



**KANOLA (*Brassica napus* L.) BİTKİSİNİN  
BESLENME ve BAZI AĞIR METAL  
İÇERİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI:  
SÜLEYMANPAŞA İLÇESİ ÖRNEĞİ**

**Serdar GÖNÜL**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Sevinç ADILOĞLU  
2021**

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KANOLA (*Brassica napus* L.) BİTKİSİNİN BESLENME ve BAZI AĞIR METAL  
İÇERİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI: SÜLEYMANPAŞA İLÇESİ ÖRNEĞİ**

**Serdar GÖNÜL**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Sevinç ADİLOĞLU**

**TEKİRDAĞ-2021**

**Her hakkı saklıdır.**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KANOLA (*Brassica napus* L.) BİTKİSİNİN BESLENME VE BAZI AĞIR METAL

İÇERİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI: SÜLEYMANPAŞA İLÇESİ ÖRNEĞİ

**Serdar GÖNÜL**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sevinç ADILOĞLU

Birim alandan en yüksek verimi almak için konvansiyonel tarım yapılmaktadır. Bilinçsiz gübreleme ile birlikte kirlilik gibi çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu durum tarım alanlarının değerlendirilmesinin yapıp doğru gübre uygulamaları ile aşılabılır. Sürdürülebilir tarım için sürdürülebilir toprak verimliliği sağlanmalıdır. Bu çalışma Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinde yetiştirilen Kanola bitkisinin beslenme ve bazı ağır metal içeriklerinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Çalışma amacı doğrultusunda Süleymanpaşa ilçesinin 20 mahallesinden toprak ve bitki numuneleri alınarak analiz edilmiştir. Toprak ve bitki numunelerine ait analiz sonuçları referans değerler ile karşılaştırılarak incelenen Kanola alanlarının beslenme ve bazı ağır metal içerikleri tespit edilerek jeostatistiksel modelleme ile haritaları çıkarılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, kanola ekim alanlarından alınan bitki numunelerinin Azot, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Mangan, Çinko, Bor, Nikel, Alüminyum değerleri sırasıyla %3,67-%7,31; %0,21-%1,23; %1,92-%2,72; %1,53-%4,78; %0,22-%0,51; 279,50 mgkg<sup>-1</sup>-1161,50 mgkg<sup>-1</sup>; 42,00 mgkg<sup>-1</sup>-54,25 mgkg<sup>-1</sup>; 241,00 mgkg<sup>-1</sup>-447,75 mgkg<sup>-1</sup>; 40,25 mgkg<sup>-1</sup>-71,75 mgkg<sup>-1</sup>; 46,00 mgkg<sup>-1</sup>-140,50 mgkg<sup>-1</sup>; 3,49 mgkg<sup>-1</sup>-16,40 mgkg<sup>-1</sup>; 129,25 mgkg<sup>-1</sup>-781,00 mgkg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Bu değerlerin %30'unda P, %100'ünde K eksikliği görüldüğü belirlenmiştir. Makro bitki besin elementleri değerlendirildiğinde %90 oranında N, %15'inde P, %25'inde Ca yüksek düzeyde, mikro bitki besin elementleri değerlendirildiğinde %100'ünde Fe ve Cu, %95'ünde Mn, %65'inde Zn toksik. %80'inde ise B'nin toksik düzeyde olduğu tespit edilmiştir. %10'unda N, %55'inde P, %75'inde Ca, %100'ünde Mg, %5'inde Mn, %20'inde B, %35'inde Zn yeterli düzeyde sahip olduğu tespit edilmiştir. Ağır metallerden nikelin %75 oranında toksik olduğu tespit edilmiştir. Kanola tarlalarından alınan toprak örneklerinin bazı toprak özellikleri sırasıyla tekstür sınıfı tın, killi tın, kumlu killi tın olarak değişmektedir. Buna göre toprakların %35'i tın, %50'si killi tın %15'i ise kumlu killi tın tekstür sınıfındadır. pH 4,76-7,79 arasında olup %10'u orta asit, %15'i hafif asit, %20'si nötr, %55'i ise hafif alkalın karakterlidir. EC % 0,01 - %0,06 arasında olup toprakların %100'ü tuzsuzdur. Organik madde %0,88 - %2,55 arasında olup toprakların %5'i çok az, %70'i az %25'i ise orta derecede organik maddeye sahiptir. Kireç eseri - %20,64 arasında olup toprakların %35 kireçsiz, %30'u kireçli, %30'u orta kireçli, %5'i ise fazla kireçlidir. Bu değerlerin %60'inde N, %15'inde Mg noksanlığı görülmektedir. Makro besin elementleri değerlendirildiğinde %55'inde P, %15'inde K, %75'inde Ca fazla düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte %40'ında N, %25'inde Ca, %85'inde Mg orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Makro elementlerden fosfor ve potasyum; %45'inde P, %85'inde K yeterli düzeyde olduğu ortaya konulmuştur. Bu veriler sonucunda, Süleymanpaşa İlçesi'nde yapılan kanola tarımında öncelikli olarak potasyumlu ve fosforlu gübrelemeye önem verilmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Bitki besleme, Ağır metal, Kanola, Tekirdağ

**2021, 84 sayfa**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### INVESTIGATION OF NUTRITION AND SOME HEAVY METAL CONTENTS OF CANOLA (*Brassica napus* L.) PLANT: CASE OF SULEYMANPAŞA DISTRICT

**Serdar GÖNÜL**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sevinç ADILOĞLU

Conventional agriculture is used to get the highest yield from the unit area. Various problems such as pollution arise with unconscious fertilization. This situation can be overcome with the evaluation of agricultural areas and correct fertilizer applications. Sustainable soil fertility must be ensured for sustainable agriculture. This study was carried out to investigate the nutrition and some heavy metal contents of Canola plant grown in Tekirdağ province Süleymanpaşa district. For the purpose of the study, soil and plant samples were taken from 20 neighborhoods of Süleymanpaşa district and analyzed. The analysis results of the soil and plant samples were compared with the reference values, the nutrition and some heavy metal contents of the Canola fields were determined, and the maps were drawn with geostatistical modeling. According to the findings, the nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, copper, manganese, zinc, boron, nickel and aluminum values of the plant samples taken from the canola cultivation areas were between %3,67-%7,31; %0,21-%1,23; %1,92-%2,72; %1,53-%4,78; %0,22-%0,51; 279,50 mgkg<sup>-1</sup>-1161,50 mgkg<sup>-1</sup>; 42,00 mgkg<sup>-1</sup>-54,25 mgkg<sup>-1</sup>; 241,00 mgkg<sup>-1</sup>-447,75 mgkg<sup>-1</sup>; 40,25 mgkg<sup>-1</sup>-71,75 mgkg<sup>-1</sup>; 46,00 mgkg<sup>-1</sup>-140,50 mgkg<sup>-1</sup>; 3,49 mgkg<sup>-1</sup>-16,40 mgkg<sup>-1</sup>; 129,25 mgkg<sup>-1</sup>-781,00 mgkg<sup>-1</sup>. It was determined that 30% of these values had P deficiency and 100% of them K deficiency. When macro plant nutrients are evaluated, 90% of them had high ratio of N, 15% of them had high ratio of P, 25% of them had high ratio of Ca, When micro plant nutrients are evaluated, 100% of them had toxic level of Fe and Cu, 95% of them had toxic level of Mn and 65% of them had toxic level of Zn and 80% of them had toxic level of B. N in 10% of samples and P in 55% of them, Ca in %75 of them, Mg in %100 of them, Mn in %5 of them, B in %20 of them, Zn in %35 of them are sufficient. It has been determined that nickel, one of the heavy metals, is 75% toxic. Some soil properties of soil samples taken from canola fields change as texture class loam, clay loam, sandy clay loam, respectively. According to this, 35% of the soils are in loam, 50% are in clay loam and 15% are in sandy clay loam texture class. The pH is between 4.76-7.79, 10% medium acid, 15% slightly acid, 20% neutral and 55% slightly alkaline. The EC is between 0.01% and 0.06%, and 100% of the soil is salt-free. Organic matter is between 0.88% and 2.55%, and 5% of the soil has very little, 70% less and 25% has moderate organic matter. Lime trace quantity between - 20.64%, and the soils are 35% lime-free, 30% calcareous, 30% moderately calcareous, and 5% more calcareous. These values found among N deficiency is observed in 60% of these values and Mg deficiency in 15%. When macronutrients were evaluated, it was determined that 55% of P, 15% of K, 75% of Ca were in excess level. It was determined that 40% of them were N, 25% of them Ca, 85% of them Mg were at moderate level. 45% of them were P and 85%. As a result of these data, priority should be given to potassium and phosphorus fertilization in canola agriculture in Süleymanpaşa District.

**Key words:** Plant nutrition, Heavy metal, Canola, Tekirdag

**2021, 84 pages**

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ.....</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ.....</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Kanola Üretimi .....	3
1.1.1. Dünya’da Kanola Üretimi.....	3
1.1.2. Türkiye’de Kanola Yetiştiriciliği.....	5
1.2. Kanola Tarımında Mutlak Bitki Besin Elementleri.....	9
1.2.1. Bazı Makro Besin Elementleri.....	9
1.2.2. Bazı Mikro Besin Elementleri .....	13
1.2.3. Bazı Ağır Metaller .....	16
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>19</b>
2.1. Son 5 Yılda Kanola ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar.....	19
2.2. Jeostatistiksel Haritalar .....	21
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>22</b>
3.1. Araştırma Bölgesi Bilgileri.....	22
3.2. Süleymanpaşa İlçesi İklim Verileri .....	23
3.3. Süleymanpaşa İlçesi Toprak Özellikleri .....	24
3.4. Kanola Bitkisi Örneklerinin Alınması .....	25
3.5. Kanola Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	25
3.6. Bitki Analizleri .....	25
3.6.1. Bitkide Toplam Azot .....	25
3.6.2. Bitkide Makro, Mikro ve Ağır Metal Analizleri .....	26
3.7. Toprak Analizleri .....	26
3.7.1. Toprak Reaksiyonu .....	26
3.7.2. Toprak Tekstürü.....	26
3.7.3. Kireç Miktarı .....	26
3.7.4. Organik Madde Miktarı .....	26

3.7.5. Yarayışlı Fosfor .....	26
3.7.6. Değişebilir Potasyum.....	27
3.7.7. Kalsiyum ve Magnezyum Analizi .....	27
3.7.8. Bazı Yarayışlı Mikro Elementler.....	27
3.7.9. Bazı Ağır Metaller .....	27
3.7.10. Jeostatiksel Haritalar.....	27
<b>4. ARAşTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>29</b>
4.1. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanlarının Bazı Toprak Özellikleri .....	29
4.2. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanı Topraklarının Bazı Makro Element İçerikleri.....	32
4.2.1. Azot İçeriği .....	34
4.2.2. Fosfor İçeriği .....	35
4.2.3. Potasyum İçeriği .....	37
4.2.4. Kalsiyum İçeriği .....	38
4.2.5. Magnezyum İçeriği.....	39
4.3. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanı Topraklarının Bazı Mikro Element İçerikleri .....	40
4.3.1. Demir İçeriği.....	42
4.3.2. Bakır İçeriği.....	43
4.3.3. Mangan İçeriği.....	44
4.3.4. Bor İçeriği .....	44
4.3.5. Çinko İçeriği .....	46
4.4. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanı Topraklarının Bazı Ağır Metal İçerikleri.....	47
4.4.1. Kurşun İçeriği .....	49
4.4.2. Kobalt İçeriği.....	50
4.4.3. Alüminyum İçeriği.....	51
4.4.4. Nikel İçeriği.....	52
4.5. Kanola Bitkisinin Bazı Makro Element İçerikleri .....	53
4.6. Kanola Bitkisinin Bazı Mikro Element İçerikleri.....	56
4.7. Kanola Bitkisinin Bazı Ağır Metal İçerikleri .....	59
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>62</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>66</b>
<b>ÖZGEÇMİş .....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma alanlarına ait bazı bilgiler .....	22
Çizelge 3.2. 2020 yılında Tekirdağ'da ölçülen bazı iklim verileri .....	24
Çizelge 4.1 Kanola bitkisi örnekleme alanlarının bazı toprak özellikleri .....	29
Çizelge 4.2. Kanola bitkisi örnekleme alanı topraklarının bazı makro element içerikleri .....	33
Çizelge 4.3. Kanola bitkisi örnekleme alanı topraklarının bazı mikro element içerikleri.....	41
Çizelge 4.4. Kanola bitkisi örnekleme alanı topraklarının bazı ağır metal içerikleri.....	48
Çizelge 4.5. Kanola bitkisi bazı makro elementlerin sınır değerleri .....	54
Çizelge 4.6. Kanola bitkisi bazı makro element içerikleri .....	54
Çizelge 4.7. Kanola bitkisi bazı mikro element sınır değerleri .....	57
Çizelge 4.8. Kanola bitkisi bazı mikro element içerikleri.....	57
Çizelge 4.9. Kanola bitkisi bazı ağır metal içerikleri .....	60

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. 1. Dünya’da 2015-2019 yılları arasında Kanola üretiminin ton olarak haritalandırılması.....	3
Şekil 1. 2. FAO 2015-2019 yılları arası kıtalarda ki Kanola üretim miktarları.....	4
Şekil 1. 3. FAO 2015-2019 yılları arasında Kanola en fazla üretimi yapılan ülkeler .....	4
Şekil 1. 4. 2016-2020 yılları arası Türkiye’de Kanola ekim alanları (TUİK, 2021).....	6
Şekil 1. 5. 2016-2020 yılları arası Türkiye’de Kanola hasat edilen alanlar (TUİK, 2021) .....	7
Şekil 1. 6. Türkiye’de Kanola Verimi (TUİK, 2021) .....	8
Şekil 1. 7 .Türkiye’de Kanola Üretim Miktarı (TUİK, 2021) .....	8
Şekil 3. 1. Tekirdağ ili büyük toprak grupları haritası (Ekinci, 1990) .....	24
Şekil 3. 2 Araştırma alanlarından örnekleme .....	25
Şekil 4. 1. Örnekleme noktalarının pH ve EC değerlerinin Jeostatistiksel model haritaları ...	30
Şekil 4. 2. Örnekleme noktalarının organik madde ve kireç değerlerinin jeostatistiksel modellemeleri .....	31
Şekil 4. 3. Örnekleme noktalarının azot içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi ....	35
Şekil 4. 4. Örnekleme noktalarının fosfor içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .	36
Şekil 4. 5. Örnekleme noktalarının potasyum içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .....	37
Şekil 4. 6. Örnekleme noktalarının kalsiyum içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .....	38
Şekil 4. 7. Örnekleme noktalarının magnezyum içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi.....	40
Şekil 4. 8. Örnekleme noktalarının demir içeriklerinin Jeostatistiksel haritada gösterilmesi .	42
Şekil 4. 9. Örnekleme noktalarının bakır içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi ...	43
Şekil 4. 10. Örnekleme noktalarının mangan içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .....	44
Şekil 4. 11. Örnekleme noktalarının bor içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi.....	45
Şekil 4. 12. Örnekleme noktalarının çinko içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi	46
Şekil 4. 13. Örnekleme noktalarının kurşun içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .....	49
Şekil 4. 14. Örnekleme noktalarının kobalt içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .....	51
Şekil 4. 15. Örnekleme noktalarının Al içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .....	52
Şekil 4. 16. Örnekleme noktalarının nikel içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi .	53



## SİMGELER VE KISALTMALAR

%	:Yüzde
µm	:Mikrometre
µM	:Mikromolar
ADP	:Adenozin difosfat
Al	:Alüminyum
ATP	:Adenozin trifosfat
B	:Bor
C	:Karbon
Ca	:Kalsiyum
CaCl <sub>2</sub>	:Kalsiyum Klorür
cAPX	:Sitozolik askorbat peroksidaz
Cd	:Kadmiyum
cm	:Santimetre
Co	:Kobalt
Cu	:Bakır
da	:Dekar
DAB	:3,3'-Diaminobenzidine
DHA	:Dehidroaskorbat
DNA	:Deoksiribo nükleik asit
DTPA	:Dietilen Triamin Penta Asetik Asit
EC	:Elektriksel kondüktivite
EDTA	:Etilendiamin tetraasetik asit
EMA	:European Medicines Agency
FAO	:Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	:Demir
g	:Gram
GPS	:Global Positioning System
GST	:Glutasyon-S-transferaz
H	:Hidrojen

Ha	:Hektar
HPO <sub>4</sub>	:Hidrojen fosfat
IAA	:Indol-3-Asetik Asit
ICP-OES	:Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
K	:Potasyum
KDK	:Kation değişim kapasitesi
Kg	:Kilogram
Km	:Kilometre
M.Ö	:Milattan önce
MDA	:Molondialdehit
mg	:miligram
Mg	:Magnezyum
Mn	:Mangan
N	:Azot
NaOAc	:Sodyum asetat
NCI	:National Cancer Institute – Ulusal Kanser Enstitüsü
NH <sub>4</sub>	:Amonyum
Ni	:Nikel
O	:Oksijen
P	:Fosfor
PAM sayıısı	:Bir proteinin polipeptit dizisinde her 100 amino asitte değişen amino asit
Pb	:Kurşun
ppm	:Milyonda bir kısım
PVA	:Polyvinyl alcohol
PVPP	:Polivinilpolipirolidon
RNA	:Ribonükleik asid
TUİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
Zn	:Çinko

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden yazım aşamasına kadar değerli zamanını, bilgi, birikim ve tecrübelerini benimle paylaşan, çalışmamın tamamlanması için tüm çabayı gösteren kıymetli danışman hocam Doç.Dr. Sevinç ADİLOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Jeostatistiksel haritaların oluşturulması konusunda Doç.Dr Yakup Kenan KOCA ve Arş. Gör. Yavuz Şahin TURGUT'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Araştırmamın laboratuvar çalışmalarının büyük bölümünü tamamlayan Tekirdağ Ticaret Borsası Yönetimi, Laboratuvar Sorumlusu Ziraat Mühendisi Feyza Tuna AKIN ve tüm ekibine teşekkür ederim.

Her zaman, her konuda beni destekleyerek hayatım boyunca yanımda olan, bugünlere gelmemi sağlayan hayatımın en önemli değerleri olan kıymetli ailem, babam Hilmi GÖNÜL, annem Ayşe GÖNÜL, abim Serkan GÖNÜL'e sonsuz teşekkür ederim.

Aralık, 2021

Serdar GÖNÜL  
Ziraat Mühendisi

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun gıda gereksinimi için birim toprak alanından maksimum ürün alınması elzem bir durum haline gelmiştir. Bununla birlikte yüksek verime ulaşmak için toprak verimliliğine mutlaka gübreleme ile destekleme yapılmalıdır. Hızla ve kolay çözünen gübre kullanımı ekolojik parametrelerin kirlilik sorununu da beraberinde getirmektedir.

Sürekli değişen teknoloji tarımsal faaliyetleri direkt etkilenmesine neden olmaktadır. Tarımsal üretimde; maksimum verimi alabilmek amacıyla başta inorganik gübreler, toprak düzenleyicileri, hormonlar, pestisitler vb. destekler verilmektedir. Ancak kontrolsüz bir şekilde artan dünya nüfusu, yeterli besin alınamaması, plansız şehirleşme, yanlış arazi kullanımı, bilinçsiz enerji üretimi ve tüketimi, endüstrileşme vb. birçok insan etkinliğinin oluşturduğu negatif etki tarım sektörünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Artan Dünya nüfusunun gıda ihtiyacının giderilmesi amacıyla tarımsal üretiminde kullanılan kimyasal gübreler kontrolsüz ve aşırı uygulamalar haline almıştır. Beraberinde birçok sorunu da getirmiştir. Bu nedenle biogübre ve organik gübrelerin kullanımı ön plana çıkararak bitkinin besin ihtiyacının doğal ve organik yollarla karşılanması bilim insanları tarafından kabul gören ve önerilen gübrelerdir.

Trakya Bölgesi ve Tekirdağ İli Süleymanpaşa İlçesi coğrafi konumu nedeniyle, sosyo-ekonomik şartları ile son yıllarda göç alan bir ilçedir. Her geçen gün artan nüfus nedeniyle birçok sorununda gündeme gelmesine sebep olmuştur. Doğal kaynaklardan ve tarımın temeli topraklarda görülen toprak verimliliğinin azalması ve toprak kirliliği dikkati çekmektedir. Tarımın temeli olan topraklarımızın hem verimsizleşmesi hem de kirlilik tehdit altında olması göz önünde bulundurularak bölge tarımının sürdürülebilirliği açısından durum analizleri yapıp çözüm üretilmesi bir gerekliliktir.

Aşırı ve gereksiz tarımsal uygulamalar (mekanizasyon, gübre, ilaç vb.) canlı, dinamik ve üç boyutlu olan toprak yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Bu süreç topraklarda çoraklaşma, mikrobiyal aktivitenin azalması ve beslenme gibi birçok açıdan bölge tarımında birim alandan alınan verim miktarlarında düşüşe sebep olmaktadır. Bu duruma çözüm üretmek amacıyla bölge tarımın önemli bir ürünü olan Kanola bitkisinin ve yetiştirilen topraklardaki verimlilik durumlarının ortaya konularak çözüm üretilmesi bir zorunluluktur.

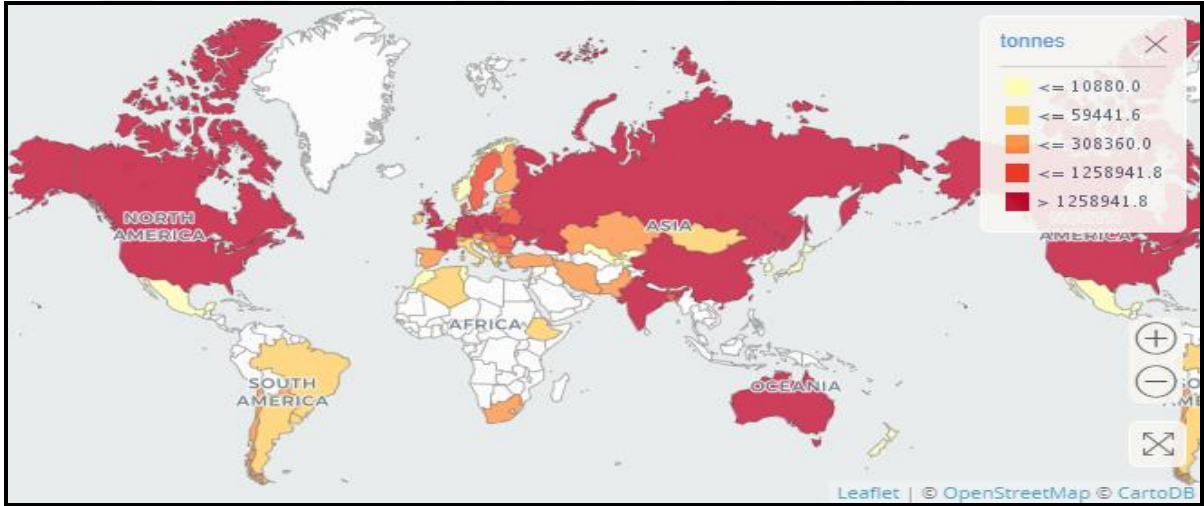
Kimyasal gübrelerin ve tarımsal ilaçların ve bunların yanlış kullanımının neden olduğu sorunların çözümü hem verimlilik kaybının giderilmesi hem de kirlilik sorununun giderilmesi için çözümler bulunmaktadır. Gübre olarak biyo ve organik kökenli gübrelerin kullanılması sürdürülebilir toprak verimliliğini sağlayacaktır. Kirlilik boyutuna ulaşan topraklar içinde kolay uygulanabilir ve ekonomik bir yöntem olan fitoremediasyon yöntemi kullanılabilirliği ve yapılan araştırmalar sonucunda akümülatör bitki olan Kanola tarımı hem verimlilik hem de kirlilik gideriminde kullanılması yönüyle önemli bir bitkidir.

Bu araştırmanın amacı çeşitli yollarla verimsizleşen ve kirlenen tarım topraklarının sorunlarına dikkat çekip çözüm üretmektir. Tekirdağ İli Süleymanpaşa ilçesi örneğinde bu sorunları ve çözüm önerilerini ortaya koyarak duruma ışık tutmak hedeflenmiştir. Kanola bitkisi bölge tarımında stratejik bir bitki olması nedeniyle ve ülke tarımına bu bölgeden girmesi nedeniyle seçilmiştir. Bu araştırma Tekirdağ İli tarım toprakları için hayati önemi olan verimlilik açısından bitki besin elementleri, toprak verileri ile kirlilik yönüyle ağır metal kirliliğinin irdelenerek çözüm nerileri getirilmiştir.

## 1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Kanola Üretimi

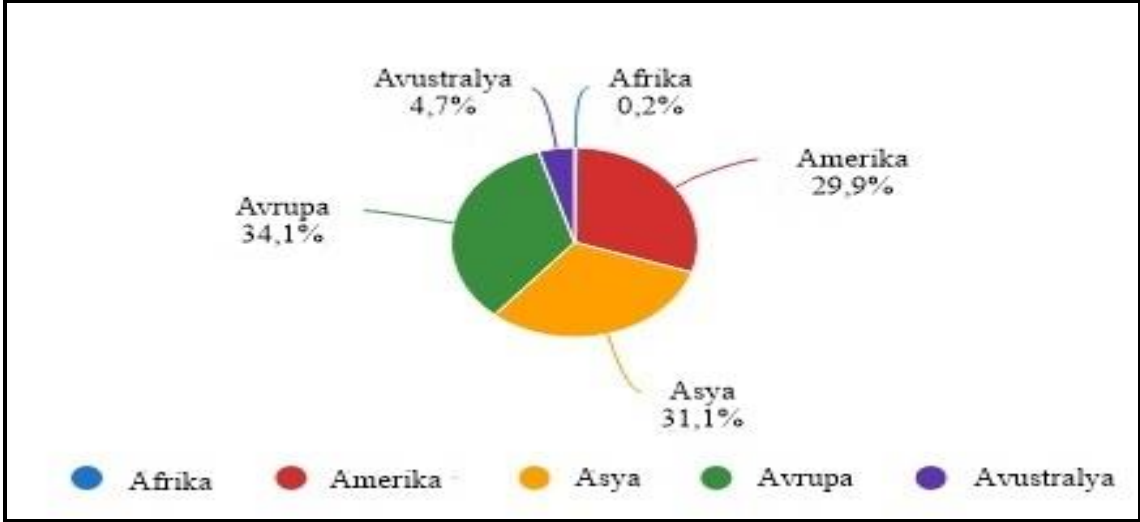
### 1.1.1. Dünya’da Kanola Üretimi

Yağlı tohumlu bitkiler Dünya ticaretinde önemli yere sahip olan tarımsal ürünlerdir. Yağlı tohumlu bitkilerin küresel üretiminin yılda 550.000.000 ton olduğu tahmin edilmektedir. Dünya’da yetiştiriciliği yapılan önemli yağlı tohumlu bitkilerden biride Kanola bitkisidir (Tikoalu vd., 2020). Dünyada Kanola üretimi ise yaklaşık olarak 60.000.000 ton civarındadır. Dünya da üretimi yapılan yağlı tohumlu bitkiler arasında soyadan sonra üretimi en fazla yapılan ikinci ürün Kanola olduğu görülmektedir. Kanola üretimi Avrupa, Asya, Avustralya, Amerika kıtalarında yaygın olarak yapılmaktadır. Dünya’da Kanola 2015-2019 yılları arasındaki üretim miktarı Şekil 1.1’deki haritada verilmiştir.



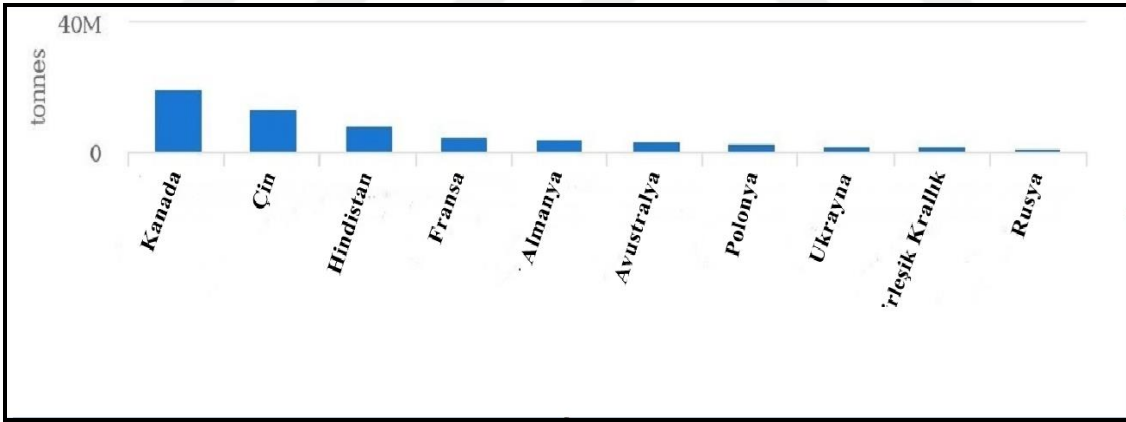
Şekil 1. 1. Dünya’da 2015-2019 yılları arasında Kanola üretiminin ton olarak haritalandırılması

Yağı alınan Kanola bitkisinden geriye kalan küspe önemli bir yem kaynağıdır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyodizel üretiminde Kanola aktif olarak kullanılmaktadır. Bu durum Dünya’da Kanola üretimine talebi arttırmaktadır. 2015-2019 yılları arası Kıtalarda ki Kanola üretim miktarları Şekil 1.2’de verilmiştir.



Şekil 1. 2. FAO 2015-2019 yılları arası kıtalarda ki Kanola üretim miktarları

Şekil 1.1. ve Şekil 1.2 incelendiğinde Avrupa kıtası %34,1 ile Dünyada Kanola üretiminde ilk sırada yer almakta olup bunu sırasıyla %31,1 ile Asya ve %29,9 ile Amerika kıtaları takip etmektedir. 2015-2019 yılları arasında en fazla kanola üretimi yapılan 10 ülke Şekil 1.3’de verilmiştir.



Şekil 1. 3. FAO 2015-2019 yılları arasında Kanola en fazla üretimi yapılan ülkeler

Şekil 1.3 incelendiğinde 2015-2019 yılları arasında Dünya’da en fazla kanola üretimi yapan ülke Kanada olurken bunu sırasıyla Çin, Hindistan, Fransa, Almanya, Avustralya, Polonya, Ukrayna, Birleşik Krallık, Rusya takip etmektedir.

### **1.1.2. Türkiye’de Kanola Yetiştiriciliği**

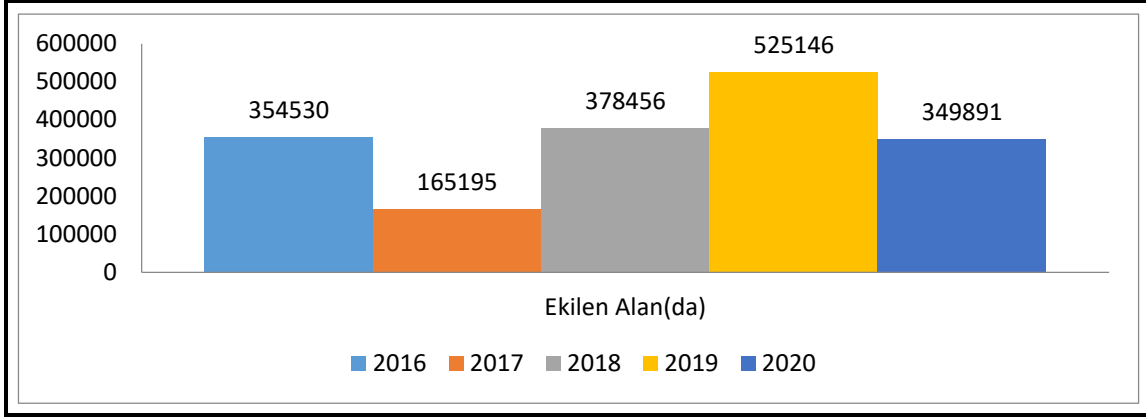
İlk olarak 2. Dünya savaşının yaşandığı sırada Romanya ve Bulgaristan'dan göç ederek ülkemize gelen göçmenler tarafından getirilmiştir. Rapitsa, rapiska ve kolza isimleriyle de bilinmektedir. Yazlık ve kışlık ekimleri yapılmaktadır. 1960’lı yıllarda Trakya bölgesinde kolza adı ile ekimi yapılan mahsul'ün yağında halk sağlığını olumsuz etkisi olan erusik asit bulunması, küspesinde de hayvanlarda olumsuzluğa neden olan glukosinolat maddesi bulunması sebebi ile ekimi 1979 yılında yasaklanmıştır. Yapılan ıslah çalışmaları sonucunda erusik asit oranının sıfırlanması ile bitki tekrar yağ ihtiyacını karşılamak üzere üretilmeye başlanmıştır. Alternatif bir yağ bitkisi olarak ekiminin desteklenmesi Türkiye’de 2001 yılında başlamıştır ve desteklenmesi günümüzde de devam etmektedir (Dinç, 2018).

Kanola kışlık ve yazlık olarak yetiştirilmektedir. Türkiye’de ise genellikle kışlık üretimi yapılmaktadır. Kanola danesinde %16-24 protein ve %38-50 oranlarında yağ bulunması dolayısıyla yağ açığını kapatması, küspesinde %38-40 arasında protein içermesi, arılara ve arıcılara erken ilkbaharda bol nektar sağlaması ve teknolojik gelişmeler ile biyodizel üretilip yakıt olarak kullanılabilmesi nedeniyle en çok üretilen yağ bitkileri arasındadır.

#### **1.1.2.1. Türkiye’de Kanola Ekim Alanları**

Türkiye’de Kanola ekim alanlarının büyük çoğunluğu Marmara bölgesinde bulunmakta ve en fazla Trakya’da yetiştirilmektedir. Bununla birlikte Batı Anadolu, Akdeniz, Ege, Batı Karadeniz, Orta Anadolu bölgelerinde de yetiştirilmektedir. Türkiye’de 2016-2020 yılları arası Kanola ekim alanları Şekil 1.4’de verilmiştir.



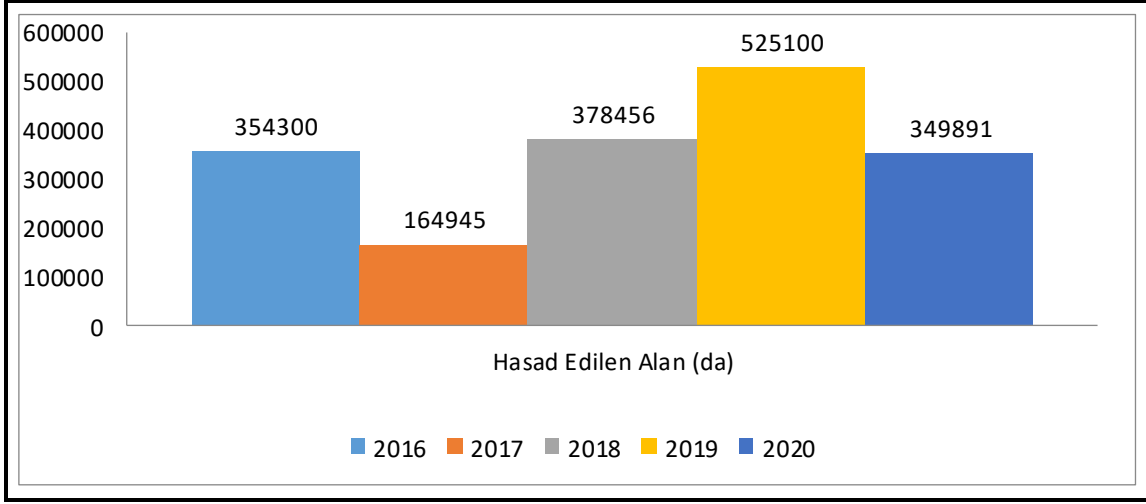


Şekil 1. 4. 2016-2020 yılları arası Türkiye’de Kanola ekim alanları (TUİK, 2021)

Şekil 1.4. incelendiğinde 2016- 2020 yılları arasında Türkiye’de Kanola ekilen alanların dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. 2016 yılında 354530 da alanda Kanola ekimi yapılırken 2017 yılında 165195 da alana düşmüş olduğu görülür iken, 2018 yılında 378456 da alana 2019 da 525146 da yükselmiş olduğu görülmektedir. 2020 yılında ise 349891 da alana düşmüştür. Yıllara göre ekim alanlarında meydana gelen artış ve azalışlar mevsimsel faktörlere ve alım fiyatlarında ki dalgalanmalara göre değişkenlik göstermiş olduğu düşünülmektedir.

#### 1.1.2.2. Türkiye’de Kanola Hasat Edilen Alanlar

Kanola ekimi yapılan alanların neredeyse tamamında hasat yapılmıştır. 2016-2020 yılları arasında Türkiye’de Kanola hasat edilen alanlar Şekil 1.5 de gösterilmiştir.

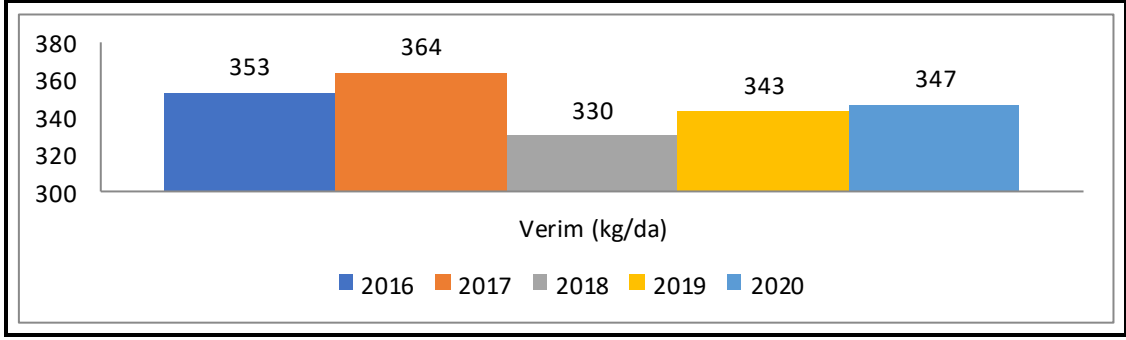


Şekil 1. 5. 2016-2020 yılları arası Türkiye’de Kanola hasat edilen alanlar (TUIİK, 2021)

Şekil 1.5 değerlendirildiğinde 2016 yılında 354300 da alanda hasat yapılırken 2017 yılında 164945 da alanda 2018’de 378456 da alanda 2019’da 525100 da alanda 2020’de 349891 da alanda hasat yapılmıştır.

### 1.1.2.3. Türkiye’de Kanola Verimi

Türkiye’de Kanola verimleri dekara ortalama 300 ile 370 kg arasında seyretmektedir. Zengin organik madde içeriğine sahip topraklarda, uygun iklimsel koşullar olduğunda uygun tohumluk çeşidi seçimi ve toprak analizine dayalı doğru gübreleme programları ile dekardan alınacak kanola verimi artırılabilir. Ancak günümüzde Türkiye’de düşük organik madde içerikli topraklarda yanlış gübreleme programları ile üretim yapıldığından yeterli verim artışları sağlanamamaktadır. Türkiye’de kanola verimi Şekil 1.6.’da verilmiştir.

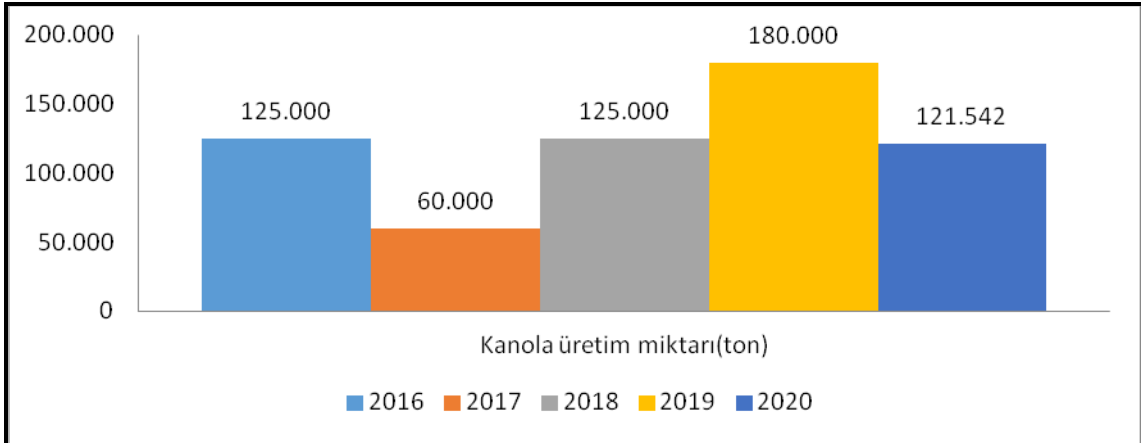


Şekil 1. 6. Türkiye’de Kanola Verimi (TUİK, 2021)

Şekil 1.6 incelendiğinde 2016-2020 yılları arasında alınan en fazla verim 364 kg/da ile 2017 yılında gerçekleşmiştir. Bunu 353 kg/da ile 2016, 347 kg/da ile 2020, 343 kg/da ile 2019 yılları takip etmiştir. En düşük verim ise 330 kg/da ile 2018 yılında gerçekleşmiştir.

#### 1.1.2.4. Türkiye’de Kanola Üretim Miktarı

Türkiye’de Kanola üretim miktarı ekim, hasat edilen alan ve verim ile orantılı olarak azalmış ya da artmıştır. 2016-2020 yılları arası Türkiye’de üretilen Kanola miktarı Şekil 1.7.’de gösterilmiştir.



Şekil 1. 7 .Türkiye’de Kanola Üretim Miktarı (TUİK, 2021)

Şekil 1.7.’de görülmektedir ki, 2016-2020 yılları arasında Türkiye’de en yüksek Kanola üretimi 180.000 ton ile 2019 yılında gerçekleşmiştir. Bunu 125.000 ton ile 2016 yılı ve 2018 yılları bunu 121.542 ton ile 2020 yılı takip etmektedir. En düşük Kanola üretimi ise 60.000 ton ile 2017 yılında gerçekleşmiştir.

## 1.2. Kanola Tarımında Mutlak Bitki Besin Elementleri

Doğada, bitkilerin uygun şekilde büyümesi ve gelişmesi için on altı tanesi önemli olan çok sayıda element vardır. Makro bitki besin elementler karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt olarak adlandırılır ve nispeten büyük miktarlarda gereklidir. Mikro bitki besin elementleri olarak da demir, bakır, çinko, bor, molibden, manganez ve klorür, kültür bitkilerinin gelişimi ve metabolizmaları mutlak gerekli olan bu besin elementleri küçük miktarlarda gerekli olan besinlerdir. Mikro besinlere her zaman çok az miktarlarda ihtiyaç duyulur, ancak bitkilerin biyokimyasal ve fizyolojik süreçlerinde bu elementler çok önemli bir rol oynamaktadır.

### 1.2.1. Bazı Makro Besin Elementleri

#### 1.2.1.1. Azot Bitki Besin Elementi

Bitki tarafından eksikliği en fazla hissedilen makro bitki besin elementi azottur. Bitkiler azotu toprak çözeltisinden  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{NH}_4^+$  anyon ve katyon şeklinde almaktadır. Nötr pH'larda amonyum formunda yüksek olurken pH asit iken düşük miktarda gerçekleşir. Nitrat alımında ise pH aside yaklaştıkça alım artar ve hızlanır.

Azot, bitkiler de yaşamsal önem taşıyan bir bitki besin elementidir. Bitkilerin kuru ağırlıklarının çoğu kısmını azotlu bileşikler oluşturur. Bitkilerde azot birçok formda bulunmaktadır. Alınabilir formdaki azot miktar olarak organik azottan daha az bulunmaktadır (Kacar ve Katkat, 2010)

Azot bitkinin vejetatif aksamının gelişimini sağlamakla birlikte bitkinin büyümesini kontrol eden bitki besin elementidir (Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009). Azot, bitkilerde yeşil renk verir ve bitkilerin metabolizması için mutlak gerekli bitki besin elementidir. Yapraklarda nişastanın hazırlanması ve amino asitlerin üretimi için çok önemlidir. Azot hidrosferde ve canlılarda da dikkate değer oran da N bulunmaktadır. Topraktaki N'nin ham maddesi organik maddedir. Toprakta bulunan organik maddenin ayrışması sonucu ortaya çıkan azottan bitkiler faydalanabilmektedir (Kantarıcı, 2000; Boşgelmez vd., 2001). Dünya üzerindeki toprakların genelinde azot noksanlığı görülmektedir. Organik madde oranının çok düşük olması nedeni ile ülkemizin tarım toprakları da azot açısından değerlendirildiğinde yetersiz durumdadır. Bitkide Azot birçok organik bileşiğin bünyesinde bulunur. Azot, proteinler, nükleik asitler, amino asitler, enzimler, klorofil, ATP, ADP gibi birçok önemli

molekölün bir bileşenidir. (Boşgelmez vd., 2001; Güzel vd., 2004; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley vd., 2009). Azot ayrıca apoptoz, çimlenme ve daha birçok mekanizmada rol oynar (Baudouin ve Hancock, 2014).

Azot bitki bünyesinde gerçekleşen fizyolojik ve biyokimyasal birçok olayda önemli görevler üstlenir. Bitkilerin hücre duvarının temel yapı taşlarındandır. Bitki köklerinin solunum yapmasında, çiçeklenmenin doğru zamanda gerçekleşmesinde, meyvenin oluşumunda ve olgunlaşmasında azotun rolü çok büyüktür.

### **1.2.1.2. Fosfor Bitki Besin Elementi**

Fosfor önemli bir bitki besin maddesidir ve enerji metabolizması için gereklidir. Bitkiler tarafından fosfor fosfat anyonu şeklinde alınmaktadır. Bitki köklerinde bulunan fosfat iyonu konsantrasyonu toprak çözeltisindeki fosfat konsantrasyonundan daha fazladır. Fosfor toprakta hareketi sınırlı olan bir elementtir.

Bitkiler tarafından ihtiyaç duyulan fosforun büyük bir kısmını gelişimlerinin ilk döneminde almaktadırlar. Bu yüzden bitkiler için gelişmelerinin ilk dönemlerinde fosfor alımı çok önemlidir. Bitkilerin genç organlarında yaşlı organlarına nazaran daha fazla fosfor bulunur. Gelişimlerinin sonlarına doğru ise fosfor meyve ve tohumlara aktarılmakta ve buralarda birikmektedir.

Enerji (glikolizden, fotosentezden vb.), hücre metabolizması için enerji sağlayan ATP ve GTP gibi fosfor açısından zengin molekülleri oluşturmak için kullanılır. Fosfolipidlerin bir parçası olarak fosfor, hücre zarlarında önemli bir rol oynar. Fosfor ayrıca nükleik asitlerin, yani DNA ve RNA'nın yapısal bir bileşenidir. Makro bitki besin elementlerinden P bitkinin enerji kaynağı ATP oluşumunda, meyve ve çiçek oluşumunda görev yapmaktadır. Potasyumun bitkiler tarafından daha kolay alınmasına yardımcı olur (Karaman vd., 2012).

Baklagiller ile simbiyotik yaşam süren Rhizobium bakterilerinin yüksek oranlarda azot fikse edebilmeleri hakkında pozitif etki yapmaktadır. Kültür bitkilerinin kök gelişiminde P'nin olumlu etkileri bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda bitkilerin yetiştirildikleri ortamda bulunan fosforu yeterince alamadıklarında toprak üstü organlarında büyüme ve gelişmeyi yavaşlatıp durdurdukları ve kök büyümesine hız verdikleri belirlenmiştir. Generatif gelişmeyi hızlandırarak bitkilerin daha önce hasada gelmesini sağlar. Bu durumda bazı erken olgunlaşan çeşitlerin hasat zamanı öne alınarak ürünlerin daha iyi fiyat ile pazarlanmasını sağlar. Fosfor

bitki dokularının daha güçlü olmasını sağlayarak bitkilerin dayanıklılığını artırır. Böylece bitkilerin hastalıklara karşı dayanımı da artmış olur. Bitkinin toprak altı aksamının suyu depolamasını düzenler ve sudan çok daha etkin faydalanmasını temin eder (Kantarıcı, 2000).

### 1.2.1.3. Potasyum Bitki Besin Elementi

Potasyum bitkiler tarafından  $K^+$  iyonu şeklinde alınır. Potasyum azot hariç diğer bitki besin elementlerinden daha fazla alınır. Potasyum membramlardan kolaylıkla geçebilmesi nedeniyle bitki bünyesinde yüksek derecede hareketlidir. Yaşlı organlardan genç organlara doğru hareket ettiğinden dolayı genç yapraklardaki potasyum oranı yaşlı yapraklara oranla daha fazladır. Bitkiler ihtiyaç duydukları potasyumun büyük bölümünü vejetatif gelişim döneminde alırlar. Potasyum, bitkilerin büyümesi, gelişmesi ve çoğaltılması için çok önemli bir elementtir. Potasyum bitki bünyesinde gerçekleşen birçok olayda önemli görev üstlenir. Enzimlerin aktifleşmesinde, proteinlerin yapımında, nişastanın ve şekerin aktarımında bitkiler tarafından kullanılmaktadır.

Potasyum, bitkilerin büyümesi, gelişmesi ve çoğaltılması için çok önemli bir elementtir. Potasyum bitki bünyesinde gerçekleşen birçok olayda önemli görev üstlenir. Fizyolojik faaliyetlerden, fotosentez, protein oluşumu, enzim aktif edilmesi, nişasta oluşumu ve şeker transferin de rol oynamaktadır.

Bitki hücre sağlığını sağlayarak stres faktörlerinden kuraklık karşısında bitkinin direnci artırır ve böylece yaz kuraklığının atlatılmasını sağlar. Bunun yanında donlara karşı direnci de olumlu yönde etkiler (Kantarıcı, 2000; McCauley vd., 2009).

Potasyum bitkilerde kök gelişmesini hızlandırarak, dallanma ve yan köklerin meydana gelmesini teşvik etmektedir. Ayrıca potasyum ürünlerin miktarını önemli derecede etkilemektedir. Yapılan deneme çalışmalarında belirli seviyeye kadar toprağa potasyum uygulanış ve artan potasyum miktarı ile birlikte ürün miktarında da artışlar meydana geldiği görülmüştür.

Bitkilerde kalite parametrelerinin sağlanmasında görev yapan Potasyum, hastalık ve zararlılara karşı direnç geliştirmesini sağlamaktadır. Tohumların olgunlaşmasını ve bitki toprak altı aksamının gelişimini sağlar. Potasyum klorofilin yapısında bulunmazken klorofil sentezinde görev alır. Bitkilerin yapraklarında bulunan stomaların açılıp kapanmasında görev alır. Bitki köklerini suyu almasını düzenler. Toprakta fazla oranlarda bulunan azotun meydana

getireceği olumsuzlukları en aza indirir. Potasyum erken gelişmeyi engeller ve yetersiz tohum dolgunluğu zararını gidermektedir. Bitkilerde terleme sonucu ortaya çıkan su kaybını azaltır (Boşgelmez vd., 2001; McCauley vd., 2009; Kacar ve Katkat, 2010; Karaman vd., 2012).

#### **1.2.1.4. Magnezyum Bitki Besin Elementi**

Magnezyum bitki besin elementi klorofil, pektin ve fitinin yapı taşıdır. Magnezyum, arzı ve ihtiyacı genellikle hafife alındığı için 'bitkisel üretimde unutulmuş element' olarak tanımlanabilir. Ancak özellikle fotosentez, fotoasimilatların bölünmesi, protein sentezi ve enzim düzenlenmesi gibi birçok önemli rolü nedeniyle Mg eksikliği büyüme ve verim oluşumunun bozulmasına neden olabilir (Çakmak ve Yazıcı, 2010; Şenbayram vd., 2015). Magnezyum katyon-anyon dengesinin düzenlenmesinde ve hücrelerin turgor basıncının düzenlenmesinde aktif bir iyon olarak hizmet eder (Marschner, 2012). Magnezyum fotosentetik enzimlerin uygun aktivitesi için sabit bir pH'ın korunmasına katkıda bulunur (Yuguan vd., 2009).

Magnezyum'un fotosentezdeki en yaygın bilinen işlevi, klorofil molekülünün merkezi bir atomu olmasıdır. Magnezyum aynı zamanda ATP sentezine yardımcı olur. Ayrıca fosfor gibi bazı bitki besin elementlerinin alımına yardımcı olur.

Magnezyum'un fotosentezdeki en yaygın bilinen işlevi, klorofil molekülünün merkezi bir atomu olmasıdır. Magnezyum aynı zamanda ATP sentezine yardımcı olur. Ayrıca fosfor gibi bazı bitki besin elementlerinin alımına yardımcı olur.

#### **1.2.1.5. Kalsiyum Bitki Besin Elementi**

Kalsiyum'un hücre duvarı ve membran stabilizasyonunda ki rolü büyüktür (White ve Broadley, 2003). Kalsiyum, iki değerlikli yapısı nedeniyle karboksilat grupları aracılığıyla pektin galakturonatlar arasında bir köprü oluşturarak hücre duvarlarının karakteristik yapısına katkıda bulunur (Subramanian vd., 2011). Ca, bitkinin hücre düzeyinde çevre hakkında bilgi iletmesini sağlar (Whalley ve Knight, 2013). Bu bilgi aktarımı, kuraklık veya oksidatif stres gibi çevredeki dış ortamın farklı abiyotik ve biyotik uyarılarının yanı sıra patojenler tarafından tetiklenebilir (McAinsh ve Pittman, 2009).

Kalsiyum toprak strüktürünü geliştirir iyi bir strüktüre sahip olan topraklardan daha fazla verim alınır. Kalsiyum toprak reaksiyonun ayarlar. Bitki besin elementlerinin alınmasını

ve toprakta bulunan toksik maddelerin çökmesini sağlar. Bitkileri dona karşı korur. Hastalıklara karşı bitkinin direncini artırır.

Kalsiyum, meyve ve sebzelerin kalitesinin korunmasında önemli bir rol oynar. Kalsiyum meyvelerin sertliğini korumaya, C vitamini içeriğini artırmaya, depo rezervinin bozulmasını ve çürümeyi azaltmaya ve ayrıca esmerleşmeyi azaltmaya yardımcı olur (Shukla, 2011).

## **1.2.2. Bazı Mikro Besin Elementleri**

### **1.2.2.1. Demir Bitki Besin Elementi**

Demir, eski çağlardan beri bilinen ve geçiş metallerine ait olan bitkilerin temel bir kimyasal bileşenidir. Bitkilerin yaşlı yapraklarından genç yapraklarına demir aktarılamadığından bitkiler, büyüme organlarının demir ihtiyaçlarını sürekli demir alarak karşılayabilmektedir. Diğer birçok bitki besin elementinde olduğu gibi bitkiler tarafından alınan demir doğrudan büyüme organlarına taşınır ve biriktirilir.

Demir, klorofil oluşumuna yardımcı olan bitkilerin temel bir kimyasal elementidir. Temel demir kaynakları, demir şelatları ve demir sülfatlar içeren zengin topraklardır. Demir bitkilerde solunum ve fotosentez reaksiyonlarının gerçekleşmesinde çok önemli bir görev üstlenir. Bitkilerin protein oluşumu üzerinde oldukça etkindir (Boşgelmez vd., 2001; McCauley vd., 2009; Kacar ve Katkat, 2010). Bitkilerde bulunan çeşitli enzimleri etkinleştirerek biyokimyasal aktivasyonun gerçekleşmesini sebep olmaktadır.

Enzimatik olayları hızlandırır ve bitki bünyesinde meydana gelen indirgenme ve yükseltgenme olaylarını düzenler. Bitkilerde iyon taşınımının da görev alır. Protein sentezinde görev alır. Demir noksanlığında mevcut proteinler parçalanarak ve amino asit açığa çıkar.

Klorofilin yapısında bulunmaz fakat noksanlığında klorofil miktarında düşüş görülmektedir. Bitkinin büyüme ve gelişmesi yavaşlar. Baklagillerde nodüllerin oluşumunda gerekli bir elementtir.



### 1.2.2.2. Bakır Bitki Besin Elementi

Bakır doğa da çok yaygın olarak bulunmaktadır. Bakır tarımda kullanılmasının yanında endüstride de oldukça yaygın şekilde kullanılmaktadır. Son zamanlarda ki bakır üretiminin artışına bağlı olarak doğa da bulunan bakır miktarı da artmıştır (Özkan, 2009).

Bakır, bitkiler için gerekli bir mikro besindir. Bitkiler bakırı iyon halinde alırlar. Bakır bitkiler tarafından düşük miktarda alınmaktadır. Bakır ile demir, mangan, çinko ve nikel arasında rekabet vardır. Bakır genellikle bitkilerin kök bölgelerinde yoğunlaşır. Bakır bitkilerde %99 oranında ksilem özsuğu ile taşınır floem de ise taşınma gerçekleşmez.

Birçok bitki için bakır gerekli bir besin elementi olup bitkide aşırı birikmesi sonucunda başta azot olmak üzere mineral ve elementlerin alınımına, kloroza, fotosentezin yavaşlamasına, proteinlerin metabolizmasının bozulmasına ve lipitlerin bozulmasına sebep olabilmektedir (Yruela, 2005).

Bakır protein sentezi, solunum, karbonhidrat metabolizmasında, bitki ve kök gelişimi, klorofil üretiminde etkin görev alır. Simbiyotik azot fiksasyonunun gerçekleşmesinde görev alır (Boşgelmez vd., 2001; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley vd., 2009). Bakır bitkilerin hastalık ve zararlı oluşumuna karşı dayanıklılığını artırır ve bitki rutubetinin dengede kalmasını sağlamaktadır (Plaster, 1992).

### 1.2.2.3. Mangan Bitki Besin Elementi

Bitkiler mangan'ı  $Mn^{+2}$  ve mangan şelatları biçiminde almaktadır. Manganın bitkiler tarafından alınmasında çeşitli metabolik olaylar etkindir. Bitkiler tarafından mangan alım hızı ve miktarı diğer katyonların alım miktarına ve hızına göre daha azdır (Mengel ve Kirkby, 2001; Marschner, 2012).

Toprak reaksiyonu ile mangan arasında sıkı bir bağ bulunmaktadır. pH alkalın toprakların mangan alınabilirliği çok azdır. Bundan dolayı kireç içeren topraklarda mangan noksanlığı ile yoğun bir şekilde karşılaşılmaktadır (Karaman vd., 2012)

Manganez, antioksidatif enzimlerin aktivasyonu, solunum ve fotosentez gibi olayların gerçekleşmesinde görev alır. Manganezin, ağırlıklı olarak nükleotidlerin ve yağ asitlerinin üretimini geciktiren ve fotosentez için gerekli olan çok sayıda değerli enzimi uyardığı bilinmektedir. Karbonhidratların parçalanmasına yardımcı olan ve etkin nitrojen

metabolizmasında yer alan doğal enzim sistemi ile uyumlu çalışır. Fotosentezde suyun ayrışmasında görev almaktadır. Azot'un metabolizmasında ve özümlemesinde aktif görev alır. Bitki besin elementlerinden Fe, Ca, Mg emiliminde önemli görev yapmaktadır. Klorofilin oluşumunda demir ile birlikte görev alır. Tohumların çimlenmesini ve meyvelerin olgunlaşma hızını artırır (Boşgelmez vd., 2001; Güzel vd., 2004; Gardiner ve Miller, 2008; Kacar ve Katkat, 2010).

#### **1.2.2.4. Bor Bitki Besin Elementi**

Boraks ve doğadaki organik bileşikler, topraktaki ana bor kaynaklarıdır. Bor, bitki besin maddelerinin başarılı bir şekilde kullanılmasına ve diğer bitki besin maddelerinin kontrolüne yardımcı olur. Meyve ve tohumların gelişimi için gerekli olan karbonhidrat ve şekerlerin üretimini teşvik eder.

Bor, bitkilerde çiçeklenme, hormonal aktivite, meyve verimi, hücre bölünmesi, şekerlerin taşınması, hücre duvarı yapılarının sentezi, odunlaşma, metabolizma, fenoller, karbonhidratlar, IAA, RNA, tohum çimlenmesi, polen tüpü, stomaların açılmasını düzenler ve bitkilerin kuraklığa karşı dayanıklılık kazanmasını sağlar.

Bor'un bitkide asıl görevi hücre duvarının oluşması, hücre bölünmesi ve uzamasında ve RNA sentezinde önemli bir element olmakla birlikte eksikliğinde protein sentezi olumsuz etkilenmektedir. Bor, bazı enzimler için kofaktördür. Bitki içerisinde bulunan şekerlerin hareketliliğinde ve karbonhidrat metabolizmasında görev alır (Boşgelmez vd., 2001; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley vd., 2009; Karaman vd., 2012).

#### **1.2.2.5. Çinko Bitki Besin Elementi**

Bitkiler toprak çözeltisinde çözülmüş olan çinkoyu  $Zn^{+2}$  iyonu şeklinde alırlar. Bitkide çok fazla hareketli değildir. Bitkilerde sınırlı hareket etmesine rağmen demir, bor, molibden'den daha fazla hareketlidir (Güneş vd., 2010).

Çinko, şeker tüketimini düzenlediği için karbonhidrat dönüşümlerine yardımcı olan bitkilerin önemli bir kimyasal bileşenidir. Çinko toprakta zamanla çözünmez bileşikler haline gelir. Çinkonun çözünmez bileşikler oluşturması alkalın topraklarda görülmektedir. Ancak nötr ve hafif asit topraklarda bu bileşiklerin alınabilir forma dönüşüp toprak çözeltisine geçmektedir. (Kantarıcı, 2000; Özbek vd., 2001).

Çinko çeşitli enzimlerin yapılarında bulunur ve birçok enzimi aktifleştirir. Çinko, bitkilerin farklı bileşenlerinin gelişimini düzenleyen enzim sistemlerinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Çinko şelatları, çinko sülfatlar ve çinko oksitler topraktaki çinkonun temel kaynaklarıdır. Çinko karbonik anhidraz, alkolik dehidrojenaz, süperoksit, dismutaz, laktaz dehidrojenaz, aldolaz, fosfataz, DNA, RNA polimeraz , IAA sentezinde ve gibberelik asit metabolizmasında yer almaktadır. Çinko büyüme hormonlarının üretim için en gerekli bitki besin elementidir. İnternodun uzamasında çinko önemli bir rol almaktadır (Kantarcı, 2000; Boşgelmez vd., 2001; Gardiner ve Miller, 2008; McCauley vd., 2009).

### **1.2.3. Bazı Ağır Metaller**

#### **1.2.3.1. Kurşun Ağır Metali**

Taşıtlarda kullandığımız yakıtlardan kaynaklanan tetra etil kurşun çevre kirliliğine neden olmaktadır. Endüstriyel atıkların sulara karışması sonucu deniz canlılarına da kurşun bulaşmış olur. Ulusal ve uluslararası araştırmalar göstermektedir ki Pb trafik kaynaklı, sanayi kaynaklı olmakla birlikte kurşun elde etme fırınları, pirinç imalathaneleri, kurşun oksit imalathanelerinin neden olduğu görülmektedir.

Kurşun toprak ve bitkilerde az miktarda bulunur. Genellikle yer yüzünde daha fazla bulunan kurşun miktarı yer altında daha düşük seviyelerdedir. Bitkilerde doğal olarak bulunan kurşun miktarı 5 ppm'in altında bulunmaktadır. Bitkiler tarafından alınan kurşun daha çok bitkinin köklerinde birikir, toprak üstü aksamlarında ise birikim olmaz. Bu durum kök gelişimini azaltır ve besin alımını etkiler.

Kurşunun tarımsal üretimde ihtiyaç duyulan bir element değildir. Topraklar kurşunu 15-40 mg/kg olarak içermektedir. Bu miktarı 150 mg/kg'ı geçtiğinde halk sağlığı ve bitkisel üretim için tehlikelidir. Kurşun miktarı 300 mg/kg'ı aştığında ise insan sağlığı açısından tehlikeli olmaktadır. Kurşun hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini negatif yönde etkiler. Bu durum stoma hareketini ve yaprak alanını azalttığından dolayı bitki su rejiminde etkilenir.

#### **1.2.3.2. Kobalt Ağır Metali**

Kobalt doğada yaygın olarak bulunur. Özellikle kaya, toprak, bitki, hayvan ve okyanus diplerindeki yumrulara düşük miktarlarda bulunmaktadır.

Kobalt tarımsal üretimde fonksiyonel bitki besin elementlerindedir. Genellikle tarım yapılan topraklarda bulunması halinde bitkilerin azot ihtiyacını karşılamada destekçidir. Ancak tarım topraklarında aşırı miktarda bulunması halinde toksisiteye neden olmaktadır. Bu sebeple ekstrakte edilebilir kobalt miktarı bitkisel üretim için önemlidir. Topraklarda ekstrakte edilebilir sınır değeri  $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu literatürde bildirilmiştir. Bu değer üzerinde bitkilerde toksisiteye neden olmaktadır (Carrigan ve Erwin, 1951).

Bitkilerde kobalt fazlalığında yaprakların dökülmesi, renksiz damarlar oluşması, yaprakların erken kapanması, çekirdeklerin ağırlığının azalması, bitkilerin yeşilliğinin önlenmesi gibi toksik etkiler meydana gelir (Adiloğlu, 2013).

### **1.2.3.3. Alüminyum Ağır Metali**

Doğada ki tüm bitkilerde alüminyum bulunmaktadır. Bitkileri alüminyum biriktiren ve biriktirmeyen olarak gruplandırabiliriz. Fakat büyük bölümü alüminyum biriktirmeyen bitkiler grubundadır. Alüminyum bitkiler tarafından  $\text{Al}^{+3}$  şeklinde alınır. Kökler tarafından alınan alüminyum daha çok kök epidermsilerinde, yan köklerde ve kök uçlarında birikir (Tepper vd.,1989).

Alüminyum bitki köklerinde, sürgünlerde ve yaprakların yapısında birçok değişikliğe neden olmaktadır. Bitkilerde alüminyum stresinin ana belirtisi, köklerin uzamasının engellenmesi şeklinde ortaya çıkar. Alüminyum'un kök uzamasına etkisi bitki türüne, büyüme ortamının özelliklerine, Alüminyum iyonlarının miktarına ve maruz kaldığı süreye bağlı olarak değişir. Alüminyum toksisitesinden ilk etkilenen bitkilerin hücre çeperleridir. Bitkilerde Alüminyum toksisitesinin hedef organı ise köklerdir. Alüminyum çok kısa süre içerisinde kök sistemine zarar verir. Besin ve suyun alınmasında ve taşınmasında yavaşlamaya ve hasara sebep olur (Singh vd., 2017).

### **1.2.3.4. Nikel Ağır Metali**

Bitkiler Nikel'e mutlak gerekli besin elementlerine oranla daha az ihtiyaç duyarlar. Nikel bitkiler tarafından  $\text{Ni}^{+2}$  şeklinde alınmaktadır. Floem ile nikel yapraklardan genç dokulara ve büyüme uçlarına aktarılır. Nikel bitkide en çok köklerde toplanır. Nikel toprakta kolaylıkla hareketli hale gelebilen fonksiyonel bir element olmakla birlikte yüksek düzeylerde ağır metal olarak toksisiteye neden olmaktadır. Ni organik madde tarafından absorbe edilebilmesi sebebiyle inaktif hale gelebilir. Toprak profilinde Ni anamateryal, organik madde

içeriği vb parametrelere bağılı olarak değişkenlik göstermektedir. Bitkiler de ise nikle tohumlarının çimlenmesi esnasında ihtiyaç duymaktadır. Nikel, ayrıca kofaktör olarak katalaz, üreaz enziminin aktif hale gelmesinde görev yapmaktadır. Bununla birlikte baklagillerde azot metabolizmasında fonksiyonel element olarak görev yapmaktadır. (Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009; McCauley vd., 2009; Kacar ve Katkat, 2010; Karaman vd., 2012).



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Son 5 Yılda Kanola ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Davran Çağlar (2020) yaptığı tez çalışmasında, toprak düzenleyici bazı polimerlerin bitki besin elementi alımına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kanola ve jüt bitkilerinin NPK alımına polimer çeşidinin etki etmediğini belirtmiştir. Polimer dozu killi topraktaki jüt bitkisinin azot içeriğine pozitif yönde etki ettiğini saptamıştır. Polimer çeşidinin bitkilerin fosfor içeriği üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını saptamıştır. Çalışmada genel olarak PAM ve PVA polimerlerinin, gübrelerin yararlılığını arttırdığı sonucuna varmıştır.

Oladaskari vd., (2020) yaptıkları çalışmada kanola'ya biyolojik ve kimyasal azotlu gübreleri farklı yöntemlerle birlikte uygulayarak verim ve çeşitli verim parametreleri üzerinde ki etkilerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü bölünmüş parseller denemesi yapılmıştır. Parsellere %100 üre, %70 üre artı 100 g Azotobacter ve %50 üre artı 100 g Azotobacter uygulamaları yapılmıştır. Varyans analizlerinin sonucunda üre gübresi ve azotobacter uygulamasının harnup sayısı, tane verimi ve protein yüzdesi üzerinde olumlu etkileri olduğunu saptamıştır. %70 üre artı azotobacter uygulamasının kanola da yağ miktarını arttırdığını saptamıştır. Çalışmada genel olarak üre ile azotobacter kullanılmasının kanola da %33 oranında kalite artışı sağladığı ve maliyetleri %30 oranında düşürdüğü sonucuna varmışlardır.

Özkan (2019) yaptığı tez çalışmasında, Kahramanmaraş ilinde bazı kanola (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin verim ve verim parametreleri ortaya konulması amaçlamıştır. Yaptığı çalışma sonucunda bütün çeşitlerin kalıtsal yapısının ve işlevsel özelliklerinin birbirlerinden farklı olduğunu tespit etmiştir. Bundan dolayı yetiştirildikleri hava ve ortam koşullarına gösterdikleri reaksiyonlar farklı olmuştur. Çeşitler arasında bulunan farklılıklar ve incelenen coğu nitelik açısından istatistiki olarak mühim bulunmuştur. Yapılan bir yıllık araştırmanın sonucunda ES Hydromel çeşidinin Kahramanmaraş'ın doğal koşullarında kış ekim dönemi için önerilebileceği kanısına varılmıştır.

Çakır (2019) yaptığı tez çalışmasında, Gaziantep bölgesinde farklı kışlık kanola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) çeşitlerinin toprağın agregat stabilitesine ve makro mikro besin elementlerine etkisi ile kanola bitkisinin verim özelliklerinin araştırılması amaçlamıştır.

Bu doğrultuda yapılan çalışmada kanolanın toprak pH'sını etkilemediğini ortaya koymuştur. Toprakta ki organik madde miktarına olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Özen (2019) yaptığı tez çalışmasında, bor stresi uygulanmış kanola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) bitkilerinde selenyumun iyileştirici etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Elde edilen veriler literatür bilgisi ile hem çelişmekte hem de doğrulamaktadır. Selenyum'un doğrudan koruyucu etkisi olduğu söylenememektedir. Ancak çalışma gelecekteki çalışmalar için temel bilgi sağlamıştır.

Dinç (2018) yaptığı tez çalışmasında, 2014-2015 ve 2015-2016 yıllarında ADÜ Ziraat Fakültesi deneme ve çalışma alanlarında iki kanola çeşidinde (NK Petrol ve NK Caravel) farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarlarının büyüme parametrelerine, verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Verim ve verim komponentleri birlikte değerlendirildiğinde erken ekimlerde Petrol, buna karşın geç ekimlerde Caravel çeşidinin daha üstün olduğu kararına varılmıştır. Büyük Menderes Havzası'nda yapılacak kanola tarımında erken ekim yapılacak alanlarda Petrol geç ekim yapılacak alanlarda Caravel çeşidi önerilebilir.

Yılmaz (2017) yaptığı tez çalışmasında, Tekirdağ'da yetiştiriciliği yapılan kanola bitkisine çeşitli derecelerde kükürlü gübre uygulanmasının, kalite ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlamıştır. Sonuç olarak bilhassa Trakya topraklarında yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan kanola için mühim elementlerden biri olan kükürt'ün bitkilere faydalı miktarı toprak ve bitki analizleri ile belirlenmelidir. Kanola da kükürt eksikliğinde ürünlerin miktarında ve niteliklerinde azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir. Bu yüzden toprakta ve bitkide bulunan S miktarının tespit edilmesine gereksinim vardır. Yağlı tohumlu bitkilerde yağ oluşmasında kükürt önemli bir besin elementidir ve yağ içeriği ile kükürt miktarı arasında doğrusal bir bağlantı bulunmaktadır. Yapılan bu çalışma da artarak uygulanan kükürlü gübre uygulamalarının kanola bitkisinin tohumlarının yağ oranlarında artış sağladığı gözlemlenmiştir.

Jankowski vd., (2016) yaptıkları çalışmada kışlık kanola bitkisine yapraktan uygulanan bor'un verim ve kalite üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bunun için kuzey doğu Polonya'da orta düzeyde bor bulunan toprak üzerinde yürütülen 3 yıllık bir saha deneyi yapmışlardır. Yapraktan düşük ve yüksek dozlarda bor uygulamışlardır. Düşük bor uygulamalarında %3, yüksek bor uygulamalarında ise verimde %4 kadar artış meydana

geldiğini saptamışlardır. Bu çalışma sonucunda borlu gübrelerin kanola'nın besin değerlerini iyileştirdiği bunun yanında yem değerlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

## 2.2. Jeostatistiksel Haritalar

Jeostatistiksel yöntemler, Krige ve Matheron tarafından ilk olarak maden yataklarında meydana gelen değişikliklerin tahmin edilmesinde kullanılmıştır. 1960'lı yıllarda uygulanmaya başlayan jeostatistiksel yöntemler yeraltı suyu ve yüzey hidrolojisi, jeofizik mühendisliği ve deprem bilimi, kirlilik kontrolü ve jeokimyasal araştırmalar vb birçok alanda uygulanmaktadır (Journel ve Huijbregts, 1991). Son yıllarda ise çevre bilimlerinde özellikle de toprak verilerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Mevkilerine göre ve hatta kısa mesafelerde bile toprakların özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. (Trangmar vd., 1985). Bundan dolayı bilim adamları mevkisel bağımlılığın analizinde jeostatistiksel yöntemlerin kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Journel ve Huijbregts, 1991).

Jeostatistiksel yaklaşımlarda mekânsal bağımlılık varsa rastlantısal iki örnek arasındaki bir noktanın bilinmeyen değerinin büyüklüğü, bu iki örnek noktası arasındaki uzaklığın (yöne bağlı da olabilir) bir fonksiyonu olarak belirlenir. Bu nedenle noktalar arasındaki krigleme ağırlık hesapları, mekânsal sürekliliği olan değişkenlerde, örneğin toprak özelliklerinde, en yakın noktaların benzer olma ihtimali yaklaşımıyla belirlenir (Clark 2001).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Bölgesi Bilgileri

Araştırma alanlarına ait bazı bilgiler Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanlarına ait bazı bilgiler

Sıra No	Mahalle	Koordinatlar Enlem Boylam	Alan (da)	Kuru/Sulu
1	Osmanlı	41.0687 27.4272	87,373	Kuru
2	Nusratfakı	40.9507 27.3341	74,766	Kuru
3	Gündüzlü	41.0677 27.5110	29,499	Kuru
4	Kayı	41.0325 27.5044	84,55	Kuru
5	Taşumurca	40.9841 27.1955	48,205	Kuru
6	Akçahalil	40.9073 27.2049	28.850	Kuru
7	Aşağıkılıçlı	40.9562 27.3563	26,350	Kuru
8	Karacakılavuz	41.1485 27.3733	40,497	Kuru
9	Yayabaşı	40.9328 27.4081	83,291	Kuru
10	Banarlı	41.0450 27.3440	55,00	Kuru
11	Nusratlı	40.9602 27.4339	52,859	Kuru
12	Karahisarlı	40.9517 27.4009	64,804	Kuru
13	Otmanlı	40.9460 27.2262	25,008	Kuru
14	Kazandere	41.0427 27.2161	159,3	Kuru
15	Husunlu	41.0641 27.6157	51,037	Kuru
16	Oğuzlu	40.8734 27.2176	45.500	Kuru
17	Gazioğlu	40.9934 27.6211	52.490	Kuru
18	Yağcı	40.9802 27.4470	31,234	Kuru
19	Karaevli	41.0115 27.6844	51,523	Kuru
20	Ortaca	41.0671 27.2631	38,098	Kuru

Marmara bölgesinin Trakya bölümü topraklarında bulunan Tekirdağ ili, 48°36'-41°31' kuzey paralelleri ile 26°43'-28°08' doğu meridyenleri arasında yer alır. Doğusunda İstanbul, batısında Çanakkale ve Edirne, kuzeyinde Kırklareli illeri, güneyinde ise Marmara denizi bulunur. Tekirdağ ilinin yüzölçümü 621788 ha, deniz seviyesinden yüksekliği ise merkezde 10 metre iken il genelinde ise 0-200 metre arasındadır. Tekirdağ ili 2012 yılında resmî gazetede yayınlanan 6360 sayılı kanunun ile Tekirdağ Belediyesinin mahalleleri merkez ilçe (Süleymanpaşa) olarak yer almıştır. Süleymanpaşa merkez ilçesinin kuzeyinde Muratlı ve Hayrabolu ilçeleri, doğusunda Çorlu ilçesi, batısında Malkara ilçesi ve güneybatısında Şarköy ilçeleri bulunmaktadır. Süleymanpaşa'nın büyük bölümü bozkır bitki örtüsüne sahiptir. Marmara Denizi'ne bakan yamaçlar maki ve fundalıklarla kaplıdır. Yer yer karasal iklim görüldüğü iç bölgelerde bitkisel örtü olarak meşe, dişbudak, gürgen, çınar, ıhlamur ve karaağaçlara rastlanmaktadır. Akarsu boylarında ise karakteristik olarak görülen ağaç ise söğüttür. Süleymanpaşa topraklarının %5'i çayır ve mera, %77'si ise ekili-dikili alanlardan oluşmaktadır. Süleymanpaşa merkez ilçesi topografik olarak eğimli bir toprak yapısı görülmektedir. Yeryüzünün bütün şekillerine rastlamak mümkündür. Süleymanpaşa'nın 12 km güneyinde Kumbağ başlayan Ganos Dağları, Gelibolu Yarımadası'na kadar uzanmaktadır (Anonim, 2021a).

### **3.2. Süleymanpaşa İlçesi İklim Verileri**

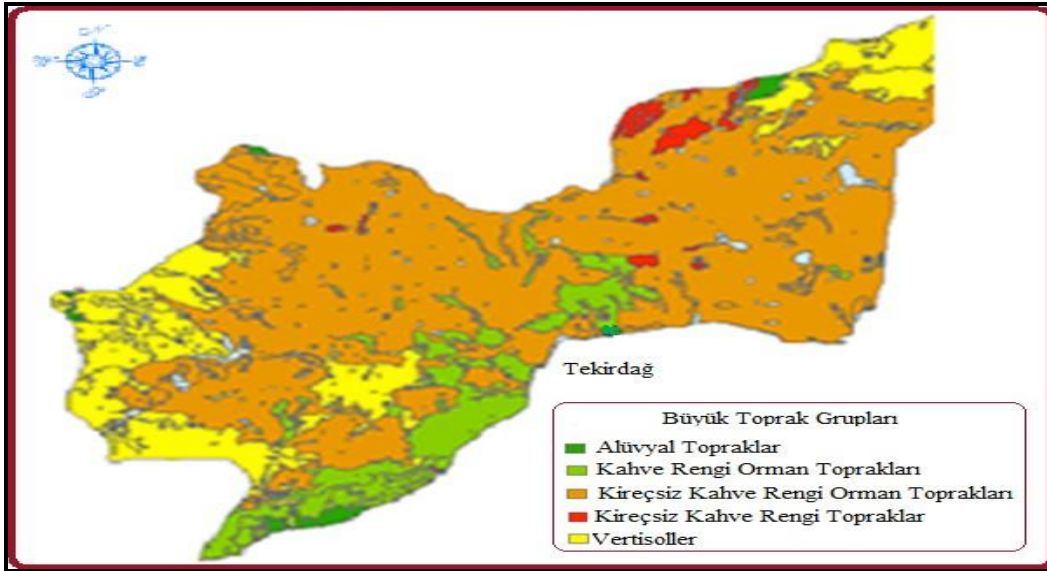
Süleymanpaşa İlçesi nem ve sıcaklık olarak değerlendirildiğinde; yarı nemli ve ılıman bir iklim seyretmektedir. Süleymanpaşa ilçesi iç bölgelerinde karasal iklim görülürken, Marmara kıyılarında Akdeniz iklimi görülmektedir. İç kısımlardan kıyı kesimlere doğru inildikçe yazları yağışın biraz daha arttığı kışları ise daha ılıman geçtiği iklim verileri ile ortaya konulmaktadır. Nemlilik indeksinde yarı nemli, yağış rejiminde ise Akdeniz yağış rejiminde yer almaktadır. Tekirdağ ilinin 2020 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından ölçülen bazı iklim verileri çizelge 3.1.de verilmiştir. Kanola yetiştirme periyodundaki iklim verileri değerlendirildiğinde ortalama sıcaklık değeri 10,8 ile 25 °C derece arasında değişmiştir. Yağış miktarı ise 1,4- 0,0 mm arasında değişmiş ve yılın en yüksek yağış miktarı da yine ekim periyodunda Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Toprak sıcaklığı ise 12,9 ile 30,9 °C derece arasında meydana gelmiştir. Kanola yetiştirme süresindeki iklim verileri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tekirdağ'da 2020 yılına ait ölçülen bazı iklim verileri (Anonim, 2021b)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	3,4	3,2	3,4	4,7	4,0	5	6,0	2,1	1,1	0,5	0,8	0,2
Ortalama Sıcaklık oC	5,8	7,8	9,6	10,8	16,6	22	24,8	25	23,4	18,5	12,0	11,3
Ort.Yağış(mm)	1,0	1,9	0,8	1,4	3,1	2	0,0	0,2	0,4	1,6	0,0	1,2
Ort. Toprak Sıcaklığı oC	5,5	7,4	9,9	12,9	19,5	23,2	30,5	30,9	27,7	20,6	12,7	9,9
Ortalama Toprak nemi	25,9	30,2	30,4	30,6	32,6	34,2	30,1	26,9	24,2	29,7	25,9	27,4

### 3.3. Süleymanpaşa İlçesi Toprak Özellikleri

Süleymanpaşa ilçesi Alüvyal topraklar, Kireçsiz Kahverengi orman toprakları, Kahverengi orman toprakları, Vertisoller, Kireçsiz kahverengi topraklar ve olmak üzere beş büyük toprak grubuna sahiptir. Süleymanpaşa'nın birçok kırsal mahallesinde ise yaygın olarak vertisoller bulunmaktadır. Büyük toprak gruplarına ait harita bilgisi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3. 1. Tekirdağ ili büyük toprak grupları haritası (Ekinci, 1990)

Süleymanpaşa'nın tarım yapılan toprak miktarı yaklaşık olarak 720 bin dekar civarındadır. Bu miktarın büyük bölümünde hububat ve yağlı tohumlu bitkilerin üretimi

gerçekleştirilmektedir. 2021 yılında Süleymanpaşa da yaklaşık 18 bin dekar alanda kanola üretimi yapılmıştır (Anonim, 2021c).

### 3.4. Kanola Bitkisi Örneklerinin Alınması

Kanola'nın gelişme dönemine denk gelen Nisan ayı içerisinde örneklemeler. Parsel'in tamamını temsil edecek şekilde çeşitli yerlerinden Jones vd., (1991) belirtildiği üzere bitkilerin üstten 5.yaprak ayası koparılarak yeterli sayıda bitki örneği alınarak etiketlenmiştir. Yapılan araştırma ile ilgili olarak örneklem noktalarına ait görseller Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3. 2 Araştırma alanlarından örneklem

### 3.5. Kanola Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması

Yeterli sayıda alınan ve bitki numuneleri üzerinde toz, çamur vb maddelerden arındırılması için saf suda yıkanmış sonra kurutulmuş ve öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

### 3.6. Bitki Analizleri

#### 3.6.1. Bitkide Toplam Azot

Analize hazır hale getirilen bitki örneklerinin içerdikleri Azot miktarları Kjeldahl yöntemi kullanarak ölçülmüştür (Kacar ve İnal, 2010).

### **3.6.2. Bitkide Makro, Mikro ve Ağır Metal Analizleri**

Analize hazır hale getirilen bitki örneklerinin içerdikleri Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Çinko, Mangan, Bor, Alüminyum, Kurşun, Nikel, Kobalt miktarları yaş yakma yöntemi ile elde edilen ekstraktlar daha sonrasında İndüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi cihazı ile okutularak tespit edilmiştir (Kacar ve İnal, 2010).

Kanola bitkisinin analiz sonucundaki içerikleri yeterlilik, fazlalık ve noksanlıkları (Jones vd, 1991)' e göre incelenmiştir.

### **3.7. Toprak Analizleri**

#### **3.7.1. Toprak Reaksiyonu**

Survey alanlarından alınan toprak numunelerinin pH değerleri saturasyon çamurundan pH ölçer yardımıyla ölçüldü (Sağlam, 2012).

#### **3.7.2. Toprak Tekstürü**

Araştırma alanlarından alınan toprak numunelerinin tekstür tayini Bouyoucus hidrometre yöntemiyle yapılmıştır. (Demiralay, 1993).

#### **3.7.3. Kireç Miktarı**

Survey alanları toprak numunelerinin içerdikleri kireç miktarı volümetrik olarak Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüştür (Sağlam, 2012).

#### **3.7.4. Organik Madde Miktarı**

Araştırma alanları toprak numunelerinin içerdiği organik madde miktarı Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Sağlam, 2012).

#### **3.7.5. Yarayırlı Fosfor**

Araştırma alanlarından alınan toprak numunelerinin bitkilere faydalı fosfor miktarları Olsen metodu ile hazırlanıp ICP-OES ile okutularak belirlenmiştir (Sağlam, 2012).

### **3.7.6. Değişebilir Potasyum**

Araştırma alanlarından alınan toprak numunelerinin değişebilir potasyum miktarı Sağlam (2012) göre  $\text{NH}_4\text{-OAc}$  metodu ile çözeltiye alınıp ICP cihazında okutularak belirlenmiştir.

### **3.7.7. Kalsiyum ve Magnezyum Analizi**

Araştırma alanlarından alınan toprak numunelerinin kalsiyum ve magnezyum içerikleri 1N Amonyum Asetat yöntemi ile ön işlem hazırlıkları yapıldıktan sonra ICP-OES ile okutularak belirlenmiştir (Sağlam, 2012).

### **3.7.8. Bazı Yarayışlı Mikro Elementler**

Araştırma alanlarından alınan toprak numunelerinin mikro besin elementlerinin analizi için 0,005 M DTPA+ 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  + 0,1 M TEA (pH 7,3) ile ekstrakt çıkartılmış (Lindsay ve Norvell, 1978) göre yarayışlı Demir, Bakır, Çinko, Mangan ve Bor miktarları ICP-OES cihazı ile okunarak belirlenmiştir.

### **3.7.9. Bazı Ağır Metaller**

Araştırma alanlarından alınan toprak numunelerinin ağır metal analizleri için 0,005 M DTPA+ 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  + 0,1 M TEA (pH 7,3) ile ekstrakt çıkarılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978). Çözeltideki alüminyum, kobalt, nikel, kurşun içerikleri ICP-OES cihazında okutularak belirlenmiştir.

### **3.7.10. Jeostatiksel Haritalar**

Çalışmada Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinden tesadüfi olarak belirlenen 20 noktadan alınan toprak numunelerinde Organik madde, pH, Kireç, Ec, Azot, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Mangan, Çinko, Bor, Kurşun, Nikel, Kobalt, Alüminyum içerikleri saptanmıştır. Bu doğrultuda tespit edilen noktalardan numuneler alınırken GPS ile de koordinatlar tespit edilmiştir. Çalışma noktaları olarak tespit edilen Süleymanpaşa ilçesinin, Osmanlı, Nusratfakı, Gündüzlü, Kayı, Taşumurca, Akçahalil, Aşağıkılıçlı, Karacakılavuz, Yayabaşı, Banarlı, Nusratlı, Karahisarlı, Otmanlı, Kazandere, Husunlu, Oğuzlu, Gazioğlu, Yağcı, Karaevli ve Ortaca mahallelerinden 0-30 cm derinlikten

toprak örnekleri alınmıştır. Jeostatistiksel modelleme ile noktasal verilerin alansal dağılımları belirlenmiştir. Bu amaçla ArcMAP 10.2 yazılımında yer alan ve verilere en uygun olduğu belirlenen Inverse Distance Weighted (IDW) interpolasyon modellemesi kullanılarak bazı toprak özellikleri, makro element, mikro element ve bazı ağır metal içeriklerinin ilçe düzeyinde alansal dağılım haritaları oluşturulmuştur.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

##### 4.1. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanlarının Bazı Toprak Özellikleri

Araştırmaya konu olan Tekirdağ ili Süleymanpaşa İlçesi tarım alanlarında yetişen Kanola tarımsal ürününe ait bazı toprak verileri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kanola bitkisi örnekleme alanlarının bazı toprak özellikleri

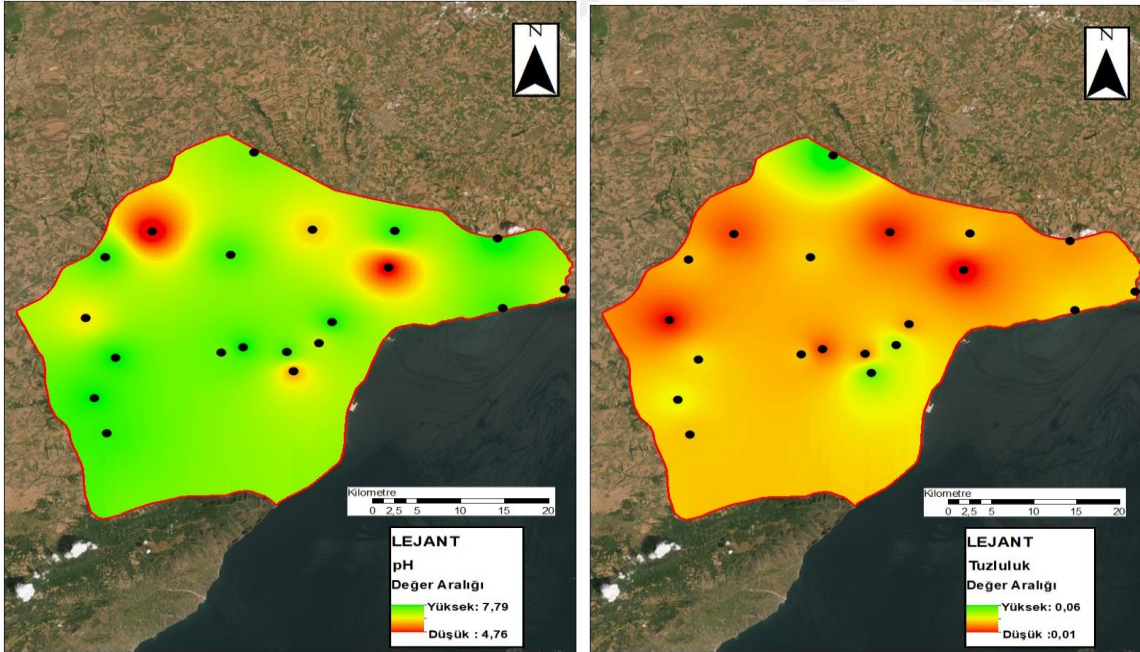
Sıra No	pH	Tuz(%)	Org.Mad.(%)	Tekstür Sınıfı	Kireç (%)
1	6,15	0,01	1,71	Kumlu Killi Tın	Eseri
2	7,33	0,03	1,54	Tın	1,31
3	7,63	0,03	1,94	Killi Tın	3,35
4	4,95	0,01	1,14	Kumlu Tın	Eseri
5	6,31	0,01	2,17	Tın	Eseri
6	7,70	0,04	1,85	Killi Tın	9,96
7	7,74	0,02	1,14	Tın	6,45
8	7,20	0,06	2,45	Killi Tın	1,47
9	5,90	0,05	2,56	Killi Tın	Eseri
10	7,55	0,03	1,17	Tın	8,49
11	6,79	0,04	1,97	Killi Tın	Eseri
12	7,54	0,03	0,88	Killi Tın	8,00
13	7,72	0,03	1,74	Killi Tın	9,22
14	7,60	0,03	1,80	Killi Tın	20,66
15	7,80	0,03	1,74	Kumlu Killi Tın	3,51
16	7,59	0,03	1,94	Killi Tın	4,98
17	7,52	0,03	1,77	Killi Tın	2,61
18	7,68	0,03	2,22	Tın	9,88
19	6,75	0,03	1,99	Tın	Eseri
20	4,76	0,02	2,34	Tın	Eseri



Yapılan survey çalışmasında 20 adet toprak örneğinin pH değerleri, tuz içerikleri, organik madde, tekstür sınıfı ve kireç içerikleri sınır değerlerine (Adiloğlu 2013) göre değerlendirilmiştir.

Dünyada ekonomisinde katma değeri yüksek olan yağ bitkilerinden biridir. Kanola hem enerji hem endüstri bitkisi ve biyodizel üretimi nedeniyle dünya tarımında üretiminde artış görülmüştür. Kirlilik giderimde kullanılan Kanola'nın özellikle yazlık çeşitlerinin kullanılması tarımsal rekabete girdiği beslenmenin temel maddesini oluşturan buğday bitkisi arasında tercih yapılmadan kullanılmasını sağlayacaktır. Kanola bitkisinin biokütlesi yüksek olması kirlilik gideriminde kullanılmasını ve bünyesinde kirlilik etkenlerini akümüle etmesi nedeniyle kullanılan bitkiler arasındadır (Adiloğlu 2018; Tikoalu vd., 2020; Gürkan ve Adiloğlu 2020; Adiloğlu ve Gürkan 2020).

Çizelge 4.1'e göre 20 adet nokta da tekstür sınıfı tın,killi tın,kumlu killi tın olarak değişmektedir. Buna göre toprakların %35'i tın, %50'si killi tın %15'i ise kumlu killi tın tekstür sınıfındadır. Örnekleme alanlarına ait pH ve EC değerlerine ilişkin Jeostatistiksel harita ile Şekil 4.1.'de verilmiştir.

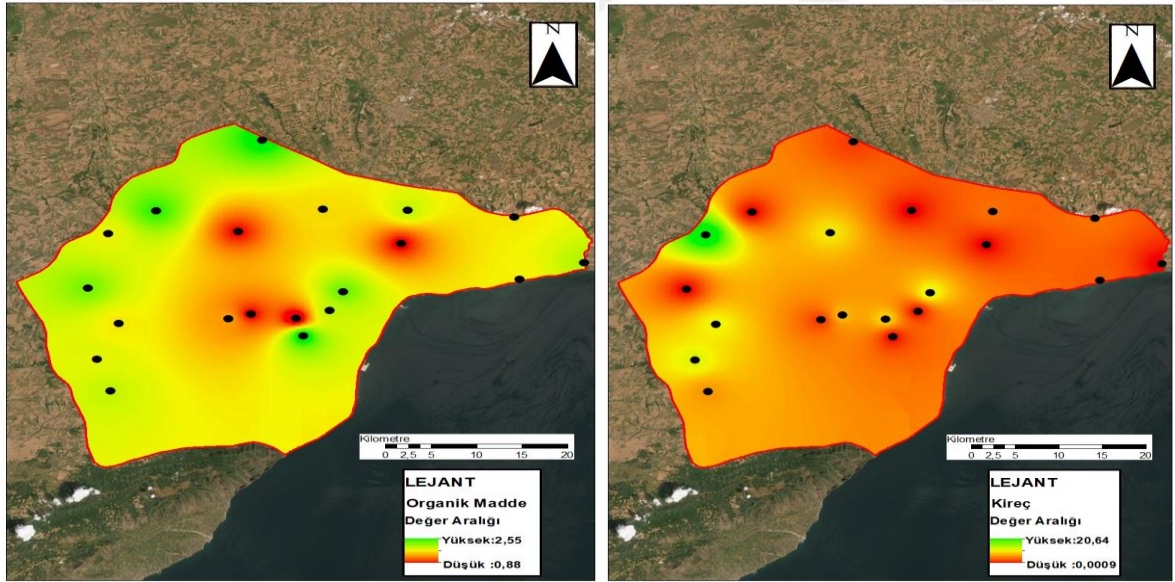


Şekil 4. 1. Örnekleme noktalarının pH ve EC değerlerinin Jeostatistiksel model haritaları

Şekil 4.1. ve Çizelge 4.1'e göre 20 adet nokta da pH 4,76 ile7.79 arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %10'u orta asit, %15'i hafif asit, %20'si nötr, %55'i ise

hafif alkalin karakterlidir. % Tuz miktarı %0,01 ile %0,06 arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100 tuzsuz sınıfındadır. Toprak pH'sı tarımsal açıdan istenilen sınıf olarak nötr pH bitki besin elementleri açısından alınabilirliği açısından en verimli aralıktır. Asit ve alkalin topraklarda makro elementlerden özellikle fosfor elementi inaktif hale gelmektedir. Alkalin topraklarda buna ek olarak mikro bitki besin elementleri alınabilirliği düşmekte olduğu literatürde ifade edilmektedir. Asit topraklarda başta azot olmak üzere potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi elementler yıkanma, antagonist ilişkilerle yetersizliği ortaya çıkmaktadır (Sağlam, 2012; Karaman vd., 2012)

Bitkilerin mikro elementlerden faydalanmasını belirleyen en mühim faktörlerden biri toprak reaksiyonudur. Toprak pH'sının toprakların faydalı mikro besin elementli kapsamları üzerine olan etkileri değerlendirildiğinde; demir, bakır, çinko, mangan gibi metalik mikro elementlerin yayışlılığı düşük pH'larda artmakta ,yüksek pH'larda ise bu besin elementlerinin eksiklikleri ortaya çıkabilmektedir. Topraklardaki faydalı demir, bakır, çinko ve mangan miktarları bu elementlerin toplam miktarının çok az bir parçasını oluşturmaktadır (Sungur vd., 2012; Adiloğlu ve Sağlam, 2015; Koca vd., 2019). Kanola örneklem alanlarının organik madde ve kireç içerikleri Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4. 2. Örneklem noktalarının organik madde ve kireç değerlerinin jeostatistiksel modelleri

Şekil 4.2. ve Çizelge 4.1'e göre 20 adet nokta da organik madde miktarı %0,88 ile %2,55 arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %5'i çok az, %70'i az %25'i ise orta derecede organik maddeye sahiptir. Kireç miktarı eseri ile %20,64 arasında değişmektedir.

Buna göre toprakların %35 kireçsiz, %30'u kireçli, %30'u orta kireçli, %5'i ise fazla kireçlidir.

Sürdürülebilir toprak verimliliğinin en önemli verilerinden biri olan toprak organik madde içerikleri tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini ve verimlilik parametrelerini etkilemektedir. Toplamda %75 gibi yüksek oranda yetersiz olan kanola ekim alanlarındaki organik madde içerikleri verimdeki düşüğe en büyük sebeplerden biridir. Uzun vadede organik ve biogübrelerle organik madde içeriğinin (%5-3)arasında ki değere çıkarılması gerekmektedir.

Özellikle toprakların fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerinin üzerinde temel etkindir. Yeterli organik madde varlığı bitki besin elementi kapasitesinde yeterli olmasını sağlayacaktır. Ayrıca toprakların tekstürel fraksiyonunun özellikle ağır bünyeli toprakların hava su dengesinin sağlanmasında rol oynamaktadır. Diğer yandan bitki besin elementlerinin alınabilir forma gelmesini sağlayan mikroorganizmanın besin ve enerji kaynağıdır (Karaman vd., 2012)

#### **4.2. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanı Topraklarının Bazı Makro Element İçerikleri**

Bitki köklerinde besin elementi alımı üç temel aşamada gerçekleşir; \*: Bitki besin elementleri rizosfer bölgesine taşınması ve kitle akışı, difüzyon ile kök yüzeyine taşınması \*: Bitki besin elementlerinin apoplastik ve simplastik yol ile kök içerisine girmesi. \*: Kök içine giren bitki besin elementlerinin ksilem ve floem borucukları ile yerlere taşınmasıdır. Bitki besin elementlerinin toprağın katı fazından kök yüzeyine taşınmasında Kesişme ve Temas Değişimi (Kontakt Değişim) ile 'Karbonik Asit Kuram olmak üzere iki temel kuram görev almaktadır. Kesişme ve temas kuramı; besin elementinin kök bölgesine taşınmasından ziyade, köklerin besin elementi ile temas alanı oluşturması esasına dayanır. Buna göre katyon değişimi için gerekli  $H^+$  iyonu kaynağının kök yüzeyleri olduğu kabul edilmektedir. Kil yüzeyinde adsorbe edilmiş katyonlar ( $K^+$ ,  $NH_4^+$  gibi) tutulma gücüne bağlı olarak belli bir titreşim içerisinde hareket halindedir. Kil kolloidlerinde adsorbe edilmiş katyonlar ile kök yüzeyinde adsorbe edilmiş katyonların titreşim alanlarının kısmen çakıştığı bölgede doğrudan katyon değişimi olmaktadır. Aynı yöntem anyon değişimi ve çözeltideki anyonların kök yüzeyinde tutulmaları için de geçerlidir (Karaman vd., 2012; Adiloğlu, 2013).

Araştırmaya konu olan Tekirdağ ili Süleymanpaşa İlçesi tarım alanlarında yetişen Kanola tarımsal ürününe ait bazı makro element içerikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yapılan sörvey çalışmasında 20 adet toprak örneğinin azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum içerikleri sınır değerlerine (FAO, 1990; Ülgen ve Yurtsever, 1995; Adiloğlu, 2013) göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2. Kanola bitkisi örnekleme alanı topraklarının bazı makro element içerikleri

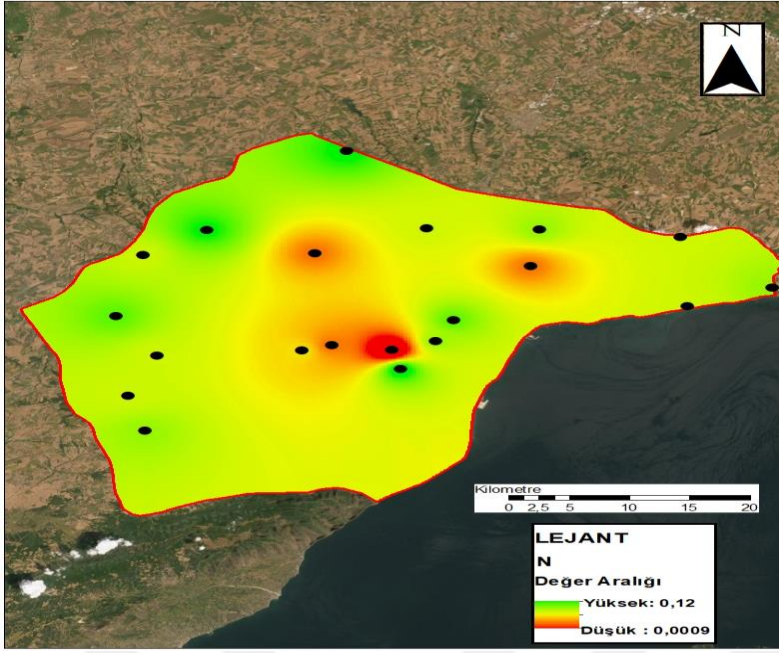
Sıra No	N(%)	P(mgkg <sup>-1</sup> )	K(mgkg <sup>-1</sup> )	Ca(mgkg <sup>-1</sup> )	Mg(mgkg <sup>-1</sup> )
1	0,09	45,92	208,59	2008,52	287,65
2	0,08	19,40	287,07	4910,83	368,30
3	0,10	13,62	365,62	5303,87	348,73
4	0,06	63,68	189,00	1064,74	226,48
5	0,11	97,80	377,24	1471,70	195,73
6	0,09	14,44	356,57	6137,07	213,90
7	0,06	12,12	206,99	3854,57	207,81
8	0,12	43,82	315,06	5456,75	207,30
9	0,13	136,28	531,29	3736,58	440,34
10	0,06	14,80	346,79	5354,45	184,76
11	0,10	142,08	350,63	3065,48	366,17
12	Eseri	9,50	230,46	5388,98	147,52
13	0,09	12,02	343,46	6640,01	245,68
14	0,09	34,52	233,67	5662,56	111,18
15	0,09	19,56	341,03	5424,74	331,54
16	0,10	24,82	353,65	4954,72	230,54
17	0,09	75,10	385,04	5859,14	189,56
18	0,11	31,42	312,04	4964,20	142,45
19	0,10	96,02	367,19	3393,25	357,74
20	0,12	96,18	277,40	1446,76	343,40

Yapılan araştırmada (Çizelge 4.2.) alınan toprak örneklerinde büyük oranda azot eksikliği görölmektedir. Makro elementlerden P, K, Ca, Mg içeriklerinde yeterlilik veya fazlalık görölmektedir. Bu durum yapılan yanlış ve bilinçsiz gübreleme sonucunda olduğu düşünölmektedir.

Költür bitkilerinin yetiştiriciliğinde mutlak bitki besin elementi olan 16 adet elementin birçoğunun alım yeri toprak çözeltilisidir. Toprak çözeltilisine geçen bu besin elementlerinin ana kaynağı organik madde ve ana materyaldir. Bununla birlikte eksikliği söz konusu olduğu zaman toprağı dışardan ilave edilen organik, mineral, biogübrelerle ile bitkisel artıkların geri kazanımı ve atmosferik kazançlarla bu eksiklik giderilmektedir. Toprak verimliliğı açısından toprak çözeltilisine geçen bu besin elementlerinin temelde 2 yönü dikkati çekmektedir. Bu elementlerin çözünebilirlikleri ve bitki tarafından alınabilirlikleri bitkide beslenmede önemli rol oynamaktadır (Karaman vd., 2012)

#### **4.2.1. Azot İçeriğı**

Topraktaki azotun temel kaynağı organik maddedir. Toprakta bulunan organik maddenin ise yaklaşık %5'i azottur. Organik maddede bulunan toprakta bitkiye yararlı halde bulunan azot mikrobiyal faaliyetler sonucu ortaya çıkar. Ortaya çıkan azot miktarı ise organik maddede bulunan toplam azotun %1 kadardır. Bundan dolayı organik maddece fakir topraklar azotça da fakirdir. Toprakta bulunan N miktarı genelde %0.05 ile %0.2 arasında değışir. Azot'un topraktan kaybı çok fazla faktöre bağılıdır. Bunlardan bazıları; azot'un kaynağı, azot'un dozu, yağış miktarı, yağış dağılımı, toprak sıcaklığı, toprak tekstürü, organik madde miktarı, toprak biyolojik aktivitesi, bitkileri yetiştirme yöntemleri ve toprak amenajmanıdır. Bitkilerde azot eksikliği yeşil aksamı ve dallanmayı azaltmaktadır. Bitkinin kök ve gövde gelişimi gerilemektedir (Karaman vd., 2012; Adiloğlu, 2013). Kanola yetiştirilen alanlardaki azot içeriklerine ait model haritaları Şekil 4.3'de verilmektedir.



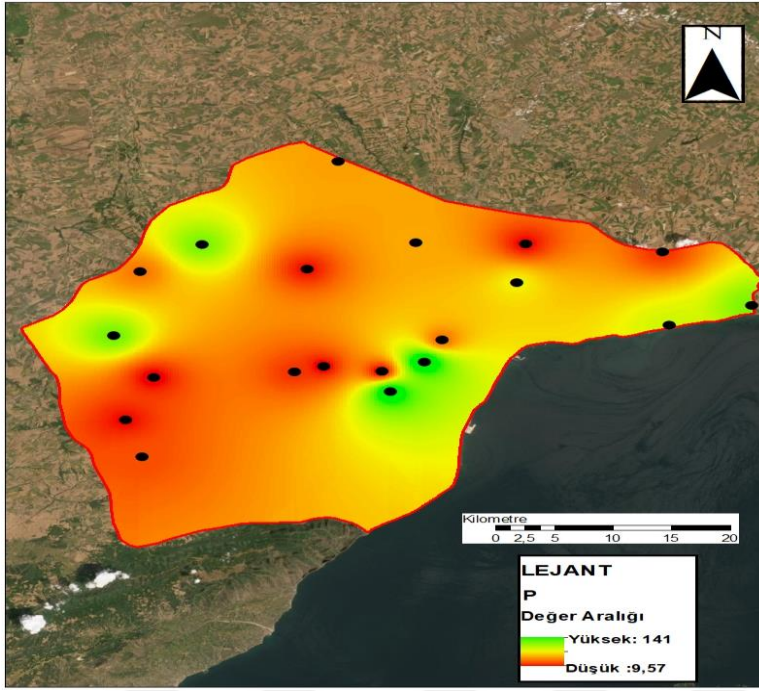
Şekil 4. 3. Örnekleme noktalarının azot içeriklerinin jeoistatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.3. ve Çizelge 4.2'e göre 20 adet nokta da azot eseri ile %0,13 arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %5'i çok düşük, %55'i düşük %40'ı ise orta düzeyde azot içermektedir.

Bitkiler topraktan azotu amonyum ( $\text{NH}_4$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3$ ) şeklinde almaktadırlar. Bitkilerin kullanabildiği azot toprakta bulunan toplam azotun sadece %2'si kadardır. Amonyum formunda olan azot nitrat azotuna oranla toprakta daha iyi tutunmaktadır ve yağışlarla birlikte toprakların derinliklerine daha az yıkanmaktadır. Amonyak azotu toprakta daha iyi tutunmaktadır buna rağmen toprak yüzeyinde kaldığında, kireç içeren topraklarda ve sıcakta gaz formuna dönüşüp topraktan kaybolmaktadır.

#### 4.2.2. Fosfor İçeriği

Toprakta fosfor organik ve inorganik olarak bulunmaktadır. Fosfor toprakta hareketsiz bir bitki besin elementidir. Nitrat azotunun toprak çözeltisindeki hareketine nazaran fosfatlar hareket etmezler yada çok az hareket ederler. Apatit kayasının ve organik madenin yapısında bulunurlar. Bitkiye yararlı forma gelebilmeleri için ayrışıp fosfat iyonlarına dönüşmeleri gerekmektedir. Dünya üzerindeki toprakların çoğunda fosfor noksanlığı mevcuttur, bu yüzden tutarlı bir gübreleme yapmak gerekmektedir. Kanola ekim alanlarındaki fosfor içerikleri Jeoistatistiksel harita ile Şekil 4.4.'de verilmiştir.



Şekil 4. 4. Örnekleme noktalarının fosfor içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

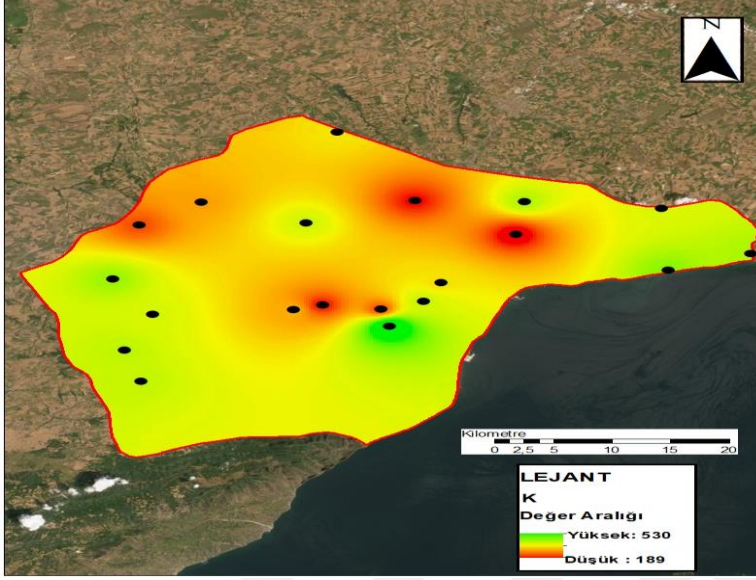
Şekil 4.4. ve Çizelge 4.2'e göre 20 adet nokta da fosfor  $9,50 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $142,08 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %45'i yeterli, %30'u fazla, %25'i ise çok fazla fosfor içermektedir.

Toprakta bulunan fosfor miktarı %0.02-0.14 arasında değişmektedir. N,K gibi diğer makro besin elementlerine göre bu oran daha azdır bu yüzden de üretilen gübrelerde en çok kullanılan elementlerdendir. Hayvan ve bitki kalıntılarının içeriğinde bulunan organik fosfor toprağın fosfor deposudur. Bitkilerin organik fosfordan faydalanabilmesi için organik maddenin ayrışması gerekir.

Toprak çözeltisindeki bitki besin elementlerden fosfor makro elementinin temel kaynağı ana materyal ve organik maddedir. Toprakta hareketsiz bitkide hareketli olan fosfor bitki gelişimi ve metabolizması için mutlak gerekli mutlak besin elementidir. Birçok biyokimyasal ve fizyolojik olayda görev yapan fosfor enzim, protein, nükleik asitlerin ve fosfolipidlerin yapı taşıdır. Bitki içerisine alınmış formu  $\text{HPO}_4^{-2}$  ve  $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$  olarak alınmakta, eksikliğinde de bitkide hareketli olması nedeniyle alt yapraklar da görülmektedir. Bitki enerji kaynağı ve genaratif aksam oluşumunda görev yapmaktadır (Adiloğlu vd., 2011; Karaman vd., 2012).

### 4.2.3. Potasyum İçeriği

Dünya üzerinde ki birçok ülkede ve ülkemiz topraklarının genelinde K mevcuttur, ancak bu K bitkiler için faydalı durumda olamayabilir. Araştırmaya ait örnekleme noktalarının potasyum içeriklerinin jeostatistiksel harita ile Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4. 5. Örnekleme noktalarının potasyum içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

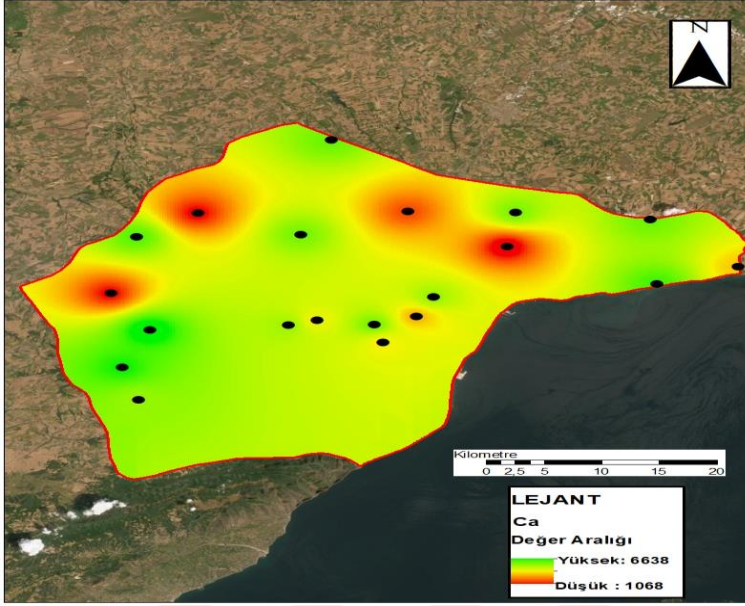
Şekil 4.5. ve Çizelge 4.2’e göre 20 adet nokta da potasyum  $189,00 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $531,29 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %85’i yeterli, %15’i ise fazla potasyum içermektedir.

Topraklarda potasyum oranı %0,3-3 arasında değişmektedir. Genellikle, toprakların toplam potasyum miktarları fazladır. Fakat topraklarda bitkiye faydalı şekilde bulunan potasyum toplam potasyumun çok düşük bir kısmıdır. Topraklar da potasyum sülfat ve karbonat gibi potasyum tuzları şeklinde feldispat, mika gibi kil minerallerinin yapısında bulunur. Topraktaki potasyumdan bitkilerin yararlanabilmesi için potasyumun toprak çözeltisine K iyonu olarak geçmesi gerekmektedir. Toplam potasyumca zengin topraklarda potasyum içerikli gübrelerin bitkiler üzerinde pozitif yönde etkiler olduğu görülmektedir. Toprakta bulunan potasyumun bitkilere yararlılığında toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri etkilidir. Potasyum topraktan çeşitli yollarla kaybolmaktadır. Potasyum içeren kompoze gübreler, ahır gübresi, fazla oranda potasyum içeren bitkilerin sap ve yapraklarının toprağa karıştırılmasıyla topraklar potasyumca zenginleşebilmektedir (Karaman vd., 2012).



#### 4.2.4. Kalsiyum İçeriği

Türkiye toprakları açısından Kalsiyum makro bitki besin elementi daha çok asit topraklarda eksikliği görülmektedir. Tekirdağ İline ait topraklarda da asit topraklar bulunması nedeniyle Ca verileri önem arz etmektedir. Örnekleme noktalarının kalsiyum içeriklerinin Jeostatistiksel harita ile Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4. 6. Örnekleme noktalarının kalsiyum içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.6. ve Çizelge 4.2'e göre 20 adet nokta da kalsiyum  $1064,74 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $6640,01 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %25'i orta, %75'i ise yüksek kalsiyum içermektedir.

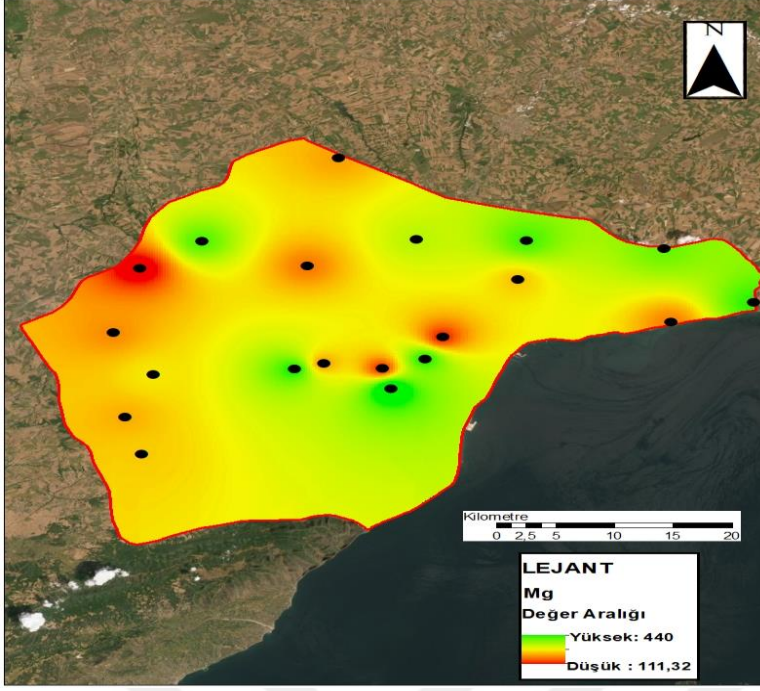
Toprakta ki kalsiyum, toprağın oluşturan kayaların parçalanarak dağılmaları ile meydana gelmektedir. Dolomit, kalsit, apatit ve kalsiyum feldispatlar kalsiyum içeren minerallerdir, bu minerallerin parçalanarak dağılmaları sonucunda kalsiyum açığa çıkar. Toprakların en önemli kalsiyum kaynağı kalsiyum karbonattır. Kaba tekstürlü ve kalsiyumca zayıf kayalardan oluşan yağış alan bölgelerin toprakları kalsiyum açısından fakirdir. Minerallerin ayrışması sonucu açığa çıkan kalsiyum iyonlarının büyük kısmı değişim kompleksleri tarafından tutulur. Kalsiyum toprak yapısını geliştirir. Toprak yapısı iyi olan topraklardan daha fazla mahsül alınır. Toprak reaksiyonunu düzenler. Bitki besin elementlerinin alınmasına katkıda bulunur. Ayrıca bitkide ve toprakta bulunan toksik maddelerin çöktürülmesinde görev alır. Ca noksanlığı nadir görülmektedir. Toprakta fazla

kalsiyum bulunduğunda K, Fe, P ve diğer elementler bitkilerin faydalanamayacağı şekillere dönüşmektedir (Kacar ve Katkat, 2010).

Bitkilerde hücre duvarının sentezlenmesi ve düzgün bir gelişim için kalsiyum mutlaka kullanması gereken bir besin elementidir. Bitki hücresinde anyon katyon dengesinde görev yapan bu element bitkinin su stresine karşı bitkinin korunmasını sağlamaktadır. Bitki hücre duvarlarında gereksinim duyulan bu besin elementi meyve kabuk yapısının kalitesini ve dayanıklılık süresini artırarak depolama sürecindeki sorunların azaltılmasını destek vermektedir. Bitkide hareketsiz olan Ca eksikliği genç yapraklarda kendisini göstermektedir. Kalsiyum haricinde diğer katyonların yüksek düzeylerde toprak çözeltisine uygulanması Ca'nın bitkiler tarafından alımı azalır. Kalsiyum faydalılığı potasyum , magnezyum, amonyum, demir ve alüminyum gibi kalsiyum ile antagonistik ilişkiye sahip diğer katyonlar tarafından azaltılmaktadır (Karaman vd.,2012).

#### **4.2.5. Magnezyum İçeriği**

Toprakların magnezyum kaynakları biyotit, ojit, hornblende, olivin, serpantin, klorit, dolomit vb minerallerdir. Magnezyum topraklarda anakayanın minerolojik bileşimine göre çeşitli formlarda bulunur. Biotit, ojit, hornblend, vermikulit, klorit ve montmorillonit gibi magnezyum içeren aluminosilikat mineralleri toprakta yaygın halde bulunur. Magnezyum toprakta suda çözülebilir, değişebilir ve değişmez formlarda ve bu formlar birbirleri ile denge halindedir. Kireçli topraklarda genellikle magnezyum yeterli durumda bulunurken asit topraklarda eksikliği görülebilmektedir (Karaman vd., 2012). Kanola yetiştirilen alanlara ait örnekleme noktalarının magnezyum içerikleri Jeostatistiksel haritada Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 7. Örnekleme noktalarının magnezyum içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.7. ve Çizelge 4.2'e göre 20 adet nokta da magnezyum  $111,18 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $440,34 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %15'i düşük, %85'i ise orta magnezyum içermektedir.

Magnezyumun toprakta bitkilere faydalılığını çok sayıda etken belirlemektedir. Bunlar başlıca; toprak reaksiyonu, mangan içeriği, katyon değişim kapasitesi, diğer katyonların oranı ve iklimsel etmenler olarak sıralanabilir. Magnezyumu bitkiler topraktan  $\text{Mg}^{2+}$  formunda pasif olarak bünyesine alıp klorofilin merkez atomu olarak görev yapmaktadır. Eksikliğinde ilk etkilenen fizyolojik süreçlerden biri fotosentezdir (Mikkelson, 2010; Karaman vd., 2012).

#### 4.3. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanı Topraklarının Bazı Mikro Element İçerikleri

Araştırmaya konu olan Tekirdağ ili Süleymanpaşa İlçesi tarım alanlarında yetişen Kanola tarımsal ürününe ait bazı mikro element içerikleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Yapılan sörvey çalışmasında 20 adet toprak örneğinin demir, bakır, mangan, bor, çinko içerikleri sınır değerlerine (FAO, 1990), (Ülgen ve Yurtsever, 1995).göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.3. Kanola bitkisi örnekleme alanı topraklarının bazı mikro element içerikleri

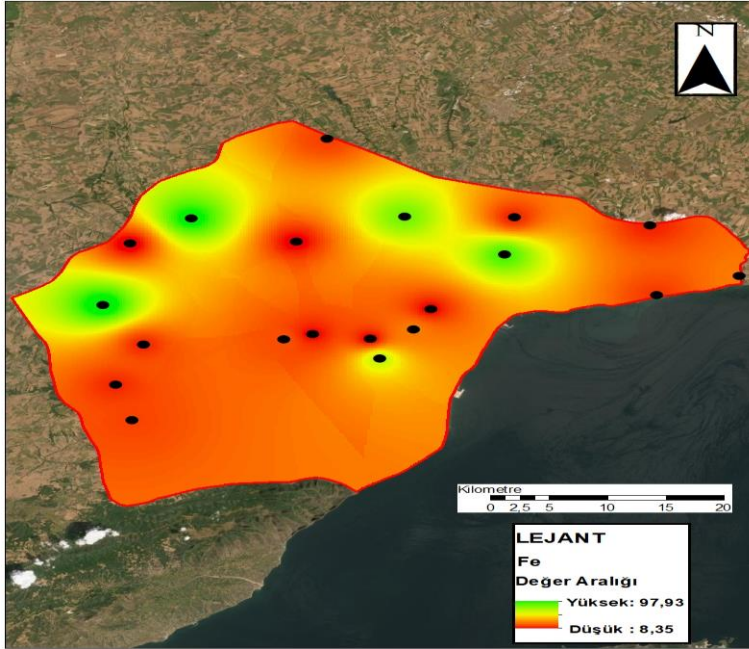
Sıra No	Fe(mgkg <sup>-1</sup> )	Cu(mgkg <sup>-1</sup> )	Mn(mgkg <sup>-1</sup> )	B(mgkg <sup>-1</sup> )	Zn(mgkg <sup>-1</sup> )
1	75,91	1,86	55,08	0,20	0,75
2	20,43	1,69	15,28	0,30	0,79
3	13,44	1,72	16,43	0,26	0,57
4	84,42	2,32	197,76	0,21	0,99
5	97,96	2,32	51,29	0,22	1,31
6	14,17	1,58	8,79	0,23	0,49
7	10,70	0,97	8,66	0,27	0,55
8	17,17	1,47	12,39	0,24	0,88
9	62,50	4,58	222,19	0,22	1,45
10	10,04	1,34	11,78	0,26	0,53
11	27,96	2,16	19,52	0,26	1,58
12	9,23	0,94	8,08	0,25	0,32
13	13,93	1,60	8,93	0,29	0,46
14	8,31	1,04	10,79	0,34	0,82
15	13,19	1,56	9,47	0,30	0,74
16	17,95	2,01	10,56	0,26	0,71
17	16,31	1,95	14,88	0,29	2,50
18	10,39	1,29	10,33	0,29	0,56
19	27,30	1,98	47,30	0,25	1,23
20	93,72	2,52	129,01	0,20	1,18

Çizelge 4.3 incelendiğinde toprakların mikro elementlerinin sırasıyla demir, bakır, mangan, bor ve çinko içerikleri, %100'ü toksik seviyede demir, %100'ü yeterli bakır içermekte iken toprakların %50'si az, %25'i yeterli, %15'i fazla, %10'u ise toksik seviyede mangan içermektedir. Toprak örneklerini Bor açısından değerlendirir isek %100'ü çok düşük

bor içermektedir. Bununla birlikte Kanola yetiştirilen alanların %35'nin az, %60'nın yeterli, %5'nin ise toksik seviyede çinko içerdiği belirlenmiştir.

#### 4.3.1. Demir İçeriği

Topraklarda toplam demir miktarı ana materyalin özelliklerine göre %0.02 - %10 arasındadır. Ortalama olarak ise %3.8 olarak belirlenmiştir. Topraklarda bulunan demir'in büyük miktarı birincil mineraller, kil mineralleri, oksit ve hidroksitlerin bileşiminde bulunmaktadır (Kacar ve Katkat, 2010). Kanola üretimi yapılan alanların demir içerikleri Jeostatistiksel haritada Şekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Örnekleme noktalarının demir içeriklerinin Jeostatistiksel haritada gösterilmesi

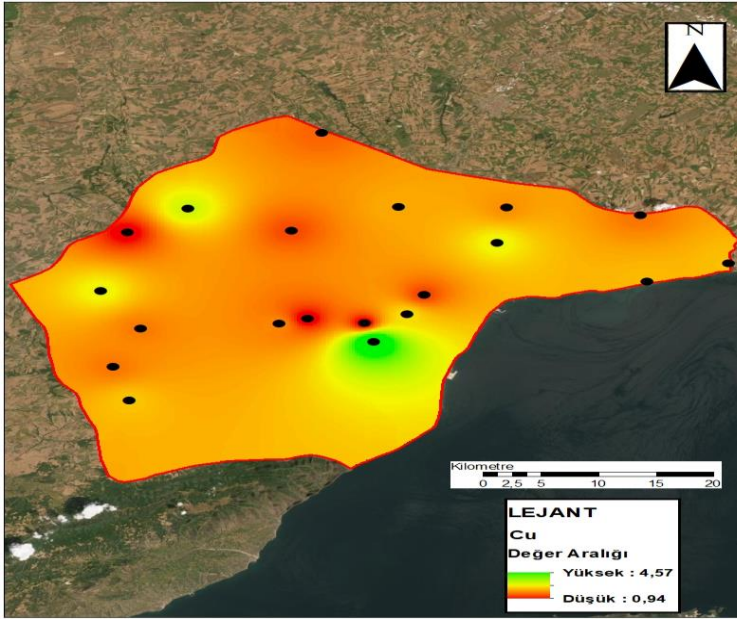
Şekil 4.8. ve Çizelge 4.3'e göre 20 adet nokta da demir  $8,31 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $97,96 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100'ü toksik seviyede demir içermektedir. Bunun nedeninin bölge tarımında yaprak gübrelerinin sıklıkla kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Demir eksikliği genelde kurak ve yarı kurak bölgelerde, pH değeri yüksek, kireçli, killi, organik maddesi düşük ya da yüksek olan topraklarda görülmektedir. Dünya topraklarının yaklaşık olarak % 50'sinin kurak ve yarı kurak bölgelerde ve kireçli olduğu göz

önüne alındığında bitkilerde demir eksikliği dünya çapında görülen bir problem olarak ortaya çıkmaktadır (Miller vd., 1984; Awad vd., 1994).

#### 4.3.2. Bakır İçeriği

Bölge tarımında önemli bir yere sahip olan Kanola yetiştiriciliği için önem arz eden bakır mikro bitki besin elementine ait veriler Jeoistatistiksel harita ile Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4. 9. Örnekleme noktalarının bakır içeriklerinin jeoistatistiksel haritada gösterilmesi

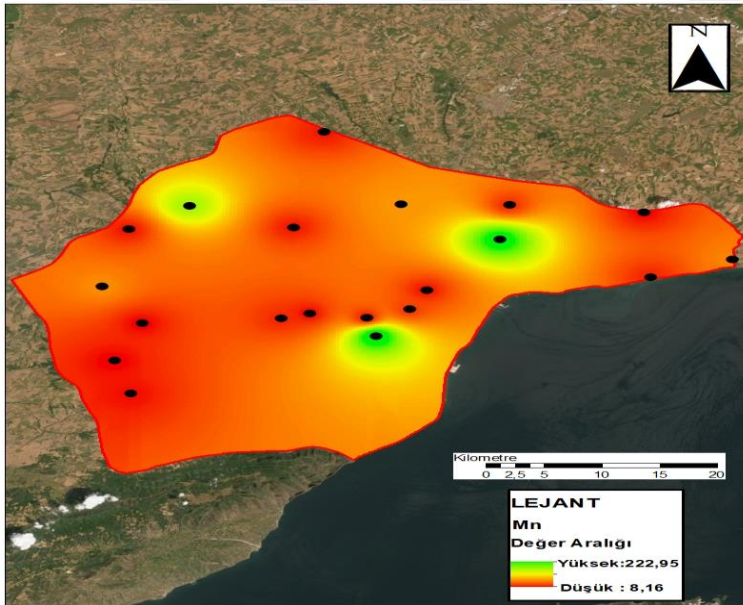
Şekil 4.9. ve Çizelge 4.3'e göre 20 adet nokta da bakır  $0,94 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $4,58 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100'ü yeterli bakır içermektedir. Bakır mikro bitki besin elementi gübreleme dışında tarım ilaçlarında da sıklıkla yer almaktadır. Özellikle mantari hastalıklar ile mücadele kullanılan ilaçlarda yer alan Cu bitki besin elementi, bu sebeplerden dolayı eksikliği görülmediği düşünülmektedir.

Topraklarda bakır mineral, nötr-çözünmeyen tuzlar, suda çözünür bileşikler, killerce adsorbe edilmiş  $\text{Cu}^{+2}$  iyonu ve organik-Cu şeklinde bulunabilmektedir. Farklı dozlarda yapılan bakır gübrelemesi toprağın kimyasal özelliklerde pH ve diğer bitki besin elementleri arasında antagonist ve sinerjistik etkiler olduğu ortaya konulmuştur. Bakır elementinin Mg ve Fe ile antagonist etki N, P, K, Zn bitki besin elementlerine ise sinerjistik etki yaptığı belirlenmiştir. Yüksek bakır içeriğinin tarımsal ilaç, gübre, şehir atıkları ve endüstri kaynaklı

olduğu ve yüksek düzeyde toksisiteye neden olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Sönmez vd., 2006; Bakırcıoğlu, 2009).

### 4.3.3. Mangan İçeriği

Toprakta mangan  $Mn^{+2}$ ,  $Mn^{+3}$ ,  $Mn^{+4}$  formlarında bulunabilmektedir. Toprakta ki manganın değişik formlarda bulunmasını toprak reaksiyonu etkilemektedir. Topraktaki dinamik denge sayesinde Mn formları herhangi birine dönüşebilmektedir. Manganın bitkiler için en yararlı şekli olan  $Mn^{+2}$ ,  $Mn^{+3}$  toprakların az asitli olduğu durumda oluşur. Toprak bazik özellik gösterdiğinde ise manganın çözünürlüğü azalmakta ve alınımı zorlaşmaktadır (Kacar, 2019). Örnekleme noktalarına ait mangan içeriklerinin Jeostatistiksel harita ile Şekil 4.10'de verilmiştir.



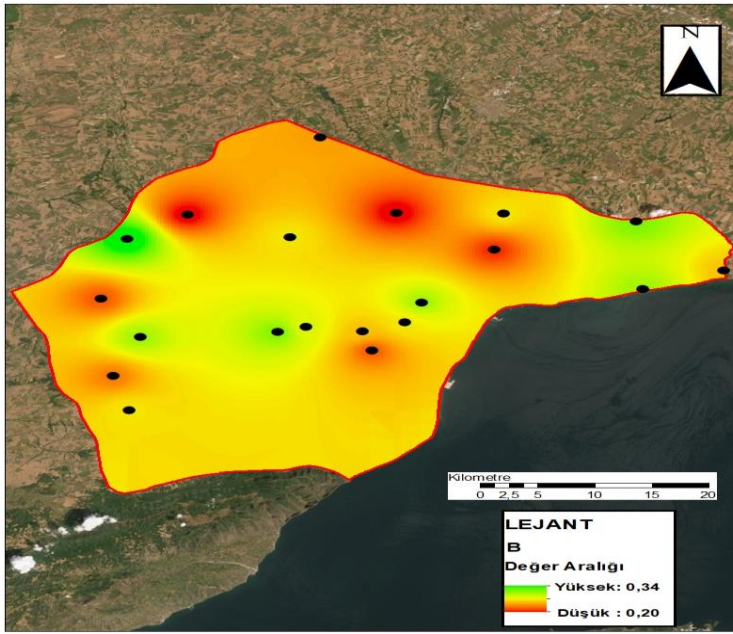
Şekil 4. 10. Örnekleme noktalarının mangan içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.10. ve Çizelge 4.3'e göre 20 adet nokta da mangan  $8,08 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $222,19 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %50'si az, %25'i yeterli, %15'i fazla, %10'u ise toksik seviyede mangan içermektedir.

### 4.3.4. Bor İçeriği

Toprakta bor borik asit veya borat olarak bulunmaktadır. Bor toprak tanecikleri tarafından emilmiş olabilir ya da toprak çözeltisinde bitkilere yararlı formda bulunabilir.

Toprakta ki bor kaynakları turmalin, borosilikat, tortul kayalar ve organik maddedir. Bunların zaman içerisinde ayrışması sonucu ortaya çıkan B, bitkilerce alınabilir forma geldikten sonra bitki bünyesine alınır. Toprakların pH durumu borun bitkiler tarafından alınımını etkilemektedir. Toprakların asitliği azaldıkça borun faydalılığı da düşmektedir. Bor eksikliğinde topraktan ve yapraktan borlu gübreler verilerek bor eksikliği giderilebilmektedir. Bor, kaba tekstürlü ve düşük organik madde içeren topraklardan kolayca yıkanabilmektedir. Bu nedenle yıkanma potansiyeli yüksek olan topraklarda, organik madde de düşüğe bor eksikliğinin meydana gelme olasılığı oldukça fazladır (Kacar, 2019). Kanola yetiştiriciliği yapılan alanlara ait Bor içerikleri Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4. 11. Örneklem noktalarının bor içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.11. ve Çizelge 4.3’e göre 20 adet nokta da bor  $0,20 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $0,34 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100’ü çok düşük bor içermektedir.

Bitkilerce elverişli olan topraklardaki Bor içeriklerini, toprak tekstürü önemli olarak etkilemektedir. Genel olarak kaba tekstürlü kumlu topraklar elverişli bor açısından eksiktir. Diğer bir etmende topraklardaki kireç içeriğidir. Bor bitki besin elementi kireç tarafından suda çözülemez şekilde veya düşük miktarda çözür olarak fikse olmasına neden olmaktadır. Özellikle yapılan kireçleme ile toprak pH değerinin yükselmesi ile bitkilerin bordan faydalanması azalmaktadır. Bununla birlikte yapılan kireçleme ile toprak mikro canlılarının

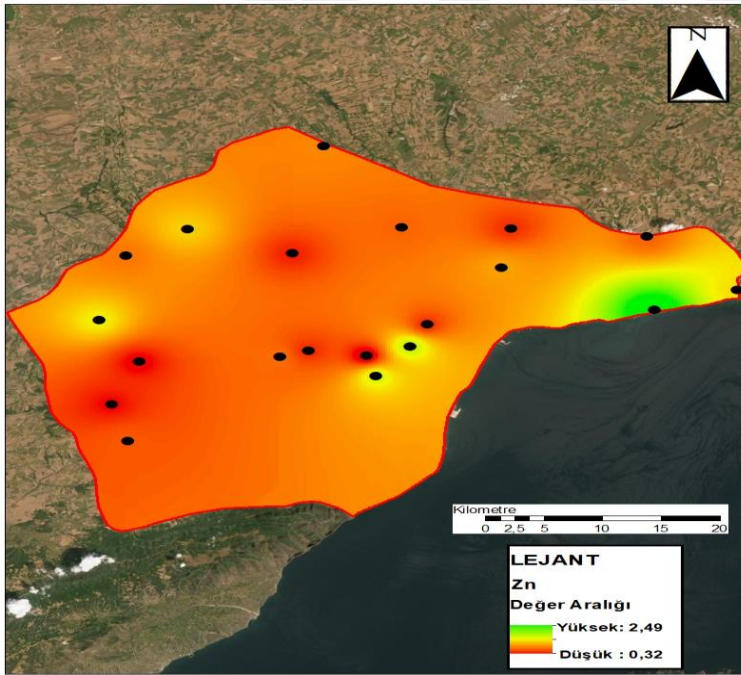


aktivasyonu artar iken elverişli bor içeriklerinden faydalanma olumsuz olarak etkilenmektedir (Kacar ve Katkat, 2010).

#### 4.3.5. Çinko İçeriği

Dünya ve ülkemiz topraklarında eksikliği yüksek boyutlara ulaşan Çinko mikro bitki besin elementinin ana materyal kaynaklı olabileceği gibi pH, kireç, düşük organik madde varlığı, kil tipi ve sınıfı gibi toprağın özelliklerine bağlı olarak alınmaz formda olması sebebiyle bitki tarafından alınamamasıdır (Marschner, 2012; Koca vd., 2018).

Çinko eksikliği Dünya’da ve Türkiye’de tarımsal alanların büyük bölümünde sıkça karşılaşılan önemli bir sorundur (Çakmak vd., 1998; Çakmak vd., 1999). Dünyada tarım topraklarının %30’unda, ülkemizde ise %49,8’inde Zn noksanlığı görüldüğü yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Sillanpaa, 1982; Eyüboğlu vd., 1998). Kanola ekilen örnekleme alanlarının çinko içerikleri Jeostatistiksel haritada Şekil 4.12.’de verilmiştir.



Şekil 4. 12. Örnekleme noktalarının çinko içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.12. ve Çizelge 4.3’e göre 20 adet nokta da çinko  $0,32 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $2,50 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %35’i az, %60’ı yeterli, %5’i ise toksik seviyede çinko içermektedir

Ana materyale bağı olarak topraklar arasında toplam çinko miktarı açısından önemli farklılıklar olabilmektedir. Toplam çinko miktarı, ortalama olarak mineral topraklarda 50 mgkg<sup>-1</sup>, organik topraklarda ise 66 mgkg<sup>-1</sup> seviyelerindedir. Tarım topraklarında ise bu oran 10-300 mg kg<sup>-1</sup> arasındadır. (Alloway, 1995; Barber, 1995).

#### 4.4. Kanola Bitkisi Örnekleme Alanı Topraklarının Bazı Ağır Metal İçerikleri

İnorganik kirleticilerden ağır metaller bitkileri fizyolojik açıdan özellikle fotosentez, transpirasyon, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi ve bitki gelişiminde görev yapan hormon içerikleri gibi cereyan eden gelişim süreçlerini olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Asri ve Sönmez, 2006).

Bitkiler üzerindeki ağır metallerin toksisitesinin bitkinin depolama aktivitesinde bozulma, gözleme dayalı gelişimde yavaşlama, enzim ve fotosentez aktivitesinde bozunma, bitki toprak altı aksamında hasar ve antagonist etkiler ve verimde azalma gibi zararlara neden olduğunu ifade etmiştir (Yağdı vd., 2000).

Fitoremediasyon yönteminde yaygın olarak kullanılan Kolza (*Brassica napus ssp. oleifera* L.) endüstri bitkilerindedir. M.Ö. 2000 yılında ilk olarak Hindistan'da kültüre alınmış ve Çin, Japonya ülkelerinde yaygınlaşmıştır. Üretim açısından zamanımızda hızla yaygınlaşan yağ bitkilerindedir (Gizlenci ve Dok, 2003).

Turan ve Esringü (2007), yapmış oldukları bir araştırmada Pb, Cd, Cu ve Zn ile kirletilmiş ortamlarda yetiştirilen Kanola (*Brassica napus* L.) ve Hardal (*Brassica juncea* L.) bitkilerine 4 farklı dozda EDTA şelatı uygulamışlar ve her iki bitkinin toprak üstü ve toprak altı aksamlarında söz konusu ağır metal absorpsiyonunun EDTA şelatının artan doz uygulaması ile birlikte arttığını ortaya koymuşlardır

Bitkiler üzerindeki ağır metallerin toksisitesinin bitkinin depolama aktivitesinde bozulma, gözleme dayalı gelişimde yavaşlama, enzim ve fotosentez aktivitesinde bozunma, bitki toprak altı aksamında hasar ve antagonist etkiler ve verimde azalma gibi zararlara neden olduğunu ifade etmiştir (Yağdı vd., 2000).

Araştırmaya konu olan Tekirdağ ili Süleymanpaşa İlçesi tarım alanlarında yetişen Kanola tarımsal ürününe ait bazı ağır metal içerikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Yapılan

sörvey çalışmasında 20 adet toprak örneğinin kurşun, kobalt, alüminyum, nikel içerikleri sınır değerlerine (Adiloğlu 2013)'göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4. Kanola bitkisi örnekleme alanı topraklarının bazı ağır metal içerikleri

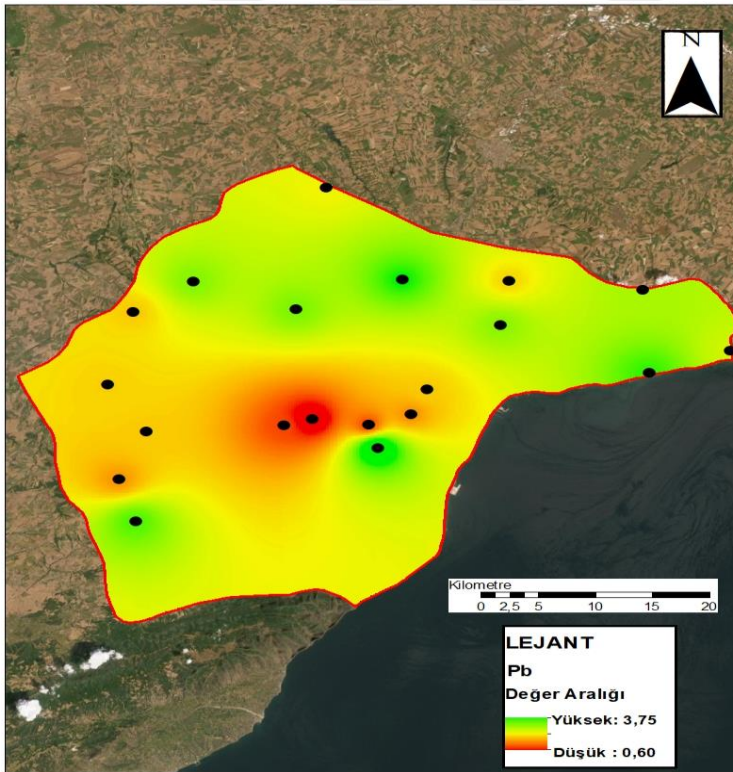
Sıra No	Pb(mgkg <sup>-1</sup> )	Co(mgkg <sup>-1</sup> )	Al(mgkg <sup>-1</sup> )	Ni(mgkg <sup>-1</sup> )
1	2,98	0,82	2,32	5,01
2	1,23	0,20	0,37	2,56
3	1,86	0,25	0,31	2,56
4	2,54	1,61	3,14	10,97
5	1,84	0,44	1,22	11,98
6	1,57	0,15	0,35	1,62
7	0,60	0,15	0,33	1,06
8	2,02	0,21	0,31	2,43
9	3,76	1,29	1,07	19,18
10	2,61	0,18	0,32	1,21
11	1,54	0,18	0,38	4,34
12	1,20	0,12	0,39	0,89
13	1,82	0,13	0,38	1,52
14	1,81	0,24	0,33	1,68
15	2,40	0,13	0,32	1,37
16	2,80	0,16	0,34	2,17
17	2,89	0,16	0,35	1,64
18	1,82	0,17	0,30	1,43
19	2,20	0,39	0,46	9,28
20	2,57	1,82	11,58	6,97

Çizelge 4.4. değerlendirildiğinde Kanola üretimi yapılan alanlarda ekstrakte edilebilir kurşun içerikleri örneklerin % 100 de sınır değerlerinin altında (ekstrakte edilebilir kurşun içeriği 4 mgkg<sup>-1</sup>) olarak belirlenmiştir (Adiloğlu, 2013). Kobalt içerikleri ise Adiloğlu (2013)'e göre (ekstrakte edilebilir kobalt 0,09 mgkg<sup>-1</sup>) % 15 oranında sınır değerlerinin üstünde % 85 ise sınır değerlerinin altında bulunmuştur. Bunun nedenin toprak yapısı veya

yapılan bir uygulama kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Nikel ağır metal analiz sonuçları Adiloğlu (2013)'e göre değerlendirildiğinde % 10'nu sınır değerlerinin üzerinde olduğu % 90 ise sınır değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Topraklardaki Alüminyum içerikleri ise 0,30 -11,58 mgkg<sup>-1</sup> olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.4.1. Kurşun İçeriği

Ekolojide birçok formda bulunan Kurşun (Pb<sup>+2</sup>), hava, su ve toprak ortamlarında yer almaktadır. Yapılan araştırmalar göre önemli oranda Pb genelde topraklarda bulunmaktadır. Topraklarda kurşun kirlenmesi çok çeşitli yollardan oluşabilmektedir. Trafik kaynaklı taşıt egzoz gazları, metal sanayi, maden ocakları, atık sular, endüstriyel faaliyetler, yanlış ve bilinçsiz gübreleme, fosil yakıtların yakılması, pestisitlerin ve insektisit uygulamaları olarak ifade edilebilir (Adiloğlu, 2013). Örnekleme noktalarının kurşun içerikleri Şekil 4.13.'de verilmiştir.



Şekil 4. 13. Örnekleme noktalarının kurşun içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.13. ve Çizelge 4.4'e göre 20 adet nokta da kurşun 0,60 mgkg<sup>-1</sup> ile 3,76 mgkg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100'ü kurşun tarafından toksik değildir.

Kurşunun kullanımı eski Romalılara kadar uzanmaktadır. Kurşun insan vücuduna

öncelikle solunum ve besinler ile taşınır. Kurşun, hava da toz ve partikül olarak bulunmakla birlikte gaz formunda Alkil-Pb ve trafik kaynaklı araç egzozlarından konsantrasyon artmaktadır. Havadaki Pb yüksek oranda (%90) akciğerlerde depolanmaktadır. Bununda yüksek miktarı kırmızı kan hücrelerine geçmektedir. Ayrıca vücut içerisine geçen Pb kemiklerde de birikmekte ve yarılanma süresi olarak da yirmi yıldan daha fazla zaman almaktadır. Bir başka birikim görülen yer cilt dokularıdır. En belirgin toksik etkiler çocuklarda ve embriyoda görülür. Halk sağlığı açısından başka bir zararı da merkezi sinir sistemi üzerine etkileridir (Dökmeci ve Dökmeci, 2009).

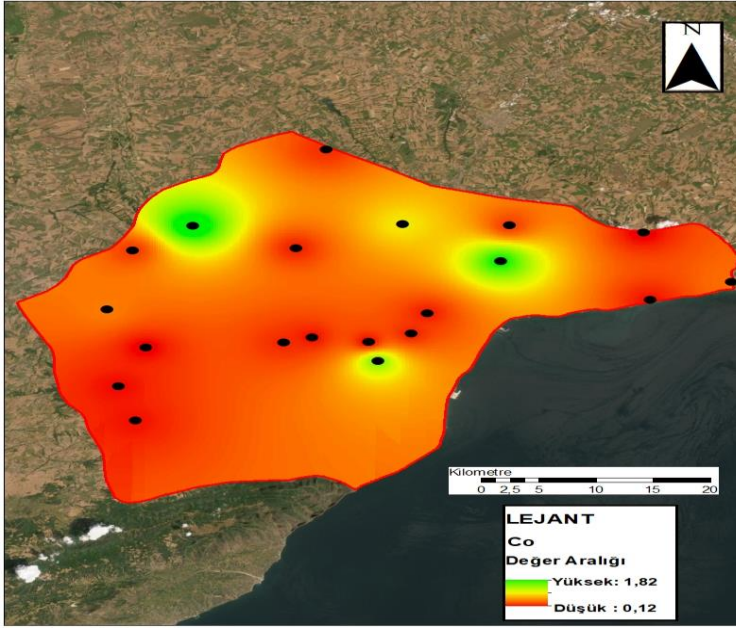
Ağır metallere Pb ekolojide yayılmasının nedeni olarak sanayi (çinko-kurşun fabrikaları, akü, matbaa vb.) kaynaklı olup halk sağlığı açısından zararlı metallere birisidir. Özellikle insanlarda; merkezi sinir sistemini bozmakta ve besinlerin emilimini azaltmasına neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından içme sularında Pb sınır değeri 0,05 mg/L olduğu ifade edilmiştir. Kurşun ağır metali birçok alanda kullanılmaktadır bunlardan bazıları, petrol-boya sanayi, akü, seramik, pil, porselen, benzin katkı maddesi, kauçuk sanayi, oyuncak yapımı, cam, matbaacılık ve insektisit sanayi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. (Karatepe, 2006).

#### **4.4.2. Kobalt İçeriği**

Trakya bölgesinde yer alan Edirne ili tarım alanlarında ekstrakte edilebilir kobalt içerikleri araştırmacılar tarafından değerlendirilmiştir. Edirne otoyol kenarları tarım alanlarındaki kobalt içerikleri 0,011 mgkg<sup>-1</sup>- 0,583 mgkg<sup>-1</sup> arasında olduğunu belirlemiştir. Sarı (2009)'a göre tarım alanlarında kobalt kirliliği bulunmaktadır ve bu oran % 32,14 gibi dikkate alınması gereken bir değer olduğuna vurgu yapmaktadır.

Kobalt toprak çözeltilisinde ekstrakte edilebilir sınır değeri 0,9 mgkg<sup>-1</sup> değerinden yüksek ise toksik düzeydedir. Ancak bu değer altındaki değerler toksik değildir. Anamateryal kaynaklı ve toprak içerisindeki mineral çeşitliliğine göre topraklarda bütün elementler bulunmaktadır. Kobalt toksisitesinin topraklardan gideriminde akümülatör bitkilerde Kanola akümülatör bitki olarak görev yapmaktadır (Adiloğlu 2013, Adiloğlu 2016; Adiloğlu ve Pamay 2021).

Kanola ekimi yapılan örnekleme alanlarının kobalt içeriği Jeostatistiksel haritada Şekil 4.14.'de verilmiştir.



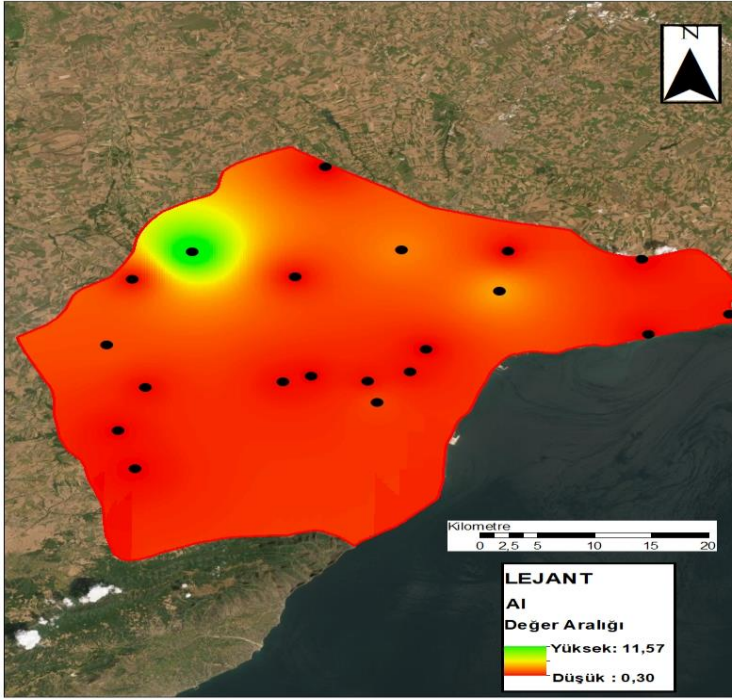
Şekil 4. 14. Örnekleme noktalarının kobalt içeriklerinin jeoistatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.14. ve Çizelge 4.4'e göre 20 adet nokta da kobalt  $0,12 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $1,82 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100'ü toksiktir.

Kobalt ağır metalinin toprak içerisindeki total ve ekstrakte edilebilir sınır değerleri sırasıyla ( $1- 40 \text{ mgkg}^{-1}$ ) ve ( $0,03- 0,09 \text{ mgkg}^{-1}$ ) arasında değişmektedir (Carrigan ve Erwin, 1951). Kobalt araştırmacılar tarafından fonksiyonel element olduğu ifade edilmektedir ve bitkinin azot beslenmesi açısından sinerjistik etkisi olduğu ortaya konulmuştur (Karaman vd., 2012)

#### 4.4.3. Alüminyum İçeriği

Bitkisel üretim açısından değerlendirildiğinde alüminyum fonksiyonel elementler arasında yer almaktadır ancak asit topraklarda yapılan yanlış gübrelemeler sonucunda aşırı derecede düşen pH ile alüminyum toksitesi görülmektedir. Aynı zamanda diğer faktörler ile de kirlilik yönü ile karşımıza çıkmaktadır. Tarım alanlarında bu yönüyle de ele alınması gerekli olan elementler arasındadır. Yapılan araştırma ile örneklem noktalarındaki alüminyum içerikleri Şekil 4.15.'de Jeoistatistiksel harita ile verilmiştir.



Şekil 4. 15. Örnekleme noktalarının Al içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.15. ve Çizelge 4.4'e göre 20 adet nokta da alüminyum  $0,30 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $11,58 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %5'i toksik, %95'i ise toksik değildir.

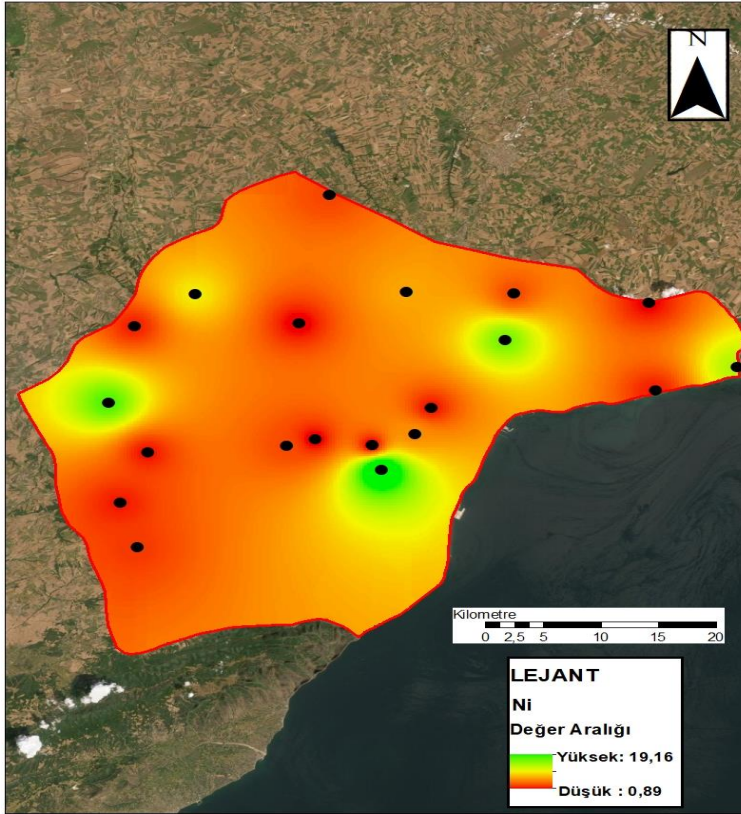
Çözülebilir alüminyum miktarı artan topraklarda yararışlı fosfor miktarı azalmaktadır. Topraklarda alüminyum fosforu çözünemez organik ve inorganik fosfatlar şekline dönüştürerek bitkilerin yararlanamayacağı şekle sokmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009).

Sağlam'ın (2005) bildirdiğine göre, asit topraklarda fosfor, demir ve alüminyum ile birleşerek yararışlı olmayan formlara dönüşmektedir.

#### 4.4.4. Nikel İçeriği

Nikelin doğada en yüksek miktarda bulunan formu  $\text{Ni}^{+2}$ 'dir. Nikel toprakların yapısında hidrate olmuş formda da bulunabilmektedir. Tarım alanlarında nikel içerikleri genellikle serpantin mineralinin yoğun olduğu topraklarda ve diğer kirlenici etkenler(gübreleme, tarımsal ilaçlar, trafik, sanayi vb) görülmektedir bunun dışında genellikle az miktarda bulunmaktadır. Tarım alanlarında bulunan kilin cinsi ve miktarı ile topraklardaki organik madde miktarı da ekstrakte edilebilir nikel içeriğini etkilemektedir. Topraklarda nikel sinerjit ilişki içinde bulunduğu azot makro bitki besin elementidir. Bununla birlikte potasyumlu gübrelere hem fonksiyonel hemde ağır metal olan nikel elementinin

toksitesinde azaltıcı etki oluşturmaktadır. Toprakta bulunan demir alüminyum oksitlerde nikel iyonunun alımında antogonist etki göstermektedir. Topraklarda ki nikel noksanlığı ise bitkilerin hem vejetatif aksamının hemde kök gelişiminde olumsuz etkileri olduğu araştırmalarca ortaya konmaktadır. Günümüz bilim camiasında 17. bitki besin elementi olup olmadığı tartışılan nikel elementi ile ilgili araştırmaya ait veriler Şekil 4.16.'da ki Jeostatistiksel harita da ortaya konmuştur.



Şekil 4. 16. Örnekleme noktalarının nikel içeriklerinin jeostatistiksel haritada gösterilmesi

Şekil 4.16. ve Çizelge 4.4'e göre 20 adet nokta da nikel  $1,06 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $19,18 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %85'i toksik değil, %15'i ise toksiktir.

$\text{Ni}^{+2}$  toprakta geniş bir pH aralığı ve farklı indirgenme koşulları altında stabildir. Nikelin topraklarda ve yüzey sularındaki oranı sırasıyla  $100 \text{ mgkg}^{-1}$  ve  $0.005 \text{ mgkg}^{-1}$ 'dir (McGrath,1995).

#### 4.5. Kanola Bitkisinin Bazı Makro Element İçerikleri

Ülkemizde Kolza gelişim süreci ise 2. Dünya savaşında Bulgaristan ve Romanya ülkelerinden gelen soydaş göçmenlerimizle birlikte gelmiştir. Trakya Bölgesinden yayılım



gösteren Kolza birçok bölgemizde yetişir duruma gelmiştir. Fakat yağ içerisindeki erusik asit ve küspesindeki glikosinolat miktarından dolayı yetiştiriciliği 1979 yılında yasaklanmıştır Kanola bitkisinin bazı makro bitki besin elementi sınır değerleri Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Kanola bitkisi bazı makro elementlerin sınır değerleri (Jones vd., 1991)

<b>Kanola</b>	<b>N (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>K (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>Mg (%)</b>
Min. Değer	2.00	0.28	2.90	1.00	0.17
Mak. Değer	4.50	0.69	5.10	3.00	1.04

Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinde yetiştirilen bölgenin önemli bitkileri arasında yer alan Kanola bitkisine ait bazı makro elementlerin içerikleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kanola bitkisinin bazı makro element içerikleri

<b>Sıra No</b>	<b>N (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>K (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>Mg (%)</b>
1	5,37	0,32	2,50	1,94	0,27
2	6,86	0,42	2,08	1,99	0,39
3	4,24	0,21	2,05	1,53	0,22
4	7,11	0,37	2,08	2,14	0,44
5	6,06	1,23	2,25	2,16	0,36
6	5,03	0,30	2,21	3,79	0,44
7	3,67	0,21	2,13	4,78	0,51
8	7,27	0,40	2,29	2,27	0,28
9	7,07	0,62	2,62	2,20	0,44
10	5,85	0,27	2,24	2,91	0,39
11	7,31	0,72	2,62	2,36	0,40
12	6,16	0,37	2,59	2,90	0,34
13	5,20	0,99	2,09	2,33	0,45
14	5,98	0,24	2,19	3,44	0,42
15	5,33	0,29	2,32	3,11	0,49
16	5,44	0,27	2,48	2,88	0,43
17	6,75	0,35	1,92	2,13	0,32
18	4,95	0,22	2,45	4,24	0,48
19	6,37	0,41	2,72	1,91	0,45
20	6,10	0,43	2,40	2,03	0,39

Çizelge 4.5 ve 4.6'ya göre 20 adet noktada azot miktarı %3,67-%7,31, fosfor miktarı %0,21-%1,23, potasyum miktarı %1,92-%2,72, kalsiyum miktarı %1,53-%4,78, magnezyum miktarı %0,22-%0,51 arasında değişmektedir. Buna göre bitkilerin %10'u yeterli, %90'ı fazla azot, %30'u düşük, %55'i yeterli, %15'i fazla fosfor, %100'ü yetersiz potasyum, %75'i yeterli, %25'i fazla kalsiyum, %100'ü yeterli magnezyum içermektedir.

Araştırmacılar sonraki yıllarda çeşitler geliştirmişlerdir. Kanada'daki ıslah çalışmaları sonucunda ve içeriğindeki oleik asit sebebiyle bitkiye Kanola denilmiştir. Bu bitkinin çiftçi tarafından tercih edilip yetiştirilmesinin önemli bir sebebi verilen tarımsal teşviklerdir. Bu durum biodizel ve yağ bitkisi üreticilerinin Kanola ürününe yönelmesine sebep olmuştur (Süzer, 2015).

Azot bitkilerin vejetatif gelişiminde çok önemli bir rol üstlenir. Organik maddenin yapı taşlarından biri olması nedeni ile bitkilerin kuru madde miktarının artışında görev alır. Azot bitkilerin fotosentez yapmasında önemli rol oynayan klorofilin yapı taşıdır bu yüzden en önemli besin elementlerinden biridir. Azot fazlalığı bitkilerin dayanıklılığını azaltmakta bu durumda bitkileri hastalık ve zararlılara karşı daha hassas hale getirmektedir. Azot bitki bünyesinde meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda görev almaktadır. Hücre duvarlarının yapı maddelerinden bir tanesi de azottur (Mengel ve Kirkby, 2001).

Bitkilerin büyümeleri ve gelişim gösterebilmeleri için üst seviyede gereksinim duyduğu makro besin elementlerinden biri de fosfordur. Fosfor bitkilerin kuru madde ağırlığının yaklaşık olarak %2'sini oluşturmaktadır. Ayrıca fosfor bitki bünyesinde gerçekleşen birçok biyokimyasal ve fizyolojik olayda önemli görev almaktadır (Güneş vd., 2010).

Fosfolipidler, koenzimler, nükleik asitler ve enzimlerin önemli bileşenlerinden biride fosfordur. Solunum ve fotosentez için lazım olan ve birçok fizyolojik olayda görev alan NADH ve ATP fosforca zengin enerji parametreleridir. Fosfor bitkilerde tohumların ve meyvelerin bağlamasında, şekerlerin ve nişastaların üretilmesinde ve oksidasyonun da güç üretmektedir (Karaman vd., 2012).

Bitki kalite parametlerinde görev yapan potasyum makro bitki besin elementi K, bitkinin şeker, karbonhidrat, protein vb., özelliklerini pozitif etkilemektedir. Bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direnç oluşturması, bitki de suyun taşınmasından stomaların açılıp kapanmasına kadar birçok rol oynamaktadır. Potasyum eksikliğinde stomaların olumsuz

etkilenmesi nedeniyle fotosentez sürecini de etkilemektedir. Bitkide kök salgıları ve hücre bölünmesi ve enzim aktivitesini de artırmaktadır (Öktüren vd., 2005; Karaman vd., 2012).

Kalsiyum bitkiler tarafından kalsiyum iyonu şeklinde alınır. Bitki yapraklarının, hücre duvarının orta lamellerinde pektat halinde kalsiyum yüksek miktarlarda bulunur. Organik asitler ile birleşerek kalsiyum tuzlarını meydana getirir. Kalsiyum birçok bitki hücresinde çökelmiş kalsiyum oksalatlar halinde bulunmaktadır. Bitkilerin hücre öz suyunda iyonik formda kalsiyum bulunabilmektedir (Kacar,2015).

Bitkilerin klorofil sentezinin yapı elementlerinden olan magnezyum fosforilasyon sürecinde de vazife yapmaktadır. Bununla birlikte bazı enzimlerin aktifleşmesinde, protein, karbon metabolizmasında da görevler üstlenmektedir. Magnezyum eksikliğinde bitkilerde protein sentezi negatif yönde etkilenmektedir. Yıkanma riski fazla olan topraklarda magnezyum eksikliği görülebilmektedir. Bitkilerde fazla oranda potasyumlu gübre kullanılması durumunda magnezyum noksanlığı görülebilmektedir. Bitkilerde magnezyum eksikliğinde yeşil renk kaybı, gövde zayıflaması, yukarı doğru yaprak kıvrılması ve hasattan önce meyve dökümü gibi çeşitli belirtiler görülebilmektedir (Kacar ve İnal, 2010).

Sivrikaya (2017)'e göre Tekirdağ ili Çorlu ilçesinde yapılan araştırmada buğday bitkisinin makro ve mikro bitki besin element içerikleri araştırılmıştır. Çorlu ilçesinin 20 farklı köyünden alınan buğday numuneleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre potasyum içerikleri bitkilerin %10'unda eksik magnezyum içerikleri ise örnek alanının %60'nda eksiklik olduğu tespit edilmiştir. Mikro elementlerden demir ve çinko ise sırasıyla %5 ve %10 eksiklik olarak bulunmuştur. Ancak %95 oranında azot %45 potasyum ve %15 de demir fazlalığı olduğu ortaya konulmuştur.

#### **4.6. Kanola Bitkisinin Bazı Mikro Element İçerikleri**

Mikro besin elementlerinin kullanılması ile, tarımsal ürünlerde verim artışı, ürün kalitesinde yükseliş, besin değerinde artış meydana gelmektedir. Ayrıca tohum çimlenme yüzdesini ve ilk fide gelişimini olumlu olarak etkilemektedir. Bitkiler için önemli mikro besin elementleri demir, mangan, çinko, bakır, molibden, bor ve klor'dur. Kanola bitkisine ait bazı mikro elementlerin sınır değerleri Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kanola bitkisinin bazı mikro elementlerin sınır değerleri (Jones ve ark. 1991)

<b>Kanola</b>	<b>Fe(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Cu(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Mn(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Zn(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>B(mgkg<sup>-1</sup>)</b>
Min. Değer	30	4	25	22	15
Mak. Değer	200	25	250	49	54

Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinde önemli miktarda üretimi yapılan Kanola bitkisine ait bazı mikro bitki besin elementlerin içerikleri Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kanola bitkisinin bazı mikro element içerikleri

<b>Sıra No</b>	<b>Fe(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Cu(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Mn(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>B(mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Zn(mgkg<sup>-1</sup>)</b>
1	301,00	43,25	273,00	65,25	49,00
2	310,25	43,00	287,50	140,50	58,00
3	288,25	44,75	241,00	47,75	52,25
4	334,50	44,75	447,75	75,50	61,00
5	1.161,50	54,25	287,25	59,25	63,75
6	413,75	42,00	260,00	69,75	43,00
7	392,00	43,00	288,50	54,75	46,00
8	328,75	43,25	253,25	50,25	59,50
9	431,75	46,75	306,00	54,25	62,00
10	318,75	46,00	272,50	65,50	41,75
11	349,00	44,75	262,75	77,25	64,00
12	298,50	44,25	282,50	67,00	41,25
13	279,50	45,25	261,00	79,50	40,25
14	941,50	45,00	315,75	63,25	59,50
15	365,00	44,75	276,00	49,25	51,25
16	997,00	44,75	268,50	55,00	49,00
17	358,00	48,75	271,25	46,00	62,75
18	776,25	43,75	283,25	66,00	41,25
19	312,50	47,75	308,50	62,25	71,75
20	311,50	45,75	272,75	78,50	54,50

Çizelge 4.7 ve 4.8'e göre 20 adet noktada demir miktarı  $279,50 \text{ mgkg}^{-1}$  - $1161,50 \text{ mgkg}^{-1}$ , bakır miktarı  $42,00 \text{ mgkg}^{-1}$  - $54,25 \text{ mgkg}^{-1}$ , mangan miktarı  $241,00 \text{ mgkg}^{-1}$  - $447,75 \text{ mgkg}^{-1}$ , bor miktarı  $46,00 \text{ mgkg}^{-1}$  - $140,50 \text{ mgkg}^{-1}$ , çinko miktarı  $40,25 \text{ mgkg}^{-1}$  - $71,75 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre bitkilerin %100'ü toksik seviyede demir ve bakır, %5'i yeterli %95'i toksik seviyede mangan, %20'si yeterli %80'i toksik seviyede bor, %35'i yeterli %65'i toksik seviyede çinko içermektedir.

Mikro besin elementlerinin kullanım miktarları makro besin elementlerine oranla daha düşüktür. Bazı bitkiler mikro besin elementlerinin eksikliğine çok daha hassastır. Özellikle yağlı tohumlu bitkiler demir, bor, mangan ve çinko eksikliğine oldukça hassastır ve bu elementlerin eksikliği bitkilerin yağ oranlarını etkileyebilmektedir (Malakuti ve Tehrani, 2000).

Bitkiler tarafından demir,  $\text{Fe}^{+2}$  ve  $\text{Fe}$ -kilyetleri şeklinde alınır. Bitki köklerinin demiri iyonik formda adsorbe ettiği bilinmektedir fakat son yıllarda yapılan çalışmalarla bitkilerin demiri karmaşık organik tuzlar şeklinde de adsorbe ettiği saptanmıştır. Bitkiler demiri  $\text{Fe}^{+3}$  iyonu olarak almış olsada bitki bünyesinde aktif olan  $\text{Fe}^{+2}$  iyonudur. Bu durumun bir sonucu olarak bitkiler fazla oranda  $\text{Fe}^{+3}$  iyonu içerse dahi demir eksikliği görülebilmektedir. Demir klorofil'in yapısında bulunmuyor olsa dahi klorofil oluşumunda görev alan besin elementlerindedir (Price, 1991).

Bakırı bitkiler bakır iyonları ve bakır şelatları şeklinde almaktadır. Hafif bünyeli topraklarda bitkiler için yararlı bakır miktarı  $0-2 \text{ mgkg}^{-1}$  aralığında ise bitkilerde noksanlık belirtileri görülmektedir. Killi topraklarda ise bu oran  $0,1-5$  ya da  $1,6-2,5 \text{ mg kg}^{-1}$  arasındadır (Bowen, 1969).

Bakır noksanlık belirtileri ilk olarak genç yapraklarda görülmektedir. Yapraklarda beyaza yakın, grimsi yeşil renk değişimleri ve kloroz görülmektedir. Bitkilerin büyümeleri zayıflamakta ve uç kısımlarda kurumalar meydana gelmektedir. Bitkide bakır'ın fazla olduğu durumlarda ise gelişim gerilemekte, yapraklarda klorozlar meydana gelmektedir (Jones vd, 1991).

Mangan, bitki fizyolojisi için çok değerli bir elementtir. Mangan bitkilerde karbonhidratların indirgenmesinde, klorofilin oluşmasında, RNA ve DNA sentezlenmesinde katalizör olarak görev alır. Mangan bitkilerin fotosentez ile oksijen üretimi süresince

metabolizmaya enerji sağlamak ve suyun parçalanmasında aktif rol oynamaktadır. (Yıldız, 2008).

Çinko bitki fizyolojisi açısından oldukça önemli olan mikro besin elementlerindedir. Çinko enzimleri yapısında ve aktifleşmesinde, karbonhidratların metabolizmasında ve proteinlerin sentezinde önemli görevler üstlenmektedir (Kıl ve Paksoy, 2014). Çinko noksanlığı bitkilerin köklerini olumsuz yönde etkilemekte ve yaşlanmış köklerin dokularının ölmesine neden olmaktadır. Çinko noksanlığında bitki yapraklarının damarları arasında sararmalar meydana gelmektedir (Kıl ve Paksoy 2014).

Derin (2017)'e göre Edirne ili Uzunköprü ilçesinde Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) bitkisinde yapılan bir çalışmada ile 25 farklı araziden alınan örnekler üzerinde bitki analizleri yapılarak bitkideki Bor içerikleri tespit edilmiştir. Araştırmadaki bor sonuçları Jones vd. (1991)'e göre değerlendirilmiştir. Referans değerleriyle karşılaştırılan bitki analiz sonuçları %100 yeterli olarak tespit edilmiştir.

#### **4.7. Kanola Bitkisinin Bazı Ağır Metal İçerikleri**

Günümüzde, toprak, su ve hava gibi ortamlarda yoğun biçimde birikmeye başlayan ağır metaller, Yeryüzünde ki tüm canlıların hayatını tehdit eden mühim bir çevre sorunudur. Ağır metallerin doğaya dağılmasına sebep olan nedenlerin başında endüstriyel aktiviteler, egzoz gazları, maden yatakları, volkanik aktiviteler, tarımda kullanılan gübreler, pestisitler ile kentlerde ortaya çıkan atıklar gelmektedir (Stresty ve Madhava Rao, 1999).

Ağır metallerin bitkilerin doku ve organlarda aşırı birikimi sonucunda bitkilerin gelişimi olumsuz olarak etkilenmektedir (Gür vd, 2004). Ağır metaller zehir etkileri sebebi ile bitkilerde fizyolojik olayların bozulmasına neden olmaktadır (Kennedy ve Gonsalves, 1987).

Tarla koşullarında 2010 yılında Tekirdağ'da yapılan denemede yazlık Kanola çeşitleri arasında en yüksek tohum verimi veren çeşit belirlenmesi amacıyla çeşit denemesi yürütülmüştür. Kanola Sary ve Jura çeşitleri hem verim hem de yan dal sayısı gibi verilerde en yüksek sonuçları vermiştir. Özellikle kirli alanların temizlenmesinde kullanılan ve hiperakümülatör olan Kanola bitkisi ekim periyodu açısından yazlık çeşitlerin daha kısa sürede hasada gelmesi nedeniyle tercih sebebi olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Biyodizel, yağ bitkisi olmasının yanı sıra toprak kirliliği giderimin de kullanılan

bitkiler arasında yer alması nedeniyle önemli bir bitkidir (Dinç, 2010; Adiloğlu vd., 2015; Adiloğlu vd., 2016).

Kanola bitkisine ait bazı ağır metal içerikleri Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kanola bitkisinin bazı ağır metal içerikleri

Sıra No	Ni(mgkg <sup>-1</sup> )	Al(mgkg <sup>-1</sup> )
1	9,11	196,50
2	9,22	227,75
3	7,13	135,50
4	14,09	163,25
5	12,31	724,00
6	3,93	291,50
7	3,41	255,00
8	7,69	178,25
9	8,49	307,50
10	3,49	191,00
11	6,96	214,25
12	3,78	129,25
13	5,17	148,00
14	7,19	781,00
15	4,01	219,50
16	9,20	739,75
17	5,52	195,75
18	6,55	631,50
19	16,40	149,75
20	7,15	187,50

Çizelge 4.9'a göre 20 adet noktada nikel miktarı  $3,49 \text{ mgkg}^{-1}$  - $16,40 \text{ mgkg}^{-1}$ , alüminyum miktarı ise  $129,25 \text{ mgkg}^{-1}$  - $781,00 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Bitkilerde kabul edilen sınır değerlere göre %75 oranında bitkilerde nikel toksisitesi mevcuttur (FAO,2013).

Şelat bileşiklerini kolaylıkla oluşturan nikel, bitkilerdeki enzimlerde ve fizyolojik aktivitelerde bulunan ağır metallere yer değiştirmektedir. Üreaz ve hidrogenaz enzimlerinin metal yapı maddesi nikeldir. Bu yüzden az miktarda Ni içeren bitkiler uygulanan üre gübresinden yararlanamadıkları gibi bu gübreden toksik olarak etkilenmektedirler (Kacar ve Katkat, 2010).

Alüminyum bitkide büyümeyi, gelişmeyi, membran yapısını, iyon alışverişini, hücre bölünmesini, olumsuz yönde etkilemektedir (Matsumoto, 2000).Alüminyum toksisitesi ayrıca kök büyümesini inhibe ederek, köklerde kalınlaşma ve düzensiz kıvrımlara açmaktadır (Ciamporova, 2002).



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinin bazı mahallerinde bulunan kanola ekim alanlarının bazı makro ve mikro besin elementi ve ağır metal içeriklerinin toprak ve bitki analizleri ile tespit edilmesi amacı ile yapılmış olan bu araştırmada Süleymanpaşa ilçesinin yirmi farklı mahallesinde bulunan kanola ekim alanlarından alınan toprak ve bitki örnekleri analiz edilmiş ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Toprak numunelerinin azot içeriklerinin eseri -%0,13 arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna göre araştırmaya konu olan bölgedeki toprakların %5'i çok düşük, %55'i düşük, %40'ı ise orta seviyede azot kapsadığı tespit edilmiştir. Toprakların ideal organik madde miktarı %3-%5 arasındadır. Araştırmaya konu olan toprakların organik madde miktarı ise %0,88-%2,55 arasındadır. Bu durum toprakların azot içeriklerinin düşük olmasına sebep vermektedir.

Bitki örneklerinin azot içeriklerinin %3,67 ile %7,31 arasında değişmekte olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla araştırmaya konu kanola ekim alanlarında bitkilerin %10'u yeterli seviyede azot ihtiva ederken, %90'ında azot fazlalığı olduğu saptanmıştır. Bitki örneklerinin alındığı tarih dolaylarında yapılan toprak ve bitki analizine dayalı olmayan gübreleme ve hemen hemen aynı zamanlarda lokal yağışların gerçekleşmesi ile toprağa uygulanan azotlu gübrelerin suyun da desteği ile bitkiler tarafından alınması sonucu %90 oranında azot fazlalığı meydana geldiği düşünülmektedir.

Toprakların fosfor içerikleri  $9,50 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $142,08 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre bölgedeki toprakların %45'i yeterli, %30'u fazla, %25'i ise çok fazla fosfor ihtiva ettiği tespit edilmiştir.

Bitki örneklerinin fosfor içerikleri %0,21 ile %1,23 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre araştırmaya konu olan bölgedeki bitkilerin %30'u düşük seviyede fosfor ihtiva ederken, %55'i yeterli seviyede fosfor ve %15'i de fazla oran da fosfor ihtiva ettiği tespit edilmiştir. Fosfor toprak pH'sı ile yakın ilişki halindedir. Asit ve alkalın karakterli topraklarda fosfor alınamaz formlara dönüşmektedir. Araştırmaya konu olan toprakların %10'u orta asit, %15'i hafif asit, %20'si nötr, %55'i ise hafif alkalın karakterlidir. Bu doğrultuda bitki analizlerinde ortaya çıkan %30 oranındaki fosfor noksanlığının fosforun alınamaz forma dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprakların potasyum içerikleri  $189,00 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $531,29 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre bölgelerindeki toprakların %85'i yeterli, %15'i ise fazla potasyum ihtiva etmektedir.

Bitki örneklerinin potasyum içerikleri %1,92 ile %2,72 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre araştırmaya konu olan bölgedeki bitkilerin %100'ü yetersiz potasyum ihtiva etmektedir. Bitki örneklerinin %100'nün potasyum eksikliği göstermesinin bitki kök hastalıkları ve yanlış gübre uygulamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak analizine dayalı potasyumlu gübreler uygulanmalıdır.

Toprakların kalsiyum içerikleri  $1064,74 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $6640,01 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre araştırma bölgelerindeki toprakların %25'i orta, %75'i ise yüksek kalsiyum içermektedir.

Bitki örneklerinin kalsiyum içerikleri ise %1,53-%4,78 arasındadır. Bu sonuçlara göre araştırmaya konu olan bölgedeki bitkilerin 75'i yeterli, %25'i fazla kalsiyum içermektedir.

Toprakların magnezyum içerikleri  $111,18 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $440,34 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre araştırma bölgelerindeki toprakların %15'i düşük, %85'i ise orta magnezyum içermektedir.

Bitki örneklerinin magnezyum içerikleri ise %0,22-%0,51 arasında değişmektedir. Buna göre araştırma bölgelerindeki bitkilerin %100'ü yeterli magnezyum içermektedir.

Toprakların demir içerikleri  $8,31 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $97,96 \text{ mgkg}^{-1}$  arasındadır. Bu sonuçlara göre araştırma bölgelerindeki toprakların %100'ü toksik seviyede demir içermektedir.

Bitki örneklerinin demir içerikleri ise  $279,50 \text{ mgkg}^{-1}$  - $1161,50 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre bitkilerin %100'ü toksik seviyede demir içermektedir.

Araştırma bölgesi topraklarının bakır içeriği  $0,94 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $4,58 \text{ mg kg}^{-1}$  arasındadır. Bu sonuca göre toprakların %100'ü yeterli bakır içermektedir.

Bitki örneklerinin bakır içerikleri ise  $42,00 \text{ mgkg}^{-1}$  - $54,25 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre bitkilerin %100'ü toksik seviyede bakır içermektedir.

Toprakların mangan içerikleri  $8,08 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $222,19 \text{ mgkg}^{-1}$  arasındadır. Bu sonuçlara göre araştırma bölgelerindeki toprakların %50'si az, %25'i yeterli, %15'i fazla, %10'u ise toksik düzeyde mangan içermektedir.

Bitki örneklerinin mangan içerikleri ise  $241,00 \text{ mgkg}^{-1}$  -  $447,75 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre bitkilerin %5'i yeterli %95'i toksik seviyede mangan içermektedir. Toprak analizlerinde %50 oranında mangan eksikliği görülürken bunun bitki analiz sonuçlarına yansımadağı görülmüştür. Bölgemizde kanola yetiştiriciliği yapılan alanlarda çeşitli mikro elementleri içeren yaprak gübreleri kullanılmaktadır.

Toprakların bor içerikleri  $0,20 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $0,34 \text{ mgkg}^{-1}$  arasındadır. Bu sonuçlara göre araştırma bölgelerindeki toprakların %100'ü çok düşük bor içermektedir.

Bitki örneklerinin bor içerikleri ise  $46,00 \text{ mgkg}^{-1}$  -  $140,50 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre bitkilerin %20'si yeterli %80'i ise toksik seviyede bor içermektedir. Toprak analizlerinde %100 oranında bor eksikliği görülmekteyken bitki analizlerinde ise %20'si yeterli, %80'si toksik oranda bor gözükmektedir. Kanola yetiştiriciliğinde bölgemizde üreticiler tarafından bor içerikli yaprak gübreleri kullandığından bu durumun kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprakların çinko içerikleri  $0,32 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $2,50 \text{ mgkg}^{-1}$  arasındadır. Bu sonuçlara göre araştırma bölgelerindeki toprakların %35'i az, %60'ı yeterli, %5'i ise toksik seviyede çinko içermektedir.

Bitki örneklerinin çinko içerikleri ise  $40,25 \text{ mgkg}^{-1}$  -  $71,75 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre bitkilerin %35'i yeterli %65'i toksik seviyede çinko içermektedir. Araştırma alanı topraklarında %35 oranında çinko eksikliği görülmektedir. Bu durum bitki analizi sonuçlarına yansımamıştır bunun nedeni kanola ekim alanlarında çeşitli mikro elementlerin bulunduğu combi diye adlandırılan yaprak gübrelerinin kullanılması olarak düşünülmektedir.

Toprak örneklerinin kurşun ağır metali içerikleri  $0,60 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $3,76 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100'ü kurşun açısından toksik değildir. Kurşun ağır metali bitki bünyesine geçmemiştir.

Toprak örneklerinin kobalt ağır metali içerikleri  $0,12 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $1,82 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %100'ü kobalt açısından toksiktir. Kobalt ağır metali bitki bünyesine geçmemiştir.

Toprak örneklerinin alüminyum ağır metali içerikleri  $0,30 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $11,58 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %5'i toksik, %95'i ise toksik değildir. Alüminyum ağır metali bitki bünyesine geçmiştir. Bitki örneklerinin alüminyum içerikleri  $129,25 \text{ mgkg}^{-1}$  -  $781,00 \text{ mgkg}^{-1}$  arasındadır.

Toprak örneklerinin nikel ağır metali içerikleri  $1,06 \text{ mgkg}^{-1}$  ile  $19,18 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Buna göre toprakların %85'i toksik değil, %15'i ise toksiktir. Nikel ağır metali bitki bünyesine geçmiştir. Bitki örneklerinin nikel içerikleri  $3,49 \text{ mgkg}^{-1}$  -  $16,40 \text{ mgkg}^{-1}$  arasındadır. Bitkilerde kabul edilen sınır değerlere göre %75 oranında bitkilerde nikel toksisitesi mevcuttur.

Bu araştırmanın sonuçları değerlendirildiğinde %100 oranında potasyum ve %30 oranında fosfor besin elementi eksiklikleri gözlenmiştir. Gübreleme programları bu eksiklikler göz önüne alınarak oluşturulmalıdır. Günümüz tarımında birim alandan maksimum verimi en ekonomik şekilde almamız gerektiği bir gerçektir. Ancak görülen odur ki gübreleme çiftçilerimiz tarafından toprak ve bitki analizlerine dayalı olmadan bilinçsiz bir şekilde yapılmaktadır.

Çeşitli kirlilikler sonucunda ortaya çıkan ağır metal kirliliğinin önüne geçmek ve insanların sağlığına etki edecek şartları daha oluşmadan yok etmek gereklidir. Bu tarz ağır metal kirliliklerinin ve toksisitelerinin ortadan kaldırılmasın da en kolay yöntemlerden biri olan fitoremediasyon yöntemi kullanılabilir.

Bu çalışmanın sonucunda bölge ve ülke tarımı için önemli bitkilerden olan kanola'nın bitki besleme ve ağır metal içeriği bütün yönleri ile ele alınmıştır. Kanola tarımının daha bilinçli, daha doğru ve daha güvenilir bir şekilde yapılması için bu çalışma gerekli tüm verileri ortaya koymuştur. Bu veriler doğrultusunda bölgemizde özellikle fosforlu ve potasyumlu gübrelerin kullanılmasına önem verilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Adiloğlu, S. Eryılmaz Açıkgöz, F. ve Adiloğlu, A. (2013). The Effect of Increasing Doses of Sulfur Application of Some Nutrient Elements, Vitamin C, Protein Contents and Biological Properties of Canola Plant (*Brassica Napus L.*) *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 10(3), 59-63.
- Adiloğlu, S. (2013). *Tekirdağ İlinde Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metallerin Kirliliğinin Araştırılması*. (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Adiloğlu, S. (2013). *Tekirdağ İlinde Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metallerin Kirliliğinin Araştırılması*. (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Adiloğlu, S. (2016). Using Phytoremediation with Canola to Remove Cobalt from Agricultural Soils, *Polish Journal of Environmental Studies*, 25,(6), 2251-2254.
- Adiloğlu, S. (2018). Advances in Bioremediation and Phytoremediation, Chapter: Heavy Metal Removal with Phytoremediation, *InTech*, Editör: Naofumi Shiomi.
- Adiloğlu, S. Sağlam, M. T. ve Süme, A. (2015). Chrome (Cr) Pollution In Agricultural Areas Improvement By Phytoremediation Method With Canola (*Brassica Napus L.*) Plant Growing. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 18(5), 1180-1186.
- Adiloğlu, S. ve Gürgan, M. (2020). Karoline Møller (Editor) Book title: *Brassica napus: Cultivation and Uses*. Chapter title: Brassica napus: Phytoremediation. Nova Science Publishers, Inc. Publication Date: August 2020 pp: 134. ISBN:978-1-53618-191-3.
- Adiloğlu, S. ve Pamay, S. (2021). James C. Flores (Editor) Book title: *The Future of Phytoremediation*. Chapter title: *Phytoremediation and Hyperaccumulative Families*. Nova Science Publishers, Inc. ISBN:978-1-53619-625-2.
- Adiloğlu, S. ve Sağlam, M.T. (2015). Tekirdağ İlinde Karayolu Kıyısındaki Toprakların Organik Madde Miktarları, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, Özel sayı, 49-60.
- Adiloğlu, S., Sağlam, M. T., Adiloğlu., A. ve Süme, A. (2016). Removal of Nickel (Ni) from Agricultural Field Soils by Phytoremediation using Canola (*Brassica napus L.*). *Desalination and Water Treatment*, 57(6), 2383-2388.

- Alloway, B.J. (1995). Heavy metals in soils, 2nd edn. London, UK: Blackie Academic and Professional
- Anonim. (2021a). *Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi. Anonim*. 12 Kasım 2021, Erişim adresi <https://www.tekirdag.bel.tr/tarim>
- Anonim. (2021b). Tekirdağ Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü.
- Anonim. (2021c). *Süleymanpaşa İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü*, 15 Kasım 2021, Erişim adresi <https://tekirdag.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=47>
- Asri, F.Ö. ve Sönmez, S. (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 36- 45.
- Awad, F. Romheld, V. ve Marschner, H. (1994). Effect of root exudates on mobilization in the rhizosphere and uptake of iron by wheat plants. *Plant and Soil*, 165: 213-218.
- Bakırcıoğlu, D. (2009). *Toprakta Makro ve Mikro Element Tayini*. (Doktora Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı. Edirne.
- Barber, S.A. (1995). Soil nutrient bioavailability, 2nd edn. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Baudouin, E. ve Hancock, J.T. (2014). Nitric oxide signaling in plants, *Plant Sci*, 4, 553.
- Boşgelmez, A. Boşgelmez, İ. İ. Savaşçı, S. ve Paslı, N. (2001). *Ekoloji – II (Toprak)*, Başkent Klîşe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Bowen, J.E. (1969). Absorption of copper, zinc and manganese by sugarcane tissue. *Plant Physiology* 44:225.
- Carrigan, R.A. ve Erwin, T.C. (1951). Cobalt determination in soils by spectrographic analysis following chemical preconcentration, *Proc. Soil Science Society America*, 15, 145-149.
- Ciamporova, M. (2002). Morphological and structural responses of plant roots to aluminium at organ, Tissue and cellular levels. *Biol Plant* 45:161–171,
- Clark, I. (2001). Practical geostatistics. On-line book, <http://uk.geocities.com/drisobelclark/practica.html>. Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2009.
- Çağlar Davran, F. (2020). *Toprak Düzenleyicisi Bazı Polimerlerin (Poliakrilamid ve Polivinil Alkol) Kanola (Brassica Napus l.) ve jüt (Corchorus Olitorius l.) Bitkilerinin Besin*

- Elementi Alımına Etkisi.*(Yüksek Lisans Tezi), Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bingöl.
- Çakır, E. (2019). *Gaziantep Bölgesinde Farklı Kışlık Kanola (Brassica napus Ssp. oleifera L.) Çeşitlerinin Toprağın Agregat Stabilitesi ve Makro Mikro Besin Elementlerine Etkisinin Araştırılması.*(Yüksek Lisans Tezi), Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Çakmak, İ. Kalaycı, M. Ekiz, H. Braun, H.J. ve Yılmaz, A. (1999). Zinc Defficiency as an Actual Problem in Plant and Human Nutrition in Turkey: A-NATO- Science for Stability Project. *Fieled Crops Research.*, 60: 175-188.
- Çakmak, İ. Torun, B. Erenoğlu, B. Öztürk, L. Marschner, H. Kalaycı, M. Ekiz, H. ve Yılmaz, A. (1998). Morphological and physiological differences in cereals in response to zinc deficiency. *Euphytica*, 100: 349-357.
- Çakmak, İ. ve Yazıcı, A.M. (2010). Magnesium: A Forgotten element in crop production, *Better Crops with Plant Food*. 94, 23-25.
- Demiralay, İ. (1993). *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum, 131 s.
- Derin, A. (2017). *Edirne İli Uzunköprü İlçesinde Yetiştirilen Ayçiçeği (Helianthus Annuus L.) Bitkisinin Beslenme Durumunun Bitki Analizleriyle Belirlenmesi.* (Y. Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Dinç, B. E. (2010). *Yazlık Kanola (Brasica Napus L.) Çeşitlerinin Verim ve Bazı Özellikleri Üzerinde Çalışmalar.* (Y. Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Dinç, S. (2018). *Bazı Kanola Çeşitlerinde (Brassica Napus Ssp. Oleifera L.) Ekim Zamanı ve Tohumluk Miktarının Büyüme Parametrelerine, Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi.*(Yüksel Lisans Tezi), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.
- Dökmeçi, İ. ve Dökmeçi, AH. (2009). *Toksikoloji Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi*. 5. Baskı İstanbul Tıp Kitapevi, İstanbul.

- Ekinci, H. (1990). *Türkiye Genel Toprak Haritasının Toprak Taksonomisine Göre Düzenlenebilir Olanaklarının Tekirdağ Bölgesi Örneğinde Araştırılması*. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Eyüpoğlu, F. Kurucu, N. ve Talaz, S. (1998). Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bazı Mikroelementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından Genel Durumu. Köy Hizmetleri Genel Müd. Toprak ve Güb. Araş. Enst. Müd. s:72, Ankara.
- Fageria, N. K. (2009). *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- FAO, (1990). Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. *FAO Soil Bulletin* by Sillanpaa. Rome.
- FAO/WHO, (2003). Codex Alimentarius International Food Standards Codex Stan -179, Codex Alimentarius commis
- Gardiner, D.T. ve Miller, R.W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11<sup>th</sup> Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, New Jersey, USA.
- Gizlenci, Ş. ve Dok, M. (2003). Ham Yağ Açığına Çare “Kanola”, *Ekin Dergisi*, Yıl:7, Sayı: 23, Ankara.
- Güneş, A. Alpaslan, M. ve İnal, A. (2010). Bitki *Besleme ve Gübreleme*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ders Kitabı No. 5, 243 s
- Gür, N. Topdemir, A. Munzuroğlu, Ö. ve Çobanoğlu, D. (2004). Ağır Metal İyonlarının (Cu<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>) Clivia sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Gürgen, M. ve Adiloğlu, S. (2020). Karoline Möller (Editor) Book title: *Brassica napus: Cultivation and Uses*. Chapter title: *Brassica napus: Bioremediation*. Nova Science Publishers, Inc. Publication Date: August 2020 pp: 134. ISBN:978-1-53618-191-3.
- Güzel, N. Gülüt, K.Y. ve Büyük, G. (2004). *Toprak Verimliliği ve Gübreler*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- Jankowski, K.J. Sokolski, M. Dubis, B. Krzebietke, S. Żarczyński, P. Hulanicki, P. ve Hulanicki, P.S (2016). Yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds in response to foliar application of boron. *Agricultural and Food Science*, 25(3), 164–176.
- Jones, J.B. Benjamin, Jr.W. ve Mills, H.A. (1991). *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro



- Publishing Inc. USA., p.1-213.
- Journel, A.G. ve Huijbregts, C.H.J. (1978). *Mining geostatistics*. Academic Press, 600 p., London.
- Kacar, B. (2019). *Mikro Besin Maddeleri*. Nobel Yayıncılık. Ankara
- Kacar, B. Katkat, A.V. (2015). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Genişletilmiş ve güncellenmiş 5. Baskı, s.1-559. Nobel Yayın ve Dağıtım Ankara.
- Kacar, B. ve İnal, A. (2010). *Plant Analysis*. (N. Yayınevi, Ed.). Ankara
- Kacar, B. ve Katkat, V. (2010). *Bitki Besleme*. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Kantarıcı, M.D. (2000). *Toprak İlimi*. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s
- Karaman, M.R. Adiloğlu, A. Brohi, R. Güneş, A. İnal, A. Kaplan, M. Katkat, V. Korkmaz, A. Okur, N. Ortaş, İ. Saltalı, K. Taban, S. Turan, M. Tüfenkçi, Ş. Eraslan, F. ve Zengin, M. (2012). *Bitki Besleme*. ISBN 978-605-87103-2-0 Dumat Ofset, Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti., Ankara.
- Karatepe, A. (2006). *Chromosorb-150 Reçinesi ve Mebran Filtre Kullanılarak Bazı Eser Elementlerin Zenginleştirilmesi ve Türlemesi*. (Doktora Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Kayseri.
- Kennedy, C.D. ve Gonsalves, F.A.N. (1987). *The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots*, J.Exp. Bot., 38, 800-817.
- Kıl, R. Paksoy, M. (2014). *Organik ve inorganik gübrelerin karnabaharda bitki gelişimi ve verime etkisi*. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tekirdağ.
- Koca, Y.K. Derin, A. Adiloğlu, S. (2019). Jeoistatistiksel Modelleme ile Edirne İli Uzunköprü İlçesi Topraklarının Bazı Mikro Element Düzeylerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 16(3), 1-10.
- Koca, Y.K. Derin, A. ve Adiloğlu, S. (2018). Edirne İli Uzunköprü İlçesi Topraklarının Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Jeoistatistiksel Modellenmesi. *The International Congress of Eurasian Natural Nutrition and Healthy Life*. (DOĞAL 2018). 12-15 July, 2018 in Ankara

- Lindsay, W.L. ve Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper, *Soil Science Society of American Proceeding*, 42, 421-428.
- Malakuti, M.C. ve Tehrani, M.M. (2000). *Mikro Elementler ve Yüksek Etki*. Tarbiyet Modarres Üniversitesi Yayınları, Tehran, İran.
- Marschner, P. (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London
- Matsumoto, H. (2000). Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants, *Inter Rev Cytol* 200:1-46
- McAinsh, M. R. ve Pittman, J. K. (2009). Shaping the calcium signature. *New Phytol.* 181, 275-294.
- McCauley, A. Jones, C. ve Jacobsen, J. (2009). *Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service*. Publication, 4449-9, p.1-16.
- McGrath, S.P. Heavy metals in soils. London, England: Blackie Academic and Professional, 1995.
- Mengel, K. ve Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition*. 5th Edition, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Mikkelson, R. (2010). Soil and Fertilize Magnesium. *Better Crop*. 94, 2.
- Miller, G.W. Pushnik, J.C. ve Welkie, G.W. (1984). Iron Chlorosis, a World Wide Problem, the Relation of Chlorophyll Biosynthesis to Iron. *Journal of Plant Nutrition*. 7(15): 1-22.
- Oladaskari, F. Mojaddam, M. ve Nejad, B. T. (2020). Effect of Combined Application of Biological and Chemical Nitrogen Fertilizers on Different Planting Methods on Yield and Yield Components of Canola (*Brassica napus L.*), *Journal of Crops Improvement* 22(2)283-294
- Öktüren, F. Sönmez, S. Kocabaş, I. (2005). Potasyumun Bitki Sağlığı Üzerine Etkileri. *Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştay*, 3-4 Ekim 2005, s.94-100, Eskişehir.
- Özbek, H. Kaya, Z. Gök, M. ve Kaptan, H. (2001). *Toprak Bilimi*. 5. Baskı, ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No A-16, Adana.
- Özen, Ö.M (2019). *Kanola (Brassica Napus Ssp. Oleifera L.)'da Selenyumun Bor Stresini Azaltmadaki Etkisinin Moleküler Yöntemlerle Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Antalya.

- Özkan, G. (2009). *Endüstriyel Bölge Komşuluğunda Kıyusal Kırsal Alandaki Hava Kalitesi; Muallimköy'de Partikül Maddede ve Topraktaki Ağır Metal Kirliliği*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Özkan, H. (2019). *Kahramanmaraş Ekolojik Şartlarında Bazı Kanola (Brassica Napus L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.
- Plaster, E.J. (1992). *Soil Science and Management*. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA
- Price, A.H. ve Hendry, G.A.F. (1991). *Iron catalysed oxygen radical formation and its possible contribution to drought damage in nine native grasses and three cereals*. Plant Cell Environ. 14:477-484.
- Sağlam, M. T. (2012). *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri*. Namık Kemal Üniversitesi, Yayın No: 2, Tekirdağ.
- Sağlam, M.T. (2005). *Gübreler ve Gübreleme* (7. Baskı). T.Ü. Tekirdağ Zir. Fak. Yayınları, Yayın No: 149, Ders Kitabı No: 74, 363s., Tekirdağ
- Sarı, T. (2009). *Edirne ili ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır metal Kirliliğinin Araştırılması*. (Y. Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Shukla, A.K. (2011). Effect of foliar application of calcium and boron on growth, productivity and quality of Indian gooseberry (*Emblica officinalis*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 81 (7): 628–32
- Sillanpaa, M. (1982). Micro nutrients and the nutrient status of soils. A global study. FAO Soils Bulletin, No.48, FAO, Rome.
- Singh, S., Kumar Tripathi, D., Singh, S., Sharma, S., Kishore Dubey, N., Kumar Chauhan, D. ve Vaculik, M. (2017). Toxicity of aluminium on various levels of plant cells and organism: A review, *Environmental and Experimental Botany*, 137, 177-193.
- Sivrikaya, N. (2017). *Tekirdağ İli Çorlu İlçesinde Yetiştirilen Buğday (Triticum Aestivum L.) Bitkisinin Beslenme Durumunun Bitki Analizleri ile Belirlenmesi*. (Y. Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.

- Sönmez, S. Kaplan, M. Sönmez, N.K. ve Kaya, H. (2006). Topraktan Yapılan Bakır Uygulamalarının Toprak pH'sı ve Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 151-158.
- Stresty, T.V.S. ve Madhava Rao, K.V. (1999). Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea, *Environ Exp Bot.*, 41, 3-13.
- Subramanian, R. Wilson-Kubalek, E. M. Arthur, C. P. Bick, M. J. Campbell, E. A. Darst, S. A. Milligan, R. A. ve Kapoor, T. M. (2010). Insights into antiparallel microtubule crosslinking by PRC1, a conserved nonmotor microtubule binding protein. *Cell*, 142, 433–443.
- Sungur, A. Adiloğlu, S. Koca, K. ve Özcan, H. (2012). The Status and Spatial Variability of Some Available Micronutrient in the Ezine-Bayramic Plain Soils. *8<sup>th</sup> International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management"* 15-17 May, Çeşme-İzmir-Turkey, p:519- 524.
- Sümer, A. Adiloğlu, S. ve Adiloğlu, A. (2020). Determination of boron extraction methods for plant available boron content in canola grown Soils, *Fresenius Environmental Bulletin*, 29 (09), 7294-7301
- Süzer, S. (2015). Effects of Plant Nutrition on Canola (*Brassica Napus* L.) Growth. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16 (2), 87 – 90.
- Şenbayram, M. Bol, R. Dixon, L. Fisher, A. Stevens, C. Quinton, J. ve Fanguero, D. (2015). Potential use of rare earth oxides as tracers of organic matter in grassland. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 178, 288–296.
- Şenbayram, M. Gransee, A. Wahle, V. ve Thiel, H. (2015). Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant–soil continuum, *Crop and Pasture Science*, 66(12), (1219), 10.1071/CP15104,
- Tepper, H.B. Yang, C.S. ve Schaedle, M. (1989). Effect of Aluminum on Growth of Root Tips on Honeylocust and Loblolly Pine, *Environmental Experimental Botany*, 29(2), 165-173.
- Tikoalu, A.D. Lundquist, N.A. ve Chalker, J.M. (2020). Mercury Sorbents Made By Inverse Vulcanization Of Sustainable Triglycerides: The Plant Oil Structure Influences The Rate of Mercury Removal From Water. *Advanced Sustainable Systems*. Doi:10.1002/Adsu.201900111.

- Trangmar, B.B. Yost, R.S. ve Uehara, G. (1985). Application of geostatistics to spatial studies of soil properties, *Adv. Agron.*, 38, 45–93.
- Turan, M. Esringü, A. (2007). Phytoremediation based on canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) planted on spiked soil by aliquot amount of Cd, Cu, Pb, and Zn, *Plant Soil Environ.*, 53, 7-15.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). Bitkisel üretim istatistikleri, 13 Kasım 2021 Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Ülgen, N. Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi* (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Whalley, H.J.ve Knight, M.R. (2013). Calcium signatures are decoded by plants to give specific gene responses. *New Phytol* 197: 690–693
- White, P.J. ve Boadley, M. (2003). *Calcium in Plants. Annals of Botany* 92:487-511
- Yağdı, K. Kaçar, O. ve Azkan, N. (2000). Topraklardaki Ağır Metal Kirliliği ve Tarımsal Etkileri, *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 109–115.
- Yıldız, S. (2008). *Nişasta Sanayi Atıksularının Bitkisel İyileştirilme (Fitoremediasyon) Kapasitesine Mikorizal Simbiyozun Etkilerinin Araştırılması*. (Y.Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Yılmaz, R. (2017). *Kükürtlü Gübrelemenin Kanola (Brassica Napus L.) Bitkisinin Verim Ve Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Yruela, I. (2005). Copper in Plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17, 145-156.
- Yuguan, Z. Min, Z. Luyang, L. Zhe, J. Chao, L. Sitao, Y. Yanmei, D. Na, L. ve Fashui, H. (2009). Effects of Cerium on Key Enzymes of Carbon Assimilation of Spinach Under Magnesium Deficiency. *Biological Trace Element Research*. 131: 154-164.
- Zengin, K. F. ve Munzuroğlu, Ö. (2005). Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.Strike) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Üzerine Bazı Ağır Metallerin ( $Ni^{+2}$ ,  $Co^{+2}$ ,  $Cr^{+3}$ ,  $Zn^{+2}$ ) Etkileri, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 164-172.