



**T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN ALGILAMA VE YERSEL SPEKTRAL ÖLÇME
VERİLERİ KULLANILARAK BİTKİLERİN KİMYASAL
DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Rutkay ATUN
(20169249010)**

**Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Önder GÜRSOY**

**SİVAS
ARALIK 2018**

Rutkay ATUN' un hazırladığı ve “UZAKTAN ALGILAMA VE YERSEL SPEKTRAL ÖLÇME VERİLERİ KULLANILARAK BİTKİLERİN KİMYASAL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI' nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı	Dr. Öğr. Üyesi Önder GÜRSOY Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Uğur AVDAN Eskişehir Teknik Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Esra UÇAR SÖZMEN Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İsmail ÇELİK
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.



Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından M-687 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.



Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.
© Rutkay ATUN, 2018



Aileme...

ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

13.11.2018

Rutkay ATUN

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Önder GÜRSOY'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması süresince deneyin kurulumu ve deneylerin yapılması sırasındaki yardımlarını; bilgi ve birikimlerini benden esirgemeyen hocalarım Esra UÇAR'a, Ahmet DEMİRBAŞ'a ve Oktay CANBAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Her aşamadaki desteklerinden dolayı Deniz HOZATLIOĞLU'na ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmalarında her türlü desteği benden esirgemeyen aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) tarafından M – 687 numaralı projeye desteklenmiştir.

ÖZET

UZAKTAN ALGILAMA VE YERSEL SPEKTRAL ÖLÇME VERİLERİ KULLANILARAK BİTKİLERİN KİMYASAL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Rutkay ATUN

Yüksek Lisans Tezi

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Önder GÜRSOY

2018, 67 + xvii sayfa

Bu çalışmada, uzaktan algılama ve yersel spektral ölçme verileri kullanılarak bitkilerin kimyasal etkilere karşı spektral davranışlarındaki değişim araştırılmıştır. Bu kapsamda, şeker pancarı ve biberiye bitkileri test bitkileri olarak seçilmiştir. Şeker pancarı bitkisi için Sivas ili, Ulaş ilçesi sınırları içerisinde yer alan bir tarla test bölgesi olarak seçilmiş olup tarla 3 bölüme ayrılmıştır. Her bir bölüme farklı miktarlarda (0 kg P ha^{-1} , 150 kg P ha^{-1} , 300 kg P ha^{-1}) fosfor gübrelemesi uygulanmıştır. Sınıflandırmalarda referans olarak kullanılan yersel spektral ölçmeler, şeker pancarları geliştikten sonra yapraklarında, çalışmada kullanılan Sentinel 2A uydu görüntüsü çekimiyle eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma yöntemi olarak, eşleşen filtreleme, spektral açılı haritalama ve spektral bilgi ayırma algoritmaları kullanılmıştır. Sınıflandırma algoritmalarının sonuçlarını desteklemek için, NDVI, CIgreen, CIrededge, IRECI ve REP bitki indeksleri yapılmıştır.

Çalışmanın diğer bir bölümü, tuz stresinin bitkilerde meydana getirebileceği etkilerin yersel spektral ölçme verileri kullanılarak değerlendirilmesine ayrılmıştır. Bu amaçla, biberiye bitkileri test bitkileri olarak seçilmiştir. 4 kontrol grubuna ayrılan ve laboratuvar ortamında yetiştirilen biberiye bitkilerine farklı miktarlarda tuz içeren çözelti verilerek, bitkilerde spektrometre, spektrofotometre ve klorofilmetre ölçmeleri eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışma ile yanlış gübrelemenin önüne geçme, ürün verimini artırma, bitkinin ve toprağın sağlığını korumada uzaktan algılama ve yersel tamamlayıcı bileşenlerinin kullanılabilirliği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: bitki indeksi, eşleşen filtreleme, spektral açđ haritalama, spektral bilgi ayırma, şeker pancarı, fosfor, tuz stresi, biberiye



ABSTRACT

INVESTIGATION OF CHEMICAL CHANGES OF PLANTS BY USING REMOTE SENSING AND ITS TERRESTRIAL COMPONENTS

Rutkay ATUN

M. Sc. Thesis

Department of Geomatics Engineering

Supervisor: Dr. Önder GÜRSOY

In this study, the changes in spectral behavior of plants against chemical effects were investigated by using remote sensing and its terrestrial spectral data. In this context, sugar beet and rosemary plants were selected as test plants. Study area was selected within the boundaries of the Ulas district of Sivas and this field was divided into 3 sections for the sugar beet plant. Different amounts (0 kg P ha⁻¹, 150 kg P ha⁻¹, 300 kg P ha⁻¹) phosphorus fertilization were treated to each section. Terrestrial spectral measurements were performed on the leaves of the sugar beets, after the development of them. The reflectance values obtained by terrestrial spectral measurement data were used as an end member for the spectral classification to be made via the Sentinel 2A satellite image. Matched filtering, spectral angle mapper and spectral information divergence classification algorithms are the spectral classification methods selected for the detection of regions with different amounts of phosphorus fertilization. In order to support the results of the classification algorithms, NDVI, CIGreen, CIrededge, IRECI and REP vegetation index were performed.

Another part of the study is devoted to the evaluation of the effects of salt stress on plants by using terrestrial spectral measurement data. Rosemary plants were selected as test plants for this purpose. Rosemary plants, which were divided into 4 control groups and grown in the laboratory environment, were treated to 4 different salt stress. Then, spectroradiometer, spectrophotometer and chlorophyll meter measurements were carried out simultaneously in rosemary plants.

Remote sensing and its terrestrial components' usability have been shown in order to prevent wrong fertilization, to increase product yield, to protect the health of the plant and soil as a result of the study.

Key words: vegetatiton index, matched filtering, spectral angle mapper, spectral information divergence, sugar beet, phosphorus, salt stress, rosemary



İÇİNDEKİLER

ÖZET	viii
ABSTRACT	x
KATKI BELİRTME ve TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	3
1.2. Çalışmanın Alanının Konumu.....	3
1.3. Önceki Çalışmalar.....	4
2. MATERYALLER	10
2.1. Şeker Pancarı.....	10
2.2. Biberiye.....	11
2.3. Fosfor.....	11
2.4. Sentinel 2A.....	11
2.5. Spektrometre.....	12
2.6. Klorofilmetre.....	13
2.7. Spektrofotometre.....	14
3. DENEY ve YÖNTEM	15
3.1. Arazi Çalışması.....	15
3.2. Uydu Görüntülerinin Düzeltilmesi.....	19
3.3. Sınıflandırma.....	20
3.4. Bitki İndeksleri.....	28
3.5. Tuz Stresi Uygulaması.....	41
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	51
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının konumu.....	4
Şekil 2.1 Çalışma kapsamında kullanılan spektrometre.....	13
Şekil 2.2 Çalışma kapsamında kullanılan klorofilmetre.....	14
Şekil 2.3 Çalışma kapsamında kullanılan spektrofotometre.....	14
Şekil 3.1 Farklı miktarlarda fosfor gübrelemesi uygulanmış alanların gösterimi a) 31.07.2015 tarihli Google Earth görüntüsü b) 08.09.2017 tarihli Sentinel 2A gerçek görüntü.....	16
Şekil 3.2 Spektrometre ölçmeleri	17
Şekil 3.3 Bir bitkiyi temsil eden ortalaması alınmamış 5 tekrarlı yansıtımlar	18
Şekil 3.4 Her bir fosfor grubuna ait olan ortalama yansıtımlar.....	18
Şekil 3.5 Spektral açı haritalama geometrisi.....	22
Şekil 3.6 300 kg P ha ⁻¹ fosfor uygulanmış şeker pancarlarının sınıflandırması. a) eşleşen filtreleme algoritması b) spektral açı haritalama algoritması c) spektral bilgi ayırma algoritması.....	24
Şekil 3.7 150 kg P ha ⁻¹ fosfor uygulanmış şeker pancarlarının sınıflandırması. a) eşleşen filtreleme algoritması b) spektral açı haritalama algoritması c) spektral bilgi ayırma algoritması	25
Şekil 3.8 0 kg P ha ⁻¹ fosfor uygulanmış şeker pancarlarının sınıflandırması. a) eşleşen filtreleme algoritması b) spektral açı haritalama algoritması c) spektral bilgi ayırma algoritması.....	26
Şekil 3.9 NDVI haritası	31
Şekil 3.10 Cİgreen haritası	33
Şekil 3.11 Cİred- edge haritası	34
Şekil 3.12 IRECI haritası	36
Şekil 3.13 REP haritası	38
Şekil 3.14 NDVI ile IRECI arasındaki ilişki	39
Şekil 3.15 NDVI ile Cİrededge arasındaki ilişki.....	39
Şekil 3.16 IRECI ile REP arasındaki ilişki.....	40
Şekil 3.17 Cİrededge ile Cİgreen arasındaki ilişki.....	40
Şekil 3.18 NDVI ile REP arasındaki ilişki.....	41
Şekil 3.19 1. spektrometre ölçümleri.....	43
Şekil 3.20 2. spektrometre ölçümleri	44
Şekil 3.21 Parlaklık – renk diyagramı.....	46

Şekil 3.22 1. Spektrometre ölçümleri sonucu NDVI ve tuz miktarı arasındaki ilişki.....	48
Şekil 3.23 2. Spektrometre ölçümleri sonucu NDVI ve tuz miktarı arasındaki ilişki.....	48
Şekil 3.24 1. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve a değerleri arasındaki ilişki.....	49
Şekil 3.25 2. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve a değerleri arasındaki ilişki.....	49
Şekil 3.26 1. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve h° değerleri arasındaki ilişki.....	50
Şekil 3.27 1. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve h° değerleri arasındaki ilişki.....	50
Şekil 3.28 P0: 0 kg P ha-1 gübre uygulanmış bitki, P1: 150 kg P ha-1 gübre uygulanmış bitki, P2: 300 kg P ha-1 uygulanmış bitki.....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Sentinel 2A uydusu özellikleri	12
Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri..	15
Çizelge 3.2 Sentinel 2A uydusu bant aralıklarına yeniden örneklenen yansıtımlar.....	19
Çizelge 3.3 Çalışmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri...	42
Çizelge 3.4 1. Klorofilmetre, spektrometre ve spektrofotometre ölçümleri.....	45
Çizelge 3.5 2. Klorofilmetre, spektrometre ve spektrofotometre ölçümleri	45



SİMGELER DİZİNİ

a	Bitki kırmızı – yeşil rengi
b	Bitki mavi – sarı rengi
°C	Sıcaklık birimi
dS	Elektrik iletkenliği birimi
h°	Ton açısı
K	Klorofil miktarı
L	Bitki parlaklık değeri
µm	Dalga uzunluğu birimi
nm	Dalga uzunluğu birimi



KISALTMALAR DİZİNİ

ASD	: Analytical Spectral Devices
CIgreen	: Green Chlorophyll Index
CCCI	: Canopy Chlorophyll Content Index
CIred-edge	: Red – Edge Chlorophyll Index
ESA	: European Space Agency
GA	: Green Area Index
GGA	: The Greener Area Index
IRECI	: Inverted Red – Edge Chlorophyll Index
ISODATA	: The Iterative Self – Organizing Data Analysis Technique
İHA	: İnsansız Hava Aracı
MF	: Matched Filtering
MsRpi	: modified Spectral Ratio planar index
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NDRE	: Normalised Difference Red Edge Index
NGRDI	: Normalized Green Red Difference Index
NIR	: Near Infrared
REP	: Red – Edge Position
RGB	: Red – Green – Blue
SAM	: Spectral Angle Mapper
SID	: Spectral Information Divergence
SVSI	: Sentinel 2 Based Vegetation Salinity
SWIR	: Short – Wave Infrared
USGS	: United States Geological Survey
UTM	: Universal Transverse Mercator
VIgreen	: Green Vegetation Index
WDI	: Water Deficit Index

1. GİRİŞ

Uzaktan algılamanın pek çok tanımı olmakla birlikte, uzaktan algılama temel olarak bir nesne hakkındaki bilginin, o nesneye doğrudan temas etmeden elde edilmesi ve kaydedilmesi olarak tanımlanabilir. Buna ek olarak günümüzde insanlar, uzaktan algılamanın bazı formlarını farkında olmadan günlük yaşamlarında kullanmaktadırlar. Bir fotoğraf makinesi ya da bir fotoğraf uzaktan algılamanın en temel prensiplerinden bazılarını kapsamaktadır. Uzaktan algılama teknolojisinin ilk ortaya çıkışı 1840'lı yıllarda balondan çekilen hava fotoğrafları ile olmuştur. Birinci dünya savaşı sırasında uçaklara monte edilen kameralar sayesinde askeri keşif amaçlı olarak kullanılmıştır. 1960'larda uzay yarışının hızlanmasıyla birlikte uzaktan algılamanın gelişimi de hız kazanmıştır. 1968 yılında Ay'a gönderilen Apollo 9 görevi sırasında uzaydan çekilen ilk multispektral fotoğraf kaydedilmiştir. 1969 yılında ise Apollo 9 tarafından çekilen multispektral fotoğraf sayısallaştırılmıştır ve Landsat uydusu görevi için bir temel oluşturulmuştur. 1972 yılında ise NASA tarım, jeoloji, kentsel yönetim vb. amaçlar için kullanılması planlanan ERTS – 1 uydusunu yörüngeye göndermiştir. Daha sonra uydunun ismi Landsat olarak değiştirilmiştir. Günümüzde ise uzaktan algılama teknolojisinin gelişimi büyük bir hızla devam etmektedir (Gibson, 2000).

Uzaktan algılamanın bileşenleri enerji kaynağı ve ışınım, ışınım ve atmosferik etkileşim, enerjinin algılayıcı platform tarafından kayıt altına alınması, aktarma – veri alma – veriyi işleme, yorumlama – analiz etme ve uygulama olarak sıralanmaktadır. Buna ek olarak, uzaktan algılama objelerden yayılan elektromanyetik enerjinin algılanması prensibine dayanmaktadır. Elektromanyetik spektrumun ise 0,30 μm ve 15 μm arasındaki dalga boyları uzaktan algılamada en çok kullanılan dalga boyları aralığıdır. Bunlardan 0,38 μm – 0,72 μm arası (insan gözü tarafından algılanabilen bölge) görünür bölge, 0,72 μm – 3,0 μm arası yansıtıcı kızılötesi bölge ve 3 μm – 14 μm arası ise ısı kızılotesi bölge olarak tanımlanmaktadır. Buna ek olarak, yansıtıcı kızılötesi bölgenin 0,72 μm – 1,1 μm arası yakın kızılötesi ve 1,1 μm – 3,0 μm arası ise kısa dalga kızılötesi olarak açıklanmakla birlikte ısı kızılotesinin 3 μm – 8 μm arası orta dalga kızılötesi ve 8 μm – 14 μm arası ise uzun dalga kızılötesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, cisimler elektromanyetik spektrumun belirli bölgelerinde

karakteristik yansıtımlar göstermektedirler. Bu karakteristik yansıtımlar objelerin birbirinden ayrılmasına ve tanınmalarına olanak sağlamaktadırlar (Kaya, 1999; Hacıağaoğlu, 2013; 2005; Sunar vd., 2011).

Uzaktan algılamanın diğer bir parçasını algılayıcı sistemler oluşturmaktadırlar. Işınım kaynağına göre aktif ve pasif sistemler olarak ikiye ayrılan algılayıcı sistemler çeşitli amaçlarla kullanılacak olan uydu verisinin seçiminde önemli rol oynamaktadırlar. Pasif algılayıcılar güneş enerjisiyle yayılan elektromanyetik ışınımı kullanırken, aktif algılayıcılar kendi enerji kaynağını kullanarak ışınımı tespit edip algılama yapmaktadırlar (Sunar vd., 2011).

Algılayıcı sistemler aynı zamanda tarama yapan ve tarama yapmayan sistemler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Tarama yapan algılayıcıların temel çalışma prensibi görüntü boyunca hareket etmeleridir. Tarama yapmayan algılayıcılar ise görüntü üzerinde sabit durmaktadırlar veya çok kısa süreli bir zaman diliminde işlevlerini yerine getirmektedirler. Bunlara ek olarak, tarama sistemleri de line tarayıcı, algılayıcının hareket yönüne dik konumlandırılmış algılayıcı ve algılayıcının hareket yönüne paralel konumlandırılmış algılayıcılar olarak üçe ayrılmaktadırlar. Line tarayıcılar görüntüyü tek bir algılama parçasıyla elde etmektedirler. Algılayıcının hareket yönüne dik konumlandırılmış algılayıcıların pek çok parçası vardır ve bunlar hareket yönüne paralel doğrultuda tarama yaparlarken bu tarayıcılar pushbroom olarak nitelendirilmektedirler. Algılayıcının hareket yönüne paralel konumlandırılmış algılayıcıların ise birkaç detektör parçası bulunurken bunlar da dik doğrultuda tarama yapmaktadırlar. Bu tarz tarayıcılara whiskbroom tarayıcı denilmektedir (Sunar vd., 2011).

Uzaktan algılama sistemleri çok çeşitli yüksekliklerde faaliyet göstermektedirler. Yer tabanlı sistemler 50 metreye kadar çalışabilirken kule, araç veya zeminden algılama yapmak imkanına sahiptirler. Uçak tabanlı sistemler 50 kilometreye kadar çalışabilirken balon, uçak, helikopter veya dronedan algılama yapma yetisine sahiptirler. Uydu tabanlı sistemlerin ise 36000 kilometreye kadar çalışma potansiyeli vardır. Bunlardan uzay mekikleri 250 – 300 kilometre aralığında, uzay istasyonları 300 – 400 kilometre aralığında, alçak yörüngeli uydular 500 – 2000 kilometre

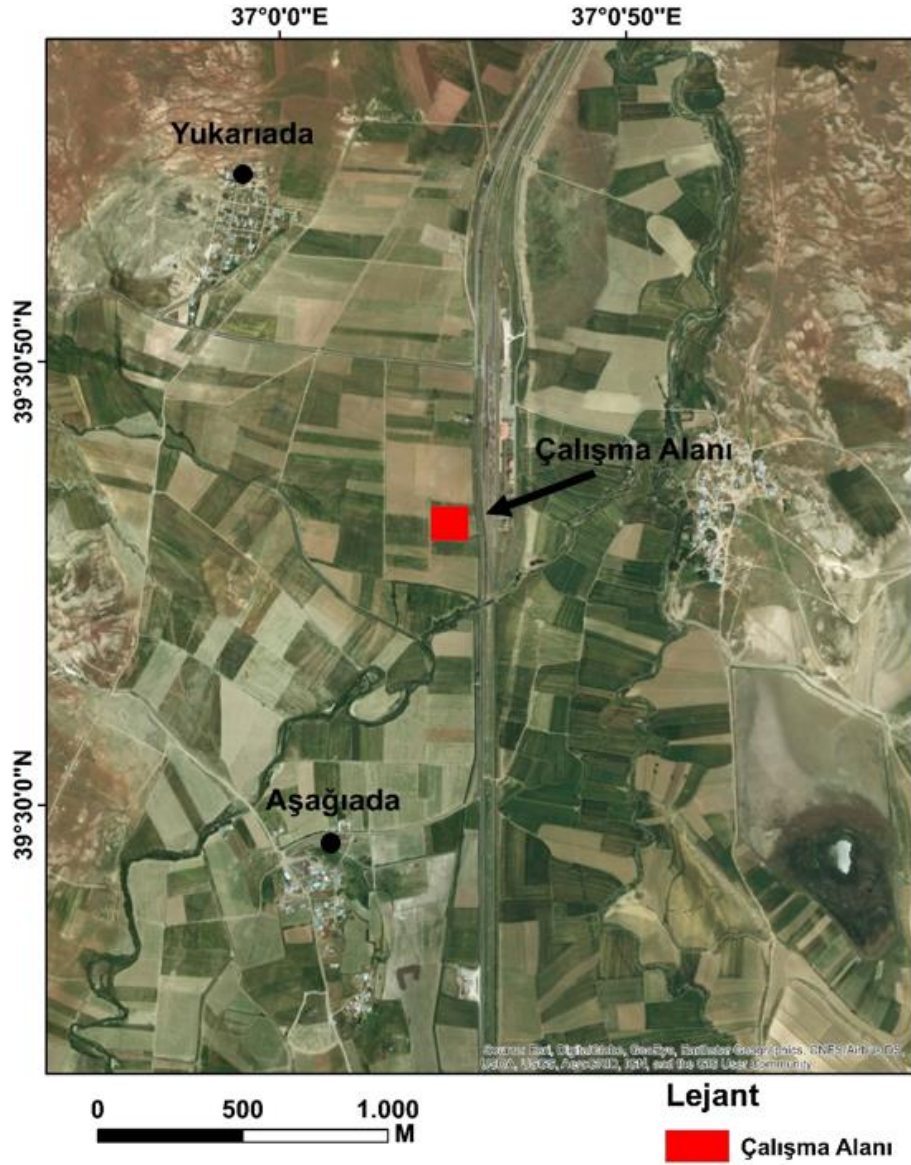
aralığında faaliyet gösterirlerken ve son olarak yüksek yörüngeli uydular da 36000 kilometreye kadar çalışma yetisine haizdirler (Sunar vd., 2011).

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, uzaktan algılama ve uzaktan algılamanın yersel bileşenleri kullanılarak bitkilerdeki kimyasal değişimlerin, bitkilerin gelişimi için gereken doğru miktarda gübreleme dozlarının ve bitki stresinin araştırılmasıdır. Bu kapsamda Sivas ilinin Ulaş ilçe sınırları içerisinde yer alan bir tarla çalışma bölgesi olarak seçilip, bölge 3 parçaya ayrılmıştır. Tarlaya şeker pancarı bitkisi (*beta vulgaris* L.) ekilip, tarla 3 farklı alana bölünmüş ve bu alanlara 3 farklı fosfor gübrelemesi uygulanmıştır. Şeker pancarı olgunlaşıp yaprakları gelişince bitkilerin yapraklarında spektrometre ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Şeker pancarının 3 farklı bölgedeki gelişimi ve gelişimi periyodik olarak izlenmiştir. Farklı miktarda fosfor gübrelemesi uygulanmış şeker pancarlarının spektrometre ile elde edilen verilerin spektral imza olarak kullanılması suretiyle Sentinel 2A uydusu ve çeşitli spektral sınıflandırma yöntemleri kullanılarak sınıflandırılması yapılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bitkileri laboratuvar ortamında yetiştirilip bitkilerin su stresi altındaki yansıtımlarını takip etmek amacıyla bitkiler kontrollü deneye tabi tutulmuş ve bitkilere çeşitli oranlarda tuzlu su verilmiş ve de 4 farklı sulama tipi uygulanmıştır. Böylelikle bitkilerin tuz stresi altındaki yansıtımları, spektral karakterleri ve yapraklarında meydana gelen yapısal değişiklikler analiz edilebilmiştir.

1.2 Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı Sivas ili Ulaş ilçesi sınırları içerisinde olup 39°30'30" kuzey enlemi ile 37°0'30" doğu boylamı arasında yer almaktadır. Çalışma alanı, Sivas'ın güneyinde ve Sivas'a 25 km uzaklıkta, Ulaş'ın kuzeyinde ve Ulaş'a 7 km uzaklıkta olup Aşağıda ve Yukarıda köyleri arasında bulunmaktadır (Şekil 1.1). Çalışma alanında kum taşı, kil taşı, anhidrit ve alüvyon gibi çeşitli tortul kayalar yer almaktadır. Çalışma alanındaki tortul kayalar yeraltı suyu açısından önemli rezervuar kayaları olsa da, özellikle kalsiyum sülfat bileşikleri olan alçı ve anhidrit kayalarının topraktaki tuzluluğu arttırdığı bilinmektedir. Bu durum tarımsal faaliyetler açısından dikkate alınması gereken noktalardan birisidir.



1.3 Önceki Çalışmalar

Uzaktan algılama teknikleriyle birlikte bitki sağlığı, bitki su stresi, sulama, bitkinin içerdiği gübre ve klorofil miktarının tespiti ve ürün tespiti gibi konularda yapılmış birçok çalışma mevcuttur.

Özelkan'ın (2014) yapmış olduğu çalışmada Trakya bölgesindeki bağ alanları uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri aracılığı ile incelenmiştir. Bu kapsamda uzaktan algılama ve CBS kullanılarak Trakya bölgesi, Tekirdağ ili ve Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü arazisindeki bağ alanları inceleme altına alınmıştır. Bu amaçla mevcut bağların coğrafi konumu uydu görüntüsü ile tespit edilmiştir; yersel hiperspektral uzaktan algılama teknikleri yardımıyla bitkilerin su

stresi ve fotosentez durumları araştırılmış ve çeşitli kriterler dikkate alınarak bağcılık için en uygun alanlar CBS ortamında değerlendirilmiştir.

Gürsoy vd.'nin (2017) yaptıkları çalışmada saksı ortamında serada yetiştirilen şeker pancarı bitkisine kontrollü olarak çeşitli dozlarda kadmiyum ve çinko verilmiştir ve buna bağlı olarak bitkinin spektral imzasındaki değişim yersel uzaktan algılama ölçme teknikleriyle araştırılmıştır. Elektromanyetik spektrumda, spektral imzaların değişim gösterdiği dalga boyu aralıkları tespit edilmiştir.

Feng vd. (2008) buğday bitkisindeki azot birikimini, bunun bitkinin yansıtımına etkisini ve yansıtımlarındaki değişimin izlenmesini araştırmıştır. Bu amaçla 3 farklı sahada farklı azot gübrelemesi uygulanmış ve zamana bağlı yersel spektral ölçümler gerçekleştirilmiştir. Azot içeriğine bağlı olarak değişen yansıtımların olduğu bantlar tespit edilip toplam 8 bitki indeksi kullanılarak yapraktaki azot birikiminin ilişkileri istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Şimşek (2016), Harran ovasındaki hububat, mısır ve pamuk ekili alanları mevsimsel olarak tespit etmek ve sınıflandırmak amacıyla Landsat 8 uydu görüntüsü bantlarından türetilmiş normalize edilmiş fark bitki indeksinden (NDVI) yararlanmıştır. NDVI değerleri kullanılarak bir sınıflandırma yapılmış ve tematik ürün haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan bu haritadan yararlanılarak kadastro parselleri ile karşılaştırılmak suretiyle ürün desenleri haritası elde edilmiştir.

Trigueros vd. (2017) yaptıkları çalışmada iki turunçgil türü olan mandalina ve greyfurt bitkileri su stresi ve tuz stresine maruz bırakılmıştır. İnsansız Hava Aracı (İHA) vasıtasıyla multispektral görüntüler elde edilmiş ve bitki su durumu, yaprak yapısı özellikleri ve klorofil ölçümleri yapılmıştır. Deney kapsamında bitki gruplarına yeterli ve yetersiz olmak üzere iki tür sulama tipi uygulanmıştır. Normalize edilmiş bitki örtüsü farkı indeksi bitkilerin stres durumunu anlamak üzere gerçekleştirilmiştir. Bunlara ek olarak, yaprak kuru kütlesi ve klorofil miktarları gibi kriterler çalışma kapsamında ele alınmıştır. Çalışma sonucunda bitkilerin verdiği stres istatistiksel analizler vasıtasıyla değerlendirilmiştir.

Lugassi vd. (2017) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada domates ve pamuk bitkilerinin stres durumları düzenli sulama yapılan bir alanda değerlendirilmiştir.

Çalışmada uydu görüntüsü verisi olarak Sentinel 2A'dan yararlanılmıştır. Bitkilerin stres altındaki yansıtımlarına bakmak için ise spektrodymetre kullanılmıştır. Ardından, yersel uzaktan algılama ile elde edilen yansıtımlardan bitki stresini analiz etmek üzere eğim tabanlı bir model geliştirilmiştir. Sonrasında, bitkilerin tuzluluk farklılıklarını belirlemek için Sentinel 2A uydu görüntüsü kullanılmıştır. Sentinel 2A görüntüsünden yararlanılarak Sentinel 2A Tabanlı Vejetasyon Tuzluluk İndeksi (Sentinel-2-Based Vegetation Salinity Index) (SVSI), bitkilerin stres düzeylerindeki farklılıkları çıkarmak adına oluşturulmuştur.

Tilling vd. (2007) yaptıkları çalışmada buğday bitkisindeki azot miktarı ve su stresini hesaplamak için Avustralya Victoria'daki deney sahasında hiperspektral, multispektral ve termal bitki stres tespit yöntemleri araştırılmıştır. Buğdaya azot dozları olarak 2004 yılında 0 kg N ha⁻¹, 17 kg N ha⁻¹, 39 kg N ha⁻¹ ve 163 kg N ha⁻¹ uygulanırken 2005 yılında da 0 kg N ha⁻¹ ve 39 kg N ha⁻¹ gübreleme verilmiştir. Buğday bitkileri geliştikten sonra her bir bitkinin yansıtımları 390 ve 2500 nanometre aralığında ölçüm yapabilen spektrodymetre ile ölçülmüştür. Ölçümler yansıtım modunda gerçekleştirilirken spektrodymetre ölçümleriyle eş zamanlı olarak görünür ve yakın kızılötesi bölgede ölçüm yapabilen İHA ile bölgenin görüntülemesi yapılmıştır. Aynı anda diğer bir sensörle termal görüntüler alınmıştır. 2005 yılında ölçümlerin sonunda kanopi seviyesindeki azotu hesaplamak üzere CCCI ve mSRpi hesaplanmıştır. CCCI değeri 0 ve civarı düşük dozda azot içeren buğdayları ve değer 1 civarında olması yüksek miktarda azot içeren buğdayları temsil etmiştir. Buna ek olarak, NDRE indeksi buğdaydaki klorofil ve azot miktarını hesaplamak için türetilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer bitki indeksi sonuçlarını desteklemek adına NDVI'nın kalibre edilmiş hali olan ve azot miktarını hesaplamak için kullanılan mSRpi indeksinden yararlanılmıştır. Termal görüntülere göre yağmur suyuyla beslenen bitkilerin ortalama sıcaklığının, sulama suyuyla sulanan bitkilere göre 2.7 °C daha sıcak olduğu anlaşılmıştır. Sonuçlar, yağmur suyuyla sulanan buğday bitkilerinin sulama suyuyla sulanan bitkilere göre sürekli olarak daha fazla stresli olduğunu göstermiştir. Uygulanan bitki indeksleriyle de farklı miktarlarda azot gübrelemesi uygulanan buğday bitkileri görüntülenmiştir.

Yousfi vd. (2016) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada makarnalık buğday ve ekmeklik buğdayda farklı sulama koşullarında bitki örtüsü indeksleri ve kanopi sıcaklıklarını ölçen farklı metodolojik yaklaşımlar karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda bitkilere aynı miktarlarda azot gübrelenmesi uygulanmıştır. Bitkiler iki yıl boyunca periyodik olarak gözlemlenmiştir, bitkilerin spektrometre ile yansıtımlarına bakılmıştır ve geleneksel kameralarla da görüntüleri alınmıştır. Kanopi sıcaklıkları öğlen 12.00 - 14.00 saatleri arasında ve spektrometre ölçümleriyle eş zamanlı olarak ölçülmüştür. GA ve GGA bitki indeksleri kameradan çekilen görüntülerle ve NDVI bitki indeksi spektrometreden elde edilen yansıtımlarla hesaplanmıştır. İki tür ürün için ve kullanılan cihazdan bağımsız olarak, geleneksel kameralarla elde edilen bitki örtüsü indeksleri (GA, GGA) spektrometre ile elde edilen yansıtımlarla hesaplanan NDVI ile anlamlı bir korelasyon göstermiştir. Buna ek olarak, bir termal kamera ile ölçülen kanopi sıcaklığı, ürün verimi ve azot miktarının kızılötesi termometre gibi düşük maliyetli bir cihazla ölçüldüğünde daha iyi bulunmuştur fakat; verim ve su durumu değerlendirilirken termal kamera daha iyi performans sergilemiştir.

Zhao vd. (2004) yaptıkları çalışma kapsamında tahıl protein içeriğini tahmin etmek için uzaktan algılama verileri kullanılmıştır. Bu amaçla, 32*30 metrelik 48 bahçeye 3 tip buğday ekilmiştir. Ardından, bahçelere 4 tip (0 – 255 – 450 – 675 m³/ha) sulama davranışı uygulanmıştır. Ayrıca bitkilere 4 tip gübreleme dozu (0 – 50 – 200 – 350 kg N ha⁻¹) verilmiştir. Bitkiler geliştikten sonra spektrometre ile yansıtımlarına bakılmıştır. Ölçümlerden sonra bitki numuneleri su içeriği, nitrojen konsantrasyonu analizleri için laboratuvara götürülmüştür. Yapılan analizler neticesinde antesi safhasındaki yaprak azot içeriğinin tahıl protein içeriği ile önemli derecede korelasyona sahip olduğu kanıtlanmıştır. Yeşil ve kırmızı bantlardaki kanopi spektral yansımalarından türetilen bitki indeksi VIgreen, antesi aşamasındaki yaprak azotu içeriği ve son tahıl proteini içeriği ile yüksek derecede korelasyon göstermiştir.

Barroso vd. (2008) gerçekleştirmiş oldukları bir diğer çalışmada uydu tabanlı uzaktan algılama görüntülerinin analizi ile WDI indeksinin ve ekin evapotransporasyonun buğdaydaki uzamsal ve zamansal dağılımı belirlenmiştir. Çalışma, buğday sezonu olan aralık – nisan ayları arasında yürütülmüş olup uydu görüntüsü verisi olarak

Landsat 7 kullanılmıştır. İklim verileri için 13 otomatik meteoroloji istasyonundan saatlik hava sıcaklığı, buhar basıncı ve rüzgar hızı gibi veriler temin edilmiştir. Landsat'ın termal bandından elde edilen yüzey sıcaklık değerleri, meteoroloji istasyonlarından gelen değerlerle birlikte evapotransporasyon eşitliğine sokulmuştur. Bölgesel ve yerel ölçekte WDI indeksi ve evapotransporasyonun uzamsal ve zamansal dağılımları analiz edilmiş ve tartışılmıştır. Sonuçlar, WDI değerleri ile son sulamadan bu yana geçen gün sayısı arasında yüksek korelasyonlu doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Elazab vd. (2016) yaptıkları çalışmada mısır bitkisindeki azot gübrelemesinin uzaktan algılama teknikleriyle araştırılması ele alınmıştır. Çalışma iki ardışık mevsimde saha koşulları altında yürütülmüştür. Mısırlara azot dozları olarak 0, 100, 200 kg N/ha⁻¹ uygulanmıştır. Bitkiler geliştikten sonra İHA ile spektral ölçümler yapılmıştır. NDVI indeks değerlerini hesaplamak için multispektral sensör, NGRDI indeks değerlerini hesaplamak içinse RGB sensör kullanılmıştır. Çıkan sonuçlara göre, NGRDI indeksi sadece yakın kızılötesi bölgeye bağlı olmadan tayfin görünen bölgelerindeki (Yeşil ve Kırmızı) yansıma temelinde formüle edildiğinden NDVI indeksinden daha iyi performans göstermiştir. Bunun nedeni, indeksin yüksek yaprak alanı endeksinde bildirilen doygunluk modellerini kullandığı ve uygulanan farklı azot dozları nedeniyle yaprak renginde küçük farkları bile yakalamada NDVI indeksinden daha etkili olduğu olarak düşünülmüştür.

Zhang vd. (2010) mısır bitkisindeki azot eksikliklerinin zamansal şekillerini değerlendirmek ve mısırdaki vejetatif büyüme sırasındaki azot eksikliklerini teşhis etmek için uzaktan algılama tekniklerinin uygulanabilirliğini sınımlamışlardır. Bu kapsamda, mısır bitkilerine 56, 112 ve 168 kg N ha⁻¹ olmak üzere üç alan ölçüğüne göre azot gübrelemesi uygulamışlardır. Kanopi yansıma oranı ve büyüme mevsimi sonundaki verim verileri arasındaki ilişkiler farklı davranışlar için incelenmiştir. Sonuçlar, üç mısır tarlası arasında mısır verimi ve kanopi yansımasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Haziran başında yapılan azot ekleme, temmuz ayı başlarında düşük kanopi yansıması ile sonuçlanmıştır, ancak deneyin süresi ilerledikçe farklılıklar kaybolmuştur. Azot dozları oranlarının kanopi yansıma üzerindeki etkisi temmuz başında belirgin olmamıştır, ancak temmuz ortasında ve

bundan sonra saptanabilir hale gelmiştir. Bu gözlemler, alan koşulları altında gelişen azot eksikliğinin dinamik bir fenomen olduğunu ve mevsimlik düzeltme için yönetim stratejilerini etkin bir şekilde geliştirdiğini göstermiştir.

Bu çalışmada ise literatürde yapılan deneylerden farklı olarak, uzaktan algılama ve yersel spektral bileşenleri kullanılarak farklı miktarlarda gübreleme uygulanan bitkiler spektral sınıflandırma algoritmalarıyla sınıflandırılmıştır. Sonrasında, sınıflandırma sonuçlarını desteklemek adına farklı bitki indeksleri uygulanmış olup bu indekslerin aralarındaki ilişkiler irdelenmiştir. Sonuç olarak, bitkilerdeki gübre miktarı farklılıkları uzaktan algılama yöntemleriyle tespit edilebilmiştir. Tuz stresi uygulamasında ise renk, ton, klorofil miktarı ve spektrometre ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Spektrometre ile elde edilen yansıtımlardan bitkilerin NDVI değeri; spektrofotometre ile elde edilen değerlerden ise bitkilerin ton açısı değerleri hesaplanmıştır. Sonuç itibarıyla, tuz stresinin bitkilerde meydana getirdiği yapısal değişiklikler uzaktan algılama yöntemleriyle analiz edilebilmiştir.

2. MATERYALLER

Çalışma kapsamında deneyler için şeker pancarı ve biberiye bitkileri ele alınmıştır. Temel gübreleme olarak şeker pancarlarına fosfor uygulanmıştır. Şeker pancarlarının sınıflandırılması için kullanılan uydu görüntüsü ESA tarafından kullanıma sunulan Sentinel 2A sensörüdür. Şeker pancarlarının yansıtım değerlerini elde etmek amacıyla ASD Field Spec Pro 4 spektrometre kullanılmıştır. Biberiye bitkilerinin klorofil değerlerini elde etmek amacıyla MC – 100 Apogee klorofilmetre cihazından; renk değerlerini elde etmek amacıyla da Konica Minolta CM-600d spektrofotometre cihazından yararlanılmıştır.

2.1 Şeker Pancarı

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) iki yıllık bir endüstri bitkisi olup Chenopodiaceae (kazayağgiller) familyasında yer almaktadır. Şeker pancarı bitkisinin ilk yılında yaprakları ve kökü, ikinci yılında ise tohumu oluşur (Johnson vd., 1977; Şiray, 1990). Şeker pancarı, hem şeker üretiminde ilk sırada tercih edilir, hem ekonomiye hem de tarım ve hayvancılığa önemli derecede katkı sağlar; dolayısıyla şeker pancarı ülkemiz için son derece büyük önem arz etmektedir. Şeker pancarı tarımının geniş istihdam olanağı sunması ekonomi için de son derece önemlidir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre dünyada yılda 227 milyon ton şeker pancarı üretilmektedir (Url 1). Dünyadaki şeker arzının % 80'i gelişmekte olan ülkelerde yetişen şeker pancarı ve daha çok sanayileşmiş ülkelerde üretilen şeker pancarı ürünlerinden elde edilmektedir (Kıymaz ve Ertek, 2015). Türkiye, istatistiklere göre 2008 yılında Fransa, Rusya Federasyonu, ABD ve Almanya'dan sonra en büyük 5. şeker pancarı üreticisidir (Topak vd., 2010). Türkiye'de şeker pancarı üretiminin endüstri bitkileri arasındaki yeri %24.4'tür (Can vd., 2003). Şeker pancarı şekerin ham maddesi olmakla kalmaz aynı zamanda melas, küspe, baş artıkları ve yaprak gibi yan ürünlerinin de hayvan yemi olarak kullanılmasından dolayı da hayvancılık için büyük önem arz etmektedir. Aynı zamanda organik gübre olarak kullanılmak suretiyle toprağın verimini artırarak kendinden sonra ekilecek bitkilerin gelişimine olumlu yönde katkı yapar ve ekolojik dengenin sağlanmasına yardımcı olur (Günel vd., 2005; Şiray, 1990).

2.2 Biberiye

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), Lamiaceae familyasına ait bir bitkidir. Biberiye bitkisinin pek çok kullanım alanı mevcuttur. Bitkinin taze ve kurutulmuş yaprakları gıda ve tıpta kullanılır. Bunlara ek olarak, ilaç, parfümeri ve kozmetik alanlarında da biberiye bitkisinden sıklıkla yararlanılmaktadır. Yapısı itibarıyla aynı zamanda yüksek miktarda vitamin ve mineral içermektedir (Santos vd, 2015). Ayrıca, bitki sindirim sistemini uyarır, safra salgısını artırır ve yaraları iyileştirir, buna ek olarak antifungal, antioksidan ve böcek öldürücü etkileri bitkinin diğer faydalarıdır (Kırpık, 2005; Lemos, 2015).

2.3 Fosfor

Bitkiler, gelişimleri ve verimleri için organik ve inorganik elementlere mutlak surette ihtiyaç duyarlar. Bu elementleri ise topraktan kökleri vasıtasıyla, sulama yoluyla ya da gübreleme yöntemiyle almaktadırlar (Uçar vd., 2018; Uçar vd., 2017). Bu elementlerden bir tanesi ise fosfordur. Fosfor bitkilerin, hayvanların ve insanların mutlaka alması gereken bir mikro element olmakla birlikte bitkilerin ise büyük oranlarda ihtiyaç duyduğu makro bir besindir (Gardner, 1985). Fosfor toprakta toprağın yapısına bağlı olarak belirli oranlarda bulunmaktır fakat bunun büyük bölümü organik veya inorganik fosfor bileşikleri şeklinde bitkilerin yararlanamayacağı bir biçime dönüşmektedir ve toprağa doğru miktarda fosfor gübrelenmesi uygulamak bitkinin sağlığı, gelişimi ve ürün kalitesi için son derece önem arz etmektedir (Erdal vd., 2000). Fakat gerekenden fazla miktarda fosfor uygulamak da hem toprak hem bitki sağlığı hem de ekosistem için zararlı olabilmektedir (Lin-lin vd., 2015). Bu yüzden toprağın yapısına bağlı olarak şeker pancarının gelişimi için gereken fosfor gübrelenmesini doğru miktarda uygulamak bitkinin gelişimine yardımcı olmakla kalmaz aynı zamanda ekosistemi de korur.

2.4 Sentinel 2A

Avrupa Uzay Ajansı (ESA), Sentinel 2A uydusunu haziran 2015 tarihinde fırlatmıştır. Sentinel 2A sensörü multispektral görüntü kaydedebilen, 10 metre mekânsal çözünürlüğe sahip 4 bant; 20 metre mekânsal çözünürlüğe sahip 6 bant ve 60 metre mekânsal çözünürlüğe sahip 3 bant içermektedir (çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Sentinel 2A uydusu özellikleri

Sentinel 2A Bantları	Merkez Dalgaboyu (μm)	Çözünürlük (m)	Bant Genişliği (nm)
Bant 1 – Coastal aerosol	0,443	60	20
Bant 2 – Blue	0,490	10	65
Bant 3 – Green	0,560	10	35
Bant 4 – Red	0,665	10	30
Bant 5 – Vegetation Red Edge	0,705	20	15
Bant 6 – Vegetation Red Edge	0,740	20	15
Bant 7 – Vegetation Red Edge	0,783	20	20
Bant 8 – NIR	0,842	10	115
Bant 8A – Narrow NIR	0,865	20	20
Bant 9 – Water Vapour	0,945	60	20
Bant 10 – SWIR – Cirrus	1,375	60	30
Bant 11 – SWIR	1,610	20	90
Bant 12 – SWIR	2,190	20	180

290 km'lik şerit genişliğine ve 20°lik görüş açısına sahiptir. Elektromanyetik spektrumun görünür, yakın kızıl ötesi ve kısa dalga kızıl ötesi bölgelerinde bilgi alımına imkan tanır. 12 bit radyometrik çözünürlüğe sahip olan Sentinel 2A, 0 ve 4095 parlaklık değeri arasında görüntüleme yapabilmektedir ve her bir uydunun zamansal çözünürlüğü 10 gündür. Bu özelliklere sahip olan Sentinel 2A uydusunun bir çok kullanım alanı mevcuttur. Bunlar arazi örtü değişimin izlenmesi, tarımsal uygulamalar, ormancılık faaliyetleri, kıyı şeridinin izlenmesi, buzulların izlenmesi ve afet yönetimi gibi konuları kapsamaktadır (Url 2; Verrelst vd., 2015; Clevers vd., 2017).

2.5 Spektrometre

Yersel bir uzaktan algılama aracı olan spektrometre, objelerin elektromanyetik spektrumdaki yansımaları hakkında bilgi verir. Spektrometre, ışığın kırılması ve yansmasıyla gerçekleşen sapma açısının ölçülmesini elektromanyetik spektrumun belirli bölgelerinde yapan araç olarak tanımlanmaktadır. Bu cihazlar hem laboratuvar

ortamında hem de arazide uzaktan algılamada kalibrasyon, yersel doğrulama ve referans spektrumu toplanması amacıyla çalışmaktadır. Spektrometrelerin parçaları giriş optiği, monokromatör, detektör ve kontrol – taşıma sistemi olarak sıralanırlar. Giriş optiğinin görevi görüş alanındaki ışığı toplamaktır. Monokromatörün işlevi alınan ışığı dalga boyu parçalarına ayırmaktır. Detektörün görevi de ışınımı her bir dalga uzunluğunda ölçmektir. Son olarak kontrol ve taşıma sistemi ise veriyi tanımlamaktadır ve kaydetmektedir. Spektrometreler hem aktif hem de pasif uzaktan algılamayı kullanmaktadırlar. Bu cihazlar, gerektiğinde arazide enerji kaynağı olarak güneşten yararlanırken gerektiğinde ise bataryası sayesinde kendi enerji kaynağından yararlanmaktadırlar ve cisimlerin anlık olarak yansıtımlarını elde edebilme yetisine sahiptirler (Töre, 2010).

Çalışma kapsamında, spektrometre ölçümleri 350 ve 2500 nanometre arasında ölçüm yapabilen ASD firmasına ait Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü envanterinde bulunan Field SpecPro 4 High Res aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1). Spektrometre vasıtasıyla elde edilen yansıtımlar ise ASD firmasına ait ViewSpec Pro yazılımıyla görüntülenmiştir ve analiz edilmiştir.



Şekil 2.1 Çalışma kapsamında kullanılan spektrometre.

2.6 Klorofilmetre

Çalışmanın ikinci kısmı olan biberiye bitkisindeki tuz stresinin gözlemlenmesi ve buna bağlı olarak biberiye bitkilerindeki klorofil miktarlarının araştırılması amacıyla biberiye bitkilerinde MC – 100 Apogee klorofilmetre cihazı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. MC – 100 Apogee klorofilmetre, bitkinin yapraklarından klorofil

konsantrasyonunu doğrudan ölçen ve gösteren bir cihazdır (Şekil 2.2). Cihazın uygulama alanlarını bitkinin besin durumu tespiti, gübre gereksinimleri ve stresinin değerlendirilmesi amacıyla yapraklarındaki klorofil konsantrasyonunun belirlenmesini kapsamaktadır.



Şekil 2.2 Çalışma kapsamında kullanılan klorofilmetre.

2.7 Spektrofotometre

Çalışma kapsamında, biberiye bitkilerinin LAB değerlerinin ölçülmesi maksadıyla Konica Minolta CM-600d portatif spektrofotometre cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.3). Cihaz, nesnelerin ve pigmentlerin renk ve parlaklık değerlerinin ölçülmesine olanak tanımaktadır ve ölçülen yüzey koşullarını analiz etmek için her bir ölçümde speküler bileşenleri kaydetmektedir.



Şekil 2.3 Çalışma kapsamında kullanılan spektrofotometre.

3. DENEY VE YÖNTEM

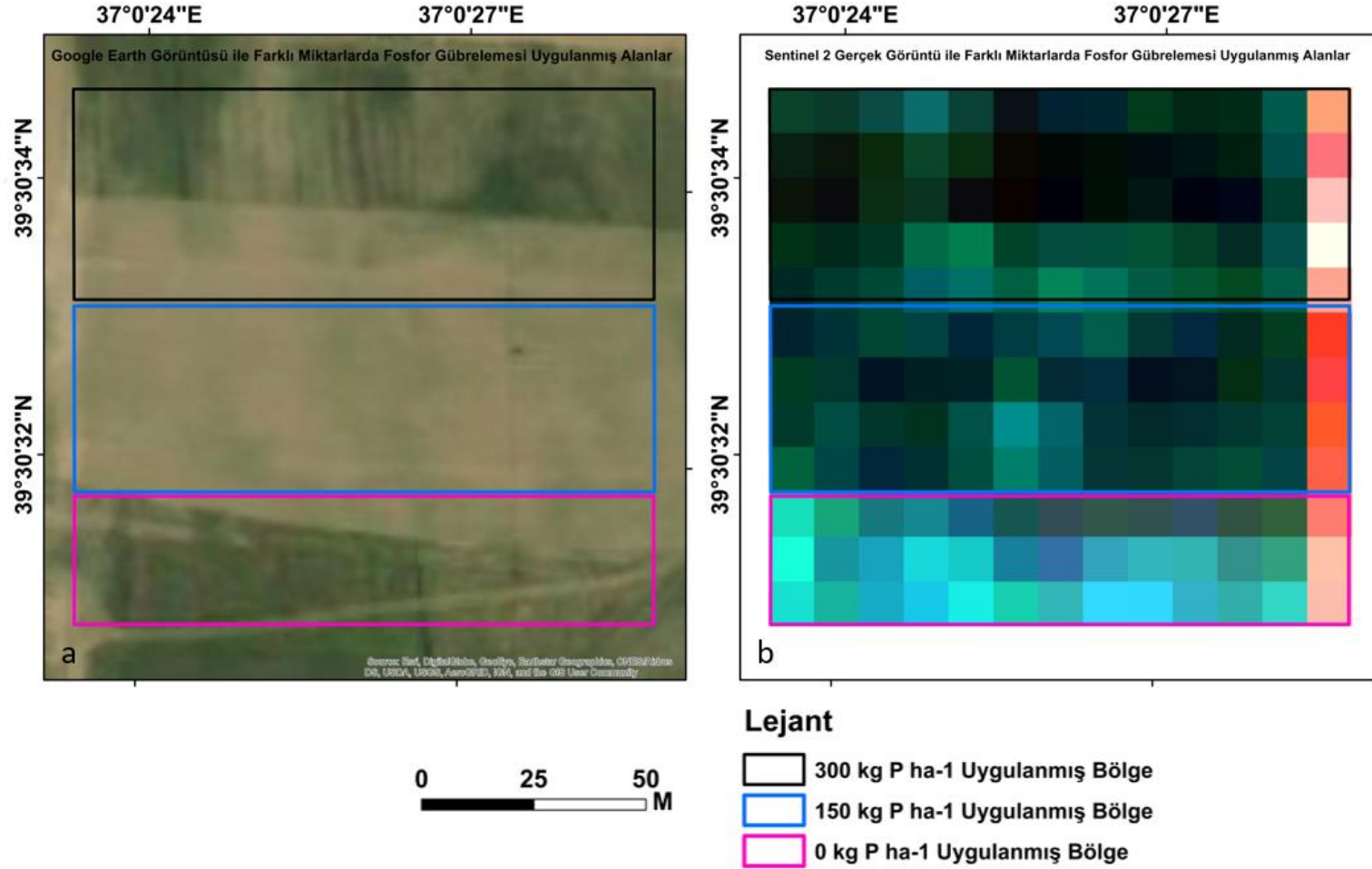
3.1 Arazi Çalışması

Çalışma alanı olarak Sivas'ın 25 km güneyinde ve Ulaş ilçesi sınırları içerisinde yer alan bir tarım arazisi şeker pancarı ekimi için seçilmiştir. Çalışma alanı Yukarıda köyünün güneyinde ve Aşağıda köyünün kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Şeker pancarı tohumu ekilmeden önce de arazinin toprak yapısının fiziksel ve kimyasal özellikleri Cumhuriyet Üniversitesi Sivas Meslek Yüksek Okulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü laboratuvarında incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucu çalışmada kullanılan toprağın killi tın, orta kireçli, organik madde içeriği düşük, tuzsuz, hafif alkalın, fosfor içeriği düşük ve potasyum içeriğinin yeterli düzeyde olduğu anlaşılmıştır (çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

<u>Toprak Özelliği</u>	<u>Derinlik (0 – 30 cm)</u>
pH (H ₂ O)	7,42
Kireç (%)	14,30
Tuz (dS m ⁻¹)	0,41
Organik Madde (%)	1,30
Doku	CL
Toplam N (%)	0,10
Mevcut P (kg ha ⁻¹)	53,50
Mevcut K (kg ha ⁻¹)	948,10

Araştırma, tarla koşulları tesadüf bloklarında 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi sonucu gübreleme olarak fosforda karar kılınmıştır ve deney kapsamında tarlaya 3 farklı fosfor dozu uygulanmıştır. Fosforlu gübrelerin tamamı dikimle birlikte triple süper fosfat şeklinde verilmiştir. Valentina türü şeker pancarı tohumu ise bu işlemlerin ardından tarlaya ekilmiştir. Çalışma kapsamında deney alanı 3 bölgeye ayrılmıştır ve bölgenin kuzeyine 300 kg P ha⁻¹ ve ortasına 150 kg P ha⁻¹ fosfor dozu uygulanmıştır. Çalışma alanının güneyine ise hiç fosfor gübresi verilmemiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Farklı miktarlarda fosfor gübrelemesi uygulanmış alanların gösterimi. a) 31.07.2015 tarihli Google Earth görüntüsü b) 08.09.2017 tarihli Sentinel 2A gerçek görüntü.

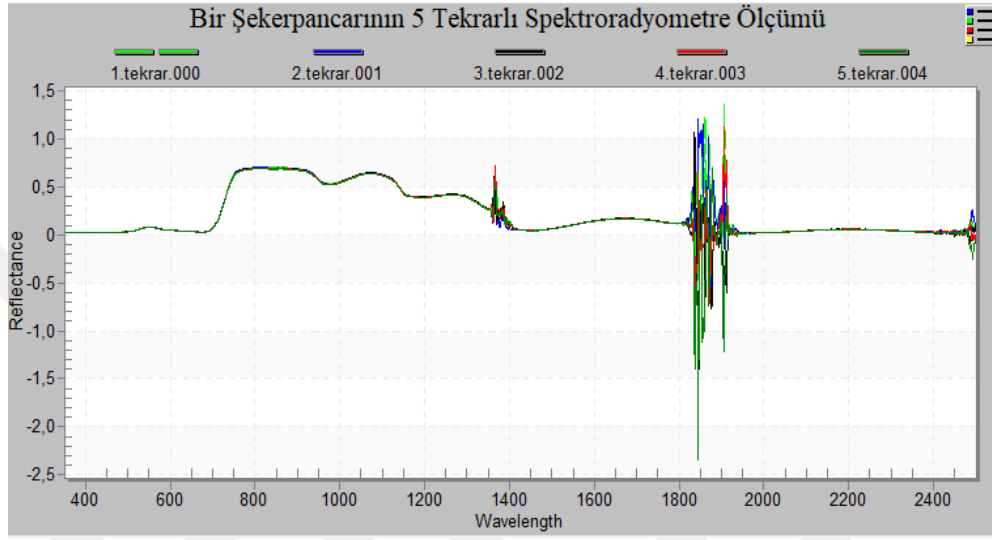
Bitkiler olgunlaştıktan sonra spektrometre ölçümlerini yapmak üzere tarlaya gidilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Spektrometre ölçmeleri.

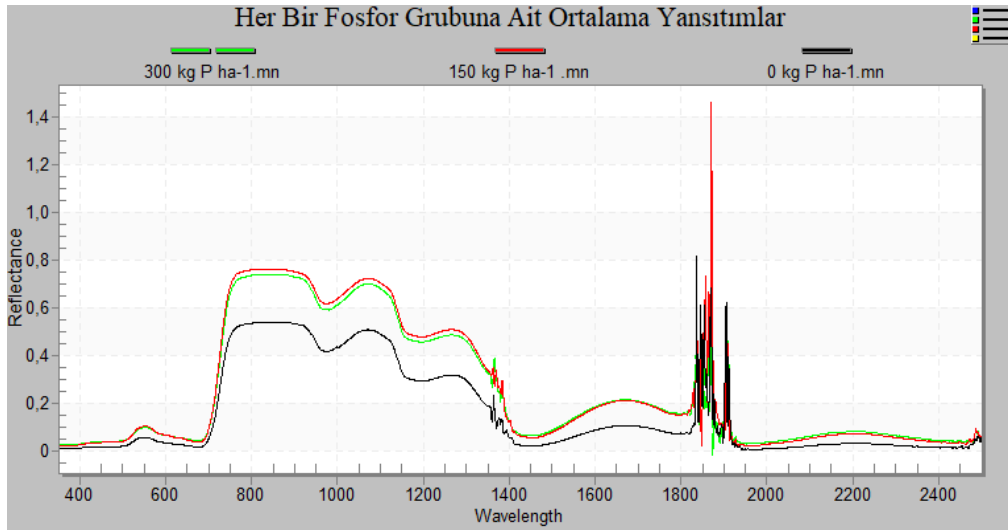
Spektrometre ölçümleri arazideki belirli objelerin elektromanyetik spektrumdaki spektral yansıtımları hakkında detaylı bilgi sağlar (Gürsoy vd., 2017; Gürsoy vd., 2017; Gürsoy ve Kaya, 2016). Bu cihazlar, spesifik bir dalga boyu aralığında bir nesneden yayılan enerji miktarını ölçerler. Spektrometre ölçümlerine başlamadan önce elde edilecek yansıtımların en doğru biçimde temsil edilebilir nitelikte olmaları amacıyla cihazın optimizasyon ve kalibrasyonu yapılmıştır. Optimizasyon işlemi alet yansıtım modundayken yazılım tarafından otomatik olarak gerçekleştirilirken, kalibrasyon işlemi için ise %100 yansıtma özelliğine sahip spectralon beyaz referans paneli kullanılmıştır. Her bir fosfor kontrol grubuna ait olan bitkilerde spektrometre ölçümlerine başlanmadan önce beyaz referans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin ardından da ölçme süreci başlatılmıştır. Spektrometre ölçümleri bitkilerin genç ve yaşlı yapraklarında yansıtım modunda ve 5 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, pasif bir yersel uzaktan algılama ölçüm yöntemi olan pistol – grip ile ve saat 10.00 – 15.00 arasında

yapılmıştır. Pistol – grip şeker pancarı bitkilerinin yapraklarına yaklaşık 20 cm mesafeden tutulmak suretiyle spektrometre ölçümleri yürütülmüştür. Bu yöntemde spektrometre cihazı enerji kaynağı olarak güneşten yararlanmaktadır. Ölçümler, ASD firmasına ait olan 350 ve 2500 nm arasında ölçüm yapabilen Field Spec Pro 4 High – Res vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Spektrometre ölçümleri bittikten sonra istatistiksel analizler gerçekleştirilmiş ve her bir bitkiyi temsil eden spektraller elde edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Bir bitkiyi temsil eden ortalaması alınmamış 5 tekrarlı yansıtımlar.

Ölçümlerden elde edilen yansıtımlar ASD firmasına ait ViewSpec Pro yazılımıyla düzenlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler neticesinde her bir fosfor grubuna ait olan yansıtımlar kendi içlerinde düzenlenmiştir ve ortalamaları alınarak bu fosfor gruplarına ait olan ortalama yansıtımlar elde edilmiştir (şekil 3.4).



Şekil 3.4 Her bir fosfor grubuna ait olan ortalama yansıtımlar.

Ardından, her bir fosfor grubuna ait olan ve elde edilen bu ortalama yansıtımlar Sentinel 2A uydusu bant aralıklarına yeniden örneklenmek suretiyle spektral sınıflandırmada kullanılacak olan uç üyeler elde edilmiştir (çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Sentinel 2A uydusu bant aralıklarına yeniden örneklenen yansıtımlar

Dalgaboyu (μm)	0 kg P ha ⁻¹ (μm)	150 kg P ha ⁻¹ (μm)	300 kg P ha ⁻¹ (μm)
0,443	0,040715	0,037593	0,019891
0,490	0,047850	0,045520	0,024314
0,560	0,095054	0,099328	0,055483
0,665	0,047529	0,043044	0,021635
0,705	0,136481	0,141598	0,083516
0,740	0,572003	0,604650	0,416171
0,783	0,730212	0,754632	0,532130
0,842	0,738143	0,760215	0,539149
0,865	0,740174	0,761540	0,541672
0,945	0,657524	0,683436	0,474532
1,375	0,280079	0,281595	0,130788
1,610	0,191399	0,186920	0,093105
2,190	0,078668	0,069800	0,031734

3.2 Uydu Görüntülerinin Düzeltilmesi

Çalışma kapsamında kullanılan Sentinel 2A uydu görüntüleri verileri USGS'den (Birleşik Devletler Jeoloji Araştırmaları Kurumu) geometrik olarak düzeltilmiş biçimde UTM projeksiyon sisteminde 37. bölgeye tanımlı şekilde ücretsiz olarak temin edilmiştir.

Ardından uydu görüntülerinin atmosferik düzeltme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntülerinde topoğrafik etkenler, atmosferik etkiler, güneşin yansıma açısı, gölge etkisi, sis ve bulut etkisi ve algılayıcı kaynaklı sistematik hatalar gibi olumsuz fenomenleri en aza indirmek veya yok etmek için mutlaka atmosferik düzeltme işlem adımlarının görüntülere uygulanması gereklidir (Canbaz vd., 2018; Canbaz vd., 2017). Sentinel 2A görüntülerinin atmosferik düzeltmeleri QGIS 2.18 yazılımı Yarı Otomatik Sınıflandırma eklentisi vasıtasıyla yapılmıştır.

3.3 Sınıflandırma

Uzaktan algılama sayesinde arazi örtüsü ve yeryüzündeki objeler hakkında spesifik bilgilere sahip olunabilir. Uzaktan algılama aynı zamanda belirli bir amaç doğrultusunda bu bilgilere ulaşımında zaman ve maliyet açısından büyük önem arz eder (Algancı vd., 2018; Osgouei ve Kaya, 2017). Sınıflandırma ise, arazi yüzeyindeki belirli objelerin konumu ve bu objelerin içeriği hakkında bilgi sunmakla birlikte sınıflandırma yöntemleri temel itibarıyla kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olarak ikiye ayrılmaktadır.

Kontrolsüz sınıflandırma, sınıflandırılacak objeler hakkında herhangi bir tematik bilginin bulunmadığı veya yeterince örnekleme bilgisinin var olmadığı durumlarda kullanılan bir sınıflandırma yöntemidir. Sınıflandırma, benzer yansıtım değerlerine sahip homojen grupta piksellerin aynı sınıfa atanması esasına dayanırken sınıflandırma sonucu oluşan bu spektral sınıflarının neyi temsil ettiği bilinmemektedir. Sonuç itibarıyla, oluşan sınıfların kimliği daha önceden o bölgeye ait topoğrafik ölçümler, hava fotoğrafları ve topoğrafik haritalar vasıtasıyla belirlenmektedir. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri K – ortalamalar ve K – ortalamayı esas alan ISODATA algoritmalarıdır. K – ortalamalar yönteminde örüntüler, rastlantısal veya sistematik bir biçimde belirlenen küme merkezine olan uzaklıklarına göre atanmaktadırlar. Ardından, öklit normu uzaklık kriteri ile küme merkezleri iteratif olarak yenilenmektedirler. Daha sık kullanılan ISODATA yönteminde ise kümelerin piksel sayıları için alt limit ve üst limit belirlenmektedir. Sınıflandırma sürecinin bitimi hem iterasyon sayısı tarafından hem de iterasyonlar arasındaki değişim oranı tarafından gerçekleştirilmektedir. Son iterasyonla küme değerlerindeki değişen piksel sayısının görüntüdeki oranı, değişim oranını belirlemektedir (Sunar vd., 2011; Kaya, 1999).

Kontrollü sınıflandırma, bir objeyi temsil eden referans spektra verisinin esas alınması vasıtasıyla o objenin sınıflandırılması işlemidir. Referans spektra verileri, dijital görüntü üzerinden örnekleme alanları belirlenerek özellik dosyaları oluşturulmak suretiyle, yersel uzaktan algılama yöntemleri aracılığıyla veya daha önceden o objeye ait mevcut olan spektral kütüphaneler vasıtasıyla elde edilmektedirler. Referans spektra verileri yardımıyla görüntü verileri en fazla benzer

olan sınıfa atanmaktadır. Sonuç ürünleri ise istatistiksel tablolar, tematik haritalar veya herhangi bir veri tabanı sistemine girebilecek veri dosyaları olabilmektedirler (Sunar vd., 2011; Kaya, 1999).

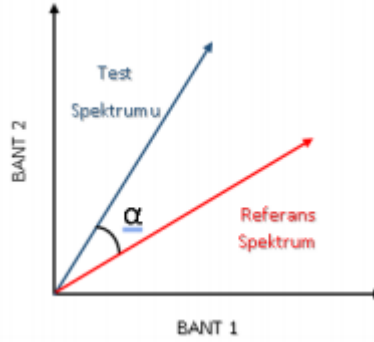
Bu çalışmada yersel spektral ölçümlerden elde edilen yansıtım verileri sınıflandırma için uç üye olarak kullanılmıştır.

Atmosferik düzeltme işlemleri tamamlanan görüntülerin yersel ölçmelerle elde edilen yansıtım verilerinin uç üye olarak kullanılması suretiyle spektral sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma algoritmaları olarak SAM (spektral açı haritalama), MF (eşleşen filtreleme) ve SID (spektral bilgi ayırma) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Sınıflandırma algoritmaları, tüm görüntü elemanlarının hangi sınıf içerisinde yer aldığı bilgisini mutlak referans verisi mevcut olan eğitim ve test kümelerinden oluşan bilgilerle bulan algoritmalarlardır. Bu algoritmalar, eğitim verilerinden yararlanmak suretiyle bir model oluşturur ve veriler bu model yardımıyla sınıflara atanır (Ergül, 2013).

Eşleşen filtreleme, gürültü içerisinde bilinen bir uç üyenin tepkisini maksimuma çıkaran bir algoritmadır ve gürültü ile bozulmuş bir sinyalin sinyal gürültü oranını çıkarmak için türetilmiştir (Harsanyi ve Chang, 1994). Bu algoritma aynı zamanda, iletilen sinyal biliniyorsa birincil kullanıcıların saptanması için en iyi yöntem olarak kullanılır. Buna ek olarak, yöntemin diğer avantajı da yanlış alarm olasılığı veya yanlış algılama olasılığının tespitinin kısa sürede yapılabilir olmasıdır (Yücek ve Arslan, 2009). Bu algoritmanın ve çalışmada kullanılan diğer algoritmaların uygulanması, spektral kütüphaneden elde edilen uç üyelerle veya direk olarak görüntüden alınan referans yansıtımlarının kullanılması esasına dayanmaktadır (Gürsoy ve Atun, 2018). Spektrometre ölçümlerinden elde edilen yansıtımların uç üye olarak kullanılması ve bu algoritma yardımıyla spektral sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6 – 3.7 – 3.8).

Spektral açı haritalama, deneyde kullanılan bir diğer spektral sınıflandırma algoritması olup algoritmada spektral vektörler kullanılır ve bunlar bant sayısına göre değişim gösterirken sonuç itibarıyla iki uç üye arasındaki benzerlik derecesini etkiler (Gürsoy ve Özyonar, 2016; Gürsoy, 2016). Spektral vektörlerin uzunluğu ve yönü

hedef spektranın parlaklığı ve spesifik özellikleri ile belirlenir. Vektörler arasındaki açının değişimi ise farklı spektralar arasındaki spesifik değişkenler ile tayin edilir (Gürsoy vd., 2013). Spektral yansıtım ve referans yansıtım verilerine ait vektörler benzerliği atamak için şekillendirilir ve vektörler arasındaki açı hesaplanır (Şekil 3.5) (Kruse vd., 1993).



Şekil 3.5 Spektral açı haritalama geometrisi (Van der Meer vd., 1997).

Algoritma, iki spektral görüntü pikseli arasındaki benzerliği bunların arasındaki açıyı hesaplayarak bulur. Spektral açı haritalama uzaklığı ise aşağıdaki denklemle bulunmaktadır (Aytaylan, 2017). Denklemden $dSAM(x_i + x_j)$ spektral açıyı belirtirken, B bant sayısını, x_{ib} referans spektrumunu ve x_{jb} piksel spektrumunu ifade etmektedir.

$$dSAM(x_i + x_j) = \arccos \left(\frac{\sum_{b=1}^B x_{ib} x_{jb}}{\sqrt{\left[\sum_{b=1}^B x_{ib}^2 \right]} \sqrt{\left[\sum_{b=1}^B x_{jb}^2 \right]}} \right) \quad [3.1]$$

Spektral açı haritalama algoritması ve spektrometre verilerinin entegrasyonu ile fosfor dozları sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6 – 3.7 – 3.8).

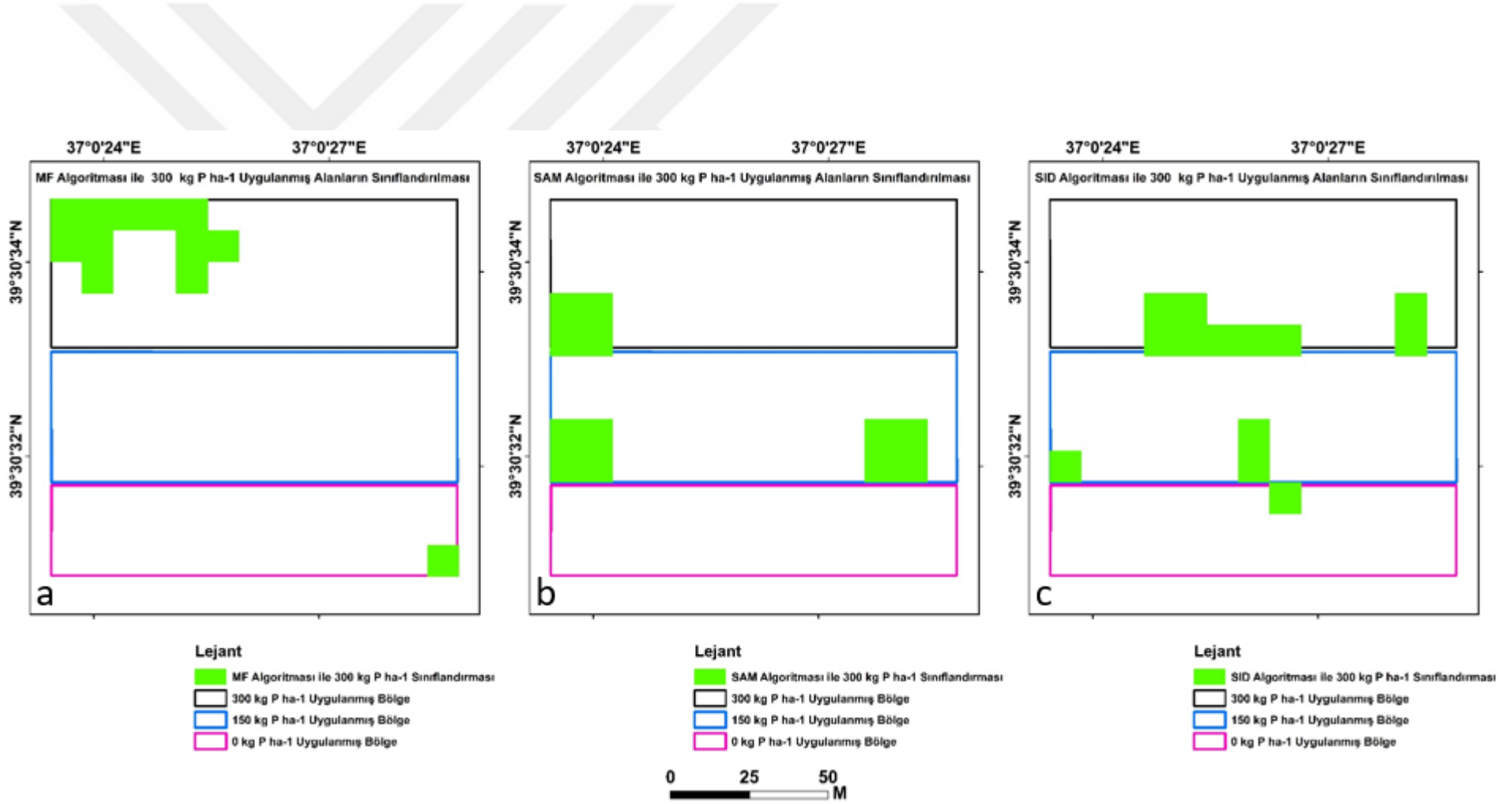
Deneyde kullanılan başka bir spektral sınıflandırma algoritması olan spektral bilgi ayırma, görüntüdeki her bir pikseli rastgele değişken olarak değerlendirir ve spektral histogramı olasılık dağılımı tanımlamak için kullanır. Ardından spektrumlar arasındaki olabilirlik davranışlarının farklılığından yararlanılarak iki piksel arasındaki spektral benzerlik bulunur. Böylelikle spektral bilgi ayırma tek bir karışık pikselin spektral değişkenliğini olabilirlik bir bakış açısından bulur (Chang, 1999). Buna ek olarak, farklılık ne kadar küçük olursa pikseller arasındaki benzerlik o derece fazla olur ve maksimum ıraksama eşiğinden daha büyük olan pikseller sınıflandırılmazlar (Khaleghi vd., 2014). Spektral bilgi ayırma uzunluğu aşağıdaki denklem ile

bulunmaktadır (Aytaylan, 2017). Denklemden $dSID(x_i + x_j)$ SID uzunluğunu, B bant sayısını, x_i ve x_j iki spektral vektörü, q_b spektral imzayı temsil ederken b ise b bandını belirtir.

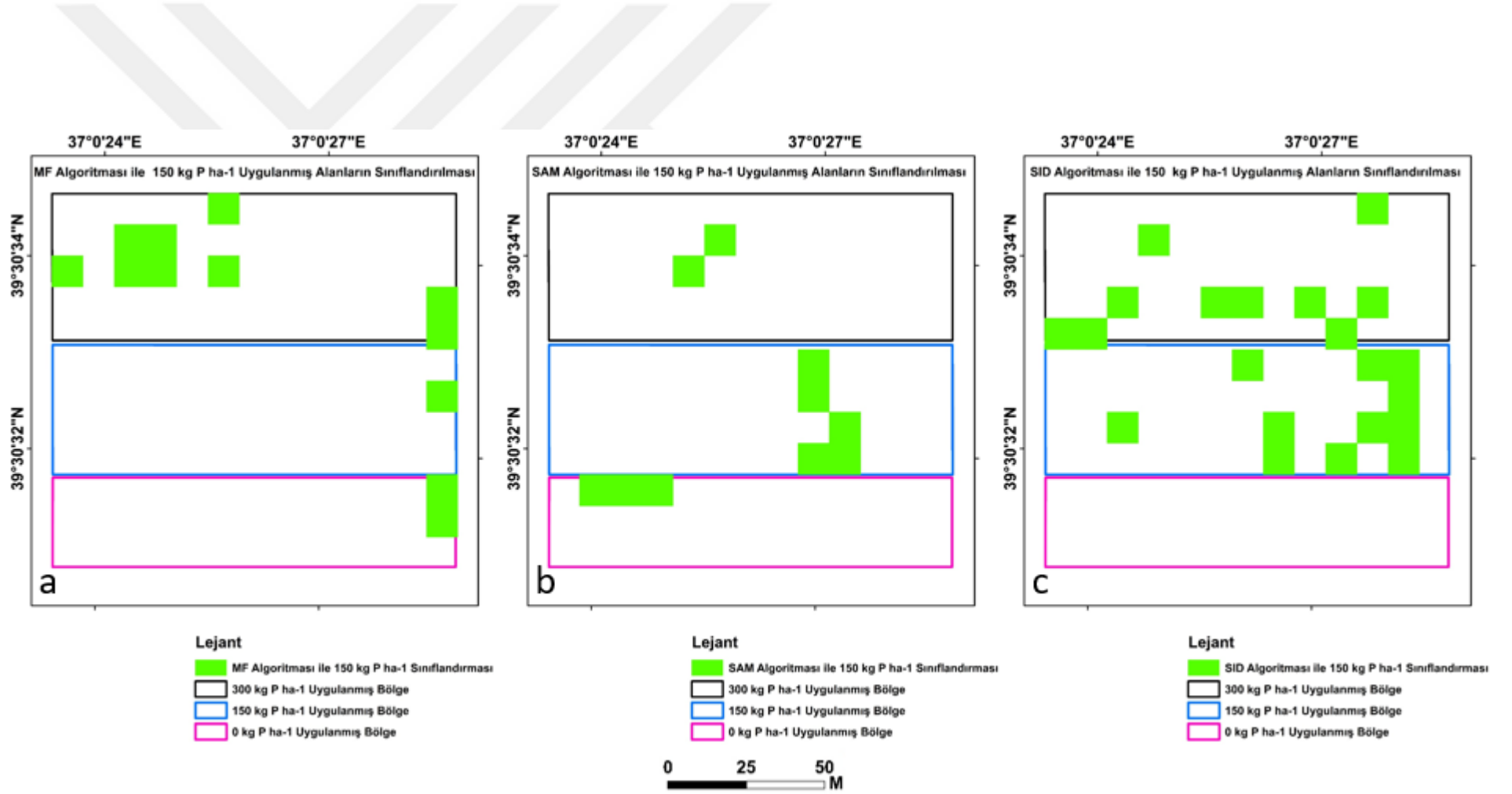
$$dSID(x_i + x_j) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \left(q_b(x_i) \log \left[\frac{q_b(x_i)}{q_b(x_j)} \right] + q_b(x_j) \log \left[\frac{q_b(x_j)}{q_b(x_i)} \right] \right) \quad [3.2]$$

Algoritma ve yersel spektral ölçümlerle edilen uç üyeler kullanılarak fosfor dozları sınıflandırması yapılmıştır (Şekil 3.6 – 3.7 – 3.8).

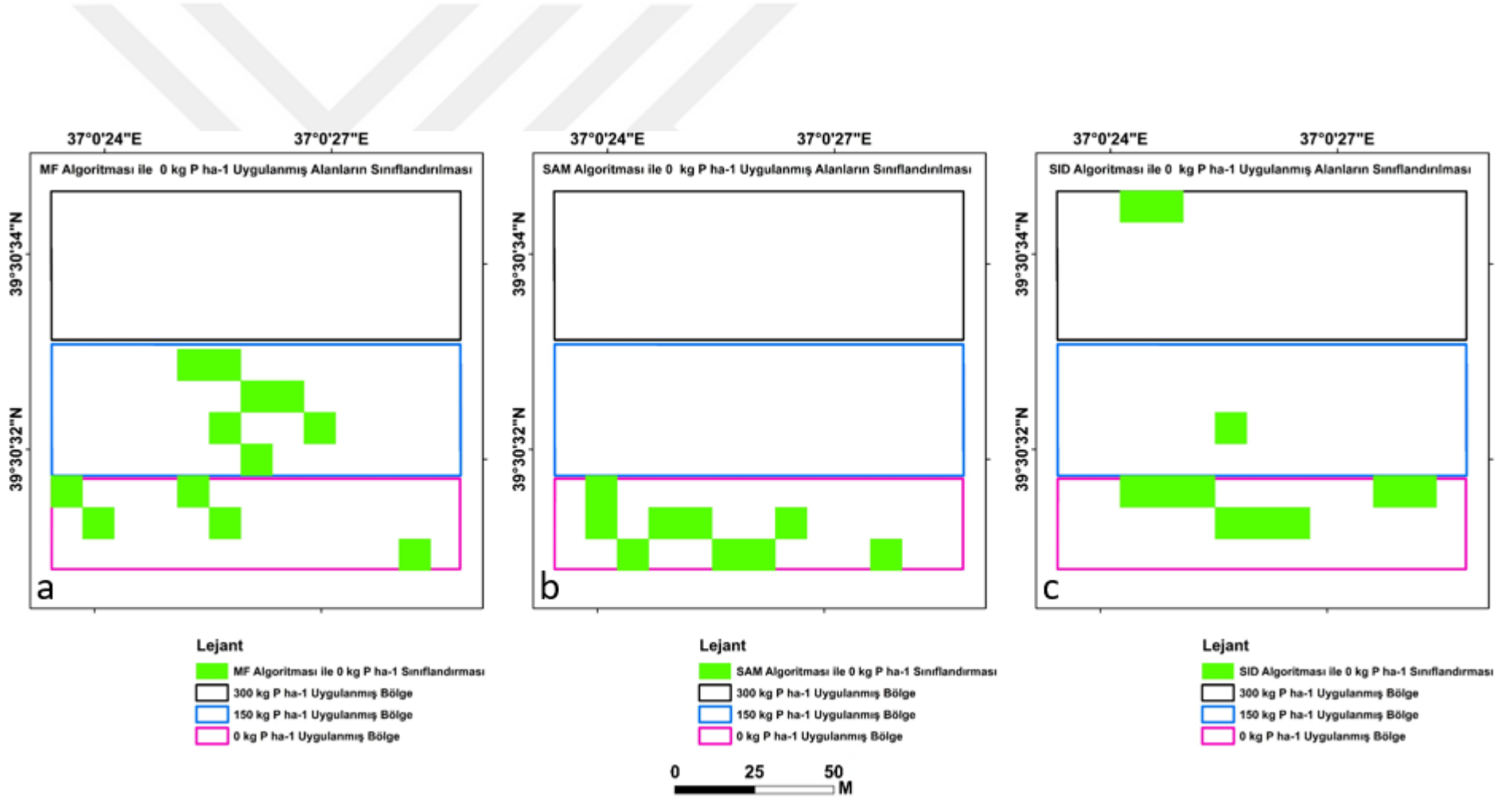




Şekil 3.6 300 kg P ha⁻¹ fosfor uygulanmış şeker pancarlarının sınıflandırması. a) eşleşen filtreleme algoritması b) spektral aç haritalama algoritması c) spektral bilgi ayırma algoritması.



Şekil 3.7 150 kg P ha⁻¹ fosfor uygulanmış şeker pancarlarının sınıflandırması. a) eşleşen filtreleme algoritması b) spektral aç haritalama algoritması c) spektral bilgi ayırma algoritması.



Şekil 3.8 0 kg P ha⁻¹ fosfor uygulanmış şeker pancarlarının sınıflandırması. a) eşleşen filtreleme algoritması b) spektral açılı haritalama algoritması c) spektral bilgi ayırma algoritması.

Şekil 3.6, 300 kg P ha⁻¹ fosfor gübrelemesi uygulanan alanların spektral sınıflandırmasını ifade etmektedir. 300 kg P ha⁻¹ fosfor uygulanan bölge şekilde gösterildiği üzere çalışmanın alanının kuzey tarafını kapsamaktadır. Şeklin a bölümü eşleşen filtreleme algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu, b bölümü spektral açı haritalama algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu ve c bölümü de spektral bilgi ayırma algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu göstermektedir. Şekle göre 300 kg P ha⁻¹ fosfor gübrelemesi uygulanmış alan en iyi biçimde eşleşen filtreleme algoritmasıyla yapılan sınıflandırma ile tespit edilmiştir. Spektral bilgi ayırma ve spektral açı haritalama algoritmaları ile yapılan sınıflandırmalar ise sırasıyla ikinci ve üçüncü doğru sonucu vermiştir.

Şekil 3.7, 150 kg P ha⁻¹ fosfor gübrelemesi uygulanan bölgelerin spektral sınıflandırmasını göstermektedir. 150 kg P ha⁻¹ gübreleme uygulanan bölge şekilde de ifade edildiği biçimde çalışma bölgesinin orta kısmını kapsamaktadır. Şeklin a bölümü eşleşen filtreleme algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu, b bölümü spektral açı haritalama algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu ve c bölümü de spektral bilgi ayırma algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu ifade etmektedir. Spektral bilgi ayırma algoritması 150 kg P ha⁻¹ fosfor dozu uygulanmış bölgenin sınıflandırılmasında en iyi sonucu vermiştir. Spektral açı haritalama ve eşleşen filtreleme sınıflandırma algoritmaları ise sırasıyla ikinci ve üçüncü doğru sonucu çıkarmıştır.

Şekil 3.8 ise hiç fosfor gübrelemesi uygulanmamış alanların sınıflandırılmasını ifade ederken bu bölge çalışma alanının güneyine tekabül etmektedir. Burada da şeklin a bölümü eşleşen filtreleme algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu, b bölümü spektral açı haritalama algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu ve c bölümü de spektral bilgi ayırma algoritmasıyla yapılan sınıflandırma sonucunu göstermektedir. Hiç gübreleme uygulanmayan bölgenin sınıflandırılmasında en iyi sonucu spektral açı haritalama spektral sınıflandırma algoritması verirken spektral bilgi ayırma ve eşleşen filtreleme sınıflandırma algoritmaları sırasıyla ikinci ve üçüncü doğru sonucu vermiştir.

3.4 Bitki İndeksleri

Bitki indeksleri, bitkilerin farklı dalga boylarındaki yansıtımları kullanılarak oluşturulurlar. Bitki indekslerinin kullanıldığı mecralar toprağın özelliği ile ürün verimi ilişkisinin saptanması, bitki örtüsü haritalaması, evapotranspirasyon belirlenmesi, tarım politikalarının saptanması ve yerleşim bölgelerindeki yeşil alanların belirlenmesi olarak sıralanabilirler (Gündeş, 2007). Bitki indeksleri bant oranlama tekniği esasına dayalı matematiksel işlemlerdir. Bant oranlama, görüntü zenginleştirmek, görüntüdeki belirli karakteristik özellikleri ön plana çıkarmak, bantlar arasındaki spektral farkları vurgulamak ve görüntü üzerindeki topoğrafik etkileri minimize etmek için uygulanan matematiksel işlemler bütünüdür (Gürsoy, 2012).

Bitkiler, elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde farklı yansıtım karakterleri sergilemektedirler. Spektrumun görünür bölgesindeki yansıtım karakteri, bitkinin epidermis dokusunun altında bulunan mezofil hücreleri tarafından belirlenir. Bitkilerde bulunan klorofil mavi ve kırmızı bölgelerdeki enerjinin çoğunu yuttuğundan bu bölgelerde yansıtım düşük olmaktadır. Yeşil dalga boyu ise büyük oranda geri yansıtılmaktadır. Yakın kızılötesi ışınlar ise mezofil hücrelerini geçer ve alt epidermise erişirler. Bundan dolayı soğurulma bu bölgede minimum düzeyde olmaktadır. Dolayısıyla, bitkiler yakın kızıl ötesi bölgede yüksek miktarda yansıtım karakteri sergilemektedirler. Buna ek olarak, bitkinin sağlıklı ya da hastalıklı olması, içerdiği su, klorofil, gübre, organik ve inorganik madde miktarı, stres seviyesi gibi etkenler de bitkinin yaptığı yansıtım seviyesini etkilemektedirler. Bu nedenle, bitkilerin elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde göstermiş oldukları farklı spektral davranışlarından yararlanılarak oluşturulan bitki indeksleri yardımıyla bitki vejetasyon yoğunluğu ya da bitkilerin içerdikleri inorganik ve organik madde miktarlarının araştırılması mümkündür (Kayahan, 2013; Göksu, 2016; Clevers ve Gitelson, 2013; Frampton vd., 2013; Hill, 2013; Lees vd., 2018; Wellmann vd., 2018; Gandhi vd., 2015).

Çalışma kapsamında kullanılan bazı indeksler oluşturulmadan önce indeks formülasyonunda yer alan bantların mekânsal çözünürlüğünün birbirinden farklı olması sebebiyle bu bantlar yeniden örnekleme işlemine tabi tutulmuştur. Referans

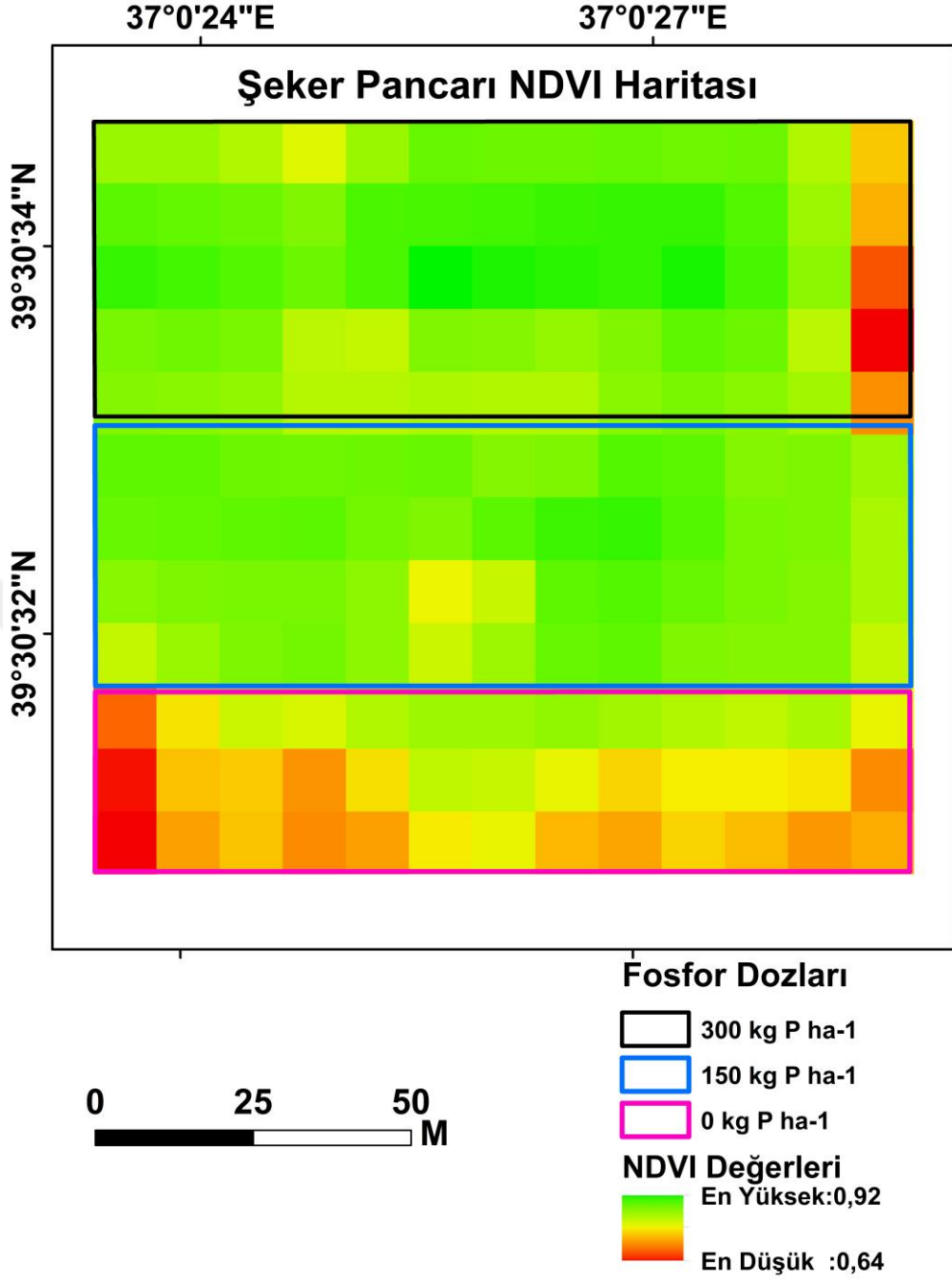
koordinat sisteminin yeni bir kareler ağı içerisine yeni değerlerinin hesaplanması suretiyle kayıt edilmesi işlemine yeniden örnekleme denilmektedir. Yeniden örnekleme işlemi en yakın komşuluk, bilinear enterpolasyon ve kübik katlama konvolüsyon olarak 3 farklı yöntem ile gerçekleştirilmektedir. En yakın komşuluk yöntemi en yakın pikselin sayısal değerine dönüşümünü esas almaktadır. Yöntemin hesap zamanı kısa sürmektedir ve hesaplama kolaylığı avantajı mevcuttur. Buna karşın diyagonal doğrular ve eğriler üzerinde merdiven görüntüsü oluşmaktadır. Bilinear enterpolasyon yöntemi en yakın 4 pikselin yaklaşık ağırlıklı ortalamasına dönüştürülmesi tekniğine dayanmaktadır. Mekânsal olarak en yakın komşuluk yöntemine göre daha doğru bir görüntü elde edilirken piksellerin ortalama değer alındığı katlama etkisi bu yöntemin negatif tarafını oluşturmaktadır. Kübik katlama konvolüsyon yönteminde ise en yakın 16 pikselin ağırlıklı değeri ile işlem gerçekleştirilmektedir. Hesap zamanının uzun sürmesine karşın en doğru yeniden örnekleme metodudur (Kaya, 1999). Kübik katlama konvolüsyon metodunun en doğru yeniden örnekleme tekniği olması sebebiyle çalışma kapsamında bu yöntem kullanılmıştır.

Bitki durumunu ve bitki örtüsünü tespit etmek için kullanılan en yaygın bitki indeksi NDVI'dır. NDVI indeksinde elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi ve kırmızı bölgelerinden yararlanır. Kırmızı ve yakın kızılötesi bölge, bitkilere ve yoğun bitki örtüsüne duyarlı bir bölgedir. Kırmızı bölgede bitkilerin yansıtımları düşük olmakla beraber yakın kızılötesi bölgede tam aksi geçerlidir. Bu bölgede ise bitkiler yüksek yansıtım değerlerine sahip olmaktadır. NDVI indeksinde sonuçlar her zaman -1 ve 1 arasında değer almaktadır. Vejetasyonla kaplı tüm bölgeler ise 0 ve 1 arasında değer alırlar. 1 rakamına yakın değer alan sonuçlarda vejetasyon yoğunluğu fazla, 0 rakamına yakın değer alan sonuçlarda ise vejetasyon yoğunluğu az olarak değerlendirilir. NDVI'nın indeksinin kullanım alanları oldukça çeşitlilik göstermektedirler. Bitki örtüsü tespiti, bitki örtüsü yoğunluğu tespiti, sağlıklı ve strese girmiş bitkilerin gözlemlenmesi, iklim değişikliklerinin izlenmesi, kanopi klorofil yoğunluğu, fotosentez oranı ve bitki içerisindeki azot yoğunluğunun tespit edilmesi ve bitkinin içerdiği diğer organik ve inorganik madde miktarının izlenmesi ve ürün yetiştirme periyotlarının takibi NDVI indeksinin kullanım amaçları olarak sıralanmaktadır (Gündeş, 2007; Kandemir, 2010; Kayahan, 2013; Göksu, 2016;

Clevers ve Gitelson, 2013; Rouse vd., 1974; Frampton vd., 2013; Tucker, 1979; Hill, 2013; Lees vd., 2018, Wellmann vd., 2018; Gandhi vd., 2015). NDVI değeri hesaplanırken aşağıdaki denklemden yararlanılmaktadır.

$$NDVI = \frac{(R_{842} - R_{665})}{(R_{842} + R_{665})} \quad [3.3]$$

Sentinel 2A uydusunun 8. ve 4. bantları kullanılarak NDVI değerleri hesaplanmış ve NDVI haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.9). NDVI haritasında düşük NDVI değerine sahip pikseller düşük bitkiseliliği temsil ederlerken bu piksellerin hiç fosfor gübrelenmesi uygulanmamış alanlar olduğu gözlemlenmektedir. Fosfor gübrelenmesinin uygulandığı alanların indeks değerinin ise 1'e yaklaştığı görülüp olup buralar yeşil ve tonlarıyla renklendirilmiştir.

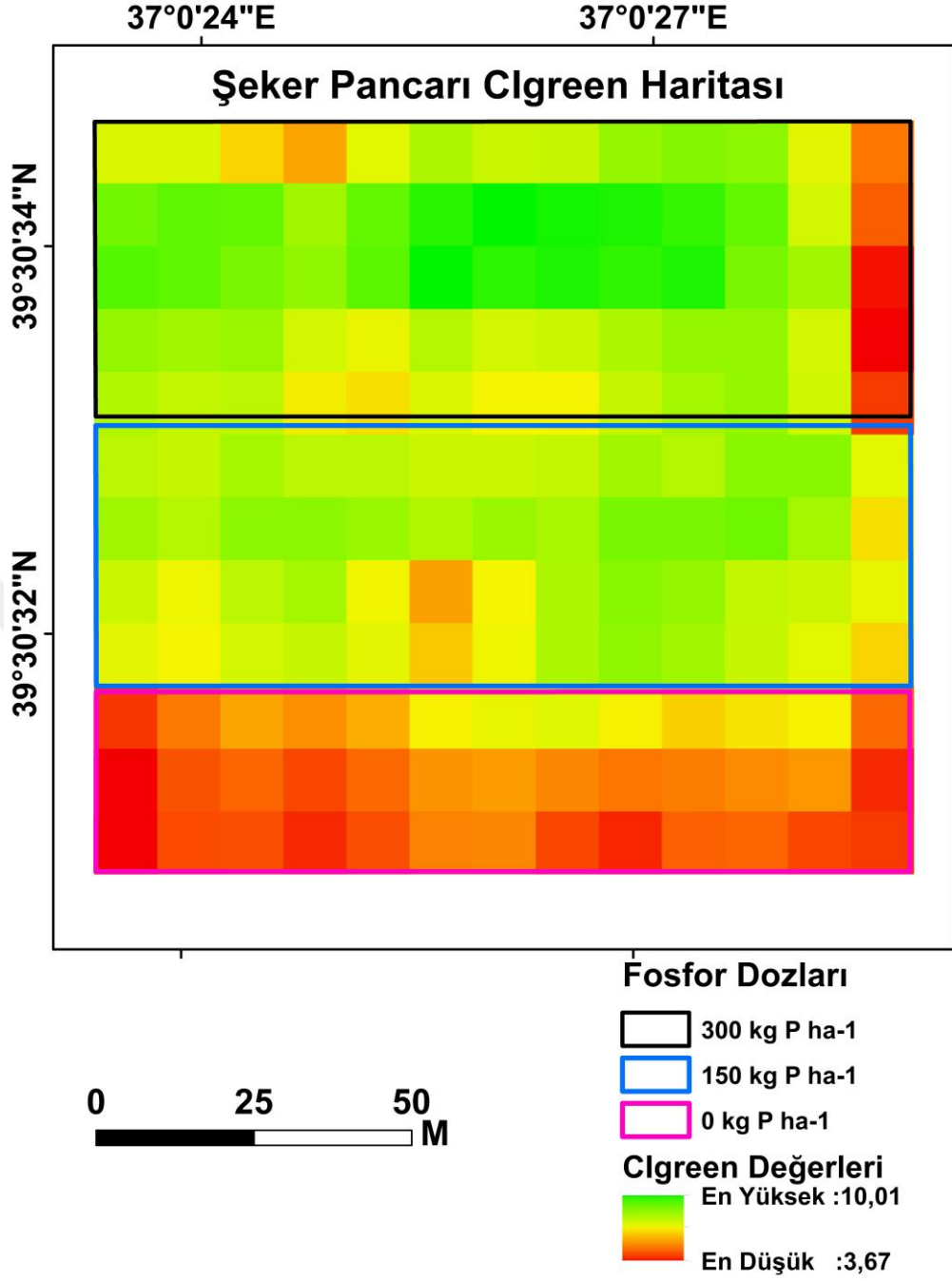


Şekil 3.9 NDVI haritası.

Bitkilerdeki gübre miktarını tahmin etmek için sıklıkla kullanılan başka bir spektral bitki indeksi CIgreen'dir. Yeşil klorofil indeksi adıyla anılan bu indekste spektrumun yeşil ve yakın kızılötesi bölgeleri kullanılır. Bu indeks, bitkinin içerdiği klorofil miktarı ile doğrusal olarak ilişkilidir. CIgreen değeri hesaplanırken aşağıdaki denklemden yararlanılmaktadır (Clevers ve Gitelson, 2013; Peng vd., 2011; Gitelson vd., 2008; Vina vd., 2011).

$$CI_{green} = \left(\frac{R_{783}}{R_{560}} \right) - 1 \quad [3.4]$$

Sentinel 2A sensöründe bu indeks uygulanırken 3. ve 7. bantlar kullanılır (Şekil 3.10). CIgreen indeksi hesaplanmadan önce 20 metre mekânsal çözünürlüğe sahip olan 7. bant kübik katlama konvolüsyon yöntemine göre 10 metre çözünürlüğe yeniden örneklenmiştir. Ardından bu bantlar 3.4'teki formüle sokularak indeks oluşturulmuştur. CIgreen indeksinde indeks değeri düşük pikseller, vejetasyonun az olduğu bölgeleri ifade ederler. Buna paralel olarak fosfor gübrelemesinin uygulanmadığı alanın indeks değerinin düşük çıktığı ve buraların kırmızının tonları ile gösterildiği görülmektedir. Gübrelemenin uygulandığı bölgelerin ise indeks değeri yüksek çıkarken buralar da yeşil ve tonlarıyla ifade edilmiştir.

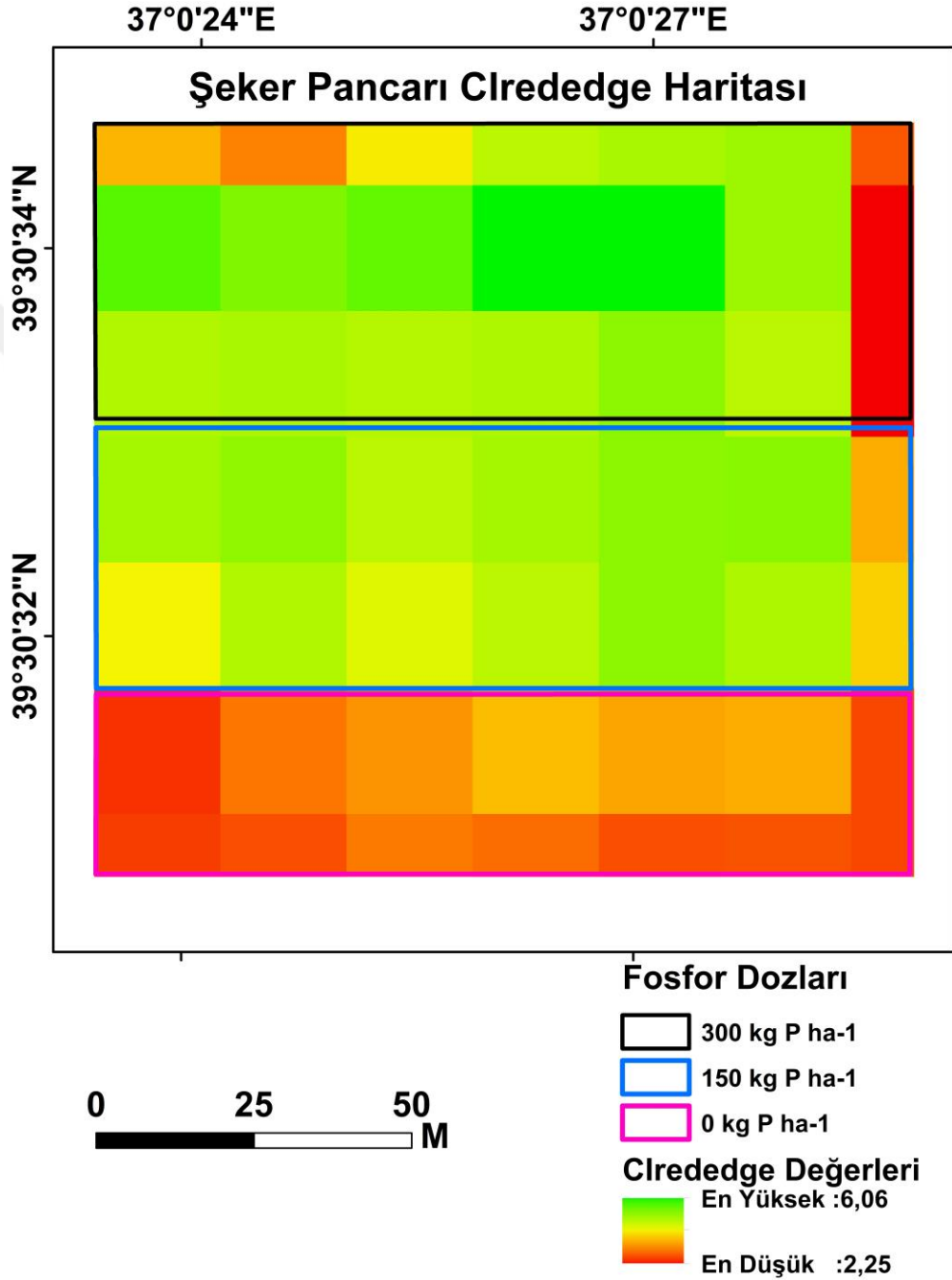


Şekil 3.10 Cİgreen haritası.

Bitkilerde gübre ve klorofil miktarını tahmin etmek için kullanılan Cİred-edge indeksini oluşturmak için spektrumun kırmızı bölgesinden yararlanılır. Bu indeks de tıpkı Cİgreen gibi bitkinin içerdiği klorofil miktarıyla doğrusal bir ilişki sergiler (Peng vd., 2011; Clevers ve Gitelson, 2013; Vina vd., 2011; Clevers ve Kooistra, 2011). 3 adet kırmızı kenar bandına sahip olan Sentinel 2A sensöründe bu indeks oluşturulurken bant 7 ve bant 5'ten yararlanılır (Şekil 3.11). İndeks değeri düşük

pikseller kırmızı ve tonlarıyla gösterilirken indeks değeri yüksek pikseller yeşil ve tonlarıyla ifade edilmiştir. Burada da gübreleme uygulanan alanların indeks değeri yüksek çıkarken gübre verilmeyen alanlarınki ise düşük çıkmıştır.

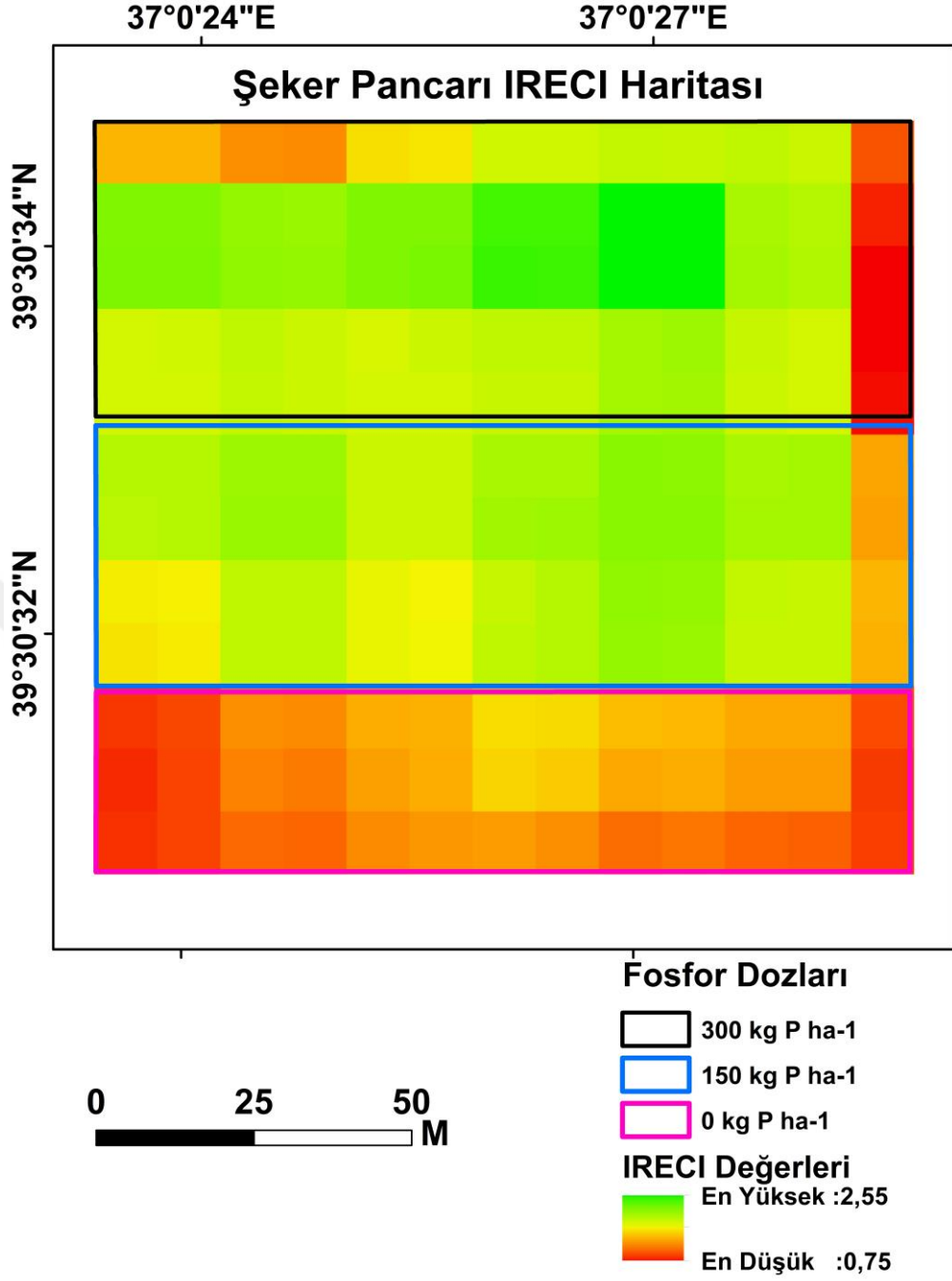
$$CI_{red-edge} = \left(\frac{R_{788}}{R_{705}} \right) - 1 \quad [3.5]$$



Şekil 3.11 Clred- edge haritası.

IRECI bir diğer bitki indeksi türü olup Sentinel 2A uydusu için spesifik olarak türetilmiştir. Sentinel 2A sensörü, spektrumun kırmızı bölgesinde 3 adet kırmızı kenar bandı ve 1 adet kırmızı bant barındırdığından bunların yansıtım farklarından yararlanılarak bir bitki indeksi türetilmiştir (Frampton vd., 2013; Majasalmi ve Rautiainen, 2016; Castillo vd., 2017). IRECI indeksi oluşturulurken Sentinel 2A sensöründe bant 4, bant 5, bant 6 ve bant 7'den yararlanır (Şekil 3.12). IRECI indeksi oluşturulmadan önce 20 metre mekânsal çözünürlüğe sahip olan bant 5, bant 6 ve bant 7 kübik katlama konvolüsyon yöntemine göre 10 metre çözünürlüğe yeniden örneklenmiştir. Sonrasında bantlar 3.6'daki formüle sokularak indeks elde edilmiştir. IRECI haritasında indeks değeri düşük pikseller kırmızı ve tonları ile indeks değeri yüksek pikseller ise yeşil ve tonları ile renklendirilmiştir. Fosfor gübrelmesi uygulanan alanların indeks değerinin 2,55'e yaklaştığı görülürken fosfor verilmeyen alanların indeks değerinin 0,75'e yaklaştığı gözlemlenmiştir.

$$IRECI = \left(\frac{R_{788} - R_{665}}{R_{705} / R_{740}} \right) \quad [3.6]$$

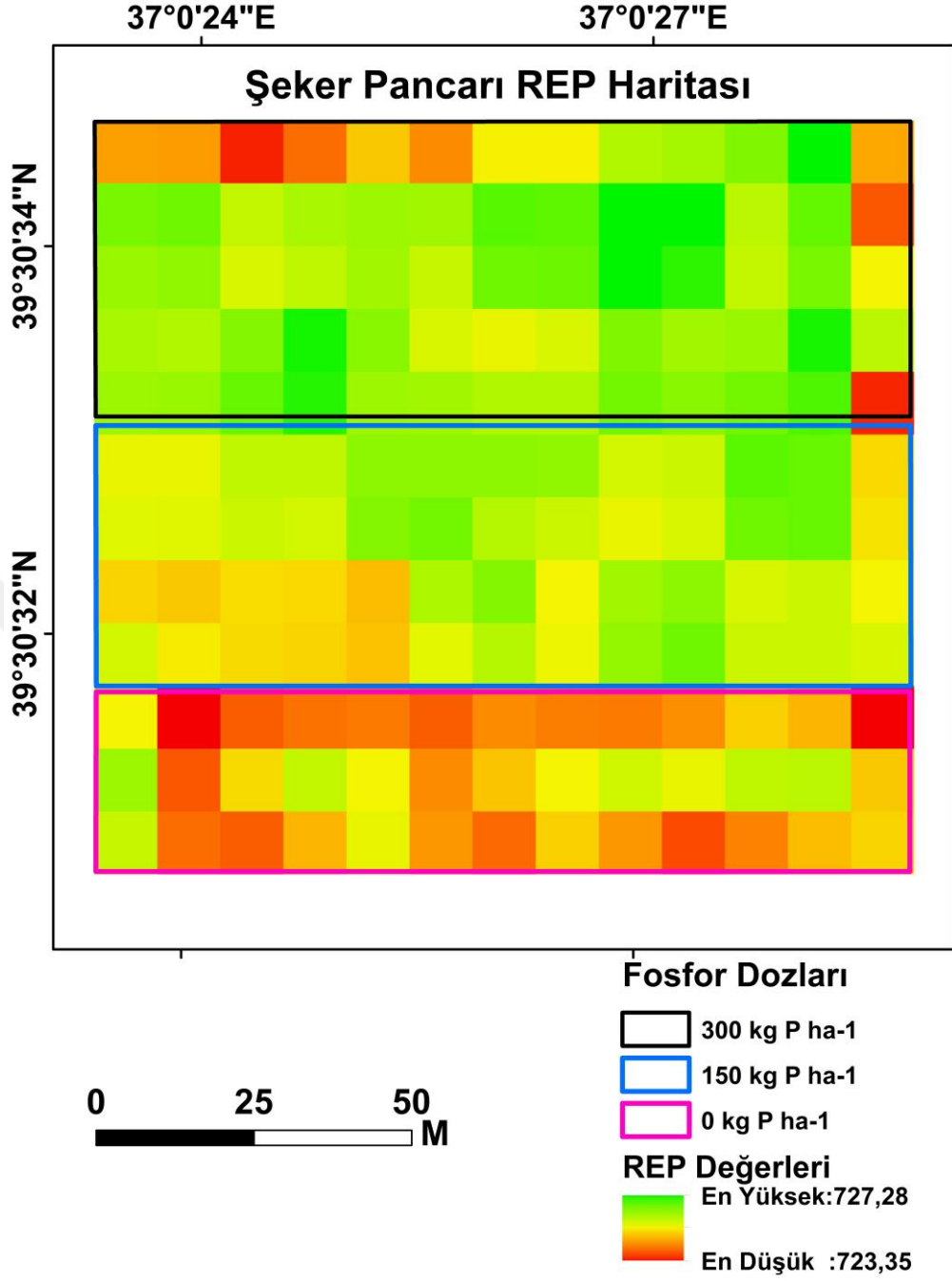


Şekil 3.12 IRECI haritası.

Çalışmada kullanılan bir diğer bitki indeksi olan REP, spektral bir görüntüdeki yakın kızılötesi ve kırmızı dalga boyları arasındaki en dik eğim noktasının konumunu takip eder. REP indeksi için en başarılı sonuç kırmızı kenarın konumunu daha doğru bir şekilde belirleyebilen dar bantlı sensörler ile hesaplanır. Buna ek olarak REP, kanopi klorofil miktarını belirlemek için önemli bir araçtır (Majasalmi ve Rautiainen, 2016; Clevers ve Kooistra, 2011; Frampton vd., 2013; Lees vd., 2018; Ju vd., 2010;

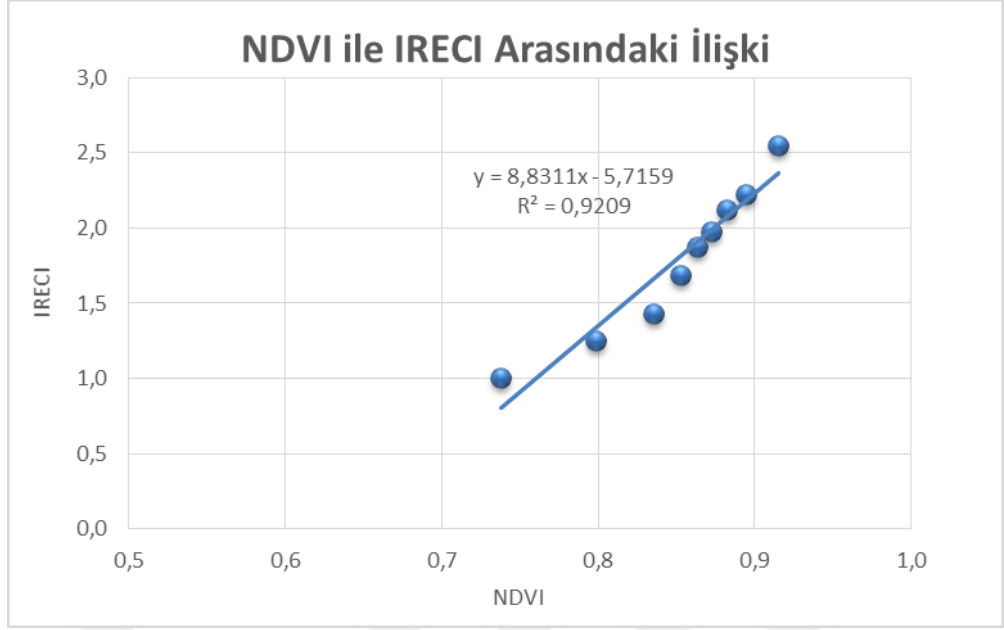
Darvishzadeh vd., 2009). REP de tıpkı IRECI gibi kırmızı bölgedeki bantların hepsi kullanılarak türetilir (Şekil 3.13). REP indeksi oluşturulmadan önce 20 metre mekânsal çözünürlüğe sahip olan bant 5, bant 6 ve bant 7 kübik katlama konvolüsyon yöntemine göre 10 metre çözünürlüğe yeniden örnelemiştir. Sonrasında denklem 3.7'ye göre indeks oluşturulmuştur. REP haritasında da indeks değeri düşük piksellerin gösterimi kırmızı ve tonlarıyla yapılırken indeks değeri yüksek piksellerin gösterimi de yeşil ve tonlarıyla belirtilmiştir. Bu haritada da fosfor gübrelemesi uygulanan alanların indeks değeri 727'ye yaklaşırken hiç gübre verilmemiş alanların olduğu piksellerin indeks değerinin de 723'e yaklaştığı görülmektedir.

$$REP = 705 + 35 \frac{\frac{(R_{665} + R_{788})}{2} - R_{705}}{R_{740} - R_{705}} \quad [3.7]$$



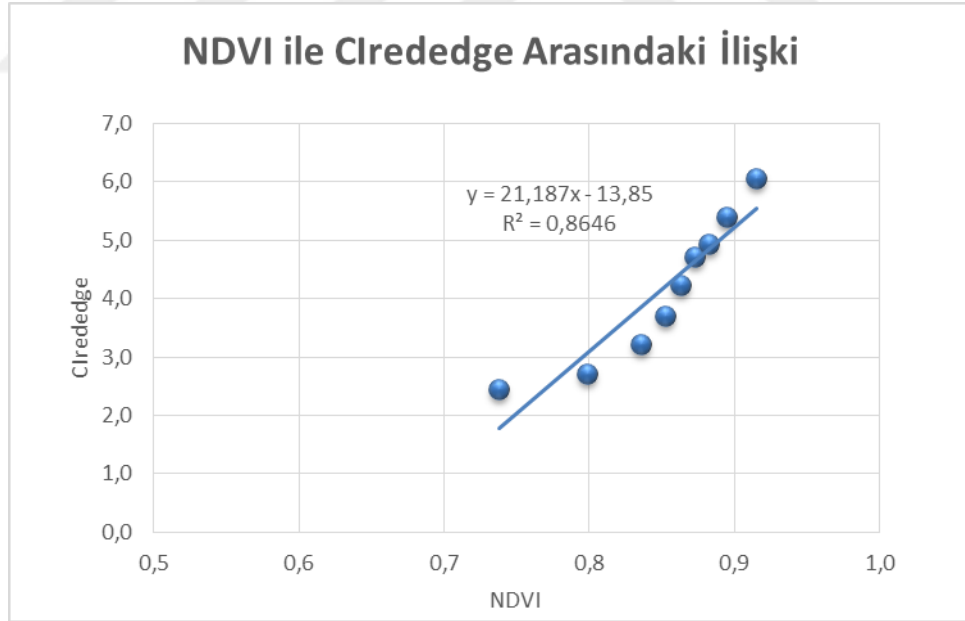
Şekil 3.13 REP haritası.

Bitki indeksleri oluşturulduktan sonra bunların birbirleriyle olan tutarlılık durumları irdelenmiştir. Bu amaçla indeksler arasındaki ilişkiyi incelemek adına regresyon analizi yapılmıştır ve bunlar grafik yoluyla ifade edilmiştir. Öncelikle NDVI ve IRECI arasındaki ilişkiye bakılmıştır ve bunlar arasında güçlü doğrusal bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.14).



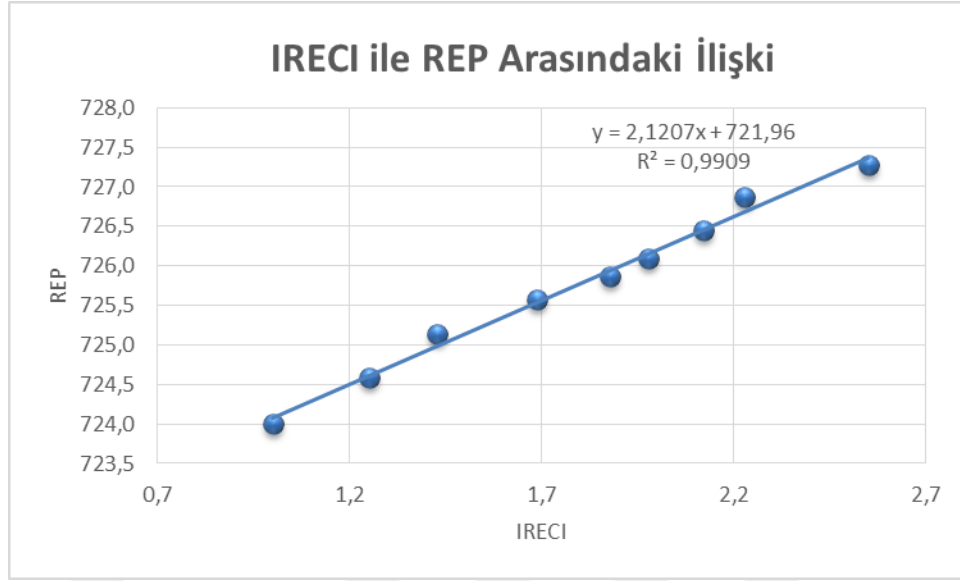
Şekil 3.14 NDVI ile IRECI arasındaki ilişki.

İkinci olarak, NDVI ile Clrededge arasında regresyon analizi gerçekleştirilmiştir ve indeks değerlerinin birbirleriyle paralel oranda artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 3.15).



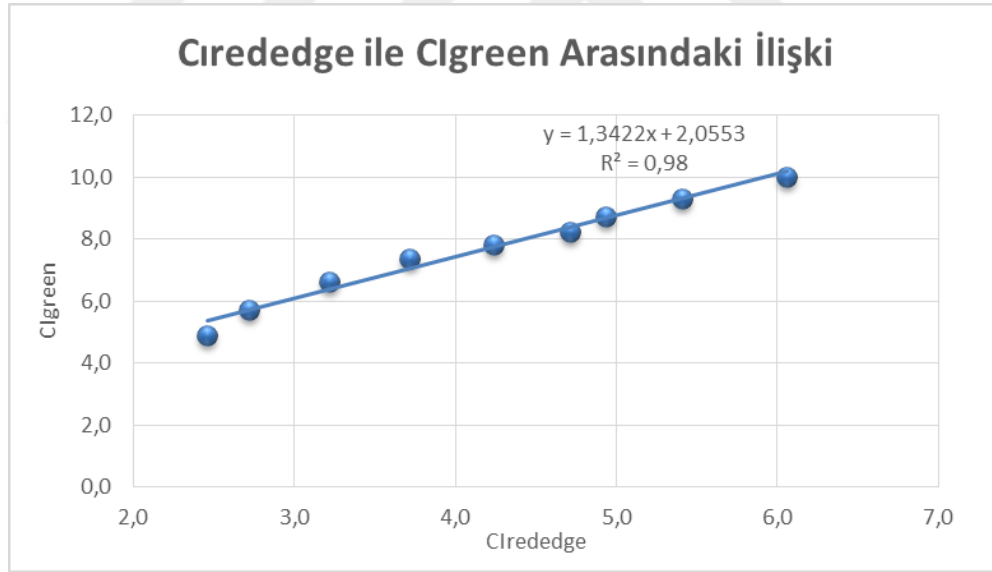
Şekil 3.15 NDVI ile Clrededge arasındaki ilişki.

Sonrasında, IRECI ile REP arasındaki ilişkiye bakılmıştır ve bunların arasındaki korelasyonun da yüksek çıktığı ve değerlerin birbirine paralel olarak artma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.16).



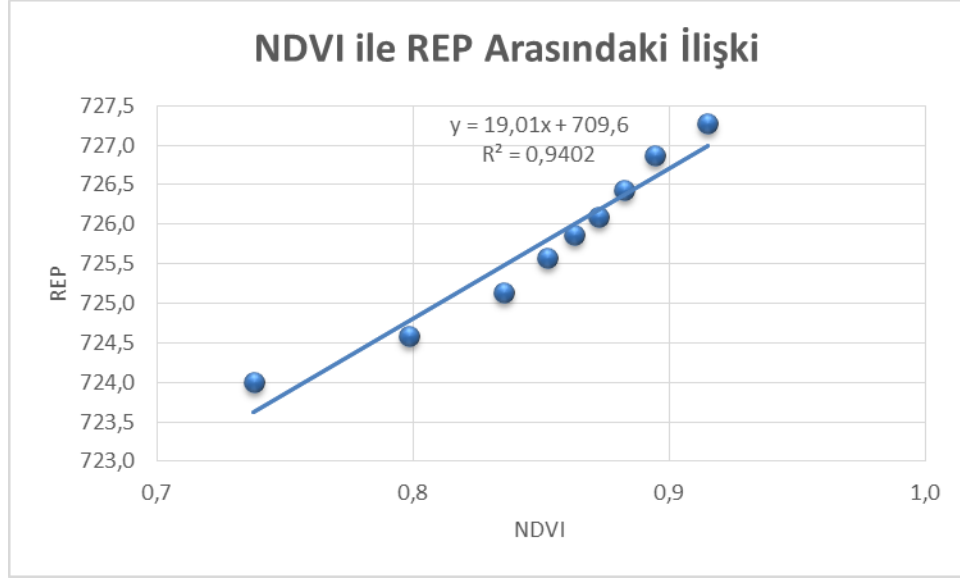
Şekil 3.16 IRECI ile REP arasındaki ilişki.

Ardından, Cİrededge ve Cİgreen arasındaki ilişki araştırılmıştır ve bunların aralarında doğrusal bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Cİrededge ile Cİgreen arasındaki ilişki.

Son olarak, NDVI ile REP arasındaki durum araştırılmıştır ve bu indeksler arasındaki ilişkinin de paralellik gösterdiği saptanmıştır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 NDVI ile REP arasındaki ilişki.

Sonuç itibarıyla, bitki indeksleri arasındaki ilişkinin yüksek doğrusal bir korelasyon gösterdiği saptanmıştır ve tüm bunlar grafik yoluyla ifade edilmiştir.

3.5 Tuz Stresi Uygulaması

Sulama ve sulama suyu içeriği bitki verimi ve gelişimi için büyük önem arz etmektedir. Sulama sıklığı, miktarı ve sulama suyunun kimyasal yapısı sürdürülebilir tarım politikalarını etkilemektedir. Buna karşın, ülkemizdeki tarım arazilerinin yalnızca %32,5'i düzenli olarak sulanabilmektedir. Buna ek olarak, ülkemizdeki tarım arazilerinin 1,5 milyon hektarında tuzluluk sorunu bulunmaktadır. Tarım alanlarında ve bitkilerdeki tuzluluğu etkileyen faktörler arasında iklim koşulları, klorür, nitrat, sülfat, karbonat, bikarbonat gibi bileşikler yer alırlar. Abiyotik stres faktörü olan tuz stresi ozmotik ve iyonik stresi de beraberinde getirir. Bu stres bitkilerin metabolik yapısı açısından pek çok olumsuz etkiye de neden olmaktadır. Bitkiler çözünebilir tuzları topraktan veya sulama suyundan kolaylıkla alabilmektedirler. Her bitkinin tuz stresine karşı göstermiş olduğu tolerans farklı olmakla birlikte bundan hemen hemen hepsi negatif etkilenmektedir. Bazı bitkiler tuz stresine maruz kaldığında hemen ölür, bazılarında büyüme hızı durur ya da yavaşlar. Bunun başlıca nedenlerinden biri de, bitkinin kimyasal yapısının değişmesi sonucu bitki yaprağında mevcut olan klorofil miktarının azalmasıdır. Bitkilerin büyümesi, verim ve kalitesi sadece genetik faktörler tarafından yönetilmez. Çevre faktörleri de bitkinin büyümesini sınırlandıran veya arttıran unsurlar arasındadır (Ceylan, 1994;

Lavres vd., 2010). Yaprak klorofil konsantrasyonu; kloroplast gelişimi, fotosentetik kapasite ve genel bitki canlılığının ölçülmesinde kullanılan önemli bir göstergedir (Yol ve Uzun, 2011). Yapraktaki klorofil miktarının azalmasıyla birlikte bitkinin fotosentez hızı ve kapasitesi düşecektir. Sonuç olarak, bitkideki üretim yavaşlayacak ve ürün kalitesinde bozulmalar meydana gelecektir (Çulha ve Çakırlar, 2011; Aslan, 2011; Lugassi vd., 2017; Trigueros vd., 2016; Bora, 2015; Sönmez vd., 2015; Demirel vd., 2014).

Bu yüzden bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyen çevresel faktörlerden biri olan toprak tuzluluğunun bitkilerin yapısında meydana getirdiği değişiklikleri ölçmek çok önemlidir. Bu kapsamda, tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan biberiye bitkisi kontrollü olarak tuz stresine maruz bırakılmış; bitkilerin tuz stresine vermiş olduğu tepki ya da toleransın belirlenebilmesi için yersel uzaktan algılama ile bitki yaprakları üzerinde spektrometre ölçmeleri yapılmış; ayrıca klorofil ve renk ölçümleri gerçekleştirilerek bitkilerdeki yapısal değişimler de izlenmiş ve analiz edilmiştir. Böyle bir çalışmanın diğer tarım bitkilerinin yetiştiriciliği açısından, tarım politikalarının gelişimine olumlu katkı yapacağı ve bu politikaların sürdürülebilir olmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, böyle bir uygulama, bitkilerde görülebilecek tuz stresinin erken evrelerde tespit edilmesine ve erken müdahale ile bitkilerde meydana gelebilecek zararın önüne geçilebilmesine olanak tanıyacaktır.

Deney kapsamında saksılarda kullanılan toprak hava oranı yüksek, gözenekli, sabit ve ince yapılı özelliklere sahip olan klasman potground h, tuz içermeyen topraktır (çizelge 3.3).

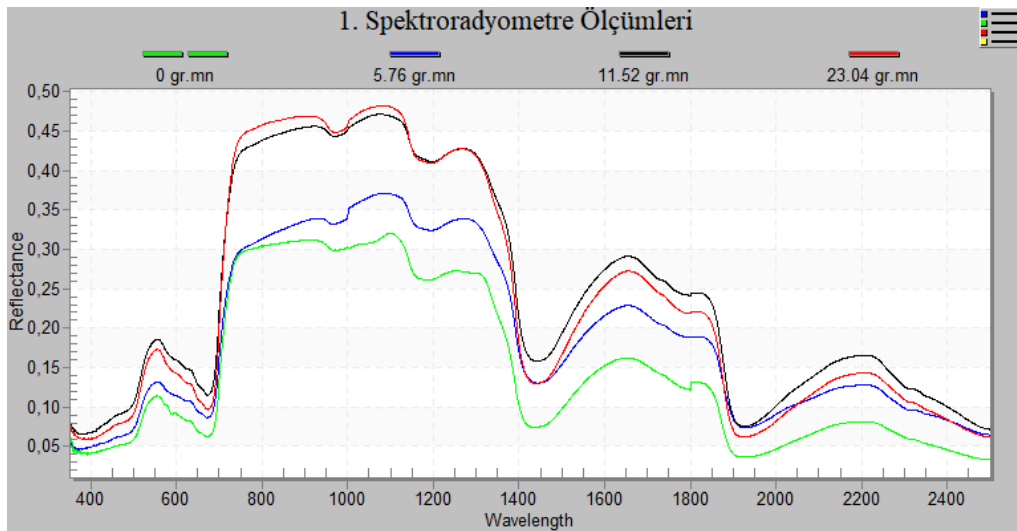
Çizelge 3.3 Çalışmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

<u>Toprak Özelliği</u>	<u>Değer</u>
pH (H ₂ O)	5,50 – 6,50
Gübre (gr / l)	1,50
Mevcut N (mg N / l)	210
Mevcut P (mg P ₂ O ₅ / l)	240
Mevcut K (mg K ₂ O / l)	270
Mevcut Mg (mg Mg / l)	100

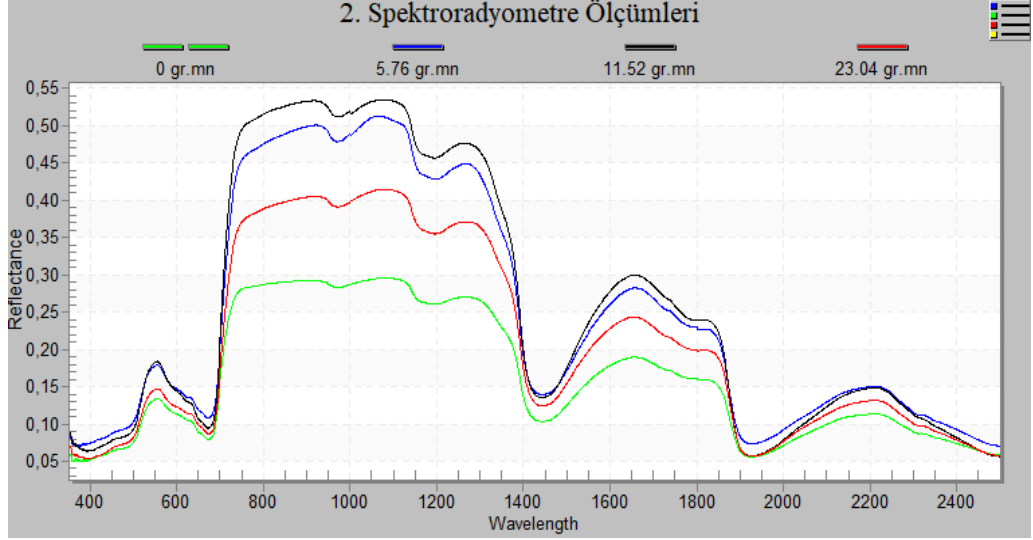
Bu amaçla, laboratuvar ortamında saksı içerisinde biberiye bitkilerinin dikim işlemi yapılmıştır. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Bitkiler geliştikten sonra 4 farklı tuz konsantrasyonu uygulanmıştır. Tuz konsantrasyonları denklem 3.8' e göre belirlenmiştir.

$$NaCl = \frac{dS}{m} * 640 * \frac{3}{saksı} \quad [3.8]$$

Bu kapsamda, biberiye bitkilerine sırasıyla her bir kontrol grubuna 100 ml'lik ölçelerde içerisinde 5,76 gr, 11,52 gr, 23,04 ve 0 gr (kontrol grubu) NaCl barındıran tuzlu su çözeltisi ile sulama işlemi uygulanmıştır. Tuzlar saf suya eklenerek bitkilere verilmiştir. 0 gr NaCl uygulanan kontrol grubu biberiye bitkileri ise sadece saf su ile sulamaya tabi tutulmuştur. Deney toplamda 8 hafta sürmüştür ve 4 haftada bir eş zamanlı olarak spektrometre, klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümlere başlamadan önce spectralon beyaz yansıtım paneliyle cihazların optimizasyonu yapılmıştır. Öncelikle, bitkiler büyüdüktan sonra bitkilerin tuzlu su çözeltisine vermiş oldukları yansıtım tepkilerini takip etmek amacıyla biberiye bitkilerinin genç ve yaşlı yapraklarında 5 tekrarlı spektrometre ölçümleri yapılmıştır. Spektrometre ölçümleri aktif bir uzaktan algılama metodu olan kontak – prob ile yansıtım modunda gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin analizi ise ASD firmasına ait ViewSpec Pro ile yapılmıştır (Şekil 3.19 – 3.20). Böylelikle her bir biberiye bitkisini temsil eden yansıtımlar elde edilmiştir.



Şekil 3.19 1. spektrometre ölçümleri.



Şekil 3.20 2. Spektrometre ölçümleri.

İlk 4 haftalık bitkilerde gerçekleştirilen birinci spektrometre ölçüm sonuçlarına göre elektromanyetik spektrumun 800 ve 1100 nanometre aralığında biberiye bitkilerine uygulanan tuz stresi miktarıyla doğru orantılı olarak bitkilerin yansıtımlarında düzenli bir artış görülmüştür. Diğer tüm dalga boyu aralıklarında da tuz stresi seviyesine bağlı olarak bitkilerin yansıtımlarında artma görülürken bu artış bitkilere uygulanan tuz miktarıyla doğru orantılı olmamıştır (Şekil 3.19). Biberiye bitkileri 8 haftalık olduğunda yapılan ölçümler değerlendirildiğinde ise tuz stresinin yine bitkilerin yansıtımlarını genel itibarıyla artırdığı görülmüştür. İlk gerçekleştirilen spektrometre ölçümlerine göre 23,04 gr tuzlu su uygulanan biberiye bitkilerinin yansıtımlarının düştüğü, 11,52 gr ve 5,76 gr tuzlu su verilen biberiye bitkilerinin yansıtımlarının da önceki haftalara göre arttığı gözlemlenmiştir. Tuz stresine maruz bırakılan tüm kontrol grubu biberiye bitkilerinin yansıtımlarının da her iki ölçüme de tuz verilmemiş biberiye bitkilerinin yansıtımlarından fazla olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.20).

Her bir spektrometre ölçümü ile eş zamanlı biçimde bitkilerin tuz stresine bağlı olarak biberiye bitkilerinin yapraklarındaki klorofil miktarlarındaki değişimin izlenmesi amacıyla MC – 100 Apogee klorofilmetre ile ölçümler gerçekleştirilmiştir (çizelge 3.4 – 3.5). Buna ek olarak, yine spektrometre ve klorofilmetre ölçümleriyle eş zamanlı olarak Konica Minolta CM-700d spektrofotometre cihazı ile biberiye bitkilerinin yapraklarındaki renk değişimleri ve parlaklık farklarını tespit

etmek için ölçümler yapılmıştır. Tüm bu ölçmeler her bir kontrol grubuna 3 defa yapılmış olup bunların ortalaması alınarak tabloya eklenmiştir.

Çizelge 3.4 1. Klorofilmetre, spektrometre ve spektrofotometre ölçümleri

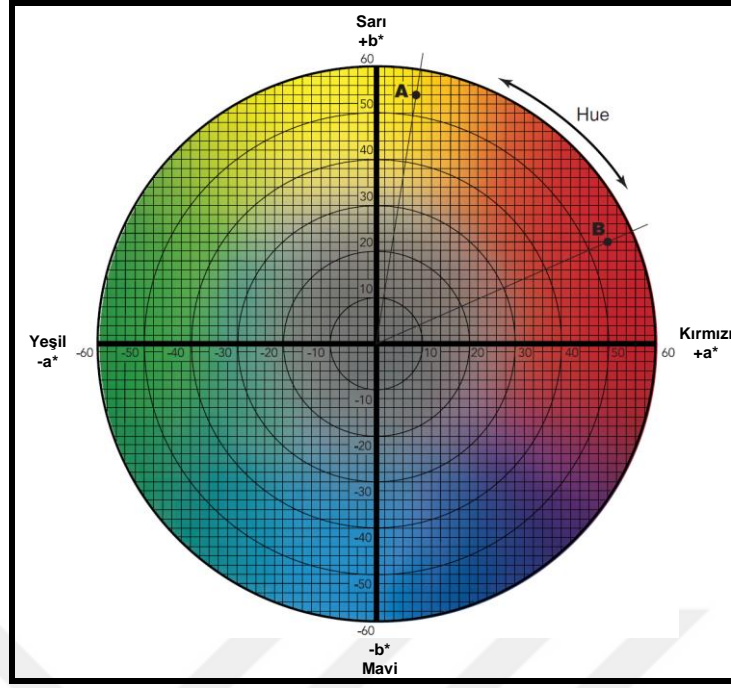
Tuz Miktarı (gram)	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>K</u>	<u>NDVI</u>	<u>h°</u>
23,04	49,88	-7,65	16,84	2,3	0,64	65,57
11,52	44,54	-7,86	17,51	2,0	0,64	65,83
5,76	46,30	-7,21	17,11	1,5	0,54	67,15
0	46,81	-6,88	15,24	2,5	0,54	65,70

Çizelge 3.5 2. Klorofilmetre, spektrometre ve spektrofotometre ölçümleri

Tuz Miktarı (gram)	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>K</u>	<u>NDVI</u>	<u>h°</u>
23,04	45,99	-5,20	19,67	1,4	0,58	75,19
11,52	50,41	-5,10	20,64	1,3	0,63	76,12
5,76	42,51	-6,79	19,94	3,7	0,58	71,20
0	48,01	-5,30	18,31	1,6	0,50	73,86

Çizelge 3.4 ve 3.5'te K değerleri biberiye bitkilerinin yapraklarındaki klorofil miktarlarını temsil etmektedirler. L değeri ise parlaklığı ifade etmektedir. L değeri 0 ve 100 arasında değer almaktadır. L değerinin 0 olması rengin siyah olduğu ve L değerinin 100 olması ise rengin beyaz olduğu anlamına gelmektedir. Buna ek olarak, a değerinin pozitif olması durumu rengin kırmızı olduğu ve a değerinin negatif olması rengin yeşil olduğu manasına gelmektedir. Öte yandan, b değeri pozitif ise renk sarıdır ve b değeri negatif ise renk mavidir (Uçar vd., 2016). Ton açısı (h°) denklem 3.9 ile hesaplanmaktadır (McGuire, 1992). Ton açısı (h°) derece cinsinden 0 ve 360 arasında değer almaktadır. Derecenin 0'a yaklaşması rengin kırmızı rengi ifade ederken, 90'a yaklaşması sarıyı, 180'e yaklaşması yeşili ve de 270'e yaklaşması maviyi belirtir (Şekil 3.21).

$$h^{\circ} = \arctan(b^*/a^*) \quad [3.9]$$



Şekil 3.21 Parlaklık – renk diyagramı (Uçar vd., 2016).

Yapılan ölçümler neticesinde en yüksek L değeri ilk gerçekleştirilen ölçümlerde 23,04 gr tuzlu su çözeltisi uygulanan biberiye bitkisinde 49,88 olarak çıktığı ve ikinci yapılan ölçümlerde de en yüksek L değerinin 11,52 gr tuzlu su çözeltisi uygulanan biberiye bitkilerinde 50,41 olarak çıktığı gözlemlenmiştir.

Buna ek olarak, kırmızı ve yeşil rengi temsil eden en yüksek a değeri ilk yapılan ölçümler sonucunda 11,52 gr tuzlu su çözeltisi uygulanan bitkilerde -7,86 olarak gözlemlenirken, ikinci yapılan ölçümlerden gelen sonuçlara bakıldığında en yüksek a değerinin -6,79 olarak 5,76 gr tuzlu su çözeltisi verilen bitkilerde olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, en düşük a değerinin ilk ölçümlerde normal su verilen bitkilerde -6,88 olarak çıktığı anlaşılırken ikinci ölçümler sonucunda da 11,52 tuzlu su çözeltisi verilen biberiye bitkilerinde -5,10 olarak çıktığı görülmüştür. Elde edilen veriler incelendiğinde, deneyin süresi arttıkça negatif a değerinin düştüğü ve bitkinin yeşil rengini kaybettiği anlaşılmıştır. 8 haftalık bitki numunelerinden alınan veriler ışığında en yüksek klorofil ve negatif a değerinin 5,76 gr tuzlu su çözeltisi uygulanan bitkilerde olduğu görülmüştür. Çıkan sonuçlara göre, biberiye bitkilerinin negatif a değerleri ve klorofil değerleri arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek b sonuçları değerlendirildiğinde, bitkiler 4 haftalıkken yapılan ölçümler neticesinde 11,52 gr tuzlu su uygulanan bitkilerin değeri 17,51 ve bitkiler 8

haftalıkken elde edilen en yüksek değer yine 11,52 gr tuzlu su uygulanan bitkilerde 20,64 olarak görülmüştür. En düşük b değerleri de 4 haftalık biberiye bitkilerinden hiç tuzlu su verilmemiş kontrol grubunda 15,24 olarak görülürken, 8 haftalık biberiye bitkilerinde yapılan ölçümler sonucunda ise yine hiç tuzlu su verilmemiş bitkiler 18,31 ile en düşük b değerine sahip olmuşlardır.

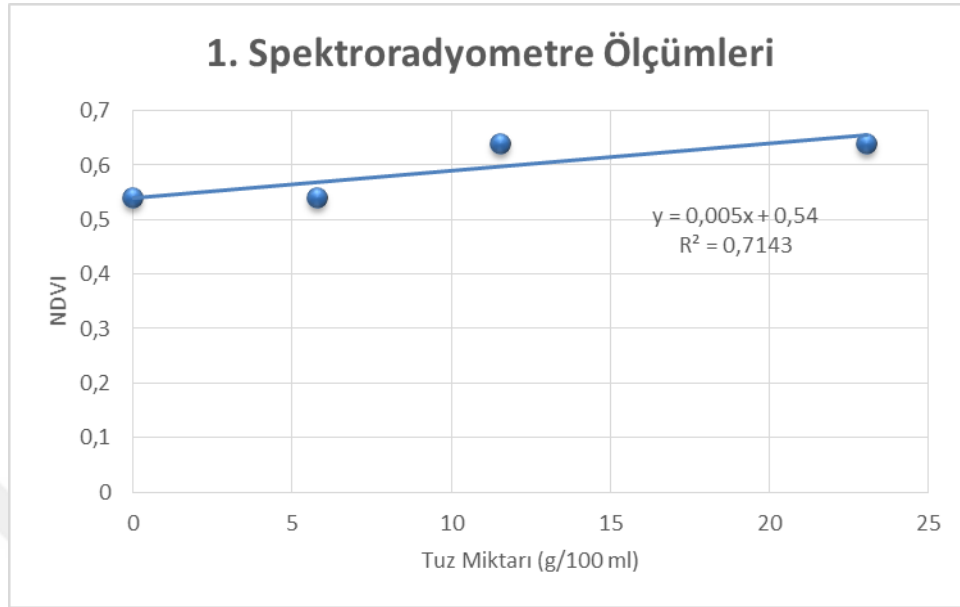
Klorofilmetre lmleri incelendiğinde, maksimum klorofil miktarı 4 haftalık biberiye bitkilerine yapılan ölçümler neticesinde 2,5 değeri ile hiç tuz stresine maruz bırakılmamı kontrol grubu bitkilerinde gözlemlenmiştir. 5,76 gr tuzlu su çözeltisi uygulanan biberiye bitkileri ise 3,7 değeri ile 8 hafta sonunda en yüksek klorofil değerine sahip olmuştur. Minimum klorofil değerine ise ilk ölçümde 5,76 gr tuz çözeltisi uygulanan grup 1,5 ile sahip olurken ikinci ölçümlerde ise 1,3 değeri ile 11,52 gr tuz çözeltisi verilen kontrol grubu sahip olmuştur.

Spektroradyometre ile yapılan ölçümlerden elde edilen yansıtımlarla tüm kontrol gruplarına ait biberiye bitkilerinin NDVI bitki indeks değerleri hesaplanmıştır. NDVI bitki indeksi değerleri spektroradyometre ile elde edilen yansıtımların kırmızı ve yakın kızılötesi bölgelerinin ortalamaları alınıp bu ortalama değerlerin NDVI bitki indeksi formülüne sokulması vasıtasıyla hesaplanmıştır. Bitkiler 4 haftalıkken yapılan ölçümlerden elde edilen yansıtımlarla oluşturulan NDVI bitki indeksi değerlerinin tuz stresine paralel olarak artış gösterdiği görülmüştür. 8 haftalık biberiye bitkilerinde de uygulanan tuz stresiyile birlikte NDVI değerlerinin hiç tuz çözeltisi uygulanmamış kontrol grubu bitkilerine göre fazla çıktığı anlaşılmıştır.

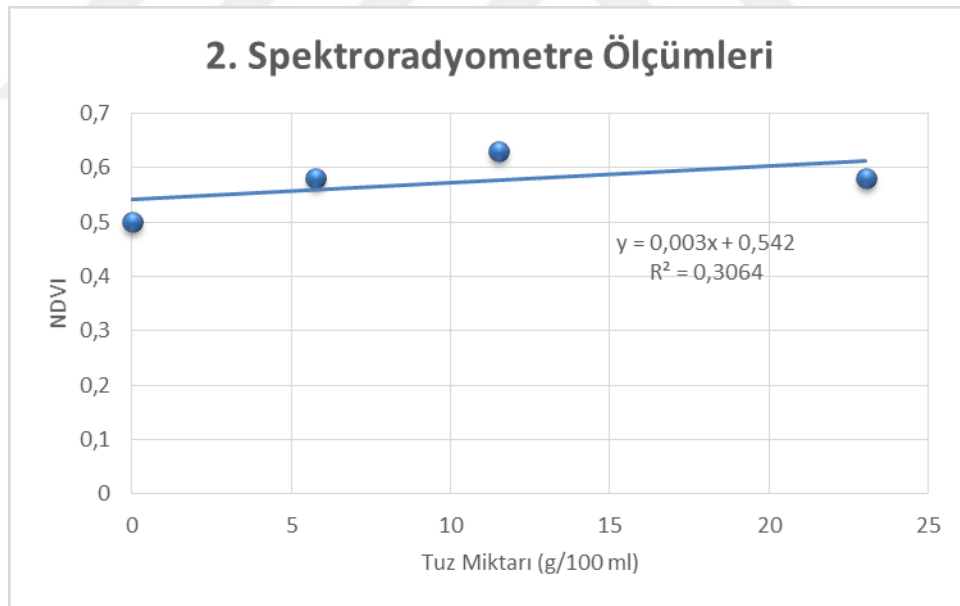
a ve b değerlerinden hesaplanan ton açısı sonuçları irdelendiğinde, ikinci 4 hafta sonu yapılan ölçümler neticesine göre ton açılarının ilk 4 hafta sonu yapılan ölçümlere göre genel bir artış eğiliminde oldukları ve buna bağlı olarak biberiye bitkilerinin renklerinin sarıya yaklaştığı anlaşılmaktadır.

Tüm bunlara ek olarak, değerler arasındaki ilişki incelenmiştir. İlk olarak, biberiye bitkilerine uygulanan tuz dozları ile spektroradyometre ölçümlerinden elde edilen yansıtımlar kullanılarak oluşturulan NDVI indeksi arasındaki ilişki ele alınmıştır. Biberiye bitkilerine uygulanan tuz stresi seviyesine arttıa hem ilk 4 hafta hem de ikinci 4 hafta elde edilen NDVI değerlerinin de buna bağlı olarak artış gösterdiği

gözlemlenmiştir (Şekil 3.22 – 3.23). Sonuç olarak, bitkilere dışarıdan inorganik madde vermenin indeks değerlerini artıracakı görülmüştür.



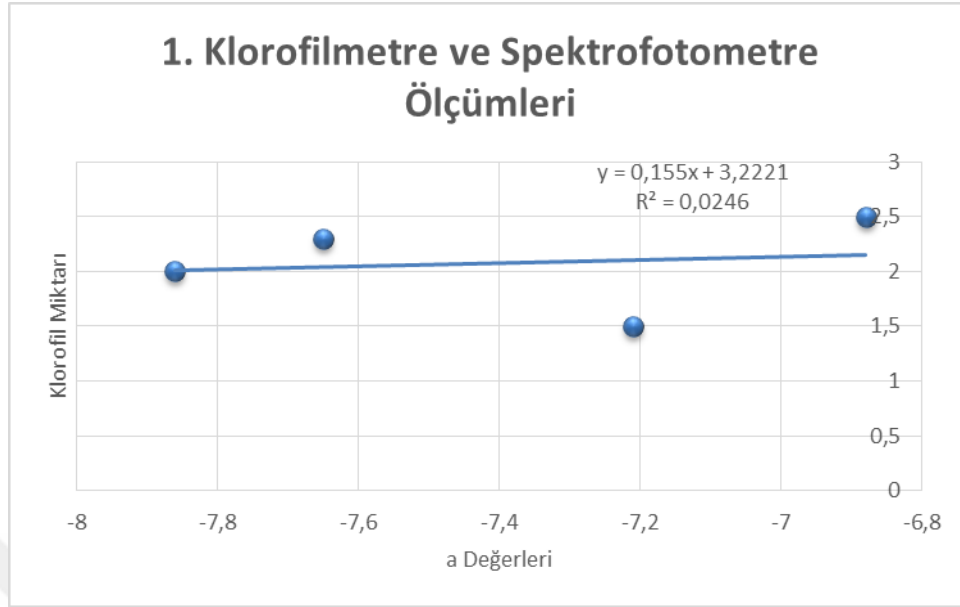
Şekil 3.22 1. Spektrometre ölçümleri sonucu NDVI ve tuz miktarı arasındaki ilişki.



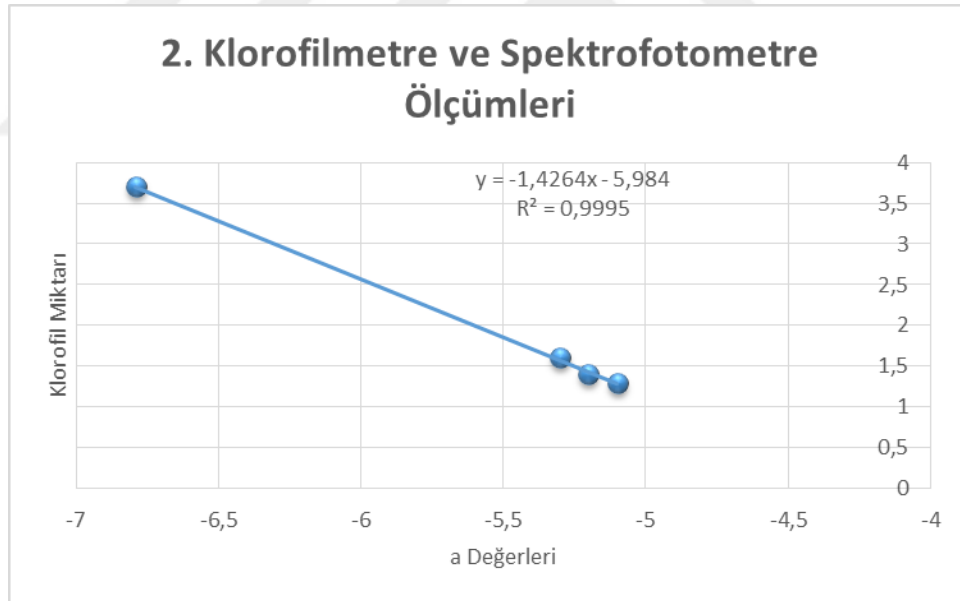
Şekil 3.23 2. Spektrometre ölçümleri sonucu NDVI ve tuz miktarı arasındaki ilişki.

Bunlara ek olarak, biberiye bitkilerindeki klorofil miktarı ve a değerlerinin arasındaki ilişki incelenmiştir. İlk 4 hafta sonunda yapılan ölçümler sonucunda bu iki değer arasında bir doğrusallık bulunmadığı tespit edilmiştir. ikinci 4 hafta sonunda

gerçekleştirilen ölçümler neticesinde ise bu iki değer arasında yüksek bir korelasyon olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3.24 – 3.25).



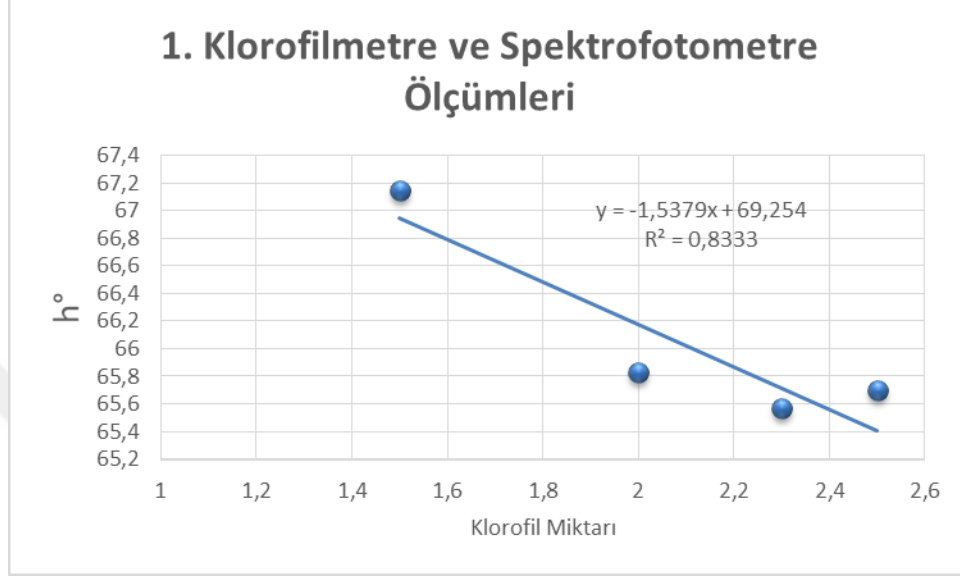
Şekil 3.24 1. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve a değerleri arasındaki ilişki.



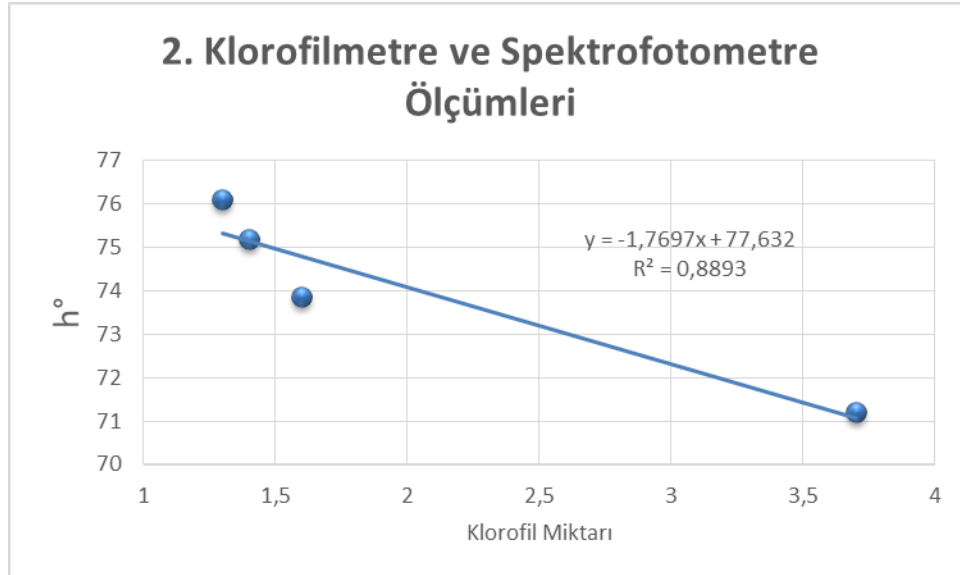
Şekil 3.25 2. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve a değerleri arasındaki ilişki.

Son olarak, biberiye bitkilerinin yapraklarındaki klorofil miktarı ile a ve b değerlerinden hesaplanan ton açısı sonuçları arasındaki ilişki ele alınmıştır. Ton açısı sonuçları için 90°'nin mutlak sarı rengi ifade ettiği göz önüne alındığında bitkilerin ikinci 4 hafta sonrasında renklerinde genel itibarıyla bir sararma olduğu görülmüştür.

İkinci 4 hafta sonunda yapılan ölçüm sonuçlarına göre ton açılarının giderek 90'a yaklaştığı ve buna bağlı olarak bitkilerin renklerinde bir sararma olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, biberiye bitkilerinin klorofil miktarı ve ton açısı değerleri arasında güçlü bir ters orantılı ilişki olduğu tespit edilmiştir. biberiye bitkilerinin klorofil miktarı arttıkça ton açılarının düştüğü anlaşılmıştır (Şekil 3.26 – 3.27).



Şekil 3.26 1. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve h° değerleri arasındaki ilişki.



Şekil 3.27 2. Klorofilmetre ve spektrofotometre ölçümleri sonucu klorofil miktarı ve h° değerleri arasındaki ilişki.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Uzaktan algılama ve yersel spektral ölçme verileri kullanılarak, farklı miktarlarda fosfor gübrelmesi uygulanmış şeker pancarı bitkilerinin sınıflandırılmasında farklı spektral sınıflandırma algoritmaları karşılaştırılmıştır. 300 kg P ha⁻¹ fosfor gübrelmesi uygulanan bölgenin sınıflandırılması için en iyi sonucu eşleşen filtreleme sınıflandırma algoritması vermiştir. Spektral bilgi ayırma ikinci iyi sonucu verirken spektral açı haritalama da üçüncü iyi sonucu vermiştir. 150 kg P ha⁻¹ fosfor gübrelmesi verilen alanda spektral bilgi ayırma algoritması en iyi sınıflandırmayı gerçekleştirirken bunu spektral açı haritalama ve eşleşen filtreleme sırasıyla takip etmiştir. Hiç fosfor gübrelmesi uygulanmamış alanın sınıflandırılmasında ise en iyi sonucu spektral açı haritalama sınıflandırma algoritması gerçekleştirmiştir. Spektral bilgi ayırma ve eşleşen filtreleme sınıflandırma algoritmaları da sırasıyla spektral açı haritalama algoritmasını takip etmiştir.

Farklı miktarda fosfor dozu uygulanan alanları farklı yöntemlerle belirlemek ve spektral sınıflandırma algoritmaları sonuçlarını desteklemek adına bitki indeksleri kullanılmıştır. NDVI, Cirededge, CIGreen, IRECI ve REP bitki indeksleri bu kapsamda Sentinel 2A uydusunun çeşitli bantlarının yansıtım farklarından yararlanılarak her biri kendi formülünde değerlendirilmek suretiyle kullanılmıştır. NDVI bitki indeksinde yüksek fosfor dozu uygulanan alanların indeks değerlerinin 1'e yaklaştığı görülürken hiç fosfor dozu uygulanmamış bölgelerin indeks değerlerinin 0,64 ve civarında değerler aldığı görülmüştür. Cirededge bitki indeksinde fazla miktarda fosfor gübrelmesi uygulanan alanların indeks değerinin 6 civarında ve hiç fosfor verilmemiş bölgenin indeks değerinin de 2,25 ve biraz üzerinde çıktığı görülmüştür. CIGreen bitki indeksinde ise yüksek miktarda fosfor verilen bölgelerin indeks değerinin 10'a yaklaştığı anlaşılırken hiç fosfor verilmemiş alanların indeks değerinin ise 3,67 ve civarında olduğu görülmüştür. IRECI bitki indeksinde de fazla fosfor gübrelmesi uygulanan alanların indeks değeri 2,55'e yaklaşırken hiç fosfor verilmemiş bölgelerin indeks değerlerinin 0,75 ve biraz üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak, REP bitki indeksinde ise fazla miktarda fosfor gübrelmesi uygulanan bölgelerin indeks değeri 727 ve civarında değerler alırken hiç fosfor gübrelmesi uygulanmamış bölgelerin indeks değerlerinin

de 723 ve civarında değer aldığı anlaşılmaktadır. Tüm bu bitki indeksleri sonuçları irdelendiğinde 300 kg P ha^{-1} fosfor gübrelemesi uygulanan alanların indeks değerlerinin yüksek çıktığı görülmektedir. Hiç fosfor gübrelemesi uygulanmamış bölgelerin indeks değeri de tüm indeks haritalarında en düşük çıkarken bu bölgenin fosfor gübrelemesi verilmiş alanlardan indeks haritalarında da görüldüğü üzere keskin bir biçimde ayrıldığı fark edilmektedir. Sentinel 2A uydu görüntüsünün bantları kullanılarak oluşturulan bitki indeks değerlerinin birbirlerine göre tutarlılıklarını incelemek için, indeks değerleri arasındaki regresyon değerlerine bakılmıştır. Ayrıca, Sentinel 2A bantlarına uygulanan indeks algoritmaları spektrometre verileri kullanılarak da hesaplanmıştır. Fakat, spektrometre verileri noktasal olarak ölçüldüğünden ekim yapılan diğer alanları temsil etmemektedir. Bu sebeple, hesaplanan indeks değerleri uydu görüntüsü bantları ile bulunan indekslere göre anlamlı sonuçlar vermemektedir. Spektrometre lme verilerinin bu indeks hesaplamalarında kullanıp, uzaktan algılama verilerinden hesaplanan indekslerle mukayese etmek için çok yüksek znrlkl (İnsansız Hava Aracına monte sensörler kullanılarak elde edilmiş) uzaktan algılama verilerinin kullanılması gerekmektedir.

Yapılan spektral sınıflandırmaların sonuçlarına bakıldığında bazı sınıflandırılmış piksellerin kendilerine ait olmayan sınıfların bölgelerinde çıktığı görülmüştür (şekil 3.6 – 3.7 – 3.8). Bunun bir nedeninin, kullanılan uydu görüntüsünün spektral çözünürlüğüne bağlı olarak, fosfor gruplarına ait yansıtımların elektromanyetik spektrumun çeşitli bölgelerinde birbirine çok yakın olması olarak düşünülmektedir. Ayrıca, Sentinel 2A uydusunun kısıtlı mekânsal çözünürlüğü de karışık piksel problemine sebep olarak, spektral sınıflandırma sonuçlarının doğrudan olumsuz olarak etkilenmesine neden olmaktadır. Bir pikselin kapsadığı alanda, özellikle farklı gübreleme alanlarının sınırlarında birbirinden farklı miktarda fosfor gübrelemesine maruz kalmış şeker pancarlarının olması ihtimali bu durumu etkilemektedir. Spektral ve mekânsal olarak daha yüksek çözünürlüklü bir uydu görüntüsü kullanmanın, İHA ile elde edilen yüksek çözünürlüklü multispektral ya da hiperspektral görüntü kullanmanın ya da Sentinel 2A uydusunun 10 metre mekânsal znrlğe sahip yakın kızılötesi bölgedeki 8 numaralı bandının düşük çözünürlüklü bantların mekânsal olarak iyileştirilmesinde kullanmanın karışık piksel problemini

azaltılabileceği düşünülmektedir (Kaplan ve Avdan, 2018). Böyle bir mekânsal çözünürlük iyileştirme çalışması yapılırken görüntünün spektral özelliklerinin de etkilenebileceği dikkate alınmalıdır. Ayrıca, sınıflandırma yapılmadan önce mekânsal çözünürlüğü birbirinden farklı bantların kübik katlama konvolüsyon yöntemine göre 10 metre çözünürlüğe yeniden örneklenmesi de sınıflandırma sonuçlarını etkilemiştir. Kübik katlama konvolüsyon yöntemi mekânsal olarak en doğru sonuçları veriyor olmasına rağmen tekniğin yapısı itibarıyla piksellerin yeniden örneklenmesi esnasında en yakın 16 pikselin ağırlıklı ortalamasının hesaplanarak işlem yapılmasının sınıflandırma için olumsuz etkileri de mevcuttur. Yeniden örnekleme işlemi esnasında görüntüdeki farklı fosfor gübrelemesi uygulanmış şeker pancarlarının piksel değerlerinin de hesaba katılması sınıflandırılmış bazı piksellerin yanlış gübreleme bölgesine atanmasına neden olmuştur. Buna ek olarak, bu çalışmada farklı miktarlarda fosfor uygulanmış parseller birbirleriyle bitişik olup, farklı miktarlarda uygulanan fosfor gübrelemelerinin toprakta birbirleriyle etkileşime girerek diğer kontrol grubu şeker pancarı bitkilerine nüfuz etmesi de sınıflandırma sonucunu doğrudan etkilemiştir. Farklı miktarlarda gübreleme uygulanan parselleri birbirinden ayırmak, aralarında birden fazla piksel boyutunda boşluk bırakmak veya çalışmayı ayrı ayrı parsellerde yürütmek de sınıflandırma doğruluklarını artıracaktır. Ayrıca, bu çalışmaya başlanmadan önceki yılda çiftçinin tüm bölgeye toprakta fosfor birikimi meydana getiren ve bitkilerin sağlığını bozan diamonyum fosfat gübrelemesi uygulamasının ve bu gübreden ertesi yıl toprakta arta kalanların sınıflandırma sonucunu doğrudan etkilediği düşünülmüştür. Buna ek olarak, bitki indeksleri haritalarına bakıldığında fosfor gübrelemesi uygulanmış bazı alanların kenar piksellerinin indeks değerlerinin düşük çıktığı görülmektedir. Bunun nedeninin fosfor gübresinin çalışma bölgesinin uç noktalarında kalan alanlara yeteri kadar nüfuz etmediği ve şeker pancarı bitkilerinin gübreden yoksun kaldığından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Ülkemizde çiftçilerin bilinçsiz gübreleme yapması toprağın ve ürünlerin sağlığının bozulmasına neden olmaktadır. Spektrometre ile elde edilen ve her bir fosfor grubuna ait olan şeker pancarı bitkilerinin yansıtımlarına bakıldığında en yüksek yansıtımların 150 kg P ha⁻¹ gübrelemesi uygulanmış kontrol grubu bitkilerinde olduğu görülürken en az yansıtımın 0 kg P ha⁻¹ gübrelemesi uygulanan kontrol grubu

bitkilerinde olduğu grlmtr. Normal Őartlar altında, uygulanan gübreleme miktarı arttıkça buna bağlı olarak da bitkilerin yansıtımlarının da artması beklenirken 300 kg P ha⁻¹ gübreleme uygulanmış kontrol grubu bitkilerinin yansıtımlarının 150 kg P ha⁻¹ gübreleme verilen bitkilerden az olduğu fark edilmiştir. Bunun nedeninin 300 kg P ha⁻¹ gübrelemesi uygulanmış Şeker pancarlarına bu gübreleme miktarlarının fazla gelmesi ve bitkilerin de buna bağlı olarak strese girmesi olarak dnlmtr. Buna ek olarak, hasattan önce 300 kg P ha⁻¹ ve 150 kg P ha⁻¹ gübreleme uygulanmış bitkilerin büyüklükleri kıyaslandığında (Şekil 3.28) büyüklüklerinin uygulanan gübre miktarlarının oranı ile aynı olmadığı grlmtr. Sonuç olarak, 300 kg P ha⁻¹ gübrelemesinin ürün verimi için bir faydasının olmadığı, tam aksine fazla gübrelemenin çiftçinin maliyetini arttırdığı, bitkiye ve de toprağa da zarar verebileceği anlaşılmıştır.



Şekil 3.28 P0: 0 kg P ha⁻¹ gübre uygulanmış bitki, P1: 150 kg P ha⁻¹ gübre uygulanmış bitki, P2: 300 kg P ha⁻¹ uygulanmış bitki.

Yapılan alıma, bitkilere verilen farklı miktarlardaki gübre dozlarının yersel uzaktan algılama ve uydu görüntüleri verileri kullanılarak tespit edilebileceğini kanıtlamaktadır. Çalışmada kullanılan tekniklerin başka tarım arazilerine uygulanarak bu tarım arazilerindeki gübreleme miktarları belirlenebilecek, hatalı gübrelemenin önüne geçilebilecek ve bu tekniklerle entegre olarak tüm bunların bir coğrafi bilgi sistemi içerisinde birleştirilmesi suretiyle sürdürülebilir hassas tarım politikalarının yürütülmesi sağlanacaktır. Yanlış gbrelemelerin önüne geçilerek,

bitkilerin ve toprağın sağlığı korunarak ürün verimi artırılacak ve ekosistem de korunacaktır.

Çalışmanın ikinci kısmında tuz içermeyen toprağa ekilen (çizelge 3.3) biberiye bitkileri kontrollü olarak denklem 3.8'e göre belirlenen miktarlarda tuz stresine maruz bırakılmıştır. Tuz stresine bağlı olarak bitkilerin yapraklarında gerçekteşen yapısal değişimler ve bitkilerin elektromanyetik spektrumda tuz stresine göstermiş oldukları tepkiler izlenmiştir ve analiz edilmiştir.

İlk 4 hafta sonunda gerçekleştirilen spektrometre ölçmeleri neticesinde elektromanyetik spektrumun 800 ve 1100 nanometre aralığında bitkilere uygulanan tuz stresi seviyesine doğru orantılı olarak biberiye bitkilerinin yansıtımında da düzenli bir artış gözlemlenmiştir. İkinci 4 hafta sonunda yapılan ölçmeler sonucunda 23,04 gr tuzlu su uygulanan biberiye bitkilerinin yansıtımının düştüğü, 11,52 gr ve 5,76 gr tuzlu su verilen biberiye bitkilerinin yansıtımının da önceki haftalara göre arttığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, tuz stresi uygulanan biberiye bitkilerinin yansıtımının saf su ile sulanan kontrol grubu bitkilerine göre tüm spektrum aralıklarında yüksek çıktığı görülmüştür. İkinci 4 hafta yapılan ölçme sonuçlarına göre 23,04 gr tuzlu uygulanan kontrol grubu dışındaki bitkilerin yansıtımlarındaki artış devam ederken, 23,04 gr tuzlu uygulanan bitkilerin yansıtımında düşüş gözlenmiştir. Bunun sebebi ise bu bitkilerin tuz stresine girmesi olarak yorumlanmıştır.

Yapılan klorofilmetre ölçmelerine göre 8 hafta sonunda bitkilerin klorofil miktarlarında, tuza bağlı olarak genel itibarıyla bir düşüş eğilimi gözlemlenmiştir. Ancak, 8 hafta sonunda 5,76 gr tuzlu su uygulanan biberiye bitkilerinin klorofil miktarlarının diğer kontrol grubu bitkilerine göre yüksek çıktığı anlaşılmıştır.

Spektrofotometre ölçme verilerine göre biberiye bitkilerinin tüm kontrol gruplarında negatif a değerlerinin 8 hafta sonunda düştüğü ve bitkilerin yeşil rengini kaybettiği görülmüştür. Fakat, 8 hafta sonunda 5,76 gr tuzlu su verilen kontrol grubu bitkilerinin negatif a değerinin diğer kontrol grubu bitkilerine göre yüksek çıktığı ve bu değerlerin bitkilerin klorofil miktarıyla doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında 8 haftalık sulama ve ölçme sonuçları değerlendirildiğinde, biberiye bitkilerine uygulanan farklı tuz stresi seviyelerinden çıkan sonuçlara göre, en iyi bitkiselliğin 5,76 gr tuzlu su verilen kontrol grubu biberiye bitkilerinde olduğu sonucuna varılmıştır. Bu kontrol grubunun klorofil miktarı ve negatif a değerlerinin diğer kontrol grubu biberiye bitkilerine kıyasla daha iyi çıktığı görülmüştür. Sonuç itibarıyla, biberiye bitkilerine 5,76 gr tuzlu su uygulamasının bitkiler tarafından iyi tolere edildiği anlaşılmıştır.

Biberiye bitkisine uygulanan tuz konsantrasyonlarında, belirli dozdaki tuz oranı bitkiler tarafından tolere edilirken, artan tuz konsantrasyonlarında ise bazı kalite kriterlerinde (yaprak rengi, klorofil miktarı) düşüş olduğu ve bitkinin zarar gördüğü tespit edilmiştir. Sonuç itibarıyla, biberiye bitkisi toprak tuzluluğuna karşı belirli oranda tolerans gösterirken aşırı dozdaki tuz uygulamalarının bitkinin yapısını olumsuz etkilediği görülmüştür. İlk yapılan ölçmelerde klorofil konsantrasyonları ve negatif a değerleri arasında bir korelasyon elde edilememiştir. Ancak ikincisi gerçekleştirilen ölçmelerde ise doğrusal bir korelasyon gözlemlenmiştir. Bu da yaprakların üzerinde ölçmeler yapılırken bitkilerin yapraklarının dar olması sebebiyle kontak – probun her ne kadar dikkat edilse de yaprakların hepsini kapsamamasından kaynaklı bir durum olarak yorumlanmıştır.

Biberiye bitkilerinin yapraklarının çok küçük olması yapılan spektrometre, spektrofotometre ve klorofilmetre ölçme sonuçlarını olumsuz etkilemiştir. Deney kapsamında daha geniş yapraklı bitkiler üzerinde ölçmeler yapmak çalışma doğruluklarını artıracaktır.

Farklı türdeki bitkilerin bu çalışma kapsamında uygulanan aynı sulama tiplerine göre tuz stresine maruz bırakılmasının, bu bitkilerde bitkilerin yapısal özelliklerine ve tuz stresi dirençlerine göre farklı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, biberiye bitkilerinin tuz stresine göstermiş oldukları tepkiler incelenmiştir, araştırılmıştır ve biberiye bitkilerine uygulanması gereken doğru sulama tipleri ele alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Algancı, U., Sertel., E. ve Kaya, Ş.** (2018). Determination of the olive trees with object based classification of pleiades satellite image. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 5 (2), 132-139.
- Aslan, G.E.** (2011). Farklı tuzluluk düzeyine sahip sulama sularının biber bitkisinin gelişimine etkisinin spektrometrik ölçümlerle belirlenme olanaklarının araştırılması. *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 94s, Antalya.
- Aytaylan, H.** (2017). Hiperspektral görüntü ile lidar verisinin koşullu rastgele alanlar yöntemi ile birleştirilmesi ve sınıflandırılması. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 78s, Ankara.
- Barroso, L.A.M., Payan, J.G. ve Vivoni, E.R.** (2008). Quantifying water stress on wheat using remote sensing in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. *Agricultural Water Management*, 95 (6), 725-736.
- Bora, M.** (2015). Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının biberde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 108s, Tekirdağ.
- Can, A., Denek., N. ve Yazgan. K.** (2003). Şeker pancarı yaprağına değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile in vitro kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisi. *YYÜ Vet Fak Derg*, 14 (2), 26-29.
- Canbaz, O., Gürsoy, Ö. ve Gökçe, A.** (2018). Detecting clay minerals in hydrothermal alteration areas with integration of ASTER image and spectral data in Kösedag-Zara (Sivas), Turkey. *Journal of the Geological Society of India*, 91 (4), 483-488.
- Canbaz, O., Gürsoy, Ö. ve Gökçe, A.** (2017). Determination of hydrothermal alteration areas by Aster satellite images: Ağmaşat Plato- Zara (Sivas) / Turkey sample. *Cumhuriyet Science Journal*, 38 (3), 419-426.
- Castillo, J.A.A. Apan, A.A., Maraseni, T.N. ve Salmo, S.G.** (2017). Estimation and mapping of above-ground biomass of mangrove forests and their replacement land uses in the Philippines using Sentinel imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 134, 70-85.
- Ceylan, A.** (1994). Tarla tarımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 491, 107.
- Chang, C.** (1999). Spectral information divergence for hyperspectral image analysis. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing*, 1, 509-511.
- Clevers, J.G.P.W. ve Gitelson. A.A.** (2013). Remote estimation of crop and grass chlorophyll and nitrogen content using red-edge bands on Sentinel-2 and -3. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 23, 344-351.
- Clevers, J.G.P.W. ve Kooistra, L.** (2012). Using hyperspectral remote sensing data for retrieving canopy chlorophyll and nitrogen content. *IEEE Journal Of Selected Topics In Applied Earth Observations And Remote Sensing*, 5 (2), 574-583.
- Clevers, J.G.P.W., Kooistra, L. ve Van Den Brande, M.M.M.** (2017). Using Sentinel-2 data for retrieving lai and leaf and canopy chlorophyll content of a potato crop. *Remote Sensing*, 405 (9), 1-15.

- Çulha, Ş.ve Çakırlar, H.** (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences*, 11, 11-34.
- Darvishzadeh, R., Atzberger, C., Skidmore, A.K. ve Abkar, A.A.** (2009). Leaf Area Index derivation from hyperspectral vegetation indices and the red edge position. *International Journal of Remote Sensing*, 30 (23), 6199-6218.
- Demirel, K., Çamoğlu, G., İnalpulat, M.,Kahriman, F. ve Genç, L.** (2014). Tuz ve potasyum uygulamalarının mısırın yaprak su durumu ile bazı agronomik ve yansıma özelliklerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 1-9.
- Elazab, A., Ordóñez, R.A., Savin, R., Slafer, G.A. ve Araus, J.L.** (2016). Detecting interactive effects of N fertilization and heat stress on maize productivity by remote sensing techniques. *European Journal of Agronomy*, 73, 11-24.
- Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H. ve Gunduz, O.** (2007). Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy*, 32, 35-41.
- Ergül, O.** (2013). Hiperspektral görüntülerde spektral ve uzamsal enformasyonun ortaklaşa kullanımı ile sınıflandırılması ve bölütlenmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 94s, İstanbul.
- Feng, W., Yao, X., Zhu, Y., Tian, Y.C. ve Cao W.X.** (2008). Monitoring leaf nitrogen status with hyperspectral reflectance in wheat. *European Journal of Agronomy*, 28 (3), 394-404.
- Frampton, W.C., Dash, J., Watmough, G. ve Milton, E.W.** (2013). Evaluating the capabilities of Sentinel-2 for quantitative estimation of biophysical variables in vegetation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 82, 83-92.
- Gandhi, M.G., Parthiban, S., Thummalu, N. ve Christy, A.** (2015). Ndvi: Vegetation change detection using remote sensing and gis – A case study of Vellore District. *Procedia Computer Science*, 57, 1199-1210.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B. ve Mitchell, R.L.** (1985). Physiology of crop plants. *The Iowa University*, 327s, USA.
- Gibson, P.J.** (2000). Introductory Remote Sensing: Principles And Concepts. 2 *Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN*, 176s, Abingdon.
- Gitelson, A.A., Vina, A., Masek, J.G., Verma, S.B. ve Suyker, A.E.** (2008). Synoptic monitoring of gross primary productivity of maize using Landsat data, *IEEE Geoscience And Remote Sensing Letters*, 5 (2), 133-137.
- Göksu, G.** (2016). İklim koşulları ile bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 147s, Kahramanmaraş.
- Gündeş, S.** (2007). Türkiye'nin bitki örtüsü değişiminin NOAA uydu verileri ile belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 83s, Adana.
- Günel, E., Çalışkan, M.E., Tortopoğlu, A.İ., Kuşman, N., Tuğrul K.M., Yılmaz A., Dede Ö. ve Öztürk M.** (2005). Nişasta ve şeker bitkileri üretimi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı*, 3-7 Ocak, 431-457, Ankara.
- Gürsoy, Ö.** (2012). Kuzey Anadolu fay zonundaki (Erzincan-Çayırlı ile Sivas-Koyulhisar arası) litolojik farklılık ve benzerliklerin uzaktan algılama

- yöntemleri ile belirlenmesi. *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi), 165s, İstanbul.
- Gürsoy, Ö.** (2016). Determining the most appropriate classification methods for water quality. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2016)*, 1-6, Prag.
- Gürsoy, Ö. ve Atun R.** (2018). Comparison of Spectral Classification Methods In Water Quality. *Cumhuriyet Science Journal*, 39 (2), 543-549.
- Gürsoy, Ö., Canbaz, O., Gökçe, A. ve Atun, R.** (2017). Spectral classification in lithological mapping; a case study of matched filtering. *Cumhuriyet Science Journal*, 38 (4), 731-737.
- Gürsoy, Ö., Demirbaş, A., Atun R. ve Durukan, H.** (2017). Farklı Dozlarda Zn ve Cd uygulamalarının şekerpancarının spektral imzasına etkisinin belirlenmesi. *Tufuab Ix.Teknik Sempozyumu*, KOREL Termal Otel, 27-29 Nisan, 144-147, Afyonkarahisar.
- Gürsoy, Ö. ve Kaya, Ş.** (2016). Detecting of lithological units by using terrestrial spectral data and remote sensing image. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 45 (2), 1-11.
- Gürsoy, Ö., Kaya Ş. ve Çakır, Z.** (2013). Uydu görüntüleri ile yersel spektral ölçme verilerinin entegrasyonu. *Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6 (1), 45-51.
- Gürsoy, Ö., Kaya, Ş., Çakır, Z., Tatar, O. ve Canbaz, O.** (2017). Determining lateral offsets of rocks along the eastern part of the North Anatolian Fault Zone (Turkey) using spectral classification of satellite images and field measurements. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8 (2), 1276-1288.
- Gürsoy, Ö. Ve Özyonar, F.** (2016). Yersel spektral ölçmeler ile hiperspektral uydu görüntü entegrasyonunun su kalite sınıflandırmasında kullanılması. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016)*, 5-7 Ekim, 706-711, Adana.
- Hacıoğlu, B.** (2013). Uydu görüntüleri ile peyzaj tiplerinin belirlenmesinde mekânsal çözünürlüğün etkisi. *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 83s, İstanbul.
- Harsanyi, J.C. ve Chang C.I.** (1994). Hyperspectral image classification and dimensionality reduction: an orthogonal subspace projection approach. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 32 (4), 779-785.
- Hill, M.J.** (2013). Vegetation index suites as indicators of vegetation state in grassland and savanna: An analysis with simulated SENTİNEL 2A data for a North American transect. *Remote Sensing of Environment*, 137, 94-111.
- Johnson, R.T., Alexander, J.T., Rush, G.H. ve Hawkes, G.R.** (1977). Şeker pancarı üretimindeki gelişmeler: prensipler ve uygulamalar, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. yayını, Ankara.
- Ju, C.H., Tian, Y.C., Yao, X., Cao, W.X. ve Hannaway, D.** (2010). Estimating leaf chlorophyll content using red edge parameters. *Pedosphere*, 20 (5), 633-644.
- Kandemir, E.** (2010). Uzaktan algılama tekniğinde ndvi değerleri ile doğal bitki örtüsü tür dağılımı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 78s, İzmir.
- Kaplan, G.J. ve Avdan, U.** (2018). Sentinel-2 pan sharpening – comparative analysis. *The 2nd International Electronic Conference on Remote Sensing (ECRS 2018)*, At: Online, 22 Mart-5 Eylül, 1-6.

- Kaya, Ş.** (1999). Uydu görüntüleri ve sayısal arazi modeli kullanılarak kuzey Anadolu fayı Gelibolu-Işıklar dağı kesiminin jeomorfolojik-jeolojik özelliklerinin incelenmesi. *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi), 129s, İstanbul.
- Kayahan, N.** (2013). Uzaktan algılama kullanılarak silajlık mısır veriminin tahminlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 52s, Konya.
- Khaleghi, M., Ranjbar, H., Shahabpour, J. ve Honarmand, M.** (2014). Spectral angle mapping, spectral information divergence, and principal component analysis of the ASTER SWIR data for exploration of porphyry copper mineralization in the Sarduiyeh area, Kerman province, Iran. *Appl Geomat*, 6, 49-58.
- Kırpık, M.** (2005). Çukurova bölgesi kıraç ve taban arazi koşullarında yetistirilen biberiye (*rosmarinus officinalis* l.) çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi), 112s, Adana.
- Kıymaz, S. ve Ertek, A.** (2015). Water use and yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under drip irrigation at different water regimes. *Agricultural Water Management*, 158, 225-234.
- Kruse, F.A., Boardman, J.W., Lefkoff, A.B., Heidebrecht, K.B., Shapiro, A.T., Barloon, P.J., ve Goetz, A.F.H.** (1993). The spectral image processing system (SIPS) – interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data. *Remote Sensing of Environment*, 44, 145-163.
- Lavres Junior, J.J., Santos, D.G.J. ve Monteiro, F.A.** (2010). Nitrate reductase activity and spad readings in leaf tissues of guinea grass submitted to nitrogen and potassium rates. *The Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, 34, 801.
- Lees, K.J., Quaife, T., Artz, R.R.E., Khomik, M. ve Clark, J.M.** (2018). Potential for using remote sensing to estimate carbon fluxes across northern peatlands – A review. *Science of the Total Environment*, 615, 857-874.
- Lemos, M.F., Pacheco, H.P., Endringer, D.C. ve Scherer, R.** (2015). Seasonality modifies rosemary's composition and biological activity. *Industrial Crops and Products*, 70, 41-47.
- Lin-lin, S., Ming-xing, S., Chang-yin, L.U., Hai-hou, W., Xin-wei, Z., Mei-juan, J. ve Tung-dong, W.** (2015) Soil phosphorus dynamic, balance and critical P values in long-term fertilization experiment Taihu Lake region, China. *Journal of Interactive Agriculture*, 14, 2446-2455.
- Lugassi, R., Goldshleger N. ve Chudnovsky A.** (2017). Studying vegetation salinity: from the field view to a satellite-based perspective. *Remote Sensing*, 122 (9), 1-16.
- Majasalmi, T. ve Rautiainen, M.** (2016). The potential of Sentinel-2 data for estimating biophysical variables in a boreal forest: a simulation study. *Remote Sensing Letters*, 7 (5), 427-436.
- McGuire, R.G.** (1992). Reporting of objective color measurements. *Hort Science*, 27 (12), 1254-1255.
- Osgouei, P.E. ve Kaya, Ş.** (2017). Analysis of land cover/use changes using Landsat 5 TM data and indices. *Environmental Monitoring And Assessment*, 189 (4), 1-11.

- Özelkan, E.** (2014). Trakya bölgesi bağ alanlarının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknikleri ile incelenmesi. *İTÜ Bilişim Enstitüsü*, (Doktora Tezi). 216s, İstanbul.
- Peng, Y., Gitelson, A.A., Keydan, G., Rundquist, D.C. ve Moses, W.** (2011). Remote estimation of gross primary production in maize and support for a new paradigm based on total crop chlorophyll content. *Remote Sensing of Environment*, 115, 978-989.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. ve Deering, D.W.** (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA SP-351, *Third ERTS-1 Symposium NASA*, 309-317, Washington DC.
- Santos, R.R., Costa, D.C., Cavaleiro, C., Costa, H.S., Albuquerque, T.G., Castilho, M.C., Ramos, F.H., Melo, N.R. ve Silva, A.S.** (2015). A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Trends in Food Science & Technology*, 45, 355-368.
- Sönmez, N.K., Aslan, G.E. ve Kurunç, A.** (2015). Farklı tuz stresi altındaki domates bitkisinin spektral yansıma ilişkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21, 858-895.
- Sunar, F., Özkan, C. ve Osmanoğlu, B.** (2011). Uzaktan Algılama. *Anadolu Üniversitesi Web-Ofset Tesisleri*, 210s, Eskişehir.
- Şimşek, F.H.** (2016). Uzaktan algılama tekniği ile tarım arazilerinde çiftçi ürün bayanlarının kontrolü: Harran ovası örneği. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 98s, Konya.
- Şiray, A.** (1990). Şeker pancarı tarımı, *Pankobirlik Yayınları*. No: 2, Ankara.
- Tilling, A.K., O'leary, G.J., Ferwerda, J.G., Jones, S.D., Fitzgerald, G.J., Rodriguez, D. ve Belford, R.** (2007). Remote sensing of nitrogen and water stress in wheat. *Field Crops Research*, 1 (3), 77-85.
- Topak, R., Suheri, S. ve Acar, B.** (2010). Comparison of energy of irrigation regimes in sugar beet production in a semi-arid region. *Energy*, 35, 6464-5471.
- Töre, Y.** (2010). Sivas havzası güneydoğu kenarında yüzeyleyen ofiyolitik karışığa ait birimlerin uzaktan algılama yöntemleriyle belirlenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi), 107s, Sivas.
- Trigueros, C.R., Nortes, P.A., Alarcon, J.J., Hunink, J.E., Parra, M., Contreras, S., Droogers, P. ve Nicolas, E.** (2017). Effects of saline reclaimed waters and deficit irrigation on Citrus physiology assessed by UAV remote sensing. *Agricultural Water Management*, 183, 60-69.
- Tucker, C.J.** (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8 (2), 127-150.
- Uçar, E., Çağlayan, N. ve Turgut, K.** (2016). The effects of various led light wavelengths to the physiological and morphological parameters of stevia (*stevia rebaudiana*) bertoni. *Notulea Scienta Biologicae*, 8 (3), 354-359.
- Uçar, E., Özyiğit, Y., Demirbaş, A., Güven, D.Y. ve Turgut K.** (2017). Effect of different nitrogen doses on dry matter ratio, chlorophyll and macro/micro nutrient content in sweet herb (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48 (1), 1231-1239.
- Uçar, E., Turgut, K., Özyiğit, Y., Özek, T. Ve Özek, G.** (2018). The effect of different nitrogen levels on yield and quality of stevia (*Stevia rebaudiana* bert.). *Journal of Plant Nutrition*, 41 (9), 1130-1137.
- Url-1** <<http://faostat.fao.org/>>, alındığı tarih: 16.12.2011.

- Url-2** <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>> alındığı tarih: 08.03.2018.
- Van der Meer, F., Vasquez Torres, M. ve Van Dijk, M.** (1997). Spectral characterization of ophiolite lithologies in the troodos ophiolite complex of cyprus and its potential in prospecting for massive sulphide deposits. *International Journal of Remote Sensing*, 18, 1245-1257.
- Verrelst, J., Rivera, J.P., Veroustraete, F., Mari, J.M., Clevers, J.G.P.W., Vals, G.C. ve Moreno, J.** (2015). Experimental Sentinel-2 LAI estimation using parametric, non-parametric and physical retrieval methods – A comparison. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 108, 260-272.
- Vina, A., Gitelson, A.A., Robertson, A.N.L. ve Peng, Y.** (2011). Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. *Remote Sensing of Environment*, 115, 3468-3478.
- Welmann, T., Haase, D., Knapp, S., Salbach, C., Selsam, P. ve Lausch, A.** (2018). Urban land use intensity assessment: The potential of spatio-temporal spectral traits with remote sensing. *Ecological Indicators*, 85, 190-203.
- Yücek, T. ve Arslan, H.** (2009). A survey of spectrum sensing algorithms for cognitive radio applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 11 (1), 116-130.
- Yousfi, S., Kellas, N., Saidi, L., Benlakehal, Z., Chaou, L., Siad, D., Herda, F., Karrou, M., Vergara, O., Gracia, A., Araus, J.L. ve Serret, M.D.** (2016). Comparative performance of remote sensing methods in assessing wheat performance under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, 164 (1), 137-147.
- Zhang, J., Blackmer, A.M., Kyveryga, P.M., Glady, M.J. ve Blackmer, T.M.** (2010). Temporal patterns in symptoms of nitrogen deficiency as revealed by remote sensing of corn canopy. *Pedosphere*, 20 (1), 15-22.
- Zhao, C., Liu, L., Wang, J., Huang, W., Song, X. ve Li, C.** (2005). Predicting grain protein content of winter wheat using remote sensing data based on nitrogen status and water stress. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7 (1), 1-9.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Rutkay Atun
Doğum Yeri ve Tarihi	Polatlı, 06.02.1990
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü 58140 Sivas
E-posta Adresi	ratun@cumhuriyet.edu.tr

Eğitim ve Akademik Durumu

Lisans	İstanbul Teknik Üniversitesi, 2014
Yüksek Lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, 2018

İş Tecrübesi

Cumhuriyet Üniversitesi	Araştırma Görevlisi, 2017
-------------------------	---------------------------

Yayınlar

Ulusal	1. GÜR SOY ÖNDER, ATUN RUTKAY (2018). Comparison of Spectral Classification Methods in Water
--------	---

Quality. Cumhuriyet Science Journal, 39(2), 543-549.,
Doi: 10.17776/csj.422897 (Yayın No: 4361696)

2. GÜRSOY ÖNDER,CANBAZ OKTAY,GÖKCE AHMET,ATUN RUTKAY (2017). Spectral Classification in Lithological Mapping A Case Study of Matched Filtering. Cumhuriyet Science Journal, 38(4), 731-737., Doi: 10.17776/csj.349590 (Kontrol No: 3690260)

3. BİRDAL ANIL CAN,KORKMAZ ENGİN,ERŞEN GÖKHAN,TÜRK TARIK,ATUN RUTKAY (2018). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İklim Değişikliklerinin İzlenmesi: İzmir İli Örneği. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4(1), 45-55., Doi: 10.21324/dacd.363694 (Kontrol No: 4179415)

Uluslararası

1. GÜRSOY ÖNDER,ATUN RUTKAY (2018-Kabul Edildi)The Investigation of Surface Water Pollution by Integrated Remotely Sensed and Field Spectral Measurement Data of Kızılırmak: A case Study. Polish Journal of Environmental Studies

Projeler

Ulusal

1. Uzaktan Algılama ve Yersel Spektral Ölçme Verilerinin Entegrasyonu İle Yüzeysel Su Kirliliğinin Araştırılması Kızılırmak Örneği, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Yürütücü:GÜRSOY ÖNDER,Araştırmacı:ÖZYONAR FUAT,Araştırmacı:KASAKA ERGÜN,Araştırmacı:ATUN RUTKAY, , 20/11/2015 - 19/12/2017

Kongreler ve Bildiriler

Ulusal

- 1. CANBAZ OKTAY,GÜRSOY ÖNDER,GÖKCE AHMET,ATUN RUTKAY (2018).** Aster Swir Görüntülerinde Eşleşen Filtreleme Yöntemi İle Hidrotermal Alterasyon Zonlarının Tespiti: Zara Kuzeyi (Sivas/Türkiye). 71. Türkiye Jeoloji KurultayıAt: Ankara (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4361685)
- 2. GÜRSOY ÖNDER,DEMİRBAŞ AHMET,ATUN RUTKAY,DURUKAN HASAN (2017).** Farklı Dozlarda Zn Ve Cd Uygulamalarının Şekerpancarı Etkisinin Spektralİmzasına Etkisinin Belirlenmesi. TUFUAB 2017, 144-147. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3749638)

Uluslararası

- 1. ATUN RUTKAY,GÜRSOY ÖNDER (2018).** Comparison of Spectral Classification Techniques in Determining the Amount of Fertilizer in Sugar Beet. GREEN ROOM SESSIONS 2018International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4519808)
- 2. ATUN RUTKAY,GÜRSOY ÖNDER (2018).** Remote Sensing Techniques For Research And Classification Of The Phosphorus Amount Required For Sugar Beet Plant. AgroSym 2018 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4425602)
- 3. GÜRSOY ÖNDER,ATUN RUTKAY,UYSAL MUHAMMED (2018).** Monitoring Of Tree Species In The Forest By Using Remote Sensing. AgroSym 2018 (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4425611)

- 4. UÇAR SÖZMEN ESRA,GÜRSOY ÖNDER,ATUN RUTKAY,CANBAZ OKTAY (2018).** Monitoring Of Rosemary Plant Stress By Using Remote Sensing. AgroSym 2018 (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4425592)
- 5. GÜRSOY ÖNDER,ATUN RUTKAY (2018).** The Comparison of Match filtering and Spectral Information Divergence Methods for Detecting of Water Quality. 4th International Scientific Conference Geobalcanica 2018 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4361668)
- 6. CANBAZ OKTAY,ATUN RUTKAY,GÜRSOY ÖNDER,GÖKCE AHMET,TÜRK TARIK,BİRDAL ANIL CAN (2018).** Comparison Of Lithologic Mapping With Aster And Hyperion Data: A Case Study In The Northern Of Zara (Sivas), Turkey. 4th International Scientific Conference Geobalcanica 2018 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4290687)
- 7. TÜRK TARIK,BİRDAL ANIL CAN,GÜRSOY ÖNDER,ATUN RUTKAY (2018).** Integration Of Unmanned Aerial Vehicle Data With Geographical Information Systems. 4th International Scientific Conference Geobalcanica 2018 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4287496)
- 8. ATUN RUTKAY,GÜRSOY ÖNDER,BİRDAL ANIL CAN (2017).** Detecting Suitable Areas for Wind Power Plant by the use of GIS: A Case Study of Sivas Province. UCTEA International Geographical Information Systems Congress 2017, 15-18 November 2017, Adana, Turkey., 260-268. (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:3807068)
- 9. BİRDAL ANIL CAN,KORKMAZ ENGİN,ERŞEN**

GÖKHAN,TÜRK TARIK,ATUN RUTKAY (2017). Monitoring Climate Changes by Geographical Information Systems: A Case Study of Izmir Province. UCTEA International Geographical Information Systems Congress 2017, 1(1), 119-129. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3933412)

10. GÜR SOY ÖNDER,ÖZYONAR FUAT,ATUN RUTKAY (2017). The Use Of Remote Sensing And Local Spectral Measurements In The Determination And Monitoring Of Water Pollution. The 19th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3741250)

11. GÜR SOY ÖNDER,DEMİRBAŞ AHMET,ATUN RUTKAY (2017). Investigation of The Amount of Water Required for Sugar Beet by Using Remote Sensing Technology. The 19th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3741222)

12. BİRDAL ANIL CAN,ATUN RUTKAY,TÜRK TARIK (2017). Modeling of Climate Change on Sivas Province with The Help of Geographical Information Systems. 19th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4425632)