tablo 3).

Kapsülde bor bakımından araştırmada ele alınan faktörlerin meydana getirdiği çeşit x bor dozu interaksyonu istatistiki bakımdan % 5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). Çeşit x bor dozu interaksyonu bakımından, Tablo 3'ün incelenmesinden de görüleceği gibi, en yüksek kapsülde bor konsantrasyonu 142.53 ppm ile 3.6 kg/da dozunda bor uygulanan Kocatepe 96 çeşidinden, en düşük 52.99 ppm ile Karahisar 96 çeşidinin kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

Huang ve Graham (1990) yaptıkları çalışmada, bitki türleri arasında olduğu gibi aynı türün çeşitleri arasında da bor toksitesine duyarlılık bakımından büyük farklar bulunduğunu tespit etmişler ve bu farkların nedeninin bitkilerin fizyolojik ve morfolojik olarak bor toksitesinden aynı oranda etkilenmemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bu araştırma sonucunda da kapsülde bor konsantrasyonu bakımından çeşitler arasında farkların bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan bor dozları arttıkça kapsül bor konsantrasyonu kontrole göre artmış, en yüksek değer 3.6 kg B/da uygulamasında belirlenmiştir. Ancak, kapsülde bor konsantrasyonu her ne kadar borun diğer dozlarında (0.1, 0.3 ve 0.9 kg B/da) kontrole göre artmış olsa da kontrol ile aralarındaki farklılığın istatistiki bakımdan önemsiz olduğu da görülmüştür.

### SONUÇ

Bu araştırma sonucunda, ülkemiz tarımında önemli bir yere sahip olan haşhaş bitkisinde, bor elementinin kalite üzerine olan etkilerinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

0.1 kg/da ve 0.9 kg/da bor uygulamalarında haşhaş için en önemli kalite kriterleri olan morfin ve yağ ile ilgili özellikler kontrol parsellerine oranla artarken, diğer dozların uygulandığı parsellerde bu unsurlarda kontrol parselleri ortalamalarına göre azalma tespit edilmiştir. Bor uygulanması ile birlikte genel olarak yaprakta ve kapsülde bor konsantrasyonu değerinde kontrol parseline oranla artış görülürken tohumda bor konsantrasyonunda ise azalma gözlenmiştir. Bu durum haşhaşta bitki bünyesine alınan borun yaprakta ve kapsülde biriktirildiğini göstermektedir.

Verim ve verim unsurlarında olduğu gibi kalite özelliklerinde de optimum noktayı yakalamak açısından bor uygulamasına gerekli önem verilmelidir. Her ne kadar bitkiler mikro elementlere çok az miktarda gereksinim duysalar da bu elementlerin eksikliği bitki büyüme ve gelişmesi için önemli bir sınırlayıcı faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bitkiler için esansiyel olan ve mikro besin elementlerinin en önemlilerinden biri

olan bor, yukarıda belirtildiği şekilde eksik bulunduğu topraklarda verim ve kalite kaybına neden olabilmektedir. Verim ve verim unsurlarında olduğu gibi kalite açısından da eksikliği ile toksitesi arasında birbirine çok yakın bir sınır bulunan bor elementinin yapılacak toprak analiz sonuçları ve bitkinin isteği dikkate alınarak uygulanması gereklidir.

### TEŞEKKÜR

Araştırmanın bor analizleri safhasında "DPT-1999 K 120560 no'lu Orta Güney Anadolu Bölgesi Tarım Topraklarında Bitkilerce Alınabilir Bor Miktarlarının Belirlenmesi" isimli projenin imkanlarından faydalanılmıştır. Proje liderine ve çalışanlarına desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- Akınerdem, F., Sade, B., Topal, A., Tamkoç, A., Soyulu, S. ve Acar, R. 1994. Farklı bitki sıklıklarının çörek otunda verim ve bazı morfolojik özellikler üzerine etkileri. S.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi. 5 (7): 72-79.
- Anonymous, 2003 . Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kayıtları. Ankara.
- Arslan, N., Er, C. ve Camcı, H., 1986. Haşhaş ekim yasağının kaldırılmasından beri haşhaş tarımı ve problemleri. VI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı. 10-16 Mayıs, Ankara. S. 99-118.
- Atakışi, İ.K., 1991. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No.148. Ders Kitabı No.10:118-135.
- Bell, R.W. and Frost, K., 2002. Low boron supply depresses seed viability in canola (*Brassica napus* L.) and lupin (*Lupinus angustifolius*). Boron in Plant and Animal Nutrition. Kluwer Academic /Plenum Publishers. New York.
- Bergman, W., 1992. Colour Atlas Nutritional Disorders of Plants: Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, Germany.
- Camcı, H., 1983. Başlıca haşhaş çeşitlerinin Afyon yöresindeki adaptasyonu ile uygulanan bazı değişik yetiştirme tekniklerinin verim ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Ankara.
- 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.
- 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 Akademi Yayınları Meslek Kitapları. 12 s. Ankara.

- 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.
- Gupta, U.C., Jame, Y.W. and Campbell, C.A., 1985. Boron deficiency and toxicity and aging. In Sohal RS (Ed.) Age Pigments. Elsevier. 1-62.
- Gümüşçü, 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.
- Huang, C. and Graham, R.D. 1990. Resistance of wheat genotypes to boron toxicity is expressed at the cellular level. Plant and Soil, 126:295-300.
- İlisulu, K., 1970. Fransa ve Almanya'dan getirilen kolza çeşitlerinin Ankara iklim ve Toprak şartları altında adaptasyon durumları, tohum verimleri ve diğer bazı özelliklerinin tespiti. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yıllığı. 39 (1-2): 267-277.
- İlisulu, K., 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Endüstri Bitkileri Kürsüsü. 230-260.
- 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.
- Oertli, J.J. and Roth, J.A., 1969. Boron supply of sugarbeet, cotton and soybean. Argon J. 61:191-195.
- 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.
- Sakal, R., Singh, B.P., Singh, A.P. and Sinha, R.B., 1985. Critical limit of boron in soils and plants for the response of black gram to applied boron in calcareous soil. J. Indian Soc. Soil Sci. 33:725-727.
- Scirupture, P.N. and Mc Hargue, P.J., 1943. Effects of boron deficiency on the soluble nitrogen and carbohydrate content of alfalfa. Jour. Amer. Soc. Argon. 35: 998-992.
- Turan, Z.M. ve Göksoy A.T., 1998. Yağ Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No.80: 150-173.
- Zengin, M., 1998. Analiz sonuçlarının kalibrasyonu. S.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü (Basılmamış Ders Notları).