

**TRAKYA BÖLGESİ'NDE KANOLA  
(*Brassica napus oleifera s.p.*) YETİŞTİRİLEN  
TOPRAKLARIN YARAYIŞLI KÜKÜRT MİKTARININ  
BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK  
YÖNTEMLERİN ARAŞTIRILMASI**

**Serdar KADAKAL**

**Doktora Tezi**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU**

**2013**

**T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**TRAKYA BÖLGESİ'NDE KANOLA (*Brassica napus oleifera s.p.*) YETİŞTİRİLEN  
TOPRAKLARIN YARAYIŞLI KÜKÜRT MİKTARININ BELİRLENMESİNDE  
KULLANILABİLECEK YÖNTEMLERİN ARAŞTIRILMASI**

**Serdar KADAKAL**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU**

**TEKİRDAĞ – 2013**

**Her Hakkı Saklıdır.**

Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU danışmanlığında, Serdar KADAKAL tarafından hazırlanan “Trakya Bölgesi’nde Kanola (*Brassica napus oleifera s.p.*) Yetiştirilen Toprakların Yarayışlı Kükürt Miktarının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Yöntemlerin Araştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Burhan ARSLAN

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

*İmza:*

Üye Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Doktora Tezi

### TRAKYA BÖLGESİ'NDE KANOLA (*Brassicca napus oleifera s.p.*) YETİŞTİRİLEN TOPRAKLARIN YARAYIŞLI KÜKÜRT MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLERİN ARAŞTIRILMASI

Serdar KADAKAL

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

Bu araştırmanın amacı, Trakya Bölgesi'nde kanola yetiştirilen toprakların yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılabilecek en uygun yöntem veya yöntemleri seçmektir. Bu amaçla toprak ve bitki örneklemeleri bölgeyi en iyi temsil edecek şekilde (Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul ve Çanakkale) illerinden 53 farklı kanola tarlasından alınmıştır. Bitki örneklerinin yapraklarında kükürt miktarları belirlenmiştir. Toprak örneklerinin yarayışlı kükürt miktarları 7 farklı tayin yöntemi (saf su,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{KCl}$ ) ile belirlenmiştir. Araştırmada örneklemeler dışında kültürel işlemlerin tümü çiftçi şartlarında gerçekleştirilmiştir. Yedi farklı yöntem ile belirlenen toprakların yarayışlı kükürt içerikleri ile bitkilerin kükürt içerikleri arasında korelasyon katsayıları belirlenmiştir. En yüksek korelasyon katsayısı  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Bu yöntemi korelasyon katsayılarına göre sırasıyla  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  ve saf su ile ekstraksiyon yöntemleri izlemiştir. Yapılan bu çalışma ile Trakya Bölgesi topraklarında yarayışlı kükürt tayin ekstraksiyon yöntemleri olarak  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ve  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yöntemleri önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** toprak, yarayışlı kükürt, ekstraksiyon yöntemi, ICP.

2013, 69 sayfa

## ABSTRACT

PhD. Thesis

Serdar KADAKAL

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Division of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

### SUITABLE EXTRACTION METHODS FOR DETERMINING THE AVAILABLE SULPHUR CONTENTS OF TRAKYA REGION SOILS WHICH GROWING CANOLA

(*Brassica napus oleifera s.p.*)

The aim of this research is to choose the most suitable extraction method which will be used for determining of available sulphure method or methods of Trakya Region soils growing canola. For this purpose, soil and plant samples taken from the Trakya region (Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul ve Çanakkale) which will symbolize the regions best where canola agriculture is made widespreadly. Sulphur contents of plant leaf samples were determined of fiftytree different agriculture areas. Available sulphures amonuts of 53 different soil samples were determined seven different extraction methods (distilled water,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{KCl}$ ). On the other hand, correlation coefficients were determine between sulphur contents of plants and sulphur extraction methods. According to the results the highest correlation coefficient determined between  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  extraction method and sulphur content of plant. Correlation coefficients were  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  and distilled water, respectively. In this research, the most suitable sulphur extraction method that is advised for Trakya Region soils is the extraction method with  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , and  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  methods fort the determining of available sulphur contents of canola grown soils in Trakya Region.

**Key words:** Soil, available sulphur, extraction method, ICP

**2013, 69 pages**

## TEŞEKKÜR

Tez konumun seçilmesinde ve çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU' na, yine tezimin yürütülmesi sürecinde literatür, metod seçimleri, sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi hususunda yardımlarını gördüğüm çok değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Turgut SAĞLAM ve Sayın Prof. Dr. Burhan ARSLAN' a, tez çalışmam sırasında bana her türlü kolaylığı gösteren Tarım Kredi Kooperatifleri Tekirdağ Bölge Müdürleri'ne, yardımcılarına şeflerine ve çalışma arkadaşlarıma, toprak ve bitki numunelerimin hazırlanması ve tasniflerini yapan Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Murat YILDIRIM'a harita çizimimi yapan İnşaat Teknikeri Sayın Tamer FIRAT'a, dört farklı ilde seçilen lokasyonlarda yaptığım çalışmalarda desteklerini esirgemeyen değerli kooperatif Müdürleri'ne ve bu kooperatiflerimizde görev yapan Ziraat Mühendislerine, Tekirdağ Ticaret Borsası Genel Sekreteri Sayın Ercan EZGİ'ye, laboratuvar sorumlusu Ziraat Mühendisi Sayın Feyza TUNA AKIN'a, Kimyager Sayın Göksel ELMAS'a, Gıda Teknikeri Sayın Recep KAPANKAYA'ya, Tarımsal Laboratuvar Teknikeri Sayın Sedef KILIÇ'a, Tekniker Sayın Kenan ALTINKESKİ'ye, İstatistiki değerlendirmelerde yardımlarını gördüğüm Sayın Yard. Doç. Dr. İlker NİZAM'a ve Arş. Gör. Serdar GENÇ'e, Tezimin yazılmasında emekleri geçen Ziraat Yüksek Mühendisi Abdurrahman APAYDIN'a ve Sayın Faruk KILIÇALAN'a, üç yıl süren araştırma çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan ve desteğini esirgemeyen eşim Şenay KADAKAL'a, Kızım Nilay KADAKAL'a ve oğlum Berkay KADAKAL'a da ayrıca teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
<b>2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	4
2.1. Kükürtün Bitki Gelişmesi Üzerine Etkisi.....	4
2.2. Topraklarda Yarayışlı Kükürdün Belirlenmesinde Kullanılan Ekstraksiyon Yöntemleri10	
2.3. Topraklarda Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri İle Belirlenen Kükürt Miktarlarının Sınır Değerleri .....	14
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Toprak ve Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması .....	16
3.2. Yöntemler .....	24
3.2.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	24
3.2.1.1. Organik Madde .....	24
3.2.1.9. Yarayışlı Kükürt Miktarlarının Belirlenmesi .....	25
3.3. Bitki Analizleri .....	26
3. 4. Sonuçların Değerlendirmesi .....	26
<b>4. BULGULAR VE ARAŞTIRMA</b> .....	27
4.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	27
4.2. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Bazı Mikro Besin Elementi (Fe, Cu, Zn, Mn) İçerikleri31	
4.2.1 Toprak Örneklerinin Yarayışlı Demir İçerikleri.....	34
4.2.2 Toprak Örneklerinin Yarayışlı Bakır İçerikleri .....	34
4.2.3 Toprak Örneklerinin Yarayışlı Çinko İçerikleri .....	34
4.2.4 Toprak Örneklerin Yarayışlı Mangan İçerikleri.....	35
4.3 Kanola Bitkisinin Bazı Makro Besin Elementi (N, P, K, Ca, Mg) İçerikleri .....	35
4.3.1 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Azot İçerikleri .....	37
4.3.2. Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Fosfor İçerikleri.....	38

4.3.3. Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Potasyum İçerikleri .....	38
4.3.4. Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Kalsiyum İçerikleri.....	38
4.3.5. Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Magnezyum İçerikleri .....	38
4.3.6 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Kükürt İçerikleri.....	38
4.3.7 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin N/S Oranı .....	39
4.4 Kanola Bitkisinin Bazı Mikro Besin Elementi (Fe, Cu, Zn, Mn) İçerikleri.....	39
4.4.1. Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Demir İçerikleri.....	42
4.4.2 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Bakır İçerikleri .....	42
4.4.3 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Çinko İçerikleri .....	43
4.4.4 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Mangan İçerikleri.....	43
4.5. Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Topraklarda Belirlenen Bitkilere Yarayırlı Kükürt Miktarları .....	43
4.5.1. Saf Su ile Ekstraksiyon Yöntemi.....	47
4.5.2. $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ile Ekstraksiyon Yöntemi .....	47
4.5.3. NaCl (%1'lık) ile Ekstraksiyon Yöntemi .....	47
4.5.4. $\text{NH}_4\text{OAc}$ ile Ekstraksiyon Yöntemi.....	47
4.5.5. $\text{CaCl}_2$ ile Ekstraksiyon Yöntemi.....	47
4.5.6. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ile Ekstraksiyon Yöntemi .....	47
4.5.7. KCl ile Ekstraksiyon Yöntemi.....	48
4.6. Bitki Örneklerinin Kükürt İçerikleri İle Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Belirlenen Toprakların Bitkilere Yarayırlı Kükürt Miktarları Arasındaki İstatistiksel İlişkiler .....	48
4.7. Ekstraksiyon Yöntemlerinin Kendi Aralarındaki İstatistiksel İlişkiler .....	53
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>57</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>60</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Toprak ve bitki örneklerinin alındığı arazilere ilişkin bazı bilgiler .....	17
Çizelge 3.2. Araştırma alanlarında üreticilerin kullandığı gübre çeşit ve miktarları .....	22
Çizelge 3.3. Toprakların yarayışlı kükürt miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilir yöntemler.....	25
Çizelge 4.1. Toprak örneklerinin bazı kimyasal özellikleri .....	27
Çizelge 4.2. Toprak örneklerinin bazı tekstürel Fraksiyonları ve tekstür sınıflar .....	30
Çizelge 4.3. Toprak örneklerinin yarayışlı bazı mikro besin elementi içerikleri .....	32
Çizelge 4.4. Kanola bitkisinin yarayışlı bazı makro besin elementi içerikleri .....	35
Çizelge 4.5. Kanola bitkisi yaprakları için bildirilen sınır değerleri .....	37
Çizelge 4.6. Kanola bitkisinin yarayışlı bazı mikro besin elementi içerikleri .....	40
Çizelge 4.7. Trakya Bölgesi Kanola Tarımı yapılan toprakların farklı ekstraksiyon yöntemleri ile belirlenen bitkilere yarayışlı kükürt miktarları.....	44
Çizelge 4.8. Bitkilerin kükürt içerikleri ile toprakların farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre yarayışlı kükürt içerikleri arasındaki korelasyon katsayıları .....	48
Çizelge 4.9. Saf su ile Ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.....	53
Çizelge 4.10. $KH_2PO_4$ ile Ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler .....	54
Çizelge 4.11. $NaCl$ ile Ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.....	54
Çizelge 4.12. $NH_4OAc$ ile Ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.....	55
Çizelge 4.13. $CaCl_2$ ile Ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.....	55
Çizelge 4.14. $Ca(H_2PO_4)_2$ ile Ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler .....	56
Çizelge 4.15. $KCl$ ile Ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.....	56

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toprak ve bitki örneklerinin alındığı arazilerin Trakya Bölgesi'nde dağılımı .....	21
Şekil 4.1. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ekstraksiyon yöntemi ile bitki kükürt içerikleri arasındaki ilişki .....	50
Şekil 4.2. $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ekstraksiyon yöntemiyle bitki kükürt içerikleri arasındaki ilişki .....	50
Şekil 4.3. $\text{CaCl}_2$ ekstraksiyon yöntemi ile bitki kükürt içerikleri arasındaki ilişki .....	51
Şekil 4.4. $\text{NH}_4\text{OAc}$ ekstraksiyon yöntemi ile bitki kükürt içerikleri arasındaki ilişki .....	51
Şekil 4.5. $\text{NaCl}$ ekstraksiyon yöntemi ile bitki kükürt içerikleri arasındaki ilişki.....	52
Şekil 4.6. $\text{KCl}$ ekstraksiyon yöntemi ile bitki kükürt içerikleri arasındaki ilişki .....	51
Şekil 4.7. Saf su Ekstraksiyon yöntemi ile bitki kükürt içerikleri arasındaki ilişki .....	53

## 1.GİRİŞ

Kanola bitkisi tohumlarında bulunan % 38-50 arası yağ oranı ile önemli bir yağ bitkisi olup, çiçeklenmesi bir aydan fazla süren bir hektar kanola tarlasından bal arıları 15 günde 100 kg bal ve yaklaşık 1 kg balmumu yapabilmektedir Kanola dünyada yaklaşık 27 milyon hektar ekiliş alanı ve 46 milyon ton üretimi ile soya fasulyesinden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri, Dünya’da fosil yakıtlarının artması sonucu kanola üretimi için üye ülkeleri teşvik ve 2006 yılı itibariyle tüketmekte oldukları yıllık ortalama 160 milyon ton dizel yakıtı 2020 yılına kadar % 10 civarına biodizel yakıtı karıştırılması hedeflemektedir (Süzer 2008).

Kanola ekim alanları 2006 yılında 27 bin dönüm iken 2007 yılında 50 bin dönüme çıkmıştır. Trakya Bölgesinde ekimi 2007-2008 yıllarında 200.000 da alanı geçmiştir (Hacaloğlu 2008). 2011 yılında 350.000 da’lık bir alanda kanola üretimi gerçekleştirilmiştir (Başçı 2012).

Kanola ülkemiz yağ açığının kapatması yağ fabrikalarına Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında hammadde sağlaması toprağın yapısını düzeltmesi, küspesinde % 38-40 protein bulunması ve arı ve arıcılara polen sağlaması bakımından çok önemli bir bitkidir.

Ülkemiz açısından büyük önem arz eden kanola bitkisinin yetiştirilmesinde bu ürünün olmazsa olmazı olan kükürt noksanlığı, bitki başına dal sayısını, verimli çiçek sayısını, harnupta tane sayısını ve bintane ağırlığını etkilemektedir. Bitki bodurlaşmakta ve ince gövde çalimsı bir görünüm almaktadır. Bitkide kloroz belirtisi görülmekte kök kuvvetli bir şekilde gelişmemektedir.

Normal bir gelişme için; pekçok bitkinin kükürde ihtiyaç duyduğu araştırma raporlarına dayanılarak tespit edilmiş ancak bu elemente yeteri kadar önem verilmemiştir.

Bitkide ve toprakta kükürdün sağlıklı bir şekilde tespit edilmesinde karşılaşılan güçlükler yanında; fazla miktarda kullanılan kimyasal gübre ve tarım teknikleriyle birlikte yağışlarla bitki gereksinimini karşılayacak düzeyde kükürdün toprağa düşmesi bunun en başta gelen nedenlerini oluşturmaktadır. Sanayi bölgelerine yakın olan tarım topraklarında ise yağışlarla kazanılan kükürt önemli miktarlara ulaşmaktadır.

Tarım ilaçlarının daha az kükürt içermelerine ve endüstriyel bölgelerde SO<sub>2</sub> gazının atmosfere daha az karışması ile ilgili alınan önlemlere paralel olarak; sülfatlı gübre kullanımının azalması ve doğalgaza geçiş topraklarda kükürt noksanlığının sebepleri arasında yer almaktadır.

Kükürt noksanlığında bitkilerde çiçeklenme polen az olduğundan arılar etkilenmemektedir. Kükürt elementi Kanola bitkisinde yağ, protein ve glukosinolat oranı üzerine etkilidir. Ayrıca kanola küspesinin protein oranı üzerinde de etkili olmaktadır.

Kanola üzerinde bu kadar etkili olan kükürt elementi toprakta organik ve inorganik formlarda bulunur. Kükürt rezervlerinin önemli bir bölümü organik kükürttür (Reinsenauer ve ark. 1973). Organik kükürt ise karbona bağlı ve bağlı olmayan kükürt şeklinde olup, fenolik ve kolin sülfatlar ve lipitler oluştururken (Freney ve Stevenson 1966), karbona bağlı kükürdün bir kısmı amino asit kükürtleridir (Whitehead 1964). Topraklarda çeşitli minerallere bağlı durumda ve bitkilere yararlı hale geçen kükürt bileşikleri vardır Organik kükürt, bataklık şartlarında FeS, FeS<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, ZnS<sub>2</sub>, CaFeS<sub>2</sub>, CoAsS formalarında bulunurlar (Simon ve Sylvestere, 1969).

Tarım topraklarında kükürt önemli bir bölümü organik şekilde bulunmakta ve bitkiye yararlı kükürdün önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Organik kükürt bileşikleri hiçbir zaman bitkiler tarafından doğrudan alınmazlar. Organik formdaki kükürt mineralize edilerek inorganik sülfatlara veya sistin, sistein gibi daha gerçek bir yapıya sahip organik kükürt bileşiklerine dönüştükten sonra bitkilerce alınırlar. Topraktaki mikrobial aktivite ve mineralizasyon sonucu, organik kükürt fraksiyonu bitkilere yararlı hale gelir. Bu safhada H<sub>2</sub>S oluşur. Oluşan bu H<sub>2</sub>S; aerobik koşullar altında oto oksidasyondan geçerek sülfata dönüşür.

Kükürt özellikle drenajı sınırlandırılmış topraklarda; demir, nikel ve bakır sülfürleri şeklinde bulunur. Kurak bölge topraklarında sülfat mineralleri şeklinde toprakta tutulurlar. Ayrıca bu topraklarda CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> benzeri sülfat tuzları toprağın üst katmanlarında birikimi oluşturan sülfat formlarıdır.

İnorganik kükürt bileşikleri toplam kükürdün önemli bir bölümünü oluşturur. İklim şartlarında sülfat, toprak çözeltisinde ya da toprak koloidleri üzerinde adsorbe edilmiş durumdadır.

Aynı şartlarda toprak çözeltilisinde ya da kil kolloidleri yüzeyinde adsorbe durumunda bulunan sülfat, yaygın yağışlar nedeni ile yıkanarak da, toprağın alt katmanlarında sülfat birikimine neden olurlar.

Topraklarda bitkiye yararlı besin maddesi miktarlarının belirlenmesinde kullanılan yöntemler; laboratuvar, sera ve tarla yöntemleridir. Bu yöntemlerden sera ve tarla yöntemleri fazla zamana, işgücü ile paraya ihtiyaç duyulması sebebi ile kullanımları sınırlıdır. (Erdoğan 2004).

Kanolada ürün miktarı ve kalitenin artması bitkisel, çevresel ve ekonomik faktörlerin yanı sıra, toprağın verim gücüne ve toprakta bulunan bitkiye yararlı besin maddesine bağlıdır.

İstenen kalite ve verime ulaşabilmek için kültür topraklarında yetiştirilmesi düşünülen bitkinin isteklerine cevap verebilecek miktar ve çeşitlerde bitki besin maddesi sağlanmış olması ve üretim süresince bu düzeyin korunması gerekmektedir. Bu nedenle bitki besin elementlerinin miktarlarının tespitlerinin yapıp buna göre gübre takviyesi yapılmalıdır.

Buna karşın laboratuvar yöntemleri (ekstraksiyon yöntemleri) diğer yöntemlere oranla daha avantajlı olmalarından dolayı topraklarda tespiti yapılması gereken bitkiye yararlı besin maddesi miktarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir(Erdoğan 2004).

Bu araştırmanın amacı Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak ekimi yapılan kanola bitkisinin yetiştirildiği topraklarda yararlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun ekstraksiyon yöntemi veya yöntemlerini belirlemektir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kükürtün Bitki Gelişmesi Üzerine Etkisi

Bitki gelişiminde kükürdün önemi ilk defa Bogdanoff (1899) tarafından belirlenmiştir. Araştırmacı beyaz hardal ve diğer bazı bitkilerin verimlerinde Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Sodyum Sülfat) gübresi uygulaması önemli ölçüde artış yapmıştır.

Amin (1972) Meriç havzası topraklarında yaptığı araştırmada, artan miktarlarda kükürt uygulamasının yonca bitkisinin kükürt kapsamı ve alımında artışlara yol açtığını tespit etmiştir. Buna karşın aynı bitkinin ürün miktarlarında artışın kayda değer olmadığını belirlemiştir.

Tarla şartlarında yetiştirilen pek çok kültür bitkisinin ürün miktarları üzerinde kükürdün etkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber, kükürt ile yapılan gübrelemede ürünün verim ve kalitesine etkisi toprakların kükürt durumuna göre değişmektedir (Çelebi 1977).

Stomalar yoluyla yapraklar tarafından adsorbe edilen SO<sub>2</sub>, bitkide kükürt noksanlığının giderilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Kacar ve Katkat 1998).

Greedy ve ark. (1995) Mısır'da Broad fasulyesi üzerine farklı sulama düzeyleri ve artan kükürt uygulamalarının tarla koşullarında bitki kuru ağırlığı, bitki boyu ve dalların sayısı, tohum ve saman verimi, protein içeriği ile N, P alımı ve topraktaki yararlanılabilir P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve toplam N düzeyinin arttığını bildirmişlerdir.

Günümüzde araştırmacılar bitkiye yarayışlı kükürdün belirlenmesi amaçlı birçok ekstraksiyon yöntemi belirlemiştir. Fakat her bölgenin farklı ekolojik koşullara bağlı değişik toprak oluşum öğeleri sonucu oluşan ayrı özelliklere sahip topraklarda yarayışlı kükürdün belirlenmesine ait tek bir ekstraksiyon yöntemi tespit edilmemiş yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı da tespit edilmesi mümkün değildir (Erdoğan 2004).

Chouliars ve Tsadilas (1996), kireçli bir toprakta kivi yetiştirerek, artan kükürt uygulaması ile birlikte toprağın pH değerinin 1,8 birim azaldığını, organik P'un ise önemli ölçüde azaldığını ve buna karşılık inorganik fosforun arttığını belirlemiştir. Bu duruma sebep olarak mikrobiyal aktivitenin neden olduğu toprak pH'sındaki azalmayı göstermişlerdir.

Araştırmacılar toprakta yarayışlı Fe miktarında önemli bir artış olmamasına rağmen, yarayışlı Cu ve Mn miktarlarının önemli düzeyde arttığını belirtmişlerdir.

Düşük SO<sub>2</sub> (1,5 mg m<sup>-3</sup>) konsantrasyonlarında, bitkide S hafifletmede yararlı bir etkiye sahipken Faller (1972), Cowling ve Lockyer (1976) kısa bir dönemde yüksek SO<sub>2</sub> konsantrasyonuna (50 mg m<sup>-3</sup>) maruz bırakıldığında bitkide fotosentezde gerilemeye neden olabildiği gösterilmiştir Keller (1981). Tek yıllık bitkilerde kritik SO<sub>2</sub> konsantrasyonu 120 mg m<sup>-3</sup> iken çok yıllık bitkilerde konsantrasyon bu değerin yarısı olduğu bildirilmiştir (Saalbach 1984).

Kükürt, sistein ve methionin gibi amino asitlerin ve dolasıyla proteinin temel elemanlarından biridir. Bu amino asitlerin her iki dikoenzim ve ikincil bitki metabolitler gibi S içeren diğer bileşiklerin göstergesidirler. Kükürt bu bileşiklerin yapısal bir elemanı (örneğin, R<sub>1</sub>-C-S-C-R<sub>2</sub>) veya metabolik olaylarda doğrudan ilgilendiren fonksiyonel bir grup (örneğin R-SH) gibi hareket eder. Bitkideki organik indirgen S'ün yaklaşık % 2'si suda çözünür thiol reaksiyonunda (-SH) bulunur ve normal koşullar altında bu fraksiyonun % 90'ından fazlası tripeptitglütatyon şeklindedir (De Kok ve Sluten 1993). Glutatyon bitkide yükseltgenme-indirgenme tepkimeleriyle elektron aktarımında önemli rol oynayan ferrodoksinlerin yaşamsal öneme sahip bir parçasıdır (Marschner 1995).

Fotosentezin ışık ve karanlık tepkilerine ek olarak ferrodoksin, nitrit ve sülfatın indirgenmelerinde önemli rol oynadığı gibi, toprakta bağımsız ve ortak yaşam sürdüren bakterilerin atmosfer azotunu fikse edebilmeleri için de önemlidir. Öte yandan klorofilin yapısında yer almakla birlikte kükürt klorofil sentezinde de etkilidir (Tisdale ve ark. 1985).

Kükürt içeren methionin ve sisteine gibi enzimlerin eksikliğinin baklagillerin besleme değerini ve kalitesini sınırlandırması bakımından önemli olduğu belirlenmiştir (Sexton ve ark. 1997).

Tüm bitki türlerinde S noksanlığı vejetatif organlarda protein formunda olmayan N'un birikimine (Bolton ve ark. 1976) buna karşılık protein konsantrasyonunda azalmasına neden olmaktadır (Rending ve ark. 1976).

Yonca ile yapılan çalışmalarda, S noksanlığının yapraktaki total protein fraksiyonundaki sistein ve methioninin yüzdesinin azaldığı belirlenmiştir (Deboer ve Duke 1982). Kükürt bitkilerde proteinin yapısını inşa eder ve klorofil formasyonunda anahtar rol oynar (Duke ve Reisenauer 1986).

Sexton ve ark. (1998) göre, soya fasulyesinin protein kalitesi S içeren amino asitlerin konsantrasyonunun artışıyla gerçekleştirilebilir. Farklı baklagillerle yapılmış çalışmalarda S miktarının azalmasıyla S içeren amino asitlerinin konsantrasyonun belirgin şekilde azaldığı belirlenmiştir (Blagrove ve ark. 1976, Gaylor ve Sykes 1985).

Blagrove ve ark. (1976) mavi acıbakla ile yaptıkları bir araştırmada, S'ce noksan bitkilerin tanesi sisteine ve methioninin gibi amino asitlere sahip depo proteinlerinin daha az olduğunu, S içermeyen amino asitlerce zengin depo proteinlerin konsantrasyonunda artış olduğunu saptamışlardır.

Bezelye bitkisinde S noksanlığının yüksek düzeyde S içeren depo proteinleri olan albümin ve legumin sentezlenmesinde bir azalmaya yol açtığı belirlenirken sisteine ve methionince fakir olan vilicin ve convilicin depo proteinlerinin konsantrasyonunun artışına sebep olduğu tespit edilmiştir. (Chandler ve ark. 1984, Schroeder 1984).

Yetersiz düzeyde S içeren bir ortamda büyüyen yoncanın yeterli koşulda yetiştirilen bir yoncaya göre nodül oluşturma oranı belirgin şekilde düşük olduğu bildirilmiştir. Bu durum S'ün azlığıyla birlikte bitkinin N gereksinmesindeki azalmaya da bağlanabilir (Anderson ve Spencer 1950). Buna karşılık, baklagillerde S gübrenmesiyle nodül sayısında artış meydana gelmesi, birim kök uzunluğu başına nodül oluşturma oranının artmasından değil daha iyi bir kök gelişmesinden dolayı oluşmuştur (Gilbert ve Robson 1984, Scherer ve Lange 1996).

Kükürt noksanlığı yoncanın C-fiksasyonunu büyük ölçüde azaltmıştır (Mertz ve Matsumoto 1956). Bu azalışın S içeren amino asitler sisteine ve methioninin miktarındaki azalmanın bir sonucu olarak gerçekleştiği kabul edilmiştir (DeBoer ve Duke 1982).

Lange ve Scherer (1996), bakla ve bezelyede C ve N metabolizmasındaki önemli enzimlerin aktivitesi üzerine S beslenmesinin etkisini araştırmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, S noksanlığı altında her iki baklagilde nodül taze ağırlık başına enzim aktivitelerinde önemli derecede azalma olmuştur. Lange (1998) Rhizobium türü bakterilerce gerçekleştirilen N-fiksasyonu üzerine S'ün tüm baklagil bitki türleri için benzer olumlu bir etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Lange (1998)'nin bulguları, baklagillerde biyolojik N<sub>2</sub> fiksasyonu, nodül oluşumu, PEP karboksilaz aktivitesi ve baklagillerin protein konsantrasyonunun şiddetli S noksanlığıyla beraber azaldığını ortaya koymuştur. Diğer taraftan orta düzeyde S noksanlığında yalnızca nodül oluşumunun ve nitrogenaz aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir (Shock ve ark. 1984).



Kükürt uygulamasının yoncada simbiyotik olarak fikse edilen N miktarının yüzdesinde önemli bir artışa yol açtığı saptanmıştır. Kükürt noksanlığında protein sentezinin gerilemesinden dolayı biriken amino asit ve diğer N formları N fiksasyonu üzerine bazı olumsuzluklara neden olabilmektedir (Janssen ve Vitosh 1974)

Yetersiz S, bitkisel verimde azalmalara neden olmaktadır. Ayrıca S eksikliği protein sentezinde gerilemeye ve amino asitlerin yapısında bulunan ve S içeren methionin ve sistein gibi enzimlerin faaliyetlerinde ise önemli oranda azalmaya ve sonuçta ürün kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Gök 2007).

Kükürdün bitkide özellikle sistein ve methionin gibi amino asitlerin yapısında ve protein sentezinde önemli fonksiyonları vardır. Kükürt ayrıca Koenzim A, biotin, thiamin, B1 vitamini sentezinde de S'ün önemli etkisi vardır. Kükürdün klorofilin sentezinde ve ferrodiksinin yapısında yer aldığı bildirilmiştir (Marschner 1995, Mengel ve Kirkby 2001).

Ürün kalitesi açısından önemli role sahip olan glutatyon gibi bileşiklerin sentezlenmesinde S'ün önemli rolleri olduğu bilinmektedir (Zhao ve ark. 1999a).

Kültür bitkilerinin S gereksinimleri birbirlerinden farklıdır. Genelde buğday 1 ton tane için yaklaşık 2-3 kg S'e gereksinim duyarken (Zhao ve ark. 1999b), kanola bitkisinde bir ton tane için gereksinilen S düzeyinin 16 kg S olduğu saptanmıştır (McGrath ve Zhao 1996).

Toprağa yapılan kükürt uygulamasının buğday dışında kanolada önemli verim artışlarına neden olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur ( Walker ve Booth 1992, McGrath ve ark. 1996).

Kükürt uygulamasının kanola bitkisinin sadece verim artışı üzerinde değil aynı zamanda kalite parametreleri üzerinde de önemli etkisi olduğu bildirilmiştir (Fismes ve ark. 2000, Blake-Kalff ve ark.1998, Zhao ve ark. 1997, Poulton ve Moller 1993).

Köklerdeki S alımı, S asimilasyonunda düzenleyici adımlardan biridir. Kükürt kök hücrelerinde plasma membranları boyunca salınır ve ksilemde yüklenir, terleme ile filizlere taşınır (Höfgen ve ark. 2001).

Kükürt assimilantları sadece bitki metabolizmasında görev almaz, hücresel moleküller içinde gerekli olan strüktürel bileşikleri de sağlar. Kükürt asimilasyonu köklerden sülfat alımını düzenleyen başlıca adımlardan biridir (Rahat ve ark. 2011).

Kükürt asimilasyonu ve S-içerikli bileşiklerin üretimi temel biyolojik bir aktivite olup, bunlar pek çok biyolojik proseste görev yapar. Glutathion ve phitochelation gibi S-içerikli bileşikler bitkideki bazı mikro besin elementlerinin dengelenmesini sağlar. Bitkilere mikro besin elementi uygulamaları sülfat alımında ve S asimilasyonunu kapsayan enzimlerin yukarı taşınmalarında artışlara sebep olmuştur (Nocito ve ark. 2006, Sun ve ark. 2007, Van Hoewyk ve ark. 2008).

Kuzey Avrupa tarım arazilerinde S yetersizliği, ana beslenme problemlerinden biri olduğundan bu yana yüksek S ihtiyaçları ile çeltik bitkisindeki S beslenmesine büyük önem verilmektedir (Schnug ve Haneklaus 1994).

Kükürt alımı ve taşınması kanola yağlık tohum çeşitlerinde bitkinin bir parçası olup, gelişme dönemlerindeki fonksiyonu açısından farklılıklar arz etmektedir. Yapılan tarla denemelerinde S yetersizliği görülen tarım arazilerine göre yeterli düzeyde S içeren tarım arazilerinde yetiştirilen kanola bitkisinin tohumunun glukasinolat konsantrasyonunu normalden yüksek bulunmuştur (Zhao ve ark. 1997).

Yeterli düzeyde kükürt içeren tarım arazilerinde yetiştirilen bitkiler ile yetersiz düzeyde kükürt içeren tarım arazilerinde yetiştirilen bitkiler karşılaştırıldığında kükürt uygulaması ile yetersiz kükürt içeren bitkilerin glukasinolat konsantrasyon artışı daha fazla bulunmuştur (Withers ve ark. 1995). Bu artış S-yetersizliğinden dolayı S alışı kapasitesindeki artış ile açıklanabilir (Clarkson ve ark. 1993). Glukosinolatlar ikincil metabolik gruplar olarak  $\beta$ -thioglucose, sulphonatedoksim ve yan zincir içerirler. Konsantrasyonlarının ile yakından ilişkili olup, her glukasinolat molekülü iki veya üç S atomu içerir (Zhao ve ark. 1997).

Kükürt sağlanması yalnız kanola tohumundaki glukosinolat konsantrasyonuna etki etmemekte ayrıca bireysel glukosinolatların nisbi oranı üzerinde de etkilidir (Zhao ve ark. 1997).

Fismes ve ark. (2000)'e göre organik S bileşiklerince zengin Rendzina topraklarında kükürtlü gübre uygulamalarının tohum verimi ve tohumun yağ içeriği üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken, tohumdaki glukosinolat konsantrasyonunu önemli ölçüde artırmıştır.

Bezelyede S noksanlığı yüksek düzeyde içeren depo proteinleri olan albümin ve legumin sentezlenmesinde düşüşe sebep olurken sistein ve methionin yönünden fakir vilicin ve convilicin depo proteinlerinin konsantrasyonunu artırmıştır (Chandler ve ark. 1984, Schroeder 1984).

Şeker kamışı bitkisinde S noksanlığı bitkinin yapraklarındaki klorofil içeriğinde önemli azalmalara neden olduğundan köklerde şeker depolanması da bundan olumsuz etkilenmektedir ( Kastori ve ark. 2000).

Bitkilere yetersiz S sağlaması durumunda amino azotu konsantrasyonu, şeker konsantrasyonundan daha fazla etkilenmektedir. Bu sonuç S'ün N metabolizması üzerine C metabolizmasına göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir (Christa ve ark. 2004).

Hardal, soğan, sarımsak ve bunlar gibi diğer bitkiler uçucu S bileşikleri içerirler. Hardal, kanola, lahana, turp ve şalgam gibi bitkiler ve hardal yağları olarak adlandırılan bileşikler S içerir. Glutamat, aspartat, alanin ve serin gibi amino asitler hardal yağlarının sentezlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Kacar ve ark. 2002).

Lahanagillerin daha fazla S'e gereksinim duyması S içeren glukozinolatlar ile ilişkilidir. Söz konusu bu bileşiğin bitkide tat, aroma ve hastalıklara karşı dirençte önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir. Bitki vejetatif dokularındaki S'ün % 10'nun glukozinolat şeklinde olduğu saptanmıştır (Blake –Kalff ve ark. 1998, Fieldsen ve Milford 1994).

Hilal ve ark. (1992) kumlu topraklarda yetiştirilen bakla bitkisinin verimine, kök gelişimine, toz ve granüler S'ün etkisini incelemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, artan S uygulamaları toprak pH'sını düşürürken, topraktaki yararlı fosfor ve  $SO_4^{-2}$  düzeyini artırmıştır. Kükürdün ayrıca aktif kök bölgesinde kök gelişimini, bitki başına tohum verimi ile bitkinin Cu ve Zn alımını da artırdığını ortaya koymuşlardır.

Kükürdün bitki beslenmesinde çok önemli bir yeri bulunmaktadır. Kükürt, sitein, methionin, birçok koenzimin, thioedoksinlerin, sülfolipitlerin ve proteinlerin yapısında yer almaktadır (Zhao ve ark. 1999a).

Bitkilerdeki kükürt konsantrasyonunun artması, proteinin kalitesini ve yüzde oranını etkiler, ayrıca amino asit içeren kükürt miktarını arttır (Grant ve ark. 1978).

Dwivedi ve Bapat (1998), soya fasulyesi üzerine fosfor ve kükürt uygulamalarının tohum verimini, protein ve yağ içeriğini önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir.

Bir bitkinin S beslenmesi yeterli ise köklerde sülfat alımı yavaş, ancak, S beslenmesi yeterli değil ise yani bitki S noksanlığı gösteriyor ise kökler tarafından sülfat alımı hızlı olmaktadır (Clarkson ve Saker 1989, Hawskesford ve ark. 1993).

Bitkilere yeterli düzeyde kükürt uygulaması sonucunda, sülfat oluşmakta ve hücrenin vakuollerinde depo edilmektedir. Oluşan bu sülfat sadece S noksanlık stresinin azalması durumlarında serbest hale geçmekte ve yeni büyümekte olan kısımlarda yavaş bir şekilde kullanılmaktadır (Bell ve ark. 1995, BlakeKalff ve ark. 1998).

Kükürt noksanlığının en tipik belirtisi protein ve klorofil sentezinin gerilemesinin bir sonucu olarak genç yaprakların sararmasıdır (Marschner 1995).

Erdem (2004) serada yaptığı bir denemede, farklı düzeylerde kükürt içeren topraklarda yapılan S uygulamasında, bitkinin kuru madde verimlerinde ve yeşil aksam S konsantrasyonlarında önemli artışlar olduğu ve bu artışların denemede kullanılan topraklar arasında ve yetiştirilen çeşitler arasında farklı olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca artan dozlarda uygulanan S'e bağlı olarak bitkilerin yeşil aksamındaki N konsantrasyonunda da önemli artışlar elde edilmiş ve bitkinin yeşil aksamındaki S konsantrasyonu ile N konsantrasyonu arasında önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Çeltik bitkisi üzerine kükürt ve fosforun kombine uygulamalarının tane ve kuru madde miktarını önemli derecede etkilediği saptanmış ve bu kombinasyonun kontrol parseline oranla sap verimini % 65, tane verimini % 61 ve kuru madde miktarını ise % 20 oranında arttırdığı belirlenmiştir (Ali ve ark. 2004).

## **2.2. Topraklarda Yarayışlı Kükürdün Belirlenmesinde Kullanılan Ekstraksiyon Yöntemleri**

Bitkiler için mutlak gerekli bir makro besin elementi olan kükürdün topraktaki yarayışlı miktarının belirlenmesinde bugüne kadar çok fazla sayıda ekstraksiyon yöntemi geliştirilmiş ve dünyanın birçok tarım bölgesinde başarı ile kullanılmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmaların başında (Ensminger ve ark. 1954)'nın geliştirdikleri Monopotasyum fosfatlı ekstraksiyon çözeltisi ile topraktaki yarayışlı kükürdün belirlendiği yöntemdir.

Williams ve Steinbergs (1959), topraklarda bitki tarafından alınabilir yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde sıcak suda çözünebilir kükürt ve % 0,15'lik CaCl<sub>2</sub> ekstraksiyon çözeltileri ile ekstrakte edilebilir kükürt yöntemlerinin kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Toprakta bitkilere yararışlı kükürt miktarının tayininde kullanılabilecek yöntemler üzerinde çalışan bazı araştırcılar, yer değiştirme gücü zayıf olan iyonları içeren asetat gibi asidik tuz çözeltileri ile ekstraksiyon sonunda çözeltilerin pH'sının düşmesi nedeniyle toprakta sülfat adsorbsiyonu artmakta ve söz konusu bu tip çözeltiler toprakta yararışlı kükürt miktarının belirlenmesinde başarılı olamamakta ve önerilmemektedir (Chao ve ark. 1964, Kamprath ve ark. 1956, Ensminger 1954).

Araştırcılar Monokalsiyum fosfat  $\text{Ca}(\text{HPO}_4)$  tuzu ile ekstraksiyonda; çözeltide bulunan fosfat iyonunun adsorbe sülfat ile kolaylıkla yer değiştirdiğini, buna karşılık kalsiyum iyonunun ise toprak organik maddesi üzerine boşluk yapmak suretiyle çözünebilir organik kükürdün ekstrakt çözeltilisine geçmesine engel olduğunu belirlemişlerdir (Fox ve ark 1964).

Tabatabai (1986) toprakta bitkilere yararışlı kükürdün belirlenmesinde kullanılabilecek ekstraksiyon yöntemleri üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada;  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $(\text{KH}_2\text{PO}_4)$ , Nötr tuz çözeltileri, Sıcak su, NaOAc (Sodyum asetat, pH:4,8) veya  $\text{NaHCO}_3$  (Sodyum bikarbonat) ekstraksiyon çözeltilerinin kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Aynı araştırıcı, topraklarda yararışlı kükürdün belirlenmesinde kullanılabilecek ekstraktların ilk ikisi ile suda çözünebilir  $\text{SO}_4^{2-}$  iyonlarının yanında adsorbe olmuş  $\text{SO}_4$  iyonlarından bir bölümünün belirlenebileceğini açıklamıştır.

Pal ve Motiraimani (1971) on değişik ekstraksiyon çözeltisi kullanarak toprakta bitkilere yararışlı kükürdün belirlenmesinde kullanılabilecek yöntemler üzerinde bir çalışma yapmıştır. Bitkilerin topraktan aldıkları kükürt miktarı ile yüzde ürün artışı arasındaki en yüksek korelasyonu Morgon çözeltilisinin kullanıldığı ekstraksiyon yönteminden elde etmişlerdir. Araştırcılar toprakta bitkilere yararışlı kükürt miktarının belirlenmesinde Morgan yönteminin başarı ile kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Topraklardaki kükürdün büyük bir bölümü organik şekildedir. Ancak bitkiler organik kükürdün inorganik şekilde dönüşen formlarından yararlanabilmektedirler. Bu sebeple toprakta bitkiye yararışlı kükürdün belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok inorganik formda bulunan sülfatın ekstraksiyonu ve belirlenmesi üzerine yönelmiştir (Çelebi 1977).

Rehm ve Caldwell (1968)  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ve  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ekstraksiyon çözeltilerinin bitkilere yararışlı kükürdün ekstraksiyonunda başarı ile kullanılabilir çözeltiler olduğunu açıklamışlardır.

Bugünkü teknoloji ve tekniklerle  $\text{SO}_4$  kükürdü (alınabilir kükürt) ve toplam kükürt ayrı ayrı belirlenmektedir. Buradan hareketle aradaki farktan organik kükürt miktarı bulunmaktadır (Tabatabai ve Bremmer 1972).

Topraklarda bitkilere yararışlı kükürdün belirlenmesine ilişkin kullanılabilir analitik metodlar; gravimetrik, kromotografik, kolorimetrik, spektrofotometrik, titrimetrik, turbidimetrik, radyoaktif ve mikrobiyolojik analizler şeklinde sıralanabilir (Beaton ve ark. 1968).

Toprakta bitkilere yararışlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemlerinde amaç, bir ekstraksiyon çözeltisi ile toprakları ekstrakte etmek ve ekstraksiyondaki yararışlı kükürdü bir kimyasal bir yöntem ile belirlemektir. Bu amaçla önerilen ve yaygın olarak kullanılan ekstraksiyon çözeltileri;

#### 1. Fosfatlı çözeltiler

1.1.  $\text{CaHPO}_4$

1.2.  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

1.3.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

#### 2. Klorürlü çözeltiler

2.1.  $\text{NaCl}$  (% 1)

2.2.  $\text{CaCl}_2$  (% 0,15)

2.3.  $\text{LiCl}$  (0,1M)

2.4.  $\text{KCl}$

#### 3. Asetatlı Çözeltiler

3.1.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (1,0 N)

3.2.  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (1,0 N)

3.3. CH<sub>3</sub>COONa (1,0 N)

3.4. CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>+CH<sub>3</sub>COOH (0,025 N) (Morgan çözeltileri)

4. Karbonatlı çözeltiler

4.1. NaHCO<sub>3</sub>

5. Saf su

5.1. Soğuk su

5.2. Sıcak su

şeklinde sıralanabilir (Çelebi 1977).

Topraktaki kükürt formlarının belirlenmesi çalışmalarında yöntemler genellikle; toprakların inkübasyonu sırasında ortaya çıkan kükürt, mikrobiyal gelişim ve ekstrakte edilebilir SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> değerlerini içermektedir (Spencer ve Freney 1960, Reinsenauer ve ark. 1973, Metson 1956, Tabatabai 1986).

Sıcak saf suyun ekstrakt çözeltisi olarak kullanılması durumunda, çözünebilir sülfatların bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilmesine rağmen yüzey topraklarda çok az bulunmaları nedeniyle bitki gelişimi ile suda çözünür sülfat arasındaki ilişkinin genellikle zayıf olduğu belirlenmiştir (Çelebi 1977).

Erdoğan (2004) yapmış olduğu bir çalışmada yaygın olarak pamuk tarımı yapılan Ege Bölgesi topraklarında bitkiye yararlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun ekstraksiyon yöntemini araştırmıştır. Araştırmada ele alınan 7 farklı ekstraksiyon yöntemi arasında bölge topraklarının yararlı kükürt miktarının belirlenmesinde en uygun yöntemin Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> yöntemi olduğunu belirlemiştir. Bu yöntemi NH<sub>4</sub>OAc yöntemi izlemiştir. KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> yöntemi üçüncü sırada yer almıştır. Araştırmacı Bölge toprakları için en uygun ekstraksiyon yönteminin Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> yöntemi olduğunu, ancak NH<sub>4</sub>OAc ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ekstraksiyon yöntemlerinin de kullanılabilirliğini ortaya koymuştur.

Fox ve ark. (1964) Nebraska ve Hawaii topraklarının kükürt durumunu ve topraklarda yararlı kükürt miktarının belirlenmesi için kullanılacak en uygun yöntem seçiminde yonca bitkisi ile bir deneme yapmışlardır. Denemenin sonunda yonca bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam kükürt değerleri ile en yüksek korelasyon Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

yöntemleri ile elde edilmiştir. Araştırmacılar toprakta bitkiye yarayışlı kükürt miktarının tayininde bu yöntemlerin kullanılabilceğini açıklamışlardır.

Çelebi (1977) Antalya bölgesi topraklarının kükürt kapsamını ve bitkilere yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun yöntemin bulunması amacıyla yapmış olduğu çalışmada 500 mg kg<sup>-1</sup> fosfor içeren Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ekstraksiyon yönteminin en uygun yöntem olduğunu belirlemiştir.

Ensminger ve Freney (1966) topraklarda yarayışlı kükürdün belirlenmesi için yapmış oldukları çalışmalar sonucunda; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ve Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ekstraksiyon çözeltilerinin suda çözünebilir SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> iyonlarının yanında adsorbe olmuş SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> iyonlarının da bir kısmının belirlenmesine imkân sağladığını ve bu nedenle başarılı bir biçimde kullanılabilceğini belirlemiştirlerdir

Kacar ve ark. (1985) Trakya Bölgesi-Meriç Havzası topraklarının kükürt durumunu ve bu topraklarda bitkiye yarayışlı kükürdün belirlenmesinde kullanılabilcek en uygun ekstraksiyon yönteminin belirlenmesiyle ilgili olarak yaptıkları çalışmada, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ile % 0,15 lik CaCl<sub>2</sub> ekstraksiyon çözeltilerinin en uygun çözeltiler olduğunu rapor etmişlerdir.

Klorürlü nötr tuz çözeltileri topraklarda bitkiye yarayışlı kükürt ekstraksiyonunda başarı ile kullanılmaktadır. Bu yöntemde toprak organik maddesi daha az çözülmekte ve çözeltiliye geçen koloidal organik madde miktarı azalmaktadır. Sonuçta topraktaki yarayışlı kükürt miktarı daha hassas bir biçimde belirlenebilmektedir (Çelebi 1977).

### **2.3. Topraklarda Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri İle Belirlenen Kükürt Miktarlarının Sınır Değerleri**

Kireçli topraklarda elementel kükürdün oksidasyonunun organik madde oluşumunun uyarılmasına ilişkin yapılan araştırmada; 0,24'den 0,16'ya düşüş gösteren pH değerinin tarla ve laboratuvar şartlarında topraktaki kükürt miktarını 246 mg kg<sup>-1</sup> den 1455mg kg<sup>-1</sup>'e, topraklardaki EC değerini ise 0,42'dSm<sup>-1</sup>'den 0,48 dSm<sup>-1</sup>'e çıkardığı belirlenmiştir (Cifuentes ve Lindemann 1993).

Türkiye topraklarında bitkiye yarayışlı kükürt durumunun belirlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada, topraktaki yarayışlı kükürdün (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) sınır değeri olarak 10 mg kg<sup>-1</sup> kabul edilmiştir Türkiye'de farklı iklim bölgelerinde yarayışlı kükürt için kritik değer olarak 10 mg



$\text{kg}^{-1}$  kabul edilmiş olmasına karşın  $15$  ve  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  'ın altında kükürt içeren topraklarda da artan kükürt dozları ile birlikte verimde önemli artışlar sağlanmıştır. Bu sonuç ülkemiz koşullarında değişik iklim bölgelerinde toprakta yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde farklı ekstraksiyon yöntemlerinin kullanılabileceğini göstermektedir (Ülgen ve ark. 1989).

Topraktaki bitkilere yarayışlı kükürt miktarı için kritik değerler; Morgan ekstraksiyon çözeltisi için  $9 \text{ mg kg}^{-1}$ ; fosfatlı çözeltiler için  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  ve  $0,5 \text{ N NH}_4\text{OAc} + 0,25 \text{ N NaHOAc}$  ile %  $0,5$ 'lik  $\text{CaCl}_2$  çözeltileri için ise  $14 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Bansel ve ark. 1983).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın yapıldığı alanlar yaygın olarak kanola tarımı yapılan Trakya Bölgesi kıyıları ile iç kısımların bir bölümünü kapsamaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen bölgede kanola kuru tarımın en yaygın bitkilerinden biridir.

Trakya Bölgesi'nin araştırma alanı seçilmesinin en önemli sebepleri;

1. Bölgenin yukarıda açıklanan karakteristik iklim ve bitki örtüsü özellikleri ve ortalama yaz sıcaklığının yüksek olmasından dolayı kanolanın en önemli sanayi bitkisi olması.
2. Bölgede çok yaygın ekilen kanola bitkisinin kükürt ihtiyacı tespitinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesini temin edebilmek.
3. Topraktaki yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesi ilişkin kullanılan ekstraksiyon yöntemlerinden en uygun yönteminin tespitinin yapılması.

Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak ekimi yapılan kanola bitkisinin yetiştirildiği Çerkezköy, Saray, Çorlu ve Lüleburgaz dışında kalan alanlarda endüstri alanlarının yoğunluğunun azalığı ile son yıllarda alınan önlemler sebebiyle atmosfere karışan SO<sub>2</sub> gazı miktarının azalmasına bağlı olarak yağışlarla toprağa karışan kükürt miktarının azalması şeklinde sıralanabilir.

4. Yöredeki üreticilere verilen toprak tahlil laboratuvarları sonuçlarına kükürdün ilavesi

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Toprak ve Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Bu araştırmada Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak kanola tarımı yapılan alanları en iyi şekilde temsil eden arazilerden örnekleme yapılmasına dikkat edilmiştir. Bölgede yer alan Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul, Çanakkale (Avrupa kesimi) illerinin kanola yetiştirilen 53 adet tarım arazisinden toprak örneği kanola ekiminden hemen önce Ekim ayı içerisinde usulüne uygun bir biçimde 2010- 2011 ve 2011- 2012 ekim döneminde alınmıştır (Jackson, 1962). Toprak örneklerinin alındığı arazilerden Nisan ayı içerisinde de bitki örnekleri alınmıştır (Jones ve ark. 1991). Toprak ve bitki örneklerinin alındığı arazilere ilişkin bazı bilgiler aşağıda Çizelge 3.1'de ve Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Toprak ve bitki örneklerinin alındığı arazilere ilişkin bazı bilgiler.

Sıra No	İli	İlçesi	Çiftçinin Adı	Köyü	Mevkii	Tarla Koordinatları
1	Çanakkale	Gelibolu	Bekir Sıtkı Engin	Evreşe	Kırlar	40 derece 42 dk.079 Kuzey 26 derece 51 dk 43 sn Doğu
2	Çanakkale	Gelibolu	Ersin Engin	Evreşe	Tekne kaya	40 derece 41 dk 41 sn Kuzey 26 derece 52 dk 14 sn Doğu
3	Çanakkale	Gelibolu	Sezgin Engin	Evreşe	Kırlar	40 derece 41 dk 54 sn Kuzey 26 derece 51 dk 58 sn Doğu
4	Çanakkale	Gelibolu	Mustafa Çalışkan	Evreşe	Koca meşe	40 derece 43 dk 05 sn Kuzey 26 derece 54 dk 20 sn Doğu
5	Çanakkale	Eceabat	Galip Kayalar	Yalova	Değirmen altı	GSM çekmediği için koordinat alınamamıştır
6	Çanakkale	Eceabat	Refik Tengelli	Alçıtepe	Tengel çiftiği	40 derece 07 dk 02 sn Kuzey 26 derece 12 dk 57 sn Doğu
7	Çanakkale	Eceabat	Kadir Delituna	Alçıtepe	Sarıtepe	40 derece 09 dk 02 sn Kuzey 26 derece 14 dk 39 sn Doğu
8	İstanbul	Silivri	Ercan Güzel	Kurfallı	Köy kenarı	41 derece 12 dk 12 sn Kuzey 28 derece 15 dk 23 sn Doğu
9	İstanbul	Silivri	Zuhal Girici	Alipaşa	Dikilitaş	41 derece 04 dk 56 sn Kuzey 28 derece 10 dk 05 sn Doğu
10	Kırklareli	Lüleburgaz	Hayrettin Korkmaz	Evrensekiz	Arap çatağı	41 Derece 20 dk. 26 sn Kuzey 27 Derece 27 dk. 09 sn Doğu

Çizelge 3.1'in devamı

11	Kırklareli	Lüleburgaz	Uğur Çeri	Evrensekiz	Çukur tarla	41 derece 24 dk 19 sn Kuzey 27 derece 31 dk 32 sn Doğu
12	Kırklareli	Lüleburgaz	Uğur Çeri	Evrensekiz	Nadiroğlu	41 derece 22 dk 52 sn Kuzey 27 derece 29 dk 46 sn Doğu
13	Kırklareli	Lüleburgaz	Recep Dere	Evrensekiz	Köyaltı çaylar	41 derece 22 dk 04 sn Kuzey 27 derece 27 dk 35 sn Doğu
14	Tekirdağ	Hayrabolu	Ali Olgun	Çerkez müsellim	Kartal tepe	27 derece 14 dk 31 sn Kuzey 41 derece 13 dk 44 sn Doğu
15	Tekirdağ	Hayrabolu	İsmail Uçal	Çerkez müsellim	Kaynarca	26 derece 58 dk 46 sn Kuzey 41 derece 17 dk 49 sn Doğu
16	Tekirdağ	Hayrabolu	İsmail Uçal	Çerkez müsellim	Kaynarca	27 derece 3 dk 17 sn Kuzey 41 derece 14 dk 30 sn Doğu
17	Tekirdağ	Hayrabolu	Mustafa Olgun	Çerkez müsellim	Kartal tepe	27 derece 12 dk 24 sn Kuzey 41 derece 14 dk 85 sn Doğu
18	Tekirdağ	Malkara	Selahattin Özcan	İbrice	Yeşil kubbeati	40 derece 25 dk 26 sn Kuzey 26 derece 46 dk 13 sn Doğu
19	Tekirdağ	Malkara	Recep Özkan	Yaylagöne	Baraj yolu	40 derece 53 dk 15 sn Kuzey 26 derece 52 dk 08 sn Doğu
20	Tekirdağ	Muratlı	İbrahim Özyurt	Muratlı	Sarıyer	41 derece 14 dk 50 sn Kuzey 27 derece 33 dk 54 sn Doğu
21	Tekirdağ	Muratlı	Murat Engin	Muratlı	Kurudere	41 derece 11 dk 58 sn Kuzey 27 derece 30 dk 07 sn Doğu
22	Tekirdağ	Muratlı	Kamil Uysal	Kepenekli	Kapaklı bağlar	41 derece 03 dk 01 sn Kuzey 27 derece 30 dk 29 sn Doğu
23	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Hasan Gündüz	Yeniçiftlik	Paşaaalan	41 derece 7 dk 57 sn Kuzey 27 derece 55 dk 27 sn Doğu
24	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Enver Er	Yeniçiftlik	Köprüce	41 derece 00 dk 51 sn Kuzey 27 derece 49 dk 09 sn Doğu
25	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Ramiz Arda	Yeniçiftlik	Şahbaz	41 derece 01 dk 50 sn Kuzey 27 derece 55 dk 27 sn Doğu
26	Tekirdağ	Tekirdağ	Sadi Üstün	Gündüzlü	Gemici deresi	41 derece 04 dk 26 sn Kuzey 27 derece 29 dk 40 sn Doğu

Çizelge 3.1'in devamı

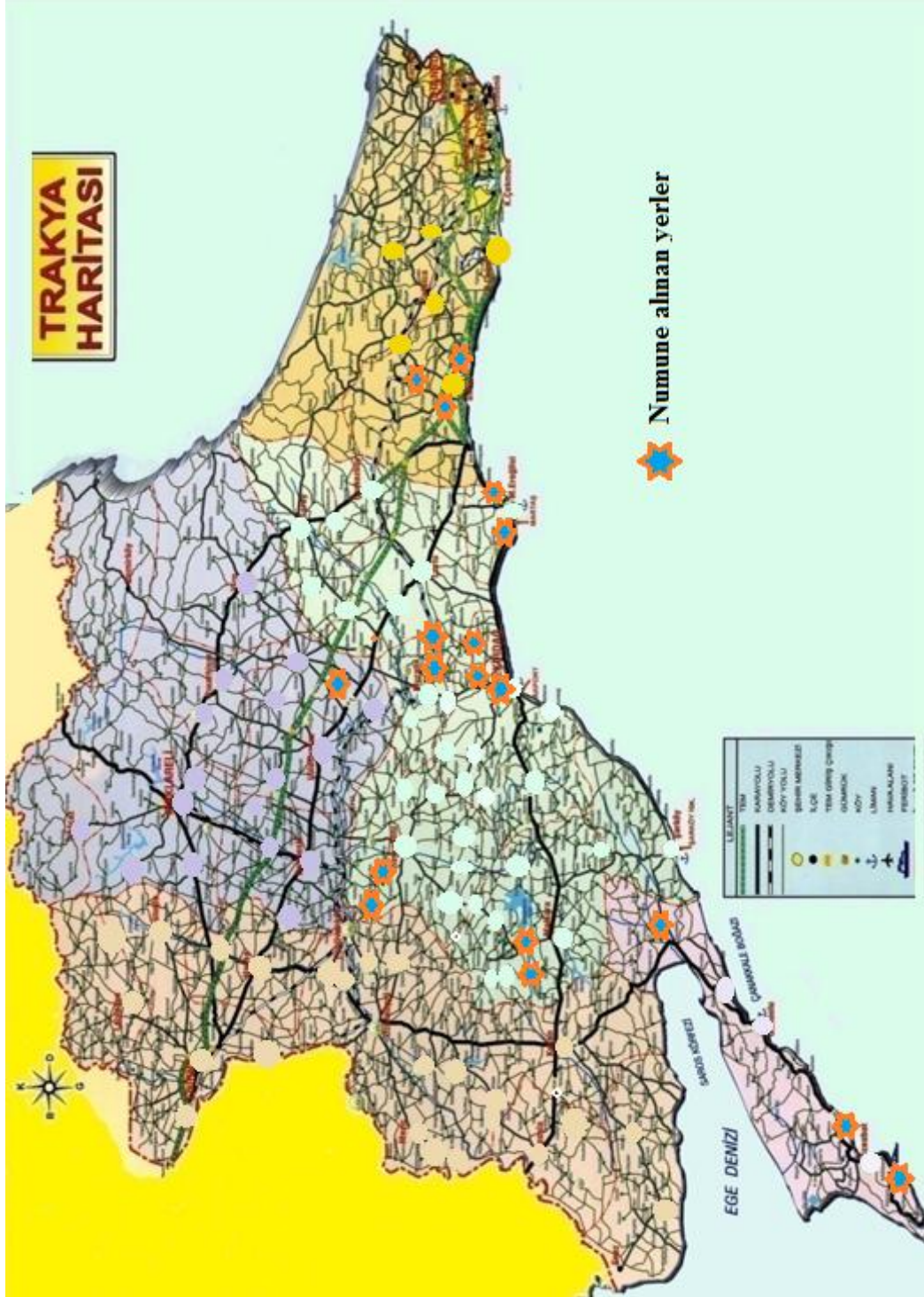
27	Tekirdağ	Tekirdağ	Ahmet Üstün	Kayı	Ermeni	41 derece 00 dk 27 sn Kuzey 27 derece 33 dk 05 sn Doğu
28	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Şeref Zafer	Marmara Ereğlisi	Ekşielma	41 derece 00 dk 59 sn Kuzey 27 derece 57 dk 38 sn Doğu
29	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Ali İhsan Minaz	Marmara Ereğlisi	Tekne tarla	41 derece 01 dk 02 sn Kuzey 27 derece 57 dk 57 sn Doğu
30	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Saniye Ümit Tülümen	Marmara Ereğlisi	Tekerlek kavak	40 derece 58 dk 19 sn Kuzey 27 derece 57 dk 01 sn Doğu
31	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Özcan Tülümen	M. Ereğlisi	Delikli çeşme	41 derece 02 dk 24 sn Kuzey 27 derece 49 dk 17 sn Doğu
32	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Şeref Oğuz	Marmara Ereğlisi	Çiçekli tepe	41 derece 00 dk 52 sn Kuzey 27 derece 56 dk 59 sn Doğu
33	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Mustafa Türker	Yeniçiftlik	Taş kaynak	41 derece 00 dk 59 sn Kuzey 27 derece 50 dk 20 sn Doğu
34	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Enver Er	Yeniçiftlik	Köprüce	41 derece 2 dk 41 sn Kuzey 27 derece 41 dk 2 sn Doğu
35	Tekirdağ	M. Ereğlisi	Ali Seçkin	Yeniçiftlik	Anıtyanı	40 derece 55 dk 24 sn Kuzey 27 derece57 dk 16 sn Doğu
36	Tekirdağ	Muratlı	Sami Keskin	Muratlı	Kervan dere	41 derece 27 dk 56 sn Kuzey 27 derece 19 dk 24 sn Doğu
37	Tekirdağ	Muratlı	Mustafa Bahar	Muratlı	Sarısmail	41 derece 07 dk 19 sn Kuzey 27 derece 21dk 46 sn Doğu
38	Tekirdağ	Tekirdağ	Erkan Kaçar	Husunlu	Karşı buzağılık	41 derece 04 dk 24 sn Kuzey 27 derece 32 dk 41 sn Doğu
39	Tekirdağ	Tekirdağ	Şeref Sezer	Husunlu	Yenice kuştepe	41 derece 04 dk 27 sn Kuzey 27 derece 43 dk 29 sn Doğu
40	Tekirdağ	Tekirdağ	Serdar Elitaş	Husunlu	Gerdeme	41 derece 06 dk 22 sn Kuzey 27 derece 32 dk 28 sn Doğu
41	Tekirdağ	Hayrabolu	Mustafa Olgun	Danışment	Karaçalı	41 derece 17 dk 59 sn Kuzey 26 derece 58 dk 29 sn Doğu

Çizelge 3.1'in devamı

42	Tekirdağ	Hayrabolu	İsmail Uçal	Çerkez müsellim	Büyük dere	41 derece 16 dk 53 sn Kuzey 27 derece 10 dk 07 sn Doğu
43	Tekirdağ	Hayrabolu	Hasan Aksu	Çerkez müsellim	Kaynarca	41 derece 14 dk 30 sn Kuzey 27 derece 03 dk 10 sn Doğu
44	İstanbul	Silivri	Ferit Taşkın	Alipaşa	Dalaklı mandıra	41 derece 05 dk 22 sn Kuzey 28 derece 08 dk 38 sn Doğu
45	İstanbul	Silivri	Fuat Taşkın	Köycivarı	Köycivarı	41 derece 06 dk 38 sn Kuzey 28 derece 07 dk 07 sn Doğu
46	İstanbul	Silivri	Ahmet Gürsel	Mezarlıkaltı	Dikilitaş	41 derece 07 dk 36 sn Kuzey 28 derece 14 dk 43 sn Doğu
47	Kırklareli	Lüleburgaz	Şazel Duymuş	Evrensekiz	Tahtalı	41 derece 22 dk 26 sn Kuzey 27 derece 28 dk 31 sn Doğu
48	Kırklareli	Lüleburgaz	Hüseyin Nalbant	Evrensekiz	Ambar tarla	41 derece 22 dk 26 sn Kuzey 27 derece 28 dk 31 sn Doğu
49	Kırklareli	Lüleburgaz	Ahmet Bayer	Evrensekiz	Ambar tarla	41 derece 22 dk 31 sn Kuzey 27 derece 28 dk 60 sn Doğu
50	Kırklareli	Lüleburgaz	Şazel Duymuş	Evrensekiz	Dereboyu	41 derece 24 dk 19 sn Kuzey 27 derece 31 dk 32 sn Doğu
51	Çanakkale	Gelibolu	Şencay Bingöl	Evreşe	Kavacık	40 derece 39 dk 07 sn Kuzey 26 derece 53 dk 13 sn Doğu
52	Çanakkale	Gelibolu	Şencay Bingöl	Evreşe	Kozlukıçı	40 derece 39 dk 27 sn Kuzey 26 derece 53 dk 09 sn Doğu
53	Çanakkale	Gelibolu	Sezgin Engin	Evreşe	Avlular	40 derece 39 dk 48 sn Kuzey 26 derece 53 dk 06 sn Doğu

Tarım arazileri Trakya Bölgesi'nin kanola tarımının en yaygın şekilde yapıldığı Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul, Çanakkale (Avrupa kesimi) illeridir. Araştırma için seçilen bölge topraklarının hemen hemen tamamında yetiştirilen kanola tohumları Smart, NKPetrol PRW31, PRW29, Colifornium, Excelıbur, Ralli, OASE, Licord, Hydromel, Champlain, Tristan ticari adları ile anılan kışlık çeşitlerdir.

Araştırma alanlarını oluşturan topraklarda kullanılan gübre çeşit ve miktarları aşağıdaki Çizelge 3.2’de verilmiştir. Dozlarda yıllara göre iklimsel farklılıkların değişimlerine bağlı olarak küçük farklılık olsa da araştırmada ele alınan bölgenin aynı olması sebebiyle üretici bazında yapılan gübre uygulamalarında çok önemli farklılıklar gözle çarpmamaktadır (Çizelge 3.2).



Şekil 3.1 Toprak ve bitki örneklerinin alındığı arazilerin Trakya Bölgesi’nde dağılımı.

Çizelge 3.2. Araştırma alanlarında çiftçilerin kullandığı gübre çeşit ve miktarları

Sıra No	Taban Gübrelmesi (kg/da)					Üst Gübreleme (kg/da)				
	20.20.0	A. Sülfat (% 21)	Üre (% 46)	25-18	25+ 18 (S)	DAP (18.46)	Üre (% 46)	A. Nitrat (% 33)	A. Sülfat (% 21)	A. Nitrat (% 26)
1		20				10	15	20		
2	20	20					15	20		
3		20				10	15	20		
4	20	20					10	20		
5								15	15	
6		20						15		
7		20					12	18		
8	25		15							20
9	20		6						20	20
10	20		12					15		
11										*
12										*
13										*
14		15	12				16			
15	20	15					17			
16	20	15					17			
17	0		15				15			
18		13	16							15
19		18				12	13	13		
20				20	20		18			18
21	17						18			24
22	20	10					20			20
23	20								25	20
24	20								25	20
25	20								25	20
26	20		20						15	25
27	20		10						20	20
28	20						15			15



Çizelge 3.2'nin devamı

29	20		15						15	20
30	20	20					20			
31	20		12						20	15
32										
33	20	25								20
34	20	25								20
35	20	25								20
36	20		17						20	15
37	20	20					20			25
38	20	20		15			15			
39	20		15						15	25
40		15	15				15			
41	20	15								20
42	20		15						20	
43			15				15			
44		13	16							15
45		18				12	13	13		
46	20		13						20	20
47		15				15	15	15		
48		15				15	15	20		
49	20	20					15			
50		15				15	15	15		
51	20		15						15	20
52	20	15					15			
53	20		15						20	

\*: Çiftçilerden gübreleme konusunda sağlıklı bilgi alınamamıştır.

Çizelge 3.2'den görüleceği üzere çiftçiler kanola bitkisinin kükürt ihtiyacının farkında olduklarından bitkiye gerek ekim ile birlikte ve gerekse de ilkbaharda üst gübre olarak kükürtlü gübreleri kullanmaktadırlar. Ancak bitkilere verilen kükürt miktarları tamamen eski alışkanlıklara dayanmaktadır .

## **3.2. Yöntemler**

### **3.2.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler**

#### **3.2.1.1. Organik Madde**

Toprak örneklerinin organik madde içerikleri Smith- Weldon yöntemi ile tayin edilmiştir (Sağlam 2008).

#### **3.2.1.2. Kireç**

Toprak örneklerinin kireç miktarları Scheibler Kalsimetresiyle belirlenmiştir (Sağlam 2008).

#### **3.2.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH)**

Toprakların pH değerleri elektrometrik olarak ölçülmüştür (Sağlam 2008).

#### **3.2.1.4. Tekstür**

Toprak örneklerinin tekstür tayinleri Bouyoucos Hidrometre yöntemi ile yapılmıştır (Demiralay 1993).

#### **3.2.1.5. Bitkiye Yararışlı Fosfor**

Toprak örneklerinin bitkiye yararışlı fosfor içerikleri Olsen yöntemi ile ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2008), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) cihazında okunarak belirlenmiştir.

#### **3.2.1.6. Değişebilir Katyonlar (K, Ca, Mg)**

Toprak örnekleri amonyum asetatla ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2008)'e göre değişebilir katyonlar (K, Ca, Mg) ICP-OES ile belirlenmiştir.

### 3.2.1.7. Toplam Tuz

Toprak örneklerinin suda çözünebilir toplam tuz içerikleri sature toprak macununda EC cihazı ile belirlenmiştir (U.S Soil Survey Staff 1951).

### 3.2.1.8. Bitkilere Yarayışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn)

Toprak örnekleri yarayışlı mikro element analizi için 0.005 M DTPA+ 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0,1 M TEA (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Ekstrakttaki yarayışlı Fe, Cu, Zn, ve Mn miktarları ICP-OES’de belirlenmiştir.

### 3.2.1.9. Yarayışlı Kükürt Miktarlarının Belirlenmesi

Araştırmanın konusunu oluşturan topraklarda bitkilere yarayışlı kükürdün belirlenmesinde toprak örnekleri 7 farklı ekstraksiyon yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen ekstraktlarda bitkilere yarayışlı kükürt miktarları ICP OES ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinin ekstraksiyonunda kullanılan yöntemlere ilişkin bazı bilgiler aşağıda Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Toprakların yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler

Ekstraksiyon çözeltisi	Toprak: çözelti oranı	Çalkalama süresi, dak.	Kaynak
Saf su	1: 5	30	Spencer ve Freney (1960)
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (500 mg kg <sup>-1</sup> )	1: 5	30	Ensminger (1954)
NaCl (% 1)	1: 5	30	Williams ve Steinbergs (1959)
NH <sub>4</sub> OAc (1 N)	1: 5	30	Mc Clung ve ark.(1959)
CaCl <sub>2</sub> (% 0,15)	1: 6	30	Williams ve Steinbergs (1959)
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (500 mgkg <sup>-1</sup> )	1: 5	30	Fox ve ark. (1964)
KCl (0,01 M)	1: 5	30	Maynard ve ark. (1987)

Çizelge 3.3' den de görüleceği üzere; % 0,15'lik CaCl<sub>2</sub> ile ekstraksiyon yöntemi dışındaki bütün yöntemlerde toprak: ekstraksiyon oranları 1:5 olup, toprak: ekstraksiyon çözeltisi çalkalama süreleri bütün yöntemler için 30 dakikadır. Ancak % 0,15'lik CaCl<sub>2</sub> ile ekstraksiyonda toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranı 1: 6 olup çalkalama süresi diğer yöntemlerde olduğu gibi 30 dakikadır.

Toprak örneklerinin bitkilere yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde toprak örneklerinin ekstraksiyonunda aşağıda açıklanan yol izlenmiştir:

Araştırmada kullanılan ve analize hazır hale getirilmiş toprak örneklerinden 10'ar gram tartılarak 100 mg'lık plastik kaplara konulmuş ve Çizelge 3.3'de verilen toprak: ekstrakt çözeltisi oranları dikkate alınarak hazırlanan çözeltiler 30'ar dakika çalkalanma makinesinde çalkalanmış ve daha sonra Whatman 42 no'lu filtre kağıdından süzükler 15'er dakika santrifüj (2000 rpm) işleminden sonra berrak süzüklerde ICP- OES cihazı ile kükürt belirlemesi yapılmıştır (Kacar ve İnal 2010).

### **3.3. Bitki Analizleri**

Araştırma alanlarındaki tarlalardan Nisan ayının ilk haftalarında bütün tarlayı temsil edecek nitelikte kanola bitkilerinin uçtan itibaren gelişimini tamamlamış 4. ve 5. yapraklarından örnekleme yapılmıştır (Jones ve ark. 1991). Alınan yaprak örnekleri delikli polietilen torbalara konulmuş etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen yaprak örnekleri önce çeşme suyu sonra saf sudan geçirilerek 70 °C sıcaklıkta 48 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Kurutulan yaprak örnekleri sap ve yaprak ayası olarak iki bölüme ayrılmıştır. Bitkinin kükürt içeriğinin belirlenmesinde literatürde belirtildiği gibi yaprak ayası kullanılmıştır. Analize hazır hale getirilen bitki örneklerinin kükürt içerikleri yaş yakma yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen ekstrakttaki kükürt miktarı ICP- OES ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2009).

### **3. 4. Sonuçların Değerlendirmesi**

Çizelge 3.3'de verilen yöntemler ile belirlenen toprakların bitkilere yarayışlı kükürt içerikleri ile bitkilerin kükürt içerikleri arasında istatistiksel bazı ilişkiler belirlenmiştir (Yıldız ve Bircan 1991).

#### 4.BULGULAR VE ARAŞTIRMA

##### 4.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma alanına ait toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak örneklerinin bazı kimyasal özellikleri

No	pH (1:2,5 su)	Tuz (%)	Kireç (%)	Organik mad.(%)	Yarayışlı P, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değ.K, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değ.Ca, (mg kg <sup>-1</sup> )	Değ.Mg, (mg kg <sup>-1</sup> )
1	6,00	0,064	0,01	1,96	30,00	96	2171	225
2	6,23	0,036	0,01	1,29	21,00	85	1699	324
3	6,00	0,100	0,01	1,64	23,00	171	2158	232
4	6,30	0,046	0,01	1,64	9,30	85	2252	295
5	7,89	0,032	6,80	0,92	6,00	124	3210	91
6	7,95	0,032	28,60	0,81	6,10	80	3633	178
7	7,43	0,021	1,12	0,43	17,00	61	1354	180
8	6,20	0,048	0,01	1,12	17,00	99	2740	397
9	8,00	0,077	1,20	1,50	7,90	232	4543	1179
10	5,62	0,046	0,01	2,00	73,00	167	1303	196
11	7,54	0,120	5,68	3,00	72,00	735	6760	285
12	7,84	0,092	1,44	2,52	47,00	368	5270	241
13	6,17	0,061	0,01	1,93	22,00	176	2157	247
14	5,11	0,014	0,01	0,52	19,00	47	365	43
15	7,32	0,080	3,12	1,24	7,60	105	6181	140

Çizelge 4.1'in devamı

16	6,94	0,061	0,01	1,06	48,00	110	2345	396
17	4,85	0,022	0,01	1,15	26,00	49	920	42
18	7,62	0,067	2,16	0,66	8,30	100	5034	247
19	5,18	0,035	0,01	0,98	14,00	77	1913	496
20	5,61	0,038	0,01	1,70	17,00	92	2219	306
21	6,52	0,110	0,64	1,53	13,00	175	4170	349
22	7,50	0,069	1,76	1,73	5,00	177	6775	236
23	4,67	0,025	0,01	1,48	19,00	83	1317	246
24	6,69	0,069	1,44	1,40	15,00	73	3662	381
25	7,54	0,070	2,88	1,13	11,00	73	5042	657
26	7,71	0,072	1,12	1,78	10,50	256	5220	360
27	6,26	0,050	0,01	1,50	19,00	148	2895	287
28	7,31	0,10	0,04	1,40	13,64	296	7056	613
29	7,35	0,08	0,64	1,63	18,00	231	5362	312
30	6,51	0,07	0,04	1,34	7,82	124	3420	524
31	7,35	0,07	4,11	0,77	6,84	202	5469	296
32	7,35	0,10	1,29	1,40	8,16	204	6884	310
33	7,12	0,06	0,04	2,02	19,11	330	3179	308
34	7,52	0,06	0,89	1,14	31,69	374	3832	364
35	6,93	0,07	0,04	1,85	31,48	556	3387	351
36	5,08	0,03	0,04	1,63	19,07	92	2192	317
37	6,74	0,08	1,45	1,48	8,04	97	6288	276
38	5,60	0,05	0,04	1,54	19,99	84	1864	291

Çizelge 4.1'in devamı

39	6,66	0,06	0,04	0,86	36,48	190	2370	461
40	7,31	0,04	44,00	1,11	36,26	156	2062	290
41	4,14	0,03	0,04	0,83	21,57	63	1142	322
42	3,95	0,03	0,04	0,26	34,41	90	398	88
43	4,88	0,03	0,04	0,43	27,17	86	1321	193
44	7,51	0,08	1,61	1,40	8,81	188	5468	729
45	7,71	0,09	9,90	1,48	7,13	250	6279	726
46	7,48	0,09	1,05	0,69	5,82	254	6446	356
47	6,93	0,09	0,04	2,39	57,25	571	4135	327
48	6,17	0,07	0,04	0,40	33,91	523	3485	204
49	6,10	0,05	0,04	1,51	32,50	216	3402	381
50	6,76	0,09	0,04	1,45	13,10	220	5599	489
51	6,76	0,05	0,89	1,08	0,35	52	3570	123
52	4,78	0,04	0,04	1,40	48,35	224	931	143
53	6,21	0,04	0,04	1,08	27,73	243	1970	243
Min	3,95	0,014	0,01	0,26	0,35	47	398	42
Max	8,00	0,120	44,00	3,00	73,00	735	7056	1179
Ort.	6,51	0,06	2,35	1,34	21,86	188	3470	326

Çizelge 4.1' e göre toprakların pH değerleri 3,95 ile 8,00; kireç içerikleri % 0,01 ile % 44,00; organik madde içerikleri % 0,26 ile % 3,00; bitkilere yararlı P içerikleri 0,35 mg kg<sup>-1</sup> ile 73 mg kg<sup>-1</sup> arasında, değişebilir K içerikleri 47 ile 735 mg kg<sup>-1</sup> olup, değişebilir Ca değerleri 398 ile 7056 mg kg<sup>-1</sup> ve değişebilir Mg içerikleri ise 42 ile 1179 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir.

Çizelge 4.2 Toprak örneklerinin tekstürel fraksiyonları (%) ve tekstür sınıfları

No	Kil	Silt	Kum	Tekstür Sınıfı
1	13,60	24,00	62,40	Kumlu Tın
2	19,44	26,00	54,56	Tın
3	23,44	28,00	48,56	Tın
4	22,72	26,00	51,28	Tın
5	8,72	20,00	71,28	Kumlu Tın
6	10,72	22,00	67,28	Kumlu Tın
7	4,72	8,00	87,28	Kum
8	24,72	20,00	55,28	Kumlu Tın
9	41,44	22,00	36,56	Killi Tın
10	18,72	24,00	67,28	Kumlu Tın
11	45,44	14,00	40,56	Kil
12	18,72	36,00	45,28	Kumlu Tın
13	21,44	30,00	48,56	Killi Tın
14	13,44	12,00	74,56	Kumlu Tın
15	16,72	12,00	71,28	Kumlu Tın
16	8,72	35,34	55,84	Siltli Tın
17	13,44	14,00	72,56	Kumlu Tın
18	21,44	20,00	58,56	Kumlu Killi Tın
19	26,44	24,00	50,56	Tın
20	27,44	18,00	54,56	Killi Tın
21	29,44	22,00	48,56	Killi Tın
22	31,44	22,00	46,56	Killi Tın
23	16,72	12,00	71,28	Kumlu Tın
24	20,16	14,00	65,84	Kumlu Tın
25	27,44	20,00	52,56	Tın
26	2,72	64,00	43,28	Siltli Tın
27	28,16	30,00	41,84	Killi Tın
28	58,96	17,54	23,50	Kil
29	44,67	31,54	23,79	Kil
30	41,83	25,00	33,17	Kil
31	36,33	28,42	35,25	Killi Tın
32	47,33	16,67	36,00	Kil
33	33,50	27,08	39,42	Killi Tın
34	35,00	22,75	42,25	Killi Tın
35	31,42	24,25	44,33	Killi Tın
36	34,25	26,33	39,42	Killi Tın
37	45,08	19,67	35,25	Kil



Çizelge 4.2'nin devamı

38	35,96	22,92	41,13	Killi Tın
39	29,04	24,54	46,42	Tın
40	27,54	18,46	54,00	Tın
41	27,25	11,46	61,29	Kumlu Killi Tın
42	25,17	1,71	73,13	Kumlu Killi Tın
43	20,42	9,67	69,92	Kumlu Tın
44	47,71	25,96	26,33	Kil
45	54,33	20,08	25,58	Kil
46	45,25	22,63	32,13	Kil
47	49,58	20,08	30,33	Kil
48	44,67	20,83	34,50	Kil
49	41,83	18,75	39,42	Kil
50	44,67	15,63	39,71	Kil
51	21,38	22,92	55,71	Killi Tın
52	18,92	31,25	49,83	Tın
53	27,25	22,17	50,58	Tın
Min	2,72	1,71	23,50	
Max	58,96	64	87,28	
Ort.	28,81	22,03	49,55	

Toprakların tekstür sınıfları çoğunlukla Tın ve Killi Tın sınıfına girmektedir.

#### **4.2. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Bazı Mikro Besin Elementi (Fe, Cu, Zn, Mn) İçerikleri**

Araştırmada kullanılan Trakya Bölgesi kanola tarımı yapılan toprak örneklerinin yarayışlı bazı mikro besin elementi (Fe, Cu, Zn, Mn) içerikleri aşağıdaki Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Toprak örneklerinin yarıyırlı bazı mikro besin elementi içerikleri, mg kg<sup>-1</sup>

No	Fe	Cu	Zn	Mn
1	20,00	1,00	0,23	44,00
2	20,00	0,90	0,25	28,00
3	16,00	0,90	0,30	34,00
4	13,00	1,00	0,20	28,00
5	3,00	0,60	0,30	6,80
6	3,30	0,30	0,13	8,00
7	7,30	0,20	0,10	1,10
14	20,00	0,80	0,20	16,00
15	12,00	2,20	0,20	10,00
16	73,00	1,60	1,30	45,00
17	5,40	1,00	0,40	12,00
18	10,00	1,60	0,50	11,00
19	40,00	1,40	0,14	30,00
26	22,00	0,42	0,23	86,00
28	13,20	0,93	0,28	7,70
29	15,40	0,60	0,70	2,50
30	28,00	0,46	0,14	42,00
31	9,00	0,47	0,15	6,13
33	30,00	0,87	0,26	14,00
34	53,00	1,50	0,14	25,00
35	14,00	1,10	0,50	39,00
36	10,00	1,00	0,17	8,80

Çizelge 4.3'ün devamı

38	32,00	0,80	0,15	34,00
39	27,00	0,80	0,14	18,00
40	14,00	0,80	0,10	6,50
42	12,30	1,18	0,21	6,20
43	17,50	6,00	0,24	28,60
28	8,42	1,79	0,29	8,67
29	7,81	1,41	1,41	11,65
30	14,62	1,62	0,37	25,07
31	8,32	1,62	0,31	10,45
32	6,14	1,12	1,08	9,44
33	4,57	1,56	0,62	7,98
34	7,71	1,55	0,77	4,32
35	6,31	1,83	1,09	16,60
36	39,89	1,95	0,27	71,21
37	15,34	1,09	0,40	23,60
38	26,60	1,61	0,27	39,20
39	13,87	1,12	0,96	13,64
40	32,11	1,54	0,34	80,15
41	34,66	0,52	0,58	45,52
42	37,31	0,52	1,99	87,64
43	44,67	0,60	0,44	20,73
44	7,14	1,52	0,29	13,09
45	8,51	2,18	0,45	8,48
46	6,13	1,44	0,29	15,05
47	6,49	1,25	0,82	8,75

Çizelge 4.3'ün devamı

48	9,79	1,74	0,24	31,19
49	29,69	2,24	eser	44,89
50	11,34	1,40	0,26	13,87
51	7,60	0,07	1,22	16,65
52	60,93	2,31	0,97	71,35
53	18,08	2,29	0,84	30,15
Min	3,00	0,07	eser	1,10
Max	73,00	6,00	1,99	87,64
Ort.	19,14	1,29	0,46	25,05

#### 4.2.1 Toprak Örneklerinin Yarayışlı Demir İçerikleri

Kanola bitkisi toprak örneklerinde tespit edilen minimum demir içeriği  $3 \text{ mg kg}^{-1}$  olup, maksimum değeri  $73 \text{ mg kg}^{-1}$ , ortalama değer ise  $19,14 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Toprakların Fe içerikleri yeterli düzeydedir (Lindsay ve Norwel 1978).

#### 4.2.2 Toprak Örneklerinin Yarayışlı Bakır İçerikleri

Toprak örneklerinde tespit edilen bakır kapsamı  $0,07$  ile  $6 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişmekte olup, ortalama değer ise  $1,29 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Toprakların Cu içerikleri bir örnek hariç yeterlidir (Lindsay ve Norwel 1978).

#### 4.2.3 Toprak Örneklerinin Yarayışlı Çinko İçerikleri

Trakya Bölgesi kanola tarımı yapılan toprak örneklerinin minimum çinko içeriği eser düzeydedir. Maksimum çinko içeriği ise  $1,99 \text{ mg kg}^{-1}$  olup, ortalama değeri  $0,46 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Toprakların yarayışlı Zn içerikleri çoğunlukla yetersiz düzeydedir (Lindsay ve Norwel 1978).

#### 4.2.4 Toprak Örneklerin Yarayışlı Mangan İçerikleri

Kanola bitkisi toprak örneklerinde tespit edilen minimum mangan içeriği  $1,10 \text{ mg kg}^{-1}$  olup, maksimum değeri  $87,64 \text{ mg kg}^{-1}$  ortalama değer ise  $25,05 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Toprakların yarayışlı Mn içerikleri üç örnek hariç yeterli düzeydedir (Lindsay ve Norwel 1978).

#### 4.3 Kanola Bitkisinin Bazı Makro Besin Elementi (N, P, K, Ca, Mg) İçerikleri

Kanola bitkisinin bazı makro besin elementi içerikleri (N, P, K, Ca, Mg) aşağıdaki Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Kanola bitkisinin bazı makro besin elementi içerikleri, %

No	N	P	K	Ca	Mg	S	N/S
1	6,86	0,34	3,22	2,65	0,32	0,91	7,54
2	7,00	0,72	1,82	1,74	0,29	0,62	11,29
3	5,27	0,46	1,71	2,41	0,29	0,57	9,25
4	5,21	0,43	1,57	2,00	0,22	0,43	12,12
5	5,52	0,32	1,75	3,11	0,23	0,72	7,67
6	5,63	0,44	2,00	1,70	0,17	0,53	10,62
7	6,44	0,31	1,90	1,58	0,18	0,60	10,73
8	5,49	0,41	2,23	1,77	0,40	1,23	4,46
9	5,10	0,50	2,13	3,12	0,32	0,74	6,89
10	4,40	0,36	3,46	4,38	0,28	0,45	9,78
11	5,18	0,55	1,88	1,54	0,33	0,47	11,02
12	4,62	0,40	2,10	1,48	0,23	0,90	5,13
13	6,28	0,66	2,10	2,09	0,29	0,68	9,24
14	6,19	0,61	2,10	1,92	0,31	0,42	14,74
15	4,79	0,32	1,53	4,08	0,42	3,97	1,21
16	4,36	0,45	1,93	4,13	0,40	2,88	1,51
17	4,66	0,30	1,48	2,38	0,28	0,67	6,96

Çizelge 4.4'ün devamı

18	5,41	0,42	2,20	2,88	0,41	1,94	2,79
19	3,73	0,20	3,36	3,60	2,77	1,23	3,03
20	4,34	0,25	2,80	3,41	0,52	1,93	2,25
21	2,29	0,13	2,04	3,40	0,29	1,24	1,85
22	3,72	0,20	4,46	2,45	0,24	0,48	7,75
23	3,08	0,38	3,07	3,82	0,41	0,62	4,97
24	3,05	0,16	2,55	2,64	0,38	2,25	1,36
25	3,24	0,29	1,90	2,15	0,43	0,24	13,50
26	3,16	0,27	1,78	0,55	3,08	2,21	1,43
27	2,82	0,26	1,44	2,32	0,52	0,67	4,21
28	4,43	0,50	1,53	2,26	0,50	0,86	5,15
29	3,75	0,34	1,67	2,75	0,24	0,61	6,15
30	5,21	0,55	1,21	2,90	0,45	0,40	13,03
31	4,43	0,54	1,62	3,02	0,24	1,05	4,22
32	3,67	0,51	2,30	2,05	0,23	2,18	1,68
33	4,71	0,45	1,52	1,80	0,34	1,20	3,93
34	4,71	0,46	2,00	2,03	0,25	1,02	4,62
35	4,79	0,50	1,81	2,18	0,29	1,87	2,56
36	5,49	0,48	3,10	1,76	0,18	1,02	5,38
37	4,85	0,32	2,46	0,96	0,15	0,65	7,46
38	5,07	0,43	1,75	1,65	0,25	1,35	3,76
39	4,10	0,45	2,36	1,57	0,20	1,06	3,87
40	4,31	0,45	2,24	1,66	0,20	1,10	3,92
41	3,03	0,34	2,32	1,88	0,31	0,47	6,45
42	3,39	0,34	3,10	2,16	0,32	1,78	1,90
43	2,97	0,26	3,16	2,56	0,35	0,60	4,95
44	4,12	0,39	1,66	2,70	0,30	1,21	3,40
45	5,57	0,54	1,95	3,12	0,53	2,04	2,73
46	3,50	0,37	1,56	3,60	0,39	2,24	1,56
47	4,20	0,55	2,00	2,61	0,40	2,68	1,57

Çizelge 4.4'ün devamı

48	4,65	0,62	2,17	1,78	0,45	2,18	2,13
49	3,92	0,58	1,78	3,03	0,43	1,37	2,86
50	3,73	0,53	2,26	2,22	0,35	1,87	1,99
51	5,21	0,44	2,06	2,57	0,18	0,40	13,03
52	5,27	0,34	1,92	2,33	0,17	0,44	11,98
53	5,21	0,38	1,90	2,22	0,19	1,40	3,72
Min	2,29	0,13	1,21	0,55	0,15	0,24	9,54
Max	7,00	0,72	4,46	4,38	3,08	3,97	1,76
Ort.	4,57	0,41	2,15	2,43	0,41	1,18	3,87

Jones ve ark.(1991) tarafından kanola bitkisi için bildirilen sınır değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kanola bitkisi için bildirilen sınır değerleri.

Makro Besin Elementleri (%)		Mikro Besin Elementleri (mg kg <sup>-1</sup> )	
N	2,00-4,50	Fe	30-200
P	0,28-0,69	Mn	25-250
K	2,90-5,10	B	15-54
Ca	1,00-3,00	Cu	4-25
Mg	0,20-0,75	Zn	22-49
S	0,17-1,04	Mo	0,25-0,60

#### 4.3.1 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Azot İçerikleri

Kanola bitkisi yaprak örneklerinde bulunan toplam azot içeriği % 2,29-7,00 değer aralığında değişim göstermekte olup % toplam azot değeri ortalaması %4,57'dir. Lokasyonlar arasında farklı ekolojik şartların olması ve üretici bazındaki uygulama gerekliliklerine bağlı değişen % toplam azot değerleri; Jones ve ark.(1991) tarafından kanola bitkisi yaprakları için

bildirilen > % 4,5 yeterlilik sınır değerine göre toplam 53 adet örnekten % 47,17'si yeterli düzeyde olup, % 52,83' ise yüksek düzeyde azot içermektedir.

#### **4.3.2. Kanola Bitkisi Yaprak rneklerinin Fosfor İçerikleri**

Araştırmada ele alınan bitki örneklerinde belirlenen fosfor içeriği % 0,13 minimum ile % 0,72 maksimum değerleri arasında değişmekte olup, ortalama % 0,41'tür. Kanola bitkisi yaprak örneklerinde tespit edilen fosfor değerlerinin % 15,09'u literatürde bildirilen % 0,28-% 0,69 arasındaki yeterlilik düzeyinin altındadır. Toplam rnek sayısının % 83,02'si ise yeterli düzeyde olup, % 1,89'u da yüksek düzeyde fosfor içermektedir (Jones ve ark. 1991).

#### **4.3.3. Kanola Bitkisi Yaprak rneklerinin Potasyum İçerikleri**

Kanola bitkisi yaprak örneklerinde tespit edilen potasyum içeriği % 1,21 ile % 4.46 değerleri arasında değişmekte olup, ortalama % 2,15'tir. Tespit edilen potasyum değerlerinin % 84,91 kanola bitkisi yaprak örnekleri için literatürde bildirilen yeterlilik düzeyinin altında ve % 15,09'u ise yeterli düzeydedir (Jones ve ark. 1991).

#### **4.3.4. Kanola Bitkisi Yaprak rneklerinin Kalsiyum İçerikleri**

Kanola bitkisi yaprak örneklerinde tespiti yapılan kalsiyum elementi içeriği,% 0,55-4,38 değer aralığında değişmektedir. Ortalama Ca içeriği % 2,43'tür. Yaprak rneklerinin % 71,70 yeterli düzeydedir. % 3,77'si ise eksik kalsiyum değeri belirlenmiş olup, % 24,53'ünün Ca içerikleri de yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Jones ve ark. 1991).

#### **4.3.5. Kanola Bitkisi Yaprak rneklerinin Magnezyum İçerikleri**

Kanola bitkisi yaprak örneklerinde tespit edilen toplam Magnezyum içeriği % 0,15 ile %3,08 değer aralığında değişim göstermektedir. Yaprak rneklerinin Magnezyum değeri ortalaması % 0,41'dir. 53 adet yaprak örneğinin % 16,98'inde Mg eksikliği saptanmıştır. Örneklerin.% 79,25'nin ise magnezyum içeriği yeterli olup, % 3,77'nin magnezyum içeriği yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Jones ve ark 1991).

#### **4.3.6 Kanola Bitkisi Yaprak rneklerinin Kükürt İçerikleri**

Araştırma ele alınan bitki örneklerinin bitki kükürt içeriği ICP-OES ile yapılan belirlemede; % 0,24-3,97 minimum-maksimum değer aralığında değişmekte olup, ortalama % 1,18'dir. Toplam rnek sayısının % 52,83' yeterli düzeydedir. Araştırmada ele alınan bitki



örneklerinin % 47,17'nin kükürt miktarları ise yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Jones ve ark. 1991).

#### **4.3.7 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin N/S Oranı**

Bitkilerin N/S oranları 17/1 olmalıdır (Reuter ve Robinson 1986). Bu araştırmada ise bu oran 1,21 ile 14,74 arasında değişmektedir. Bitkilerin S kapsamlarının % 47,17' sinde yüksek kükürt belirlenmesine rağmen kanola bitkisinin S beslenmesinin de önemli bir parametre olan N/S oranının sınır değerinin altında oluşu bitkilerin S beslenmesinde sorunlar olduğunu göstermektedir.

#### **4.4 Kanola Bitkisinin Bazı Mikro Besin Elementi (Fe, Cu, Zn, Mn) İçerikleri**

Kanola bitkisinin bazı mikro besin elementi içerikleri (Fe, Cu, Zn, Mn) aşağıdaki Çizelge 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Kanola bitkisinin bazı mikro besin elementi içerikleri, mg kg<sup>-1</sup>

No	Fe	Cu	Zn	Mn
1	104	6,5	23,0	52
2	180	15,0	49,0	107
3	97	7,3	35,9	71
4	86	5,5	27,6	55
5	68	5,8	24,0	59
6	66	5,2	27,4	41
7	63	5,9	24,0	48
8	107	8,2	38,0	250
9	64	7,4	54,0	73
10	355	8,9	29,5	86
11	139	8,5	49,6	843
12	192	12,6	45,0	386
13	141	8,8	55,0	113
14	181	7,9	47,0	85
15	129	9,3	52,0	132
16	117	8,5	36,0	83
17	133	5,7	31,0	113
18	135	8,1	42,0	108
19	98	6,8	21,0	60
20	117	7,1	24,7	55
21	111	5,9	24,7	125
22	194	6,8	51,8	128
23	202	7,7	27,8	81

Çizelge 4.6'nın devamı

24	187	6,3	54,5	968
25	84	6,5	24,0	77
26	83	6,6	26,4	91
27	121	7,1	24,2	88
28	59	4,0	37	81
29	43	3,5	25	66
30	80	6,1	45	88
31	66	5,0	28	79
32	36	3,5	20	53
33	50	4,1	20	68
34	67	12,0	32	79
35	66	4,1	34	80
36	43	11,0	17	45
37	50	10,0	20	59
38	59	3,4	30	47
39	40	2,8	18	37
40	62	3,6	23	46
41	182	9,1	24	225
42	98	4,2	29	213
43	90	3,6	39	271
44	54	6,5	26	90
45	49	5,7	24	87
46	58	5,3	21	94

Çizelge 4.6'nın devamı

47	102	5,3	43	94
48	106	5,6	49	127
49	91	4,9	34	82
50	58	4,5	33	68
51	68	4,4	25	93
52	66	7,3	43	71
53	63	3,1	19	71
Min	36	2,8	17	37
Max	355	15,00	55	968
Ort.	101	6,58	32	128

#### 4.4.1. Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Demir İçerikleri

Kanola bitkisi yaprak örneklerinde belirlenen demir içeriği 36 ile 355 mg kg<sup>-1</sup> değer aralığında değişim göstermekte olup, ortalaması 101 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Üreticilerin tarım uygulama tekniklerindeki farklılıklara göre toplam 53 adet bitki örneğinin demir değerlerinin % 96,23'ü Jones ve ark.(1991) tarafından kanola bitkisi yaprakları için bildirilen yeterlilik sınır değerleri arasında bulunmuştur. Bitkilerin % 3,77' sinin demir içeriği ise yüksek düzeydedir.

#### 4.4.2 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Bakır İçerikleri

Ele alınan dört farklı lokasyondaki Kanola bitkisi yaprak örneklerindeki Bakır içeriği minimum 2,8 mg kg<sup>-1</sup> ile maksimum 15,00 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişim göstermektedir. Bakır içeriği ortalaması 6,58 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Literatürde bildirilen yeterlilik düzeyi değerine göre toplam 53 adet yaprak örneğinin % 15,09 'nun yüksek düzeyde, % 84,91'nin ise yeterli düzeyde bakır içermektedir (Jones ve ark. 1991).

#### **4.4.3 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Çinko İçerikleri**

Araştırmada ele alınan kanola bitkisi yaprak örneklerinin çinko içeriği minimum 17 mg kg<sup>-1</sup> ile maksimum 55 mg kg<sup>-1</sup> değer aralığında değişim göstermekte olup, ortalaması 32,59 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Örneklerin % 15,09'nun çinko içeriği ise eksik bulunmuştur. Ele alınan örneklerin % 69,81'inin çinko içeriği yeterli ve % 15,09'nun ise çinko değerleri yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Jones ve ark. 1991).

#### **4.4.4 Kanola Bitkisi Yaprak Örneklerinin Mangan İçerikleri**

Kanola bitkisi yaprak örneklerindeki mangan içeriği 37-968 mg kg<sup>-1</sup> minimum ve maksimum değer aralığında değişim göstermekte olup, mangan değeri ortalaması 128 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Yaprak örneklerinin % 90,57'sinin mangan içerikleri yeterli % 9,43'nün mangan değerleri ise yüksek düzeyde bulunmuştur (Jones ve ark. 1991).

#### **4.5. Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Topraklarda Belirlenen Bitkilere Yarayışlı Kükürt Miktarları**

Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak kanola tarımı yapılmakta olan topraklarda bitkilere yarayışlı kükürt miktarlarının belirlenmesinde yedi farklı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Söz konusu bu yöntemler göre belirlenen bitkilere yarayışlı kükürt miktarları Çizelge 4. 7'da verilmiştir.

Çizelge 4.7 Trakya Bölgesi'nde kanola tarımı yapılan topraklarının farklı ekstraksiyon yöntemleri ile belirlenen bitkilere yararlılık kükürt miktarları, mg kg<sup>-1</sup>

No	Saf su	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	NaCl	NH <sub>4</sub> OAc	CaCl <sub>2</sub>	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	KCl
1	14,56	10,47	8,57	9,60	7,95	9,58	8,08
2	13,63	8,98	9,80	8,00	8,90	8,50	9,73
3	11,72	5,64	4,53	7,09	4,47	5,96	5,89
4	8,49	9,41	8,52	6,51	8,59	6,48	8,55
5	11,28	8,53	9,46	7,16	7,63	9,03	9,42
6	6,58	6,82	5,77	8,15	5,24	5,83	7,51
7	11,74	6,94	6,78	5,57	8,52	7,89	8,49
8	16,85	10,51	13,81	11,31	12,81	12,92	13,94
9	11,83	7,72	5,54	5,96	6,92	8,41	9,84
10	15,14	6,12	6,55	5,80	7,54	6,08	7,04
11	8,67	6,99	7,12	6,22	6,87	6,67	11,29
12	10,48	6,74	10,07	7,77	7,63	9,56	9,76
13	14,35	8,59	7,76	9,28	8,15	8,66	8,05
14	7,88	6,89	9,46	6,48	7,43	6,60	8,21
15	79,44	65,15	86,22	65,57	60,66	65,26	75,41
16	44,29	40,43	60,28	26,81	33,63	39,96	29,83
17	13,13	9,66	7,89	7,81	7,52	7,04	9,12
18	24,56	21,53	23,26	19,56	20,75	18,69	19,26
19	24,00	12,05	11,53	10,35	13,86	12,59	12,65

Çizelge 4.7'nin devamı

20	27,16	16,70	14,91	14,15	16,58	17,12	18,36
21	15,11	12,42	9,75	9,99	12,67	12,38	12,58
22	16,88	9,22	7,47	7,83	15,31	6,75	9,84
23	13,51	7,69	8,14	6,41	9,26	7,88	8,26
24	30,56	28,36	26,55	21,62	29,97	27,09	28,04
25	6,783	5,97	3,78	4,79	6,23	4,59	7,18
26	22,43	24,68	19,31	19,09	34,24	22,54	20,42
27	16,35	5,75	6,24	7,84	6,71	7,38	6,21
28	14,71	8,84	9,08	6,87	9,17	9,76	8,87
29	11,10	7,97	5,93	6,94	5,38	7,15	8,19
30	22,49	8,16	5,81	6,29	7,75	6,45	8,27
31	43,64	13,54	14,58	9,21	15,55	10,50	11,74
32	56,80	16,67	16,86	12,55	18,67	21,40	16,30
33	18,36	12,96	12,18	10,39	15,00	12,89	12,88
34	13,17	10,56	9,95	9,76	12,85	10,44	10,14
35	24,55	16,04	15,32	13,17	16,09	17,30	15,89
36	13,54	12,13	8,73	10,54	9,51	10,32	11,11
37	14,19	8,69	8,05	8,78	8,74	8,64	8,81
38	27,11	12,64	13,40	10,89	11,09	13,51	13,21
39	15,72	11,36	9,14	9,79	10,36	10,35	12,01
40	17,97	10,82	12,05	11,37	14,14	11,70	10,95

Çizelge 4.7'nin devamı

41	14,01	5,88	5,23	6,97	5,83	6,50	7,10
42	17,28	16,95	17,75	20,37	14,37	16,48	15,93
43	10,34	7,36	6,22	12,75	6,53	8,41	7,18
44	13,18	10,59	14,92	10,68	16,18	12,27	12,01
45	21,67	18,71	21,30	18,22	19,56	20,23	20,38
46	25,40	21,51	27,60	23,83	26,74	26,04	22,35
47	43,66	30,49	38,30	30,82	36,21	36,30	32,54
48	25,58	22,94	23,82	17,97	21,89	24,00	21,82
49	15,27	11,91	9,34	10,44	11,54	13,36	11,26
50	25,79	17,93	16,50	15,18	17,89	17,84	16,68
51	12,13	9,82	7,42	7,51	11,93	6,38	9,31
52	10,59	7,15	5,77	6,71	6,38	6,47	7,68
53	14,91	12,01	11,97	12,19	11,74	13,77	11,47
Min	6,58	5,64	3,78	4,79	4,47	4,59	5,89
Max	79,44	65,15	86,22	65,57	60,66	65,26	75,41
Ort.	19,63	13,46	14,08	12,21	13,91	13,58	13,72

Çizelge 4.7 incelendiğinde 7 farklı ekstraksiyon yöntemi ile toprak örneklerinde belirlenen yarayışlı S miktarları birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Bu durumun nedeni olarak çözeltilerin ekstraksiyon güçlerinin farklı oluşu gösterilmiştir (Çelebi 1977, Erdoğan 2004).



#### **4.5.1. Saf Su ile Ekstraksiyon Yöntemi**

Bu yöntem ile araştırma topraklarında belirlenen minimum kükürt miktarı  $6,58 \text{ mg kg}^{-1}$  ve maksimum kükürt miktarı  $79,44 \text{ mg kg}^{-1}$  olup, yönteme ilişkin belirlenen ortalama kükürt değeri;  $19,63 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir. Bu yöntemi Ege Bölgesi pamuk tarımı yapılan topraklarında kullanan Erdoğan (2004) toprakların S içeriklerini  $0,7$  ile  $194,7 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlemiştir.

#### **4.5.2. $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ile Ekstraksiyon Yöntemi**

Ekstraksiyon çözeltisi  $500 \text{ ppm}$  Fosfor (P) içeren  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  çözeltisi ile belirlenen kükürt miktarlarının minimum değeri  $5,64 \text{ mg kg}^{-1}$  ve maksimum alınabilir kükürt miktarı  $65,15 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir. Ortalama kükürt miktarı;  $13,46 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

#### **4.5.3. $\text{NaCl}$ (%1'lık) ile Ekstraksiyon Yöntemi**

% 1'lık  $\text{NaCl}$  çözeltisi kullanılan bu yöntem ile belirlenen kükürt miktarlarının minimum değeri  $3,78 \text{ mg kg}^{-1}$ , ve maksimum değeri  $86,22 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir. Metoda ait belirlenen ortalama alınabilir kükürt değeri  $14,08 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir.

#### **4.5.4. $\text{NH}_4\text{OAc}$ ile Ekstraksiyon Yöntemi**

Bu yöntem ile belirlenen minimum kükürt değeri  $4,79 \text{ mg kg}^{-1}$  ve maksimum  $65,57 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Bu yönteme ilişkin belirlenen alınabilir ortalama kükürt değeri  $12,21 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir.

Kimi araştırmacılara göre bu yöntemle farklı lokasyonlara ait topraklarda belirlenen alınabilir kükürt miktarları  $1,2-5 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $21,7-56,4 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $5,6-19,5 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir (Mc Clung ve ark. 1959, Amin 1972).

#### **4.5.5. $\text{CaCl}_2$ ile Ekstraksiyon Yöntemi**

Ekstrakt çözeltisi %  $0,15$ 'lik  $\text{CaCl}_2$  olan bu yöntem ile araştırma topraklarında belirlenen minimum kükürt değeri;  $4,47 \text{ mg kg}^{-1}$  ve maksimum kükürt değeri  $60,66 \text{ mg kg}^{-1}$  olup, metoda ilişkin belirlenen ortalama alınabilir kükürt değeri  $13,91 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir.

#### **4.5.6. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ile Ekstraksiyon Yöntemi**

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  çözeltisi ile belirlenen minimum kükürt miktarı  $4,59 \text{ mg kg}^{-1}$  ve maksimum kükürt miktarı  $65,26 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir. Yönteme dair belirlenen ortalama alınabilir

kükürt miktarı 13,58 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Ege Bölgesi pamuk tarımı yapılan toprakların yarayışlı S içerikleri bu yöntemle göre 4,1 ile 34,77 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Erdoğan 2004).

#### 4.5.7. KCl ile Ekstraksiyon Yöntemi

KCl çözeltisi belirlenen alınabilir kükürt miktarlarının maksimum ve minimum düzeyleri sırası ile 5,89 ve 75,41 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Yöntem için tespit edilen ortalama alınabilir kükürt miktarı 13,72 mg kg<sup>-1</sup> olmuştur.

#### 4.6. Bitki Örneklerinin Kükürt İçerikleri İle Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Belirlenen Toprakların Bitkilere Yarayışlı Kükürt Miktarları Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Araştırma konusu için ele alınan topraklara uygulanan farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen bitkilere yarayışlı kükürt miktarları ile bitki örneklerinin kükürt içerikleri arasında belirlenen korelasyon katsayıları aşağıdaki Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Bitkilerin kükürt içerikleri ile toprakların farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre yarayışlı kükürt içerikleri arasındaki korelasyon katsayıları, (r)

Uygulanan ekstraksiyon yöntemi	Bitki örneğinin kükürt içeriği
Saf su	0,823**
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,917**
NaCl	0,874**
NH <sub>4</sub> OAc	0,880**
CaCl <sub>2</sub>	0,915**
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,945**
KCl	0,873**

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8 incelendiğinde görüleceği üzere denemede kullanılan bütün yöntemler ile bitkilerin kükürt kapsamı arasında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli ilişkiler elde edilmiştir.

Ancak bu yöntemler arasında Trakya Bölgesi kanola tarımı yapılan toprakların bitkilere yarayışlı kükürt miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilecek en uygun yöntemin  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ekstraksiyon yöntemi olduğu (r: 0,945\*\*) anlaşılmaktadır. Çünkü bu yöntem ile belirlenen toprakların bitkilere yarayışlı kükürt içerikleri ile bitkilerin kükürt içerikleri arasında en yüksek korelasyon katsayısı belirlenmiştir. Bu yöntemler diğer taraftan ucuz pratik ve kolay uygulanabilir olması anlamındada tercih edilmelidirler İkinci sırada  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yöntemi (r: 0,917\*\*); üçüncü sırada  $\text{CaCl}_2$  yöntemi (r: 0,915\*\*); dördüncü sırada  $\text{NH}_4\text{OAc}$  yöntemi (r: 0,880\*\*); beşinci sırada  $\text{NaCl}$  yöntemi (r: 0,874\*\*); altıncı sırada  $\text{KCl}$  yöntemi (r: 0,873\*\*) ve son sırada ise safsu yöntemi (r: 0,823\*\*) izlemiştir. Bütün yöntemler ile belirlenen korelasyon katsayıları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bu sonuçlara benzer bulgular Çelebi (1977) tarafından da ortaya konulmuştur. Araştırmacı Antalya kıyı yöresi topraklarının bitkilere yarayışlı kükürt durumunu ve bu toprakların bitkiye yarayışlı kükürt miktarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Toprakların yarayışlı kükürt içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabilecek farklı ekstraksiyon yöntemleri ile bitkilerin kükürt içerikleri arasında korelasyonlar araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek korelasyon katsayıları  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ve  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yöntemleri ile elde edilmiş ve söz konusu korelasyon katsayıları % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmacı Antalya kıyı yöresi topraklarının bitkilere yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde bu yöntemlerin kullanılabileceğini önermiştir.

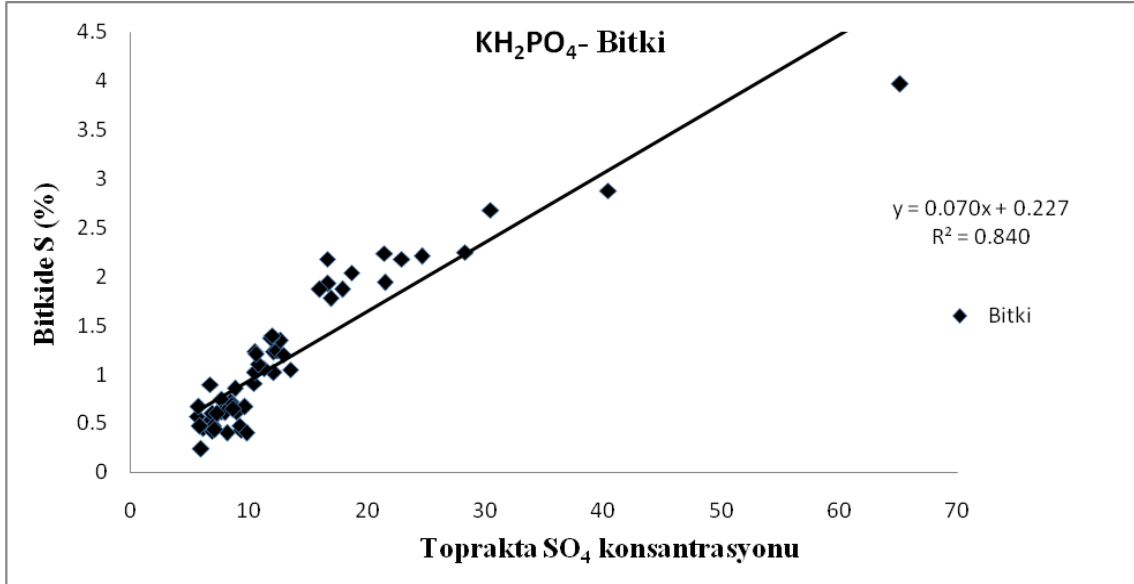
Çizelge 4.8’de verilen bitkilerin kükürt içerikleri ile toprakların farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre belirlenen kükürt içerikleri arasındaki daha ayrıntılı istatistiksel ilişkiler aşağıdaki Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7’ de verilmiştir.

Söz konusu bu şekillerde bitkilerin kükürt içerikleri ile farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre belirlenen toprakların yarayışlı kükürt içerikleri arasında regresyon denklemleri ile birlikte regresyon katsayıları görülmektedir.

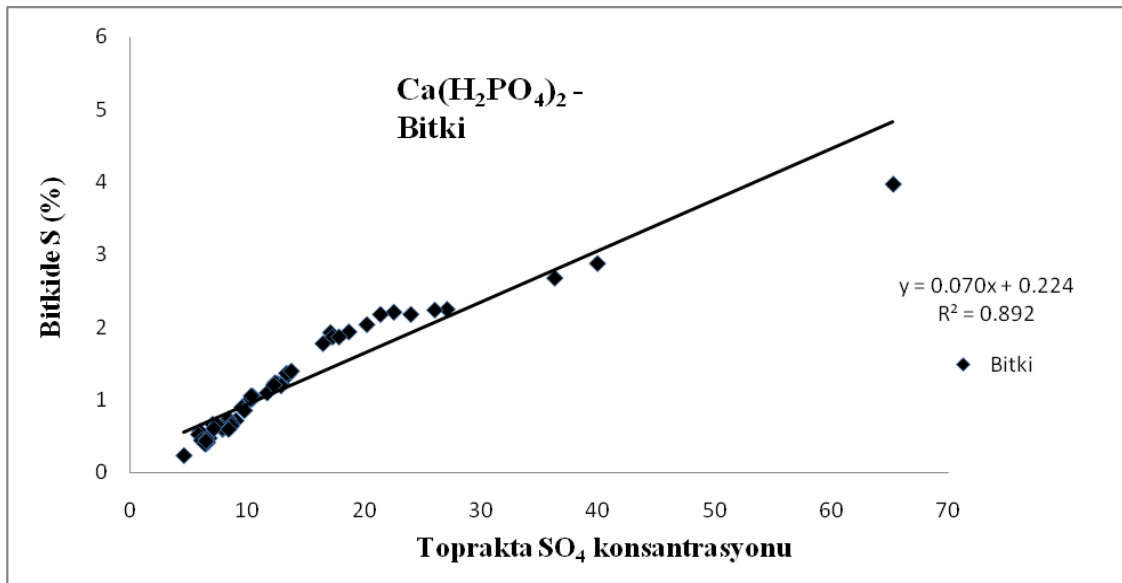
Bu şekillerden de görüleceği gibi bitkilerin kükürt içerikleri ile toprakların yarayışlı kükürt içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabilecek farklı ekstraksiyon yöntemleri arasında doğrusal regresyon denklemleri ve önemli regresyon katsayıları elde edilmiştir.

Toprakların bitkilere yarayışlı kükürt miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilecek ekstraksiyon yöntemleri üzerinde çalışan araştırmacıların birçoğu yapmış oldukları araştırmalarda;  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  ve  $\text{CaCl}_2$  ekstraksiyon yöntemlerinin farklı iklim

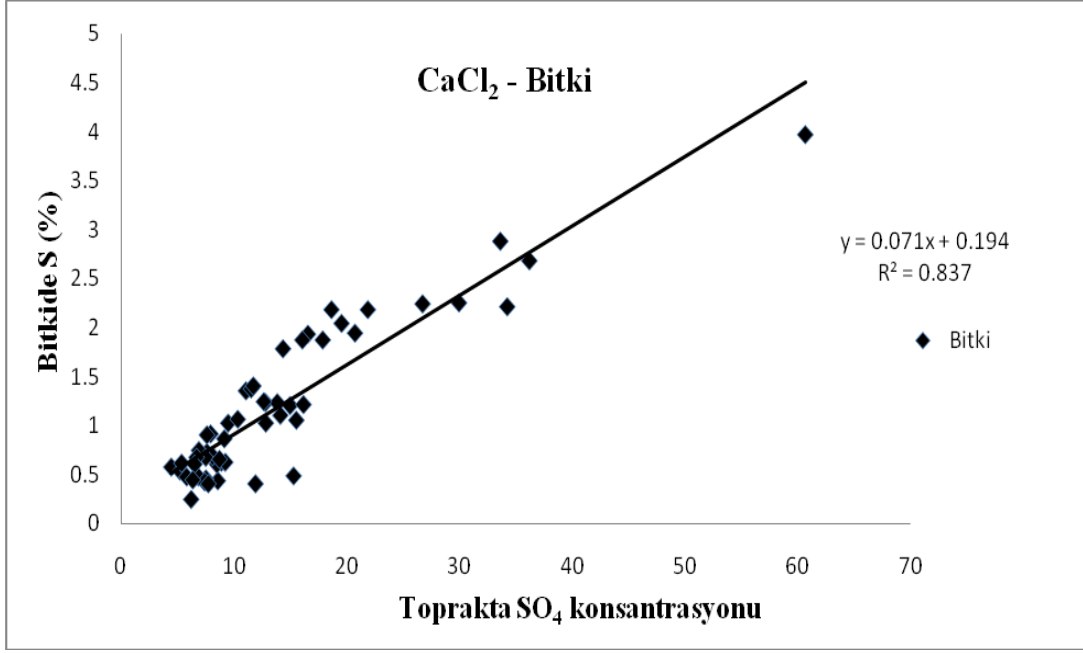
ve toprak koşullarında bitkiye yararışlı toprak kükürdünün belirlenmesinde başarı ile kullanılabileceğini ortaya çıkarmışlardır (Fox ve ark 1964, Rehm ve Coldwell 1968, Spencer ve Freney 1960, Amin 1972, Çelebi 1977, Erdoğan 2004). Trakya Bölgesi kanola tarımı yapılan topraklarının bitkilere yararışlı kükürt miktarlarının belirlenmesine kullanılabilecek yöntemler konusunda elde edilen sonuçlar literatürle uygunluk içerisindedir.



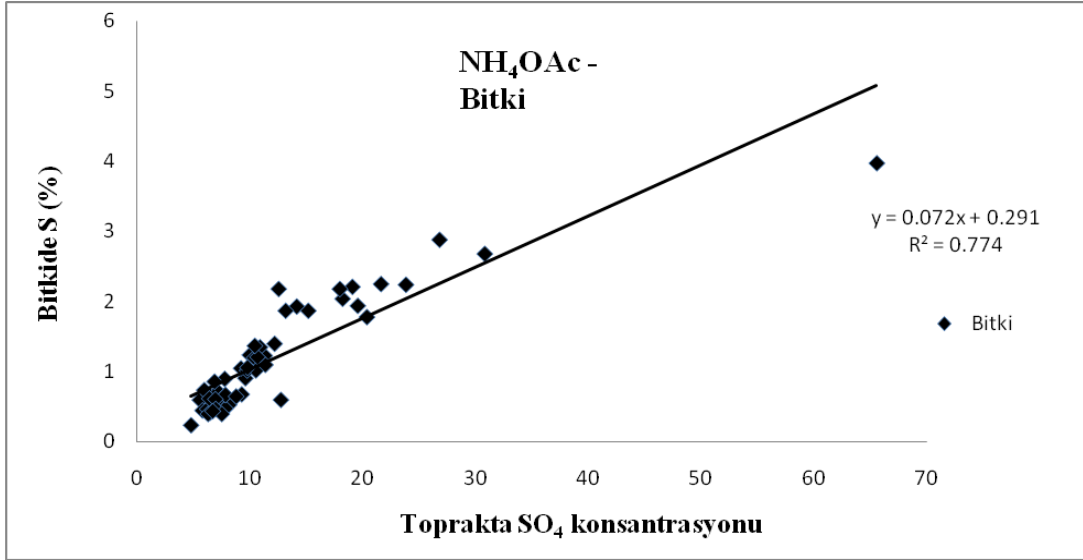
Şekil 4.1 Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ekstraksiyon yöntemi ile bitkilerin kükürt içerikleri arasındaki ilişki.



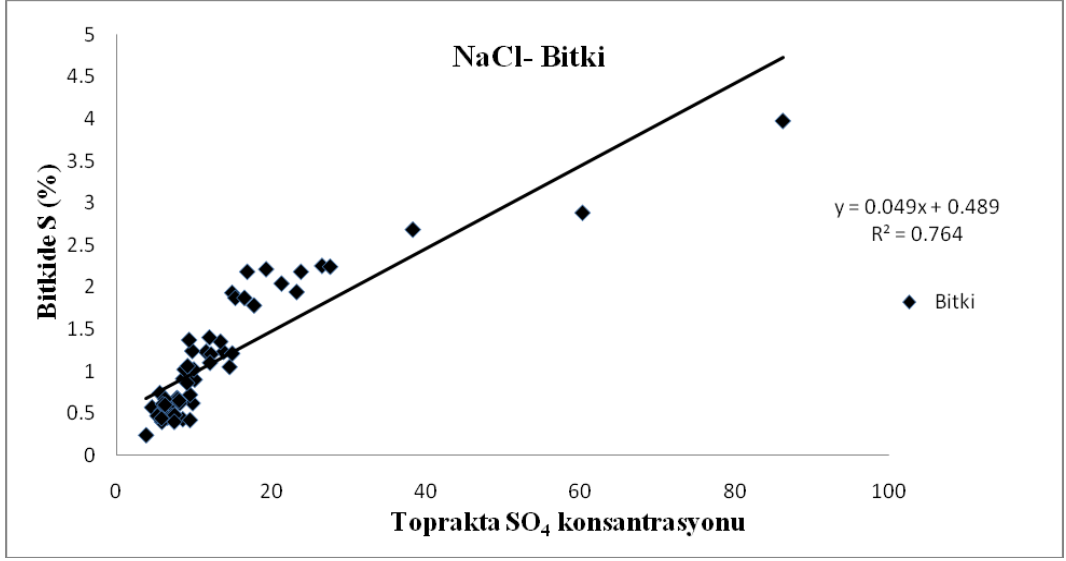
Şekil 4.2 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ekstraksiyon yöntemi ile bitkilerin kükürt içerikleri arasındaki ilişki.



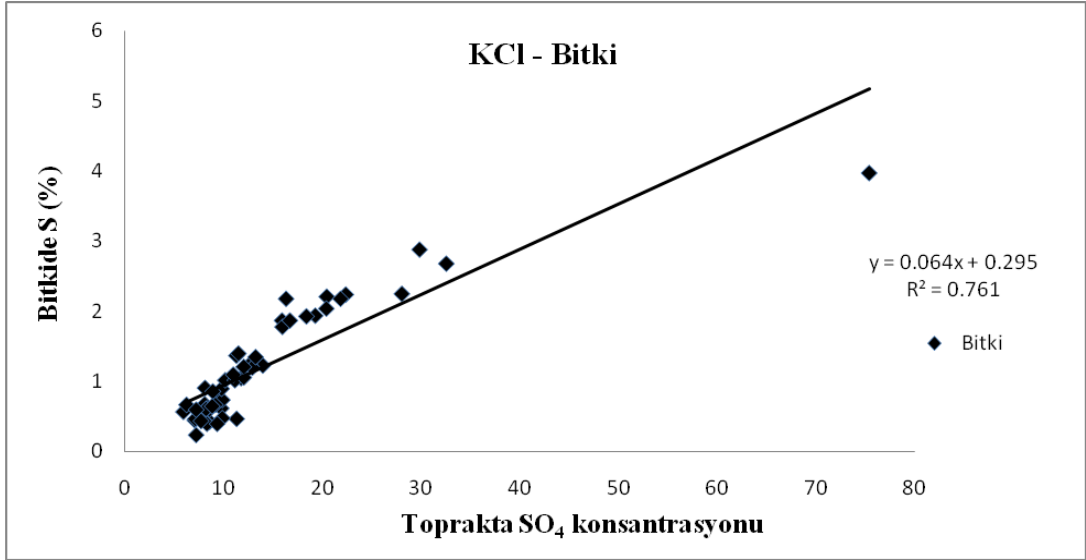
Şekil 4.3 CaCl<sub>2</sub> ekstraksiyon yöntemi ile bitkilerin kükürt içerikleri arasındaki ilişki.



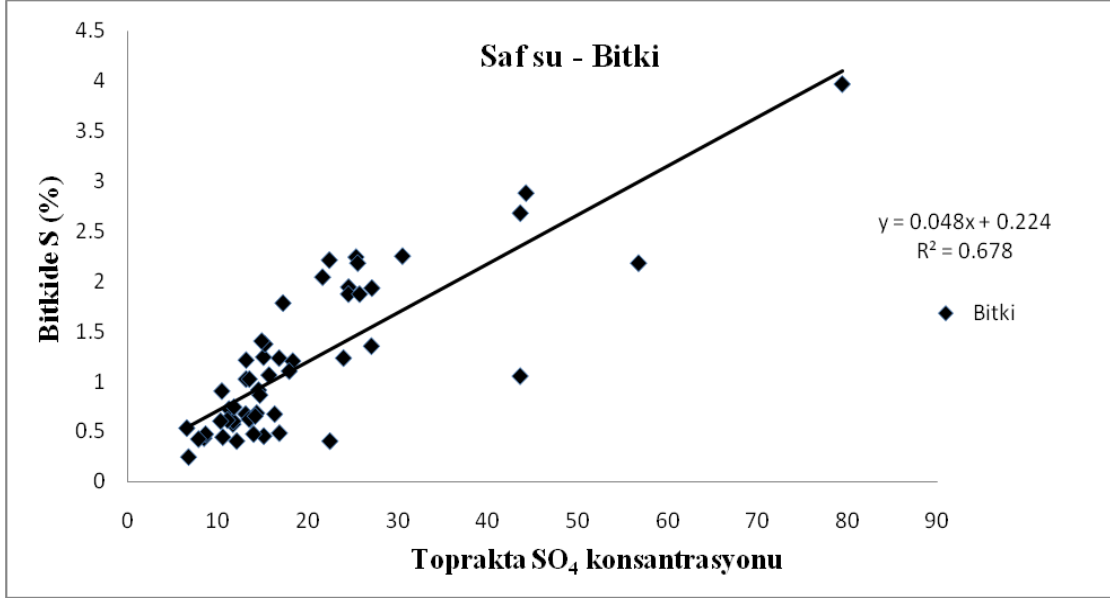
Şekil 4.4 NH<sub>4</sub>OAc ekstraksiyon yöntemi ile bitkilerin kükürt içerikleri arasındaki ilişki.



Şekil 4.5 NaCl ekstraksiyon yöntemi ile bitkilerin kükürt içerikleri arasındaki ilişki.



Şekil 4.6 KCl ekstraksiyon yöntemi ile bitkilerin kükürt içerikleri arasındaki ilişki.



Şekil 4.7. Saf su ekstraksiyon yöntemi ile bitkilerin kükürt içerikleri arasındaki ilişki.

#### 4.7. Ekstraksiyon Yöntemlerinin Kendi Aralarındaki İstatistiksel İlişkiler

Bu araştırmada Trakya Bölgesi topraklarının bitkilere yararlı kükürt miktarlarının belirlenmesinde kullanılacak kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin kendi aralarındaki ilişkileri de araştırılmıştır. Söz konusu bu yöntemler arasındaki ilişkilerden elde edilen korelasyon katsayıları Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13 ve Çizelge 14' de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Saf su ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.

Saf Su ile ekstraksiyon yöntemi	Diğer ekstraksiyon yöntemleri ile tespit edilen korelasyon katsayıları
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,850**
NaCl	0,836**
NH <sub>4</sub> OAc	0,809**
CaCl <sub>2</sub>	0,835**
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,862**
KCl	0,838**

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.10  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.

$\text{KH}_2\text{PO}_4$ ile ekstraksiyon Yöntemi	Diğer ekstraksiyon yöntemleri ile tespit edilen korelasyon katsayıları
Saf su	0,850**
NaCl	0,976**
$\text{NH}_4\text{OAc}$	0,963**
$\text{CaCl}_2$	0,965**
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	0,984**
KCl	0,972**

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.11 NaCl ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.

NaCl ile ekstraksiyon yöntemi	Diğer ekstraksiyon yöntemleri ile tespit edilen korelasyon katsayıları
Saf su	0,836**
$\text{NH}_4\text{OAc}$	0,949**
$\text{CaCl}_2$	0,928**
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	0,973**
KCl	0,954**
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,976**

\*\* : %1 düzeyinde önemli



Çizelge 4.12 NH<sub>4</sub>OAc ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.

NH <sub>4</sub> OAc ile ekstraksiyon yöntemi	Diğer ekstraksiyon yöntemleri ile tespit edilen korelasyon katsayıları
Saf su	0,809**
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,963**
NaCl	0,949**
CaCl <sub>2</sub>	0,933**
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,965**
KCl	0,977**

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.13 CaCl<sub>2</sub> ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.

CaCl <sub>2</sub> ile ekstraksiyon yöntemi	Diğer ekstraksiyon yöntemleri ile tespit edilen korelasyon katsayıları
Saf su	0,965**
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,961**
NaCl	0,928**
KCl	0,943**
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,965**
NH <sub>4</sub> OAc	0,933**

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.14 Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.

Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ile ekstraksiyon yöntemi	Diğer ekstraksiyon yöntemleri ile tespit edilen korelasyon katsayıları
Saf su	0,862**
NH <sub>4</sub> OAc	0,965**
KCl	0,968**
CaCl <sub>2</sub>	0,961**
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,984**
NaCl	0,973**

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15 KCl ile ekstraksiyon yöntemi ile diğer ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler.

KCl ile ekstraksiyon yöntemi	Diğer ekstraksiyon yöntemleri ile tespit edilen korelasyon katsayıları
Saf su	0,838**
NH <sub>4</sub> OAc	0,977**
KCl	0,968**
CaCl <sub>2</sub>	0,943**
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,972**
NaCl	0,954**

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Yukarıdaki Çizelge 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14'den de görüldüğü gibi bütün ekstraksiyon yöntemlerinin kendi aralarındaki istatistiksel ilişkiler ve korelasyon katsayıları %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu sonuç beklenen bir durumdur. Çünkü söz konusu bu yöntemlerin her biri dünyanın farklı bölgelerinde toprakların bitkilere yararlılık kükürt miktarlarının belirlenmesinde başarı ile kullanılmaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geniş alanlarda kanola tarımı yapılan Trakya Bölgesi topraklarında bitkilere yarayışlı kükürt miktarının tayininde kullanılabilecek en uygun ekstraksiyon yönteminin belirlenmesi amacıyla Çizelge 3.1 de ayrıntıları verilen toprakların yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde Çizelge 3.3 de belirtilen kullanılabilecek 7 farklı ekstraksiyon yöntemi kullanılmış olup, bu araştırmada tespit edilen önemli noktalar aşağıda özetlenmiştir.

Bu araştırmada ele alınan yedi farklı ekstraksiyon yöntemi içinde yapılan istatistiki değerlendirmeler yorumlandığında;

Yaygın olarak kanola tarımı yapılan Trakya Bölgesi topraklarında alınabilir kükürt miktarının belirlenmesinde araştırma topraklarına uygulanan yedi farklı ekstraksiyon yönteminin her biri bitkilerin kükürt içerikleri ile korelasyona tabi tutulmuş olup, en uygun yöntemin (r: 0,945\*\*) korelasyon katsayısı ile  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ekstraksiyon yöntemi olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü bu yöntem ile belirlenen toprakların bitkilere yarayışlı kükürt içerikleri ile bitkilerin kükürt içerikleri arasında en yüksek korelasyon katsayısı belirlenmiştir. Bu yöntemi (r: 0,917\*\*) korelasyon katsayısı ile  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yöntemi izlemektedir.  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ile ekstraksiyon yöntemi en uygun yöntem olarak belirlense de, bunu istatistiki önem düzeyi açısından çok farklı bulunmayan fakat ilk yöntemle göre daha küçük bir korelasyon katsayısına sahip  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  çözeltisi ekstraksiyon yönteminin takip ettiği tespit edilmiştir.

Araştırmanın konusunu oluşturan bölge toprakları adına Çizelge.3.1' de verilen toprakların yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılabilecek yedi farklı ekstraksiyonun uygulanması sonucunda yöntemlerin tümü istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucu elde edilen korelasyon katsayılarının yorumlanması ile uygulanan yöntemler içerisinde, bölge toprakları için uygunluk açısından 7 farklı ekstraksiyon yönteminin korelasyon katsayılarına göre kullanılabilirlik uygunlukları sırasıyla (r: 0,945\*\*) korelasyon katsayısı ile  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ekstraksiyon yöntemi ilk sırada yer almaktadır. Bu yöntemi (r: 0,917\*\*) korelasyon katsayısı ile  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yöntemi takip etmektedir. (r: 0,915\*\*) korelasyon katsayısı ile üçüncü sırada  $\text{CaCl}_2$  yöntemi; (r: 0,880\*\*) korelasyon katsayısı ile dördüncü sırada  $\text{NH}_4\text{OAc}$  yöntemi, (r: 0,874\*\*) korelasyon katsayısı ile beşinci sırada  $\text{NaCl}$  yöntemi (r: 0,873\*\*) korelasyon katsayısı ile altıncı sırada  $\text{KCl}$

yöntemi ve son sırada ise (r: 0,823\*\*) korelasyon katsayısı ile safsu yöntemi izlemiştir. Bütün yöntemler ile belirlenen korelasyon katsayıları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Trakya Bölgesi'nde yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan kanola bitkisinde verim ve kalite açısından çok önemli bir element olması itibariyle, kükürt bitki besin elementinin topraklarda yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesi yönteminin rutinleştirilmesi, toprak verimliliği ve bitki besleme bakımından büyük önem arz etmektedir.

Özellikle bölgemiz topraklarında yaygın olarak tarımı yapılan kanola bitkisi için çok önemli bir element olan kükürdün topraklardan bitkilere yarayışlı miktarının belirlenmesi adına, kimyasal analizinin rutinleştirilmesi için öncelikle yöre topraklarına uygun ekstraksiyon yöntem ya da yöntemleri belirlenmelidir. Geniş alanlarda tarımı yapılan Trakya Bölgesi topraklarında bitkilere yarayışlı kükürt miktarının tayininde günümüze kadar kullanılabilir en uygun ekstraksiyon yönteminin belirlenmesi amaçlı bir çalışma yapılmamıştır

Laboratuvarlarımızda uygulanan farklı analiz yöntemleri sebebiyle üreticilerimize tavsiye edilen kükürt miktarlarında farklı sonuçların verilmesi üreticilerin toprak analiz sonuçlarına güvenini sarsmakta tüm bunların bir sonucu olarak verim kaybı meydana gelmektedir.

Diğer taraftan tohumlarında % 38-50 arasında yağ oranı olan önemli bir yağ bitkisinin yağ açığı olan ve mazotun pahalı olduğu ülkemizde biodizel hammaddesi olarak kullanılan kanolanın kaybolan her bir kilogramının Ülkemize ne kadar pahalıya mal olduğu bilinmektedir.

Ülkemizin gelecekte gireceği AB ülkelerinde kanola üretimi incelendiğinde Almanya'da 5,1 Fransa'da 4,5 İngiltere'de 1,9 Polonya'da 1,5 milyon ton üretimi yapılan bu bitkinin ülkemizde de bu üretim miktarlarına çıkması halinde kanola da bir kilogram bile verim kaybına tahammülümüzün olmadığı aşikardır. Ayrıca Dünya'da fosil kökenli yakıtların fiyatların artması sonucunda Avrupa birliği ülkeleri tüketmekte oldukları yıllık 160 milyon ton dizel yakıtı 2020 yılına kadar kademeli olarak % 10 civarında biodizel yakıtı karıştırılması hedeflemektedir. Bu nedenle kanola bitkisi üretiminin ülkemiz ve bölgemiz açısından önemi bir kez daha ortaya çıkmakta olup, bu bitkinin gelişiminde ve veriminde olmazsa olmazı olan kükürt gibi bir bitki besin elementinin topraktaki yarayışlı miktarının

sağlıklı bir şekilde tespitinin yapılabilmesi için bu bitki adına bölgemizde kullanılabilir en uygun tayin yönteminin belirlenmesinin ne kadar önemli bir hale geldiği bir kez daha görülmektedir.

Bu araştırma yukarıda açıklanan hedef sebebi ile daha önce Trakya Bölgesi toprakları için böyle bir çalışmanın yapılmamış olması ve pratikte koşullara bağımlı olarak uygulanabilirlik açısından çok ideal olabilecek iki farklı yöntemin tespit edilmiş olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Sonuç olarak bölgemizde kanola yetiştirilen toprakların yararlılık miktarları bu iki yöntemden birisi ile belirlenip bitkinin ihtiyacı olan kükürt besin elementi kanola bitkisine uygulanmalıdır. Aksi takdirde gereğinden fazla veya az miktarda kükürt uygulaması kanola bitkisinin verim ve kalitesini olumsuz bir şekilde etkileyecektir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ali.,M., Mian.,M., Islam,A., Begum, J. A. and Ferdous, A.K.M., (2004). Interaction Effects of Sulphur and Phosphorus on Wetland Rice. *Asian Journal of Plant Sciences* 3 (5):597-601. <http://arsiv.ntvmsnbc.com./news/443854.asp>.
- Amin, R.S.M., (1972) Trakya Bölgesi Meriç Havzası topraklarının kükürt durumu ve bu topraklarda , bitkiye yarayışlı kükürt durumu ve bu topraklarda bitkiye yarayışlı kükürt tayininde kullanılacak metodlar üzerine bir araştırma *Doğa I*: 62-71
- Amin, S., Ruhal, M., Ruhal, Kacar,B., (1985). Trakya Bölgesi Meriç Havzası topraklarının kükürt durumu ve bu topraklarda bitkiye yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde uygulanacak yöntemler üzerinde bir araştırma, *Doğa Bilim Dergisi Seri-D2 (Tarım ve Ormancılık)*. - Ankara, 1985, cilt: 9, sayı: 1, s.: 62-71
- Anderson, A. J. and Spencer, D. G., (1950). Sulphur in nitrogen metabolism of legumes and non-legumes. *Austr. J. Sci. Res.* 3 (Sersis B), 414-430.
- Bansel, K.N., Motianami,D.F., A.P.Pal., (1983). Studies on sulphur in vertisols. *Plant&Soil* 70:133-140
- Başçı.S., (2012).Tarlalara kanola ektirdi <http://www.dunya.com/40-kurus-prim,-trakya'daki-tarlalara-kanola-ektirdi-158786h>. (erişim tarihi, 1.11.2012)
- Beaton, J. D. and Burns, G.R and Platau J., (1968). Determination of Sulphur in Soils and Plant Material. *Tecnical Bulletin Number*:14.
- Bell, C.I., Clarkson, D.T. and Cram, W.J., (1995). Partitioning and redistribution of Sulphur During S stress in *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. *Journal of Experimental Botany* 46, 73-81.
- Blagrove, R. J., Gillespie, J. M. and Randall, P. J., ( 1976). Effect of sulphur supply on the seed globulin composition of *Lupinus angustifolius*. *Aust. J. Plant Physiol.* 3, 173-184.
- Blake-Kallf, M.M., Hawkesford, M.J.,Zhao,F.J. and McGrath,S.P., (1998). Distribution of sulfur within oilseed rape leaves in response to sulphur deficiency durin vegetativ growth. *Plant Physiol.* 118: 1337-1344.
- Bogdanoff,S.M., (1899).Amountof sulfur in plants.*Jour.Riss.Phys.Chem. Soc.*31: 471-477.
- Bolton, J., Nowakowski, T. Z. and Lazarus, W., (1976). Sulphur-nitrogen interaction effects on the yield and composition of the protein-N and non-protein-N and soluble carbohydrates in perennial ryegrass. *Journal of Science and Food Agriculture* 27, pp. 553-560.
- Chao,T.T.,M.E. Harward and S.C., Fang., (1964). Iron And Aluminium coatings in relation to sulfate adsorbtion charecteristics of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*28: 632 – 635.

- Chandler, P.M., Spencer, D., Randall, P. J. and Higgings, T. J. V., (1984). Influence of sulfur nutrition on development of some major pea seed proteins and their mRNAs. *Plant Physiol.* 75, 651-657.
- Chouliaras, N. and Tsadilas, C., (1996). The Influence of Acidulation of a Calcerous Soil by Elemental Sulphur Application on Soil Properties. *George Ereuna. Nea Sria.* .20:9-14
- Christa, H., Nicol S., Heinz- Josef, K.,(2004),Influence of sulphur on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris L.*) determination of a threshold value. *Europ. J. Agronomy* 21:69-80.
- Cifuentes,F.R. and Lindemann,W.C., (1993).Organic Matter Stimulation Of elemental Sulfur Oxidation in a Calcereaus soil division S-3- *Soil Microbiology&Biochemistry* published in *Soil Sci.Soc.Am.J.57:727-731*
- Clarkson, D.T. and Saker, L.R. (1989). Sulfate influx in wheat and barley roots becomes more sensitive to specific protein binding reagents when plants are sulfate deficient. *Planta* 178, 249-257
- Clarkson, D.T., Hawkesford, M.J. and Davidian, J.C., (1993).Membrane and long-distance transport of sulfate. In: De Kok, L.J., Stulen, L.,Rennenberg, H., Brunold, C. and Rauser, W.E., Editors, 1993. *Sulfur Nutrition and Assimilation in Higher Plants, Regulatory, Agricultural and Environmental Aspects*, SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, pp. 3–19.
- Cowling, D. W., and Lockyer, D. R., (1976). Growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne L.*) exposed to a low concentration of sulphur dioxide. *J. Exp. Bot.* 27, 411-417.
- Çelebi,G., (1977). Antalya kıyı yöresi topraklarının kükürt durumu ve bu topraklarda, bitkiye yarayışlı kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler üzerine bir araştırma. A.Ü.Z.F. Bitki Besleme Kürsüsü, Doçentlik Tezi Ankara.
- De Kok, L. J. and Sluten, I., (1993). Function of glutathione in plants under oxidative stress. In *Sulfur Nutrition and assimilation in Higher Plants; Regulatory, Agricultural and Environmental Aspects* (eds L.J. De Kok, I. Stulen, H.Rennenberg, C.Brunold and W.E.Rauser), pp. 125-138.SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- Deboer, D. L., and Duke, S. H., (1982). Effects of sulphur nutrition on nitrogen and carbon metabolism in Lucerne (*Medicago sativa L.*). *Physiol. Plant* 54, 343-350.
- Demiralay, L., (1993). Toprağın Fiziksel Analizleri. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yayınlan No: 143, Erzurum.
- Duke S.H and Reisenauer, H. M., (1986). Roles and requirements of sulfur in plant nutrition. İn: Tabatabai, M.A. (Ed), *sulfur in Agriculture, Agron, Monogr, vol. 27.* ASA, CSSA and SSSA, Madison, W.I., pp. 123-168.
- Dwivedi, A.K. and Bapat P.N. (1998). Sulphur-Phosphorus interaction on the Synthesis Nitrogenous Fractions and Oil in Soybean. *Journal of the Indian Society Science, Vol.46 No. 2.*

- Ensminger ,L.E., (1954). Some Factors affecting the adsorbtion of sulfate by Alabama soils. Soil Sci. Soc. Amer Proc. 18 (3) : 259-264.
- Ensminger,L.E., Freney, J.R., (1966). Diagnostic techniques for determining sulfur deficienscies in crops and soils.soil Sci 101:243-246
- Erdem, H., (2004). Farklı bölge topraklarında kükürt uygulamasının buğdayın kuru madde verimi üzerine olan etkisinin sera koşullarında belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kod No:2401
- Erdoğan,S., (2004). Ege Bölgesi Pamuk Tarımı Yapılan Topraklarda Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Alınabilir Kükürt Miktarının Belirlenmesi.Yüksek Lisans Tezi Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Kürsüsü. İzmir
- Faller, N., (1972). Schwefeldioxid, schwefelwasserstoff, nitrose gase und Ammoniak als ausschlieBliche S-bzw. N-Quellen der höheren pflanzen. Z. Pflanzenernachr, Bodenk, 131, pp. 120-130.
- Fieldsend, J. and Milford, G.F.J., (1994). Changes in glucosinolates during crop development in single- and double-low genotypes of winter oilseed rape (*Brassica napus*): I: production and distribution in vegetative tissues and developing pods during development and potential role in the recycling of sulfur within the crop. Ann. Appl. Bot. 124, pp. 531–542.1344.
- Fismes, J., Vong, P. C., Guckert, A., and Frossard, E., (2000). İnfluence of sulfur on apparent N- use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous Soil. Eur. J. Agron. 12, pp. 127-141.
- Fox, R.A Olsen H.F.Rhoades., (1964).Evaluating the sulphur status of soils by plant and soil test. Soil Sci. Soc. Am. Proc.28:435-439
- Freney, S.R, Stevenson,F.S., (1966). Organic sulphur transformations in soils. Soil Sci.101: 307-316.
- Gaylor, G. C., and Sykes, G. E., (1985). Effects of nutritional stress on the storage proteins of soybeans. Plant Physiol. 78, pp. 582-585.
- Gilbert, M. A. and Robson, A. D., (1984). The effect of sulfur supply on the root characteristics of subterranean clover and annual ryegrass. Plant Soil 77, 377-380
- Gök,S., (2007).Düşük fosfor koşullarında yetişen mısır genotiplerinin fosfor beslenme statüleri üzerine kükürt ve çinko elementlerinin etkisi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ç.Ü.Z.F Toprak Ana Bilim kürsüsü. ADANA. <http://library.cu.edu.tr/tezler/6653.pdf> (erişim tarihi 1.11.2012).
- Grant, P. M. and A. W. G. Rowell. (1978). The distributon of sulphate and total sulphur in Maize plants in relation to the diagnosis of deficiency. Rodesia J. Agric.



- Greedy, E.N., El-Raies, S.A.A. and Rhem, M.A.A., (1995), Effect of Number of Irrigations and Sulphur Application on Broad Bean Growth and Yield. Egyptian Journal of Soil Science, 35:3,379-393
- Hacaloğlu, A.H., (2008). Trakya itisinin yeni umudu kanola <http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/443854.asp>. (erişim tarihi, 1.11.2012)
- Hawkesford, M.J., Davidian, J-C, and Grignon, C. (1993). Sulphate/H cotransport in plasma membrane vesicle isolated from Brassica napus: increased transport in membranes isolated from sulphur-starved plants. Planta 190, pp. 297-304.
- Hilal, M., H., Abdel- Fattah A. and Korkor S.A., (1992). Effect of Fine and Granular Sulphur Application on Root Depth. And Yield of Lupinus in Sandy Soils. Prooceding Middle East Sulphur Symposium 12-16 Feb. Cairo,Egypt, (Edited by Hilal, M.S.), TSI, Washington, USA 207-216Hocking, T.,1995: The role of sulphur in sugar beet. Br. Sugar Beet Rev. 63 (1), 10-13.
- Höfgen, R., Kreft, O., Willmitzer, L., Hese, H., (2001), Manipulation of thiol contents in plants. Amino Acids 20: 291-299.
- Jackson, M,L., (1962).Soil checmical analysis Prentice-Hall.Inc.
- Janssen, K.A. and Vitosh, M. L., (1974). Effect of lime, sulfur and molybdenum on N2 fixation and yield of dark red kidney beans. Agron. J. 56, 736-740.
- Jones, J.B. Jr., B. Wolf, ve H. A. Mills., (1991). Plant analysis Handbook. Macro- Micro Publishing. Inc. USA.
- Kacar, B., Amin, S.,M., (1985). Trakya Bölgesi Meriç Havzası topraklarının kükürt durumu ve bu topraklarda, bitkiye yararılı kükürt miktarının belirlenmesinde uygulanacak yöntemler üzerinde bir araştırma. Doğa I:62-71.
- Kacar,B., (1995). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III Toprak Anlizleri A.Ü.Z.F eğt.Araş.ve Gel. Vakfı Yayınları No:3, Ankara.
- Kacar, B ve Katkat, A.V., (1998). Bitki Besleme Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları,Yayın No: 127,Vipaş Yayınları No: 3, Bursa.
- Kacar, B. ve Katkat V. ve Öztürk S. (2002). Bitki Besleme Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No; 127, Vipaş A.ř. Yayın No:74.Bursa
- Kacar, B. ve İnal, A., (2010). Bitki Analizleri(2.baskı).Nobel Yayın No: 1241,Ankara,171-212s.
- Kamprath E.J, W.L Nelson and J.W. Fitts., (1956). Sulfur removed from soils by field crops. Argon, J. 49: 289 - 293
- Kastori, R., Plescnicar,M., Arsenijevic-Maksimovic,I., Petrovic,N., Pankovic,D.,Sakac,Z., (2000). Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations of young sugar beetplants as affected by sulfur supply. J. Plant Nutr. 23(3) 1049-1073.

- Keller, T., (1981). Auswirkungen von luftverunreinigungen auf pflanzen. HLH Heiz Lüft. Klimatech. Haustech. 48, 22-24.
- Lange, A. and Scherer, H. W., (1996). Effect of sulphur nutrition on the activity of nitrogenase and enzymes of the C- and N- metabolism of *Vicia faba minor* and
- Lange, A., (1998). Einflub der Schwefel-Versorgung auf die biologisce Stickstoff-Fixierung von Leguminosen. Ph. D. Thesis, University of Bonn, Germany.
- Lindsay, W.L., and Norwell, W.A., (1978). Devellopment of DTPA Soil Test Zinc, Iron, Manganese and Copper, Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
- Marschner, H., (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2. ed., Acad. Press, Amsterdam.
- Maynard, D.G., Y.P. Kalra and F.G. Radford., (1987). Extraction and determination of sulphur in organic horizons of forest soils. Soil Sci. Soc Am. J. S1:801-806
- Mc Clung, A.C., Fretias L.M.M. and Lott, W.L., (1959). Analyses of several Brazilian Soils in relation to plant responses to sulfur. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 221-224
- McGrath, S. P. and Zhao, F. J., (1996). Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agri. Sci. 126, pp. 53-62.
- Mc Grath, S. P., Zhao, F. J. and Withers, P. J. A., (1996). Development of sulphur deficiency in crops and its treatment. Proceedings of the Fertiliser Society, No:379. Peterborough, The Fertiliser Society.
- Mengel, K. and Kirkby, E. A., (2001). Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 849 pp.
- Mertz, E. T. and Matsumoto, H., (1956). Further studies on the amino acids and protein of sulfur deficient alfalfa. Arch. Biochem. Biophys. 38, 139-145.
- Metson, A.J., (1956). Methods of chemical analysis fors pil survey samples. New Zealand Dept. of Sci. And Indus. Res. Soil Bur. Bul. 12.
- Nocito, F.F., Lancilli,C., Crema, B., Fourcroy,P., Davidian,J.C., Sacchi, G.A., (2006). Heavy metal stres and sulfate uptake in maize roots. Plant Physiol. 141:1138-1148
- Pal, A.R. and Motiramani, D.P., (1971). Evaluation of some soil test methods of measuring available sulphur in medium black soils. Proc. International symposium on soil fertility evaluation. New Delhi, Indian Soc of Soil Sci. I: 297-307.
- Poulton, J. E. and Moller, B. L., (1993). Glucosinolates. In: Lea, P.J. (Ed.), methods in plant biochemistry, vol. 9. Academic Press, London, p.209.
- Rahat, N., Noushina, I., A.M., Shabina, S., Nafees, A.K., (2011) Understanding the significance of sulfur in improving salinity tolerance in plants. Enviro. and Exp. Botany 70: 80-87.

- Rehm, G.W., Caldwell, A.C., (1968). Sulphur supplying capacity and the relationship of soil type. *Soil Sci.* 106: 53-59
- Reinsenauer, H.M., Walsh L.M., Hoelt R.G., (1973). Testing soils for sulphur boron molybdenum and chloride in soil testing and plant analysis. *Soil Sci. Soc. Am. Inc. Modison, Wisconsin*
- Rending, V. V., Oputa, C. and McComb, E. A., (1976). Effects of sulphur deficiency on non-protein nitrogen, soluble sugars and N/S ratios in young corn plants. *Plant and Soil* 44, 423-437.
- Reuter, D.J and Robinson, J.B., (1986). *Plant Analysis. An interpretation manual.* Inkata press. Melbourne-Sydney
- Saalbach, E.(G)., (1984). The significance of atmospheric sulphur compounds for the supply of agricultural crops. *Ange W.B. ot.* 58, 147-156.
- Sağlam, M.T., (2008). *Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri.* N. K. Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No: 2, Ders Kitabı No:2, s: 1-154, Tekirdağ.
- Schroeder, H. E., (1984). Major Albumins of Pisum Cotyledons. *J.Sci.Food Agric.*35:191-198
- Schnug, E., Haneklaus, S., (1994). Sulphur deficiency in *Brassica napus* —biochemistry, symptomatology, morphogenesis. *LandbauforschungVölkenrode, Sonderheft* 144.
- Scherer, H. W. and Lange, A., (1996). N<sub>2</sub> fixation and growth of legumes as affected by sulphur fertilization. *Biol. Fertil. Soils* 23, 449-453.
- Sexton, P. J., Batchelor, W. D. and Shibles, R., (1997). Sulfur availability, rubisco content, and photosynthetic rate of soybean. *Crop Sci.* 37, 1801-1806.
- Sexton, P.J., Paek, N.C. and Shibles, R. (1998). Soybean sulphur and nitrogen balance under varying levels of available sulphur. *Crop Sci.* 38, pp. 975-982.
- Shock, C. C., Williams, W. A., Jones, M. B. Center, D. M. and Phillips, D. A., (1984). Nitrogen fixation by subclover associations fertilized with sulfur. *Plant Soil* 81, 323-332.
- Simon, G. and Sylvestere, G., (1969). First results of survey on the total sulphur content of arable soils in France *Annele Argon.*20:609:625.
- Spencer, K., Freney., J.R., (1960). A comparison of several procedures for estimating the sulphur status of soils. *Australain J.Agr.Research* 11: 948-959.
- Sun, X., Lu, B., Huang, S., Mehta, S., Xu, L., Min, Z., Yang, M., (2007). Coordinated expression of sulfate transporters and its relation with sulfur metabolites in *Brassica napus* exposed to cadmium. *Bot. Stud.* 48: 43-54
- Süzer, S., (2008). *Kanola Tarımı.* Hasad Yayıncılık, İstanbul, 17-20s
- Tabatabai, M.A. and Bremmer, J.M., (1972). Sulphur in Iowa soils the sulphur. *Institute Journal.* Winter-Spring 1972

- Tabatabai, M.A.,E.d., (1986). Sulphur in agriculture. Number 27 in the series Agronomy. Madison, Wisconsin USA
- Tisdale, S. L., Nelson, W. L. and Beaton J. D., (1985). Soil Fertility and Fertilizers. 4th Ed. P. 1-754. Macmillan Publishing Company, New York.
- U.S.Soil Staff (1951) Soil Survey Manuel U.S.Survey Dept. Agr.Handbook 18,U.S Gout.Printing Office,Washington.USA
- Ülgen, N., Eyüpoğlu, F., Kurucu,N., Yalaz,S., (1989).Türkiye Topraklarının Bitkilere Yarayışlı Kükürt Durumu.Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.Genel Yayın No:162.Ankara.
- Van Hoewyk, D., Akahashi, H., Inoue,E., Hess, A., Tamaoki, M., Pilon-Smits,E. A., (2008). Transcriptome analyses give insights into selenium-stress responses and selenium tolerance mechanisms in Arabidopsis. *Physiol. Plant* 132:236-253
- Walker, K. C. and Booth, E. J., (1992). Sulphur research on oilseed rape in Scotland. *Sulphur in Agric.*, 16: 15-19.
- Whitehead, D.C., (1964). Soil and plant nutrition aspects of the sulphur cycle. *Soil Fert.*29:1-9
- Withers, P.J.A., Tytherleigh, A. R .J. and O'Donnell, F. M., (1995). Effect of sulphur fertilisers on the grain yield and sulphur content of cereals.*J. Agric. Sci.* 125, pp. 317-324.
- Williams, C.H. and Steinbergs, A., (1959). Soil sulphur fractions as chemical indices of available sulphur in some Australian soils. *Aust. J. Agric. Res.*
- Yıldız, N., Bircan, H., (1991). Uygulamalı istatistik Atatürk Üniversitesi Yay. No: 704-308-60.
- Zhao, F.J., Withers, P.T.A., Evans, E.T., Monaghan, J., Salmon, S.E., Shewry, P.R. and McGrath,S.P.,(1997).Sulphur nutrition: an important factor for the quality of wheat and rapeseed.*Soil Sci.Plant Nutr.*43,pp.1137-1142
- Zhao, F. J., Hawkesford, M.J. and McGrath S.P., (1999a). Sulphur assimilationand effects on yield and qualityof wheat. *Journal of the Cereal Science* 30, pp. 1-17.
- Zhao, F. J., Salmon, S. E., Withers, P. J. A., Monaghan, J. M., Evans, E. J., Shewry, P. R. and McGrath, S. P., (1999b). Variation in the bread quality and rheological properties of wheat in relation to sulphur nutrition under field conditions. *j.Cereal Sci.*30, 19-31

## **ÖZGEÇMİŞ**

16 Şubat 1964'de Bayburt'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1981 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden 1985 yılında mezun oldu. 1987 yılında Tarım Kredi Kooperatifleri Tekirdağ Bölge Birliği'nde göreve başladı.1992 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 1994 yılında şef oldu. 2005 yılında aynı teşkilatta Bölge Müdür Yardımcısı olarak atandı. Halen Tarım Kredi Kooperatifleri Tekirdağ Bölge Birliği'nde görevini sürdürmektedir.