

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK NDVI VE RVI BİTKİ
ÖRTÜSÜ İNDEKSLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Abdurrahman GÖNENÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

Temmuz - 2019

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK NDVI VE RVI BİTKİ
ÖRTÜSÜ İNDEKSLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Abdurrahman GÖNENÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

Temmuz - 2019

T.C. DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DİYARBAKIR

Abdurrahman GÖNENÇ tarafından yapılan “Uydu Görüntüleri Kullanılarak NDVI ve RVI Bitki Örtüsü İndekslerinin Karşılaştırılması” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mehmet Sıraç ÖZERDEM

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Ali ARSERİM

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kerim KARADAĞ

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 09/07/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../.../.....

Prof. Dr. Sevtap SÜMER EKER

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışma; TÜBİTAK (No. 114E543), DÜBAP (10-MF-109) ve TARBİL projeleri kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü TÜBİTAK, DÜBAP ve TARBİL'e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması süresince her anlamda yardımını, bilimsel katkılarını ve tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Sıraç ÖZERDEM'e, çalışmalarım boyunca her konuda destek veren kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Emrullah ACAR'a teşekkür ederim.

Tezin hazırlanması sırasında her konuda fedakârlığını gösteren, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
KISALTMA VE SİMGELER.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1. I. Gruba Ait Literatür Çalışmaları	5
2.2. II. Gruba Ait Literatür Çalışmaları	6
2.3. III. Gruba Ait Literatür Çalışmaları.....	9
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1. Çalışma Alanı.....	14
3.2. Veri Toplama.....	14
3.2.1. Radarsat.....	14
3.2.1.1. Radarsat-1 Uydusu.....	15
3.2.1.2. Radarsat-2 Uydusu.....	15
3.2.1.3. SAR Sistemleri.....	17
3.2.2. Landsat.....	20
- Landsat-8 Uydusu.....	21
- Operasyonel Arazi Görüntüleyici (OLI).....	22
- Termal Kızılötesi Algılayıcı (TIRS).....	23
3.3. Ön İşlem.....	24
3.3.1 Radarsat-2 Görüntüsü Ön İşlemleri.....	24
- Radarsat-2 Verisinin Okunması.....	25

- Verilerin Kalibrasyonu.....	25
- Çoklu-Bakış.....	26
- Benek Azaltımı.....	27
- Arazi Düzeltme.....	28
3.3.2. Landsat-8 Görüntüsü Ön İşlemleri.....	29
3.4. Özellik Çıkarımı.....	37
3.4.1. Radar Bitki Örtüsü İndeksi (RVI).....	38
3.4.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI).....	39
3.5. GPS Verilerinin NDVI Görüntüsüne İşlenmesi.....	40
3.6. Determinasyon Katsayısı (r^2).....	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	43
4.1. 8 Nisan RVI – 7 Nisan NDVI Veri Seti Üzerindeki Uygulamalar.....	50
4.1.1. RVI Görüntüsü Elde Edilmesi.....	51
4.1.2. NDVI Görüntüsü Elde Edilmesi.....	53
4.2. 8 Nisan RVI- 25 Mayıs NDVI Veri Seti Üzerindeki Uygulamalar.....	57
4.3. Bulguların Değerlendirilmesi.....	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
6. KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	69

ÖZET

UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK NDVI VE RVI BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdurrahman GÖNENÇ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2019

Uzaktan algılama, bir cisim ile direk temas olmaksızın onun fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde edilmesine denir. Bu bilgi edinme algılayıcılar sayesinde sağlanır. Bu algılayıcıların nesnelerle teması bulunmamaktadır. Uzaktan algılamada iki farklı sistem bulunmaktadır. Bunlar Aktif ve Pasif Algılayıcı Sistemlerdir. Pasif Algılayıcı Sistemler güneşin gönderdiği ışınlar aracılığıyla cisimlerden yansıyan ışınların enerjisini ölçerler. Aktif Algılayıcı Sistemler ise kendi ışınlarını cisme ileterek cisimlerden yansıyan enerjiyi ölçer. Aktif Algılayıcı Sistemler kendi enerjisi ile çalıştığı için Güneşe ihtiyacı bulunmamaktadır. Bu yüzden Aktif Algılayıcı Sistemlerde gece olması veya mevsim şartları önemli değildir. Pasif Algılayıcı Sistemlere optik algılayıcı sistemler örnek olarak gösterilebilir. Landsat-8 uydusu optik algılayıcı sistemle çalışır. Sentetik Açıklık Radarı (SAR) sistemleri, aktif algılayıcı sistemlere örnek verilebilir. SAR sistemleri her türlü hava koşulunda çalışabilmesi açısından geniş bir kullanım alanına sahiptir. SAR sistemleri yeryüzünü yüksek çözünürlükle görüntüleyen bir radar sistemidir. Radarsat-2 uydusu SAR algılayıcı sistemlerine sahiptir.

Bu çalışmanın amacı iki farklı algılayıcı türüne sahip Landsat-8 ve Radarsat-2 uydu görüntülerini kullanarak her birine ait bitki örtüsü indekslerinin karşılaştırılmasıdır. Bitki örtüsü indekslerinin iklim çeşitliliğinin incelenmesi ve değişimi, bitki örtüsü çeşitliliği ve kuraklık gibi kullanım alanları bulunmaktadır. Bu çalışmada Radar Bitki Örtüsü İndeksi (RVI) ve Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) incelenmiştir. NDVI, NIR (Yakın Kızılötesi) ve RED (Kırmızı) bantlarının farkının toplamına bölümü şeklinde bulunur. NDVI değer aralığı -1 ile +1 arasındadır. Eksi değerler sulak veya buzul alanları gösterirken +1 yakın değerler ise bitki örtüsü yoğunluğu ve çeşitliliğinin arttığı alanları göstermektedir. RVI değer aralığı 0-1 arasındadır. 0'a yaklaştıkça zemin düzlüğü artmaktadır. 1'e doğru yaklaştıkça bitki örtüsü artmaktadır. RVI indeksinin hesaplanması için 8 Nisan 2015 tarihli multi zamanlı tam polarimetrik Radarsat-2 FQ uydu görüntüsüne ait dört farklı bandın (HH, HV, VH, VV) geri saçılma katsayısı kullanılmıştır. NDVI indeksinin hesaplanması içinde 25 Mayıs 2015 tarihine ait Landsat-8 uydu görüntüsüne ait Bant 5 (Yakın Kızılötesi) ve Bant 4 (kırmızı) kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Dicle Üniversitesi tarım alanları seçilmiştir. Bu tarım alanına ait 281 farklı GPS noktası belirlenmiş olup bu noktalara ait RVI ve NDVI değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, RVI ve NDVI indeksleri arasında iyi bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. Oluşturulan iki farklı veri seti sonucunda; RVI ve NDVI değerleri arasındaki korelasyon ve determinasyon katsayılarının sırasıyla $r = 0.6926$ $r^2 = 0.4797$ ve $r = 0.6403$ $r^2 = 0.4100$ olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, SAR, Bitki Örtüsü İndeksi, İndeks Karşılaştırma, Radarsat-2, Landsat-8, NDVI, RVI

ABSTRACT

COMPARISON OF NDVI AND RVI VEGETATION INDICES USING SATELLITE IMAGES

MsC THESIS

Abdurrahman GÖNENÇ

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2019

Remote Sensing is the acquisition of information about its physical properties without direct contact with an object. This information is obtained through sensors. These sensors do not come into contact with objects. There are two different systems for remote sensing. These are Active and Passive Sensor Systems. Passive Sensor Systems measure the energy of the rays reflected from the objects by the rays sent by the sun. On the other hand, Active Sensor Systems measure the energy reflected from the objects by transmitting their rays to the object. Active Sensor Systems do not need the Sun because they work with their own energy. Therefore, night or season conditions in Active Sensor Systems are not important. Passive Sensor Systems can be shown as an example of optical sensor systems. The Landsat-8 satellite works with an optical sensor system. Synthetic Aperture Radar (SAR) systems are examples of active sensor systems. SAR systems have a wide range of usage in all weather conditions and they are a radar system that displays the earth in high resolution. Radarsat-2 satellite has SAR sensor systems.

The aim of this study is to compare each of the vegetation indices by using Landsat-8 and Radarsat-2 satellite images with two different types of sensors. Vegetation indices have a variety of uses such as climate change, vegetation diversity and drought. In this study, Radar Vegetation Index (RVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) were investigated. NDVI is divided into the sum of the difference of NIR (Near Infrared) and RED bands. The NDVI range is between -1 and +1. The negative values indicate wetlands or glacial areas, while the values close to +1 indicate areas where vegetation density and diversity increase. The RVI range is between 0-1. The ground flatness increases as it approaches 0. As it approaches 1, vegetation increases. For the calculation of the RVI index, the back-scattering coefficient of the four different bands (HH, HV, VH, VV) of the multi-time full-polarimetric Radarsat-2 FQ satellite image dated 8 April 2015 was used. In the calculation of NDVI index, Band 5 (Near Infrared) and Band 4 (Red) of the Landsat-8 satellite image of May 25, 2015 were used. Dicle University agricultural areas were chosen as the study area. 281 different GPS points belonging to this agricultural area were determined and RVI and NDVI values of these points were calculated.

When the obtained values are analyzed statistically, a good correlation was observed between RVI and NDVI indices. As a result of two different data sets; The correlation and determination coefficients between RVI and NDVI values were found to be $r = 0.6926$ $r^2 = 0.4797$ and $r = 0.6403$ $r^2 = 0.4100$, respectively.

Key Words: Remote Sensing, SAR, Vegetation Index, Comparison of Indices, Radarsat-2, Landsat-8, NDVI, RVI

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.	Radarsat-1 ve Radarsat-2 uydusuna ait teknik özellikler	16
Çizelge 3.2.	Landsat Programında Bulunan Uyduların Görev Başlangıç-Bitiş Tarihleri ve Algılayıcı Tipleri	21
Çizelge 3.3.	OLI (Operational Land Imager) Spektral Bant Özellikleri	23
Çizelge 3.4.	TIRS (Thermal InfraRed Sensor) Spektral Bant Özellikleri	24
Çizelge 4.1.	NDVI ve RVI Değer Tablosu	43

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1.	Bitki örtüsü indeksi belirleme modeline ait blok diyagramı	13
Şekil 3.2.	Google Earth çalışma alanı konumu	14
Şekil 3.3.	SAR sistem geometrisi	18
Şekil 3.4.	SAR sisteminde sentetik açıklık uzunluğu oluşturulması	19
Şekil 3.5.	SAR sistemi mimaris blok diyagramı	19
Şekil 3.6.	08.04.2015 tarihli ve vh polarizasyonlu fine-quad Radarsat-2 görüntüsü	25
Şekil 3.7.	08.04.2015 tarihli ve vh polarizasyonlu fine-quad Radarsat-2 görüntüsünün kalibrasyonu	26
Şekil 3.8.	Çoklu-bakış işlemi sonrası oluşturulmuş 08.04.2015 tarihli Radarsat-2 görüntüsü	27
Şekil 3.9.	08.04.2015 tarihli, vh polarizasyonlu fine-quad Radarsat-2 görüntüsüne benek filtresinin uygulanması	28
Şekil 3.10.	08.04.2015 tarihli, çoklu-bakış ve filtreleme işlemi yapılmış vh polarizasyonlu Radarsat-2 görüntüsüne arazi düzeltme işleminin uygulanması	29
Şekil 3.11.	Diyarbakır iline ait 07.04.2015 tarihli, Landsat-8 uydusuna ait uydu görüntüsü.	30
Şekil 3.12.	Diyarbakır iline ait 25.05.2015 tarihli, Landsat-8 uydusuna ait uydu görüntüsü.	31
Şekil 3.13.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 1 görüntüleri	32
Şekil 3.14.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 2 görüntüleri	32
Şekil 3.15.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 2 görüntüleri.	33
Şekil 3.16.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 4 görüntüleri	33
Şekil 3.17.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 5 görüntüleri	34
Şekil 3.18.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 6 görüntüleri	34

Şekil 3.19.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 7 görüntüleri	35
Şekil 3.20.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 8 görüntüleri	35
Şekil 3.21.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 9 görüntüleri	36
Şekil 3.22.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 10 görüntüleri	36
Şekil 3.23.	Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusu 25.05.2015 (a) ve 07.04.2015 (b) tarihli Bant 11 görüntüleri	37
Şekil 3.24.	Sağlıklı bitki örtüsü (solda) ve sağlıklı bitki örtüsünün (sağda) görünür (visible) ve yakın kızılötesi (near infrared) ışığa karşı duyarlılığı (Çizim : Robert Simon)	40
Şekil 3.25.	Dicle Üniversitesi tarım alanında bulunan 281 farklı GPS verisinin konum bilgilerine göre dağılımı	41
Şekil 4.1.	08.04.2015 tarihli Diyarbakır iline ait ön işlemlerden geçirilmiş (a) HH polarizasyon görüntüsü (b) HV polarizasyon görüntüsü (c) VH polarizasyon görüntüsü (d) VV polarizasyon görüntüsü	51
Şekil 4.2.	08.04.2015 tarihli Diyarbakır iline ait ön işlemlerden geçirilmiş RVI bandına ait görüntüsü	52
Şekil 4.3.	08.04.2015 tarihli Diyarbakır Dicle Havzasına ait ön işlemlerden geçirilmiş RVI bandına ait yakınlaştırılmış görüntüsü	52
Şekil 4.4.	Landsat-8 uydusu 07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait Bant 4 (görünür) ve Bant 5 (yakın kızılötesi) görüntüsü	53
Şekil 4.5.	07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait NDVI görüntüsü	54
Şekil 4.6.	07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı renk katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü	54
Şekil 4.7.	07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü (GPS verisi işlenmiş hali)	55
Şekil 4.8.	07.04.2015 tarihli NDVI görüntüsü ve 8 Nisan 2015 tarihli RVI görüntüsü arasındaki başarı performansı (a) ve değer dağılımını (b) gösteren ilişki	56
Şekil 4.9.	Landsat-8 uydusu 25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait Bant 4 (görünür) ve Bant 5 (yakın kızılötesi) görüntüsü	57
Şekil 4.10.	25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait NDVI görüntüsü	58
Şekil 4.11.	25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı renk katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü	58

- Şekil 4.12.** 25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü (GPS verisi işlenmiş hali) 59
- Şekil 4.13.** 25.05.2015 tarihli NDVI görüntüsü ve 08.04.2015 tarihli RVI görüntüsü arasındaki başarı performansı (a) ve değer dağılımını (b) gösteren ilişki 60



KISALTMA VE SİMGELER

CSA	: Kanada Uzay ajansı
DEM	: Dijital Yükseklik Modeli
ESA	: Avrupa Uzay Ajansı
ETM+	: Gelişmiş Tematik Haritalandırıcı Artı
GIS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
GPS	: Coğrafi Pozisyon Sistemi
HH	: Yatay-Yatay
HV	: Yatay-Dikey
IR	: Kızılötesi Radyasyon
LAI	: Yaprak Alanı İndeksi
LDCM	: Landsat Veri Sürekliliği Misyonu
LİDAR	: Lazer Görüntüleme Algılama ve Değişme
MSS	: Multispektral Tarayıcı Sistemi
MVI	: Multispektral Bitki Örtüsü İndeksi
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NDVI	: Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi
n	: Örnek Sayısı
λ	: Dalga Boyu
OLI	: Operasyonel Arazi Görüntüleyici
PPI	: Plan Pozisyon Göstergesi
QWIP	: Kuantum Kuyu Kızılötesi Fotodetektör
RVI	: Oransal Bitki Örtüsü İndeksi
RVI	: Radar Bitki Örtüsü İndeksi
RVII	: Gelişmiş Radar Bitki Örtüsü İndeksi
RVIII	: Tamamen Düzeltilmiş Radar Bitki Örtüsü İndeksi
ρ_{NIR}	: Yakın Kızıl Ötesi Yansımaya Katsayısı
ρ_{RED}	: Görünür Işık Yansımaya Katsayısı
r	: Korelasyon Katsayısı
r^2	: Determinasyon Katsayısı
σ_{HH}	: Yatay-Yatay Polarizasyonu Sigma Geri Saçılma Katsayısı

σ_{HV}	: Yatay-Dikey Polarizasyonu Sigma Geri Saçılma Katsayısı
σ_{VH}	: Dikey-Yatay Polarizasyonu Sigma Geri Saçılma Katsayısı
σ_{VV}	: Dikey-Dikey Polarizasyonu Sigma Geri Saçılma Katsayısı
SAR	: Sentetik Açıklıklı Radar
SAVI	: Toprak Bazlı Bitki Örtüsü İndeksi
SLAR	: Gerçek Açıklıklı Radar
TIRS	: Termal Kızılötesi Algılayıcı
TM	: Tematik Haritalandırıcı
UA	: Uzaktan Algılama
USGS	: Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu
VH	: Dikey-Yatay
VV	: Dikey-Dikey
VWC	: Bitki Örtüsü Su İçeriği
WCM	: Su Bulutu Modeli

1. GİRİŞ

Bu bölümde tezin adı, amacı içeriği kısaca anlatılmaktadır. Tezin konusu uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak Dicle Üniversitesi havzasında, Landsat-8 ve Radarsat-2 uydularına ait görüntüleri karşılaştırıp iki uydudan alınan görüntülerdeki bitki örtüsü indekslerinin analizini yapmaktır.

Giriş bölümünde uzaktan algılama sistemlerinden kısaca bahsedilmiş, tezin hedefi ve içeriği ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Etrafımızı çevreleyen dünyayı beş duyumuzla algılıyoruz. Bazı duyular (örneğin dokunma ve tat alma) duyu organlarımızın nesnelerle temas etmesini gerektirir. Bununla birlikte, görme ve duyma duyuları yoluyla çevremizdeki bir sürü bilgiyi dış nesnelerle yakın temas gerektirmeden algılayabiliriz. Bu anlamda, sürekli uzaktan algılama yapıyoruz. Genellikle uzaktan algılama, uzak yerlerdeki nesneleri veya olayları kaydetme, gözlemlene ve algılama faaliyetlerini ifade eder (Weng 2013).

Algılayıcılar (özel tip kameralar ve dijital tarayıcılar vb.), dünya yüzeyindeki nesnelerin veya olayların fotoğraflarını çekmek için uçaklara, uydulara veya uzay mekiklerine takılabilir. Bu nedenle, algılayıcılar gözlemlenen nesnelerle veya olaylarla doğrudan temas halinde değildir. Bilgi, nesnelerden algılayıcılara araya giren bir araç vasıtasıyla seyahat etmek için fiziksel bir taşıyıcıya ihtiyaç duyar. Elektromanyetik radyasyon (güneş radyasyonu) normalde uzaktan algılamada bilgi taşıyıcısı olarak kullanılır. Uzaktan algılama sisteminin çıktısı genellikle gözlemlenen nesneleri / olayları temsil eden bir görüntüdür (dijital resimler) (Weng 2013).

Daha kısıtlı bir anlamda, uzaktan algılama, hava (uçak ve balon) veya uzay (uydu ve uzay mekikleri) platformlarındaki algılayıcıları kullanarak dünyanın yüzeyi (kara ve okyanus) ve atmosfer hakkında bilgi edinme bilimini ve teknolojisini ifade eder. Kapsamına bağlı olarak, uzaktan algılama,

(1) uydu platformları kullanıldığında, uzaktan uydu algılama;

(2) görünür ışığı yakalamak için fotoğraflar kullanıldığında fotoğrafçılık ve fotogrametri;

1. GİRİŞ

(3) spektrumun termal kızılötesi (IR) kısmı kullanıldığında, termal uzaktan algılama;

(4) mikrodalga dalga boyları kullanıldığında, radyo algılama ve menzil (radar) uzaktan algılama; ve

(5) lazer darbeleri toprağa doğru iletildiğinde ve algılayıcı ile zemin arasındaki mesafe her darbenin geri dönüş süresine bağlı olarak ölçüldüğünde, ışık algılama ve aralama (LiDAR) uzaktan algılama olarak sınıflandırılabilir (Weng 2013).

Uzaktan algılama; coğrafi bilgi sistemi (Geographic Information System, GIS), küresel konumlandırma sistemi (Global Positioning System, GPS) ve mobil haritalama gibi diğer modern coğrafi teknolojilerle bütünleştirilmiştir (Weng 2013).

Uzaktan algılama teknolojisinin sağladığı yeryüzü hakkındaki güncel bilgiler, coğrafi bilgi sistemleri teknolojisiyle bütünleşince alışlagelmiş yöntemlere kıyasla hedefine daha hızlı, daha ucuz, daha az insan gücüyle ulaşması nedeniyle ve kolay güncelleştirilebilir olması ile de alışlagelmiş yöntemlere büyük bir üstünlük sağlamaktadır (Kavzoğlu ve Çölkesen 2011).

Uzaktan algılama sistemleri / algılayıcıları temel olarak pasif ve aktif algılayıcılar olmak üzere iki türe ayrılabilir. Uzaktan algılama için ana enerji kaynağı güneşten gelmektedir. Uzaktan kumanda algılayıcıları, dünya yüzeyinden yansıyan veya yayılan güneş ışınımını kaydeder. Enerji kaynağı bir algılayıcının dışından geldiğinde, buna pasif algılayıcı denir. Pasif algılayıcılara örnek olarak fotoğraf kameraları, elektro-optik algılayıcılar, termal IR algılayıcılar ve anten algılayıcıları verilebilir (Weng 2013).

Pasif algılayıcılar doğal olarak oluşan enerjiyi kullandıklarından, sadece gündüz saatlerinde veri yakalar. Bunun istisnası, enerji miktarı kaydedilecek kadar büyük olduğu gündüz veya gece sürecinde doğal olarak yayılan enerjiyi tespit edebilen termal IR algılayıcılarıdır (Weng 2013).

Aktif algılayıcılar, algılayıcının içinden gelen enerjiyi kullanır. Araştırılacak hedefe yönelik kendi enerjilerini sağlarlar. Bu hedeften geriye yansıyan enerji daha sonra algılayıcılar tarafından algılanır ve kaydedilir. Aktif algılamaya örnek, bir mikrodalga sinyalinin hedefe doğru ileten ve sinyalin geri saçılmış kısmını tespit edip

ölçen radardır. Başka bir örnek LiDAR'dır. Bir lazer darbesi yayar ve her hedefin yüksekliğini hesaplamak için dönüş süresini kesin olarak ölçer. Yüzeyi herhangi bir zamanda, gündüz veya gece ve herhangi bir mevsimde görüntülemek için aktif algılayıcılar kullanılabilir (Weng 2013).

Bilim insanları, kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler, askeri kurumlar, belediyeler, özel sektör kuruluşları, haritacılar, çevre ile ilgili yöneticiler, ekolojistler, arazi kullanım plancıları gibi birçok araştırmacı, uygulamacı ve yönetici; karmaşık çevre sorunlarını gidermek için UA uygulamaları ile ilgilenmektedirler. Bu uygulamalar genel olarak şunlardır (Demirkese 2007);

1. Haritacılık uygulamaları,
2. Doğal kaynak yönetimi ve işletimi,
3. Arazi kullanım planlaması,
4. Arazi örtüsü haritasının yapımı,
5. Deniz yüzeyi ve sahil/kıyı sınırlarının değişim analizi,
6. Çevre değişim ve ekolojik analizi,
7. Risk ve afet değerlendirme (deprem bölgelerinin belirlenmesi, deprem sonrası enkaz belirleme çalışmaları, taşkın alanlarının belirlenmesi),
8. Jeolojik, jeomorfolojik ve tektonik amaçlı uygulamalar,
9. Meteorolojik ve hidrolojik amaçlı uygulamalar,
10. Savunma ve istihbarat amaçlı uygulamalar,
11. Tarımsal amaçlı uygulamalar,
12. Arkeolojik amaçlı uygulamalar ve
13. Telekomünikasyon amaçlı uygulamalardır.

1. GİRİŞ

Bu tez çalışmasının amacı, farklı uzaktan algılama sistemlerine sahip uydu görüntülerinin bitki örtüsü indekslerinin karşılaştırılıp elde edilen indeksleri analiz etmektir. Bu çerçevede elektro-optik ve Sentetik Açıklık Radarı (Synthetic Aperture Radar, SAR) uydu tiplerine ait uzaktan algılama yöntemleri kullanarak Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ve Radar Bitki Örtüsü İndeksi (Radar Vegetation Index, RVI) analizi yapılmıştır. Landsat-8 ve Radarsat-2 uydularına ait uzaktan algılama verilerinden elde edilen bitki örtüsü indeksleri arasındaki ilişkiyi saptamak ve saptanan ilişkiye dayalı olarak bitki örtüsü analizi yapmak amacıyla hazırlanan bu tez aşağıda anlatıldığı şekilde planlanmıştır.

Uzaktan algılama sistemleri kullanılarak farklı bitki örtüsü indekslerinin analizi amacıyla hazırlanan bu tez aşağıda anlatıldığı şekilde organize edilmiştir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde SAR tabanlı uzaktan algılama teknikleriyle RVI ve elektro-optik tabanlı NDVI bitki örtüsü indeksleriyle ilgili geçmişten günümüze yapılmış çalışmalar ve bununla ilgili literatür taramalarından bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, uyduların mevsim koşulları dikkate alınarak uydu görüntülerinin nasıl elde edildiği ve Radarsat-2 ve Landsat-8 uydu görüntüsünün hangi önışlemlerden geçtiğinden söz edilmiştir. Radarsat-2 verilerinden özellik çıkarma aşamasında sigma geri saçılma katsayıları ile RVI hesaplama ve Landsat-8 verilerinden NDVI hesaplaması aşamaları açıklanmıştır.

Bu tezin dördüncü bölümünde uygulama alanı olarak Dicle Üniversitesi Havzası üzerindeki iki tarımsal arazi temel alınmış ve bu arazilerden Radarsat-2 ve Landsat-8 uydusunun bölgeden geçişleri dikkate alınarak veri setlerinin nasıl oluştuğu izah edilmiştir. Elde edilen bitki örtüsü indeksleri arasındaki ilişki ve bu ilişkiyle alakalı istatistiksel sonuçlara ait tablo ve grafikler bu kısımda sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar tartışılmış ve literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılması yapılmıştır.

Tezin son bölümünde ise, önerilen sistemin faydaları açıklanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde uzaktan algılama sistemlerine ait veriler kullanılarak tarımsal araziler üzerindeki bitki örtüsü indeksleri tahmini için gerekli literatür taramaları yapılmış ve yapılan bu çalışmalar 3 ana grupta toplanmıştır. Bu gruplar sırasıyla şu şekildedir;

- I. Grup: RVI içerikli yapılan çalışmalar
- II. Grup: NDVI içerikli yapılan çalışmalar
- III. Grup: RVI ve NDVI karşılaştırması ile ilişkili yapılan çalışmalar

2.1. I. Gruba Ait Literatür Çalışmaları

Huang ve ark. (2014) Mikrodalga uzaktan algılamayı kullanarak uzun dalga boyunda (L-Bandı) RVI'den bitki suları tahminini araştırmışlardır. Bitki örtüsü su içeriği (Vegetation Water Content, VWC) , mikrodalga uzaktan algılamayı kullanarak toprak nemi tahmininde önemli bir rol oynar. Ayrıca kuraklık tespiti, orman yangını tahmini ve tarımsal verimliliğin değerlendirmesi gibi diğer uygulamalar için de kullanılabilir. Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi'nin (NASA) Toprak Nemi Aktif Pasif (SMAP) görevi sayesinde, radar verileri potansiyel olarak aynı uydu tarafından elde edilen radyometre verilerinden toprak nemi almak için gerekli VWC bilgisini sağlayabilir. Bu çalışmada VWC ve RVI'nin birbiri ile olan korelasyonu test edilmiştir. Tesadüfi zemin ölçümleri ile karşılaştırıldığında, buğday ve mera için öngörü denklemleri geliştirilmiştir. Sonuçlar, RVI'nin daha büyük bir dinamik aralığa sahip olan bitki örtüsü tipleri için VWC ile daha iyi korele olduğunu göstermiştir.

Yamada (2016) çeltik-pirinç yetişen alanların hasat edilmiş alanlardan ALOS2/PALSAR uydusunun RVI yoluyla tanınması ve ayrıştırılmasını araştırmıştır. Yazar daha önce Kim, Y. ve ark (2012) tarafından pirinç ve soya fasulyesi yetişen alanlara çok frekanslı polarimetrik saçınım ölçer ile uyguladığı ve olumlu sonuçlar aldığı çalışmayı Japonya doğu ana adasında (Honshu) bulunan Inashiki bölgesi ve Miyagi bölgesinde olan gerçek çeltik tarlası alanlarında uygulamıştır. RVI tarım için

2. KAYNAK ÖZETLERİ

umut verici bir gelişme ise de ALOS- / PALSAR2 uydu radarından RVI yaklaşımının beklentileri karşılamadığı ve o kadar iyi olmadığı daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

Szigarski ve ark. (2018) RVI'nin potansiyel iyileştirmeleri analizi üzerine araştırma yapmışlardır. L-bandı mikrodalga saçılması; RVI'nin sadece bitki örtüsü saçılmasından değil, aynı zamanda toprak saçılmasından (nem ve pürüzlülük) gelen bilgileri de içerdiğini ve bu nedenle RVI'nin standart formülünün revize edilmesi gerektiği çalışmada belirtilmiştir. Standart formülündeki ön faktör nedeniyle, normalde 0-1 aralığında değişen RVI indeksinin bu aralığın dışına çıkarak 1.2 değerine ulaştığı görülmüştür. Daha sonra RVI üzerindeki iyileştirmelerin, toprak saçılma etkilerini ortadan kaldırmak ve L-bandında baskın toprak saçılımı olan bölgeleri (seyrek veya bitki örtüsü yok) belirlemek amacıyla normalleştirilmiş bir değer aralığı elde etmek için iki adet tamamen bitki örtüsü bazlı Geliştirilmiş indeksler (RVII ve RVIII) indeksleri önerilmiştir. RVII ve RVIII ile toprak pürüzlülüğüne ve toprak nemine olan bağlılık azaltılmıştır.

2.2. II. Gruba Ait Literatür Çalışmaları

Gupta ve ark. (1993) tarımsal meteorolojik kuşak üzerinde bulunan bir bölgedeki ortalama Oran Bitki Örtüsü İndeksi (Ratio Vegetation Index, RVI) ve NDVI bağıl duyarlılığını araştırmıştır. Bu çalışmada, ortalama RVI / NDVI oranının Tarım Altındaki Coğrafi Alan (GAA) ve Buğday Altındaki Tarım Alanı (AAW) ile olan duyarlılığı tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlar RVI'nin ilk yeşillenme, olgunluk ve yaşlanma evrelerinde daha hassas olduğunu, birleşme - başaklanma - çiçeklenme - sağım aşamaları sırasında RVI ve NDVI'nin aynı derecede hassas olduğunu göstermiştir. NDVI ve RVI'nin entegre bitki örtüsü indeks değerleri ile bölgedeki tarımsal verim arasındaki ilişkilerin geliştirilmesinde ortak kullanımı için makul bir temel sağladığı gözlemlenmiştir.

Kandemir (2010) uzaktan algılama tekniğinde NDVI değerleri ile doğal bitki örtüsünün tür dağılımı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu çalışma için tür çeşitliliği bakımından zengin olan Karaburun Yarımadası araştırma alanı olarak seçilmiştir. 111 alana ait bitki türü kompozisyonuna ait veriler, ASTER uydusu görüntülerinden

oluşturulan NDVI görüntüsü ile ilişkilendirilmiştir. Yaprak yoğunluğu ile bitki indeksi arasında pozitif korelasyon gözlemlenmekle birlikte bitki indeksinin tek başına tür tahmininde kullanılmasının hatalı sonuçlar doğuracağı kanaatine varılmıştır.

Aydoğdu M. ve ark. (2011) mera bitki örtüsü uydu görüntülerinin NDVI ile izlenmesini araştırmışlardır. Bitki örtüsünün yeşillenmesinden sararmasına kadar olan değişimleri, NDVI yardımıyla tespit ederek gözlemlenmiştir. NDVI, arazide bulunan aktif biokütlenin miktarını göstermektedir. Bu çalışmada mera bitki örtüsünün yıl içindeki mevsimsel değişimlerinin izlenmesi amacıyla Spot-Bitki Örtüsü görüntüleri ve mera ziyaretlerinden elde edilen koordinatlı veriler kullanılmıştır. Uydu görüntüleri 1998-2009 yıllarını kapsamakta ve her yıl için 10 günlük 36 NDVI verisini kullanmıştır. Elde edilen bulgulara göre uydu görüntüleri ile mera bitki örtüsü değişiminin izlenebilmesinin başarılı bir şekilde yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Yıldız H. ve ark. (2012) Türkiye bitki örtüsünün NDVI verileri ile zamansal ve mekansal analizini yapmışlardır. Bu çalışmada Türkiye genelinde bitki örtüsü yoğunluğunun dağılımı, bitkilerin büyümeye başlama tarihi ve en yüksek yoğunluğa erişme tarihi gibi zamansal değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Türkiye'yi kapsayan SPOT-Bitki Örtüsü NDVI verileri kullanılmış ve verilerin analizi VAST yazılımı ile yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre NDVI verileri ile bitki örtüsü değişiminin başarılı bir şekilde izlenip analiz edilebileceği görülmüştür.

Çelik M.A ve ark. (2013) tarafından Kızıltepe ilçesinin tarımsal yapısındaki değişimlerine ilişkin MODIS NDVI verileri incelenmiştir. Bu çalışmada kırmızı ve yakın kızıl ötesi bandı kullanılarak hesaplanan, 16 günlük zamansal çözünürlüğü ve 250 m'lik mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS NDVI verileri kullanılmıştır. Bu görüntülerden elde edilen sonuçlara göre, Kızıltepe'de 2001 yılının ağustos ayında 41 bin hektar civarında olan yüksek biomas aktiviteye sahip tarım sahaları, 2006 yılında 72 bin hektara çıkmış ve 2011 yılında 83 bin hektar civarına yükseldiğini gözlemlenmişlerdir.

Doğan H.M ve ark. (2014) tarafından Tokat ili bitki örtüsü yoğunluğu uydu görüntüleri ile araştırılmıştır. Bu çalışmada Tokat ili bitki yoğunluğunun 2000 yılındaki

2. KAYNAK ÖZETLERİ

dağılımı LANDSAT-7 gelişmiş tematik haritalandırıcı artı (Enhanced Thematic Mapper Plus, ETM+) görüntüleri ve NDVI kullanılarak haritalandırılmıştır. NDVI sınıflandırılmasının doğruluk analizi, çalışma alanının genelinde 103 noktadan toplanan yersel veriler kullanılarak yapılmıştır. Doğruluk değerlendirmesi NDVI sınıflarına ait veri doğruluğunun % 86.45 olduğunu göstermiştir. Sonuçlar NDVI değerlerinin, sınıflandırılmada kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Luo ve ark. (2014) HJ-1CCD uydu görüntülerine göre Hainan'da tayfun öncesi ve sonrası NDVI ve oran bitki örtüsü indeks içinde RVI değişimlerinin karşılaştırılmasını ve analizini yapmışlardır. Tayfunun zamanında ve hızlı bir şekilde izlenmesi, tarımsal afet değerlendirmesi ve afet sonrası yeniden yapılanma için çok önemlidir. HJ-1 CCD uzaktan algılama görüntüleri, tayfun saldırı öncesi ve sonrası değişiklikleri incelemek için kullanılmıştır. Bu çalışmada Nesat tayfunu örnek olarak alınmıştır. 8 Temmuz 2011 ve 25 Aralık 2011 tarihleri arasında seçilen iki CCD görüntüsü için ön hazırlık ve vektör kesme işlemi ile tayfun öncesi ve sonrası 7 çiftliğin NDVI ve RVI bilgileri çıkarılmıştır. Daha sonra, karşılaştırmalı analiz için 5 Temmuz 2011 ve 27 Aralık 2010 tarihleri arasında 7 çiftliğin NDVI'ini çıkarmıştır. Sonuç olarak 7 çiftliğin RVI değerinin NDVI değerinden daha büyük olduğu görülmüştür. NDVI varyasyon özellikleri, RVI varyasyon değerleri ile aynı olduğu belirtilmiştir. Tayfun etkisi nedeniyle, 7 çiftlikteki NDVI ve RVI değerleri farklı derecelerde azaldığı ancak RVI daha hızlı bir şekilde azaldığı belirtilmiştir. Araştırma, NDVI ve RVI değerinin bitki örtüsü üzerindeki tayfun etkilerini HJ-1CCD görüntüleri kullanarak izlemenin mümkün olduğunu göstermektedir.

Gandhi ve ark. (2015) uzaktan algılamayı kullanarak bitki örtüsü değişimini gözlemlemiştir. Çalışmada, çoklu kaynak sınıflandırmasını gerçekleştirmek için Landsat tematik haritalandırıcı (Thematic Mapper, TM) görüntüsünden NDVI veri katmanlarıyla birlikte uzaktan algılama verileri kullanılmıştır. Çalışmada, uydu görüntüsünün analizi için NDVI tabanlı gelişmiş bir Değişim Tespit yöntemi sunmuşlardır. NDVI metodu kullanılarak 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4 ve 0.5 gibi farklı NDVI eşik değerlerinde, bitki örtüsü yoğunluğu değişimi hesaplanmıştır. Simülasyon sonuçları, NDVI'nin karar vermede politika yapıcılar için son derece yararlı

olan görünür alanın yüzey özelliklerini tespit etmede oldukça yararlı olduğunu göstermektedir. Deneysel çalışmadan sonra, orman veya çalı arazisi ile çorak arazisi örtü tipleri yaklaşık % 6 ve % 23 oranında azaldığı; tarım alanları, yapılaşma alanları ve su alanlarının ise sırasıyla %19, %4 ve % 7 oranında arttığı gözlemlenmiştir.

Gündoğdu K.S (2018) Buğday ekili parsellerde NDVI değerlerinin konumsal ve zamana bağlı değişiminin belirlenmesini araştırmıştır. Bu çalışma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinde 2015-2016 üretim döneminde Pehlivan çeşidi buğday ekili alanlarda NDVI değerlerinin zamana ve konuma göre değişimini belirlemeyi amaçlamıştır. Farklı tarihlerde çekilmiş Landsat-8 görüntüleri bu çalışmada kullanılmıştır. Parsel bazında yapılan değerlendirme sonucunda parsel içerisinde NDVI değerlerinin homojen bir dağılım göstermediği görülmüştür.

2.3. III. Gruba Ait Literatür Çalışmaları

Kim.Y ve ark. (2012) pirinç ve soyadaki suyun bitki örtüsü tahmininde radar bitki örtüsü indeksinin kullanımını araştırmışlardır. VWC önemli bir biyofiziksel parametredir ve mikrodalga uzaktan algılamayı kullanarak toprak neminin alınmasında önemli rol oynar. Burada, RVI VWC'yi tahmin etmek için değerlendirilmiştir. Analizlerde, bütün bir pirinç ve soya fasulyesi büyüme periyodu boyunca, 40 ° 'lik tek bir yayılma açısına sahip, toprak tabanlı birçok frekanslı polarimetrik saçılma sistemi ile elde edilen bir veri seti kullanıldı. L-, C- ve X-bantları, RVI, VWC, yaprak alanı indeksi (Leaf Area Index, LAI) ve NDVI için geri saçılma katsayılarının zamansal varyasyonları analiz edilmiştir. L-bandı RVI'nin farklı bitki örtüsü endeksleri ile korele olduğu bulunmuştur. RVI'dan VWC tahmini için tahmin denklemleri geliştirilmiştir. Sonuçlar, VWC'yi L-bandı RVI gözlemleri kullanarak $0.21 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ hassasiyetle tahmin etmenin mümkün olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, küresel olarak önemli iki mahsul türünün bitki örtüsü koşullarında mevcut ve gelecekteki radar uydu sistemlerinden değerli yeni bilgilerin çıkarılabileceğini göstermektedir. Sonuçlar, önerilen NASA SMAP gibi sistemlere doğrudan uygulanabileceğini göstermiştir.

Kumar ve ark. (2013) soya fasulyesi ve pamuk tarlalarında RVI'nin NDVI'a alternatif olup olamayacağını araştırmışlardır. Bu çalışma muson mevsiminde edinilen

2. KAYNAK ÖZETLERİ

dört farklı tarihe ait (13 Temmuz 2011, 06 Ağustos 2011, 30 Ağustos 2011, 23 Eylül 2011) Radarsat-2 veri seti kullanılarak Hindistan'ın Maharashtra Viharharba bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen RVI, aynı tarihlere ait MODIS NDVI ürünü ile karşılaştırılmıştır. Araştırma RVI tekniğinde bazı bağlamlarda NDVI'den daha önemli gelişmeler olduğunu göstermektedir. RVI, ürün büyüdükçe doğrusal olarak artmaktadır. NDVI, üründeki büyüme seviyesinden sonra doymuş hale gelir. Yetiştirme Temmuz 2011'in ilk haftasında başlamış, NDVI çoğunlukla Ağustos 2011'in ikinci haftasında doymuş hale gelirken, RVI'de ise 30 Ağustos 2011'de bitki örtüsündeki büyüme ile birlikte daha da artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada bitki örtüsünün izlenmesi için RVI'nin NDVI yerine kullanılabileceği gösterilmiştir.

Kim Y.H ve ark. (2014) tarafından RVI ile Multispektral Bitki Örtüsü İndekslerinin (Multispektral Vegetation Index, MVI) karşılaştırılması yapılmıştır. RVI'nin bitki örtüsü alanlarının belirlenmesinde kullanıldığı bilinmektedir. Ancak RVI'nin MVI ile ilişkisi, farklı arazi örtüsü bağlamında bilinmemektedir. Bu çalışmada; Radarsat-2 dört kutuplu SAR verilerinden hesaplanan RVI ile Landsat-8 verilerinden elde edilen MVI değerleri karşılaştırılmıştır. Farklı MVI indeksleri arasında, RVI ile karşılaştırma için NDVI ve Toprak Düzeltilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (Soil-Adjusted Vegetation Index, SAVI) kullanılmıştır. Dört toprak örtüsü (kentsel, orman, su ve çeltik tarlası) karşılaştırılmış ve modeller incelenmiştir. Deney sonuçları, dört arazi örtüsünün RVI modellerinin NDVI ve SAVI modellerine çok benzer olduğunu göstermiştir. Böylece, kötü hava koşulları ve gece sırasında, RVI verileri çeşitli uygulama alanlarında MVI verilerine alternatif olarak hizmet verebileceği gösterilmiştir.

Li ve ark. (2018) bitkisel bir alan üzerinde toprak nemi geri kazanımını iyileştirmek için su bulutu modelinde (Water Cloud Model, WCM), SAR kaynaklı bitki örtüsü tanımlayıcılarının kullanımını araştırmışlardır. WCM, bitki örtülü alanlardaki toprak nemini almak için SAR görüntülerine uygulanan yaygın olarak kullanılan bir radar geri saçılma modelidir. WCM'nin bitki örtüsünün SAR geri saçılım üzerindeki etkisini hesaba katmak için bitki örtüsü tanımlayıcılarına ihtiyacı var. WCM'de, LAI ve NDVI gibi yaygın olarak kullanılan bitki örtüsü tanımlayıcıları, optik uzaktan algılamamanın hava durumuna bağlı olarak veri mevcudiyetindeki kısıtlamalar nedeniyle

bazen elde edilmesi güçtür. Toprak nemi geri kazanımını iyileştirmek için, bu çalışma WCM’de tüm hava koşullarında SAR kaynaklı bitki örtüsü tanımlayıcılarının kullanılmasının fizibilitesini araştırmıştır. Kanada’da Winnipeg’in güneyinde bir tarımsal ürün bölgesinde gözlemlenen yerinde veriler, RapidEye optical WCM model kalibrasyonu ve testi için, büyüme sezonunda elde edilen görüntüler ve çift polarize Radarsat-2 SAR görüntüleri kullanılmıştır. Çalışılan bitki örtüsü tanımlayıcıları arasında SAR görüntülerinden elde edilen HV polarizasyonu geri saçılma katsayısı (σ_{HV}) ve RVI ve optik görüntülerden elde edilen NDVI bulunur. Sonuçlar, σ_{HV} ’nin NDVI ile benzer sonuçlar verdiğini ancak RVI’den biraz daha iyi olduğunu, $0.069 \text{ m}^3 / \text{m}^3$ kök ortalama kare hatası ve gözlemlenen toprak nemi ile arasında $r=0.59$ korelasyon olduğunu göstermiştir.

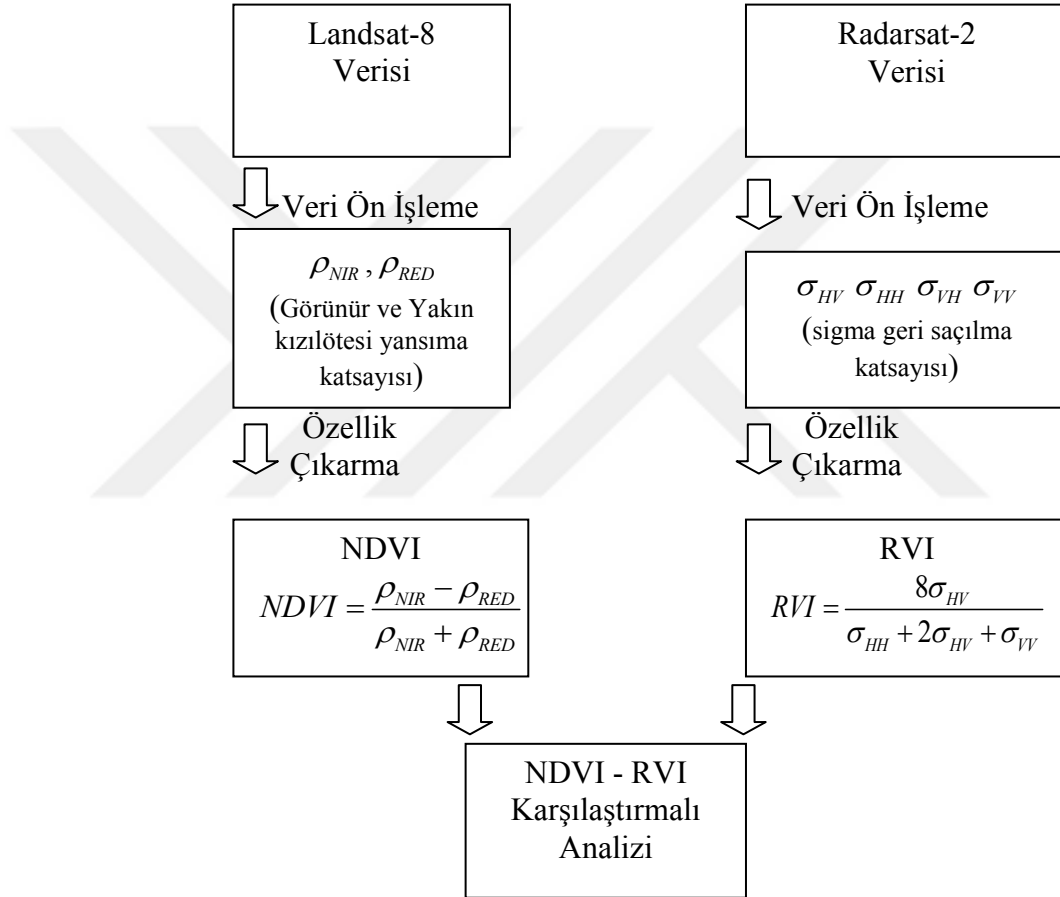
Bu tez çalışmasında ise Radarsat-2 ve Landsat-8 uydu verileri kullanılarak elde edilen RVI ve NDVI değerleri arasındaki korelasyon belirlenmesi üzerine bir çalışmadır. Bu çalışma birkaç aşamadan oluşmuştur. İlk olarak Radarsat-2 verilerinden SAR geri saçılma katsayıları (σ_{hh} , σ_{hv} , σ_{vh} , σ_{vv}) kullanılarak yalın ve bitki örtüsü kaplı tarımsal alanlar üzerindeki 281 GPS noktasına ait RVI değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra Landsat-8 verileri Radarsat-2 verisine yakın tarihli görüntüler kullanılarak aynı GPS noktaları üzerindeki NDVI değerleri hesaplanmıştır. Bu adımdan sonra RVI ve NDVI arasındaki korelasyon belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışma farklı algılama sistemlerine ait bitki örtüsü indekslerini hesapladığından dolayı kapsam olarak her üç gruba ait çalışmalar arasında da yer almaktadır.



3. MATERYAL VE METOT

Tezde uygulanan yöntem ve araştırma teknikleri bu kısımda anlatılmıştır. Önerilen çalışma modelinin mimarisi birkaç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla Çalışma Alanının Belirlenmesi, Veri Toplama, Önışlem ve Özellik Çıkarma adımlarından oluşmaktadır. Şekil 3.1’de, bu çalışmada önerilen bitki örtüsü indeksi belirleme modeline ait sistemin blok diyagramı verilmektedir.



Şekil 3.1. Bitki örtüsü indeksi belirleme modeline ait blok diyagramı

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Diyarbakır ilinde Dicle Üniversitesi kampüsü sınırları içerisinde bulunan ortalama 2x2 km ve 4x4 km’lik çerçeveyi kaplayan iki farklı tarımsal araziden oluşmaktadır. Bu tarımsal arazilere ait iki farklı uydu görüntüsü incelenmiş olup Google Earth üzerindeki konumunu belirten harita Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Google Earth çalışma alanı konumu

3.2. Veri Toplama

Bu tez çalışması için iki farklı uyduya ait görüntüler kullanılmıştır. Birinci uyduya ait görüntü 2015 yılı ürün gelişim dönemine ait 8 Nisan multi-zamanlı tam polarimetrik Radarsat-2 fine mod (‘Fine-Quad’, FQ) uydu görüntüsüdür. İkinci uyduya ait görüntüler ise Landsat-8 uydusuna ait 7 Nisan 2015 ve 25 Mayıs 2015 tarihli uydu görüntüleridir.

3.2.1. Radarsat

Radarsat, Kanada Uzay Ajansı’na (Canada Space Agency, CSA) ait bir uydu programı olup program Radarsat-1 ve Radarsat-2 uydularını içermektedir.

3.2.1.1. Radarsat-1 Uydusu

Kanada'nın ilk ticari Dünya gözlem uydusu olan Radarsat-1 4 Kasım 1995 tarihinde görevine başlamıştır (Anonim 2014). California'dan 798 km yükseklik ve 98.6 derece ile yörüngeye gönderilmiştir. Radarsat-1 dünyayı tek mikrodalga frekansı 5.3 GHz de görüntülemek için SAR kullanılmıştır. SAR destek yapısının yörüngedeki anten uzunluğu 15 metredir (Anonim 2013). Radarsat-1 kullandığı SAR algılayıcısı sayesinde yansıyan güneş ışığını algılayan optik uyduların aksine, yüzeye doğru mikrodalga enerji iletip yansıyanları kaydeder. Bu da Radarsat-1 uydusunun meteorolojik olaylardan etkilenmesini önlemiştir. Bu sayede Radarsat-1; gündüz veya gece, bulut örtüsü, yağmur, kar, toz veya sis gibi olumlu/olumsuz atmosferik koşullarda Dünya'yı görüntülemiştir. Radarsat-1 uydusundan hem bilimsel hem ticari amaçlı görüntüler elde edilmiştir. Radarsat-1'in görüntüleri; tarım, haritacılık, hidroloji, ormancılık, oşinografi, jeoloji, buz ve okyanus izleme, kutup gözetimi ve okyanus yağı sızıntılarını tespit etme gibi birçok alanda kullanılmıştır (Anonim2014).

Radarsat-1 uydusu 29 Mart 2013 tarihinde teknik bir sorun yaşamıştır. CSA, mühendislerden oluşan bir teknik ekip oluşturmuştur. Ekibin girişimleri sonuçsuz kalmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda Radarsat-1 uydusunun artık çalışmadığı belirtilmiştir (Anonim 2013).

3.2.1.2 Radarsat-2 Uydusu

Radarsat-2 uydusu 14 Aralık 2007 tarihinde görevine başlamıştır (Anonim 2017). Radarsat-2 uydusu Radarsat-1 uydusu ile aynı yörüngeye sahiptir. Radarsat-2, Nisan 2013'de görevi sonlanan Radarsat-1 uydusunun bir takipçisidir. Uydu, HH, HV, VV ve VH polarize verilerinin elde edildiği tamamen polarimetrik bir mod dahil olmak üzere çoklu polarizasyon modlarına sahip bir C-bant SAR bulundurmaktadır. SAR destek yapısının yörüngedeki anten uzunluğu 15 metredir (Anonim 2015). Radarsat-2 uydusunun görüntüleri; deniz buz haritalaması ve gemi yönlendirmesi, buzdağı tespiti, tarımsal mahsul izleme, gemi ve kirlilik tespiti için deniz izleme, karasal savunma gözetimi ve hedef belirleme, jeolojik haritalama, maden izleme, arazi kullanımı haritalama, topografik haritalama, sulak alanların haritalanması dahil çok çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır (Anonim 2017).

3. MATERYAL ve METOT

Radarsat-1 ve Radarsat-2 uydusuna ait teknik özellikler Çizelge 3.1’de verilmiştir (Anonim 2007).

Çizelge 3.1. Radarsat-1 ve Radarsat-2 uydusuna ait teknik özellikler

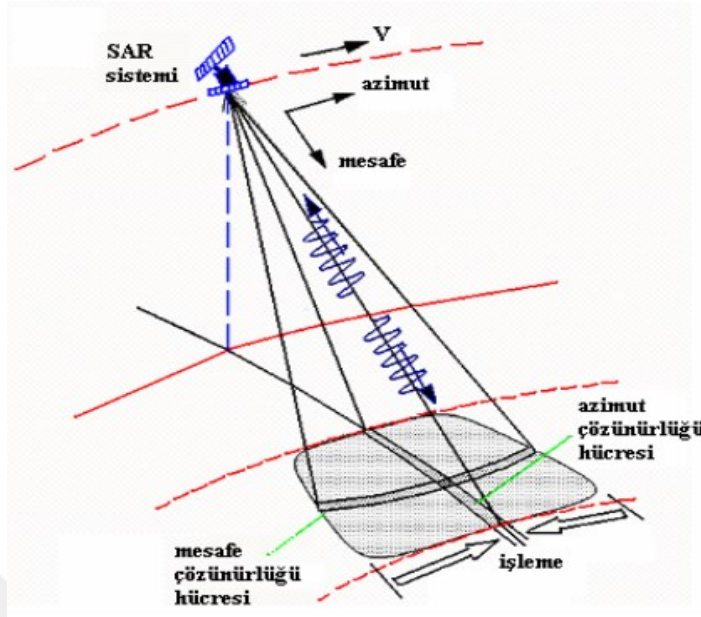
	Radarsat-1	Radarsat-2	Radarsat-2 için Yapılan Yenilikler
Mekânsal çözünürlük	10m -100 m	3m-100m	-Nesne algılamayı ve tanınmayı artırır. -Ultra Fine Demet modu eklenmiştir
Polarizasyon	HH	HH HV VV ve VH	Farklı yüzeylerin ayrıştırılmasında etkilidir.
Dâhili kayıt cihazı	Analog kaydediciler	Katı Hal Kayıt Cihazları	Verilere rastgele erişim imkanı vermektedir.
Global Konumlandırma Sistemi	Yok	GPS	60m’lik hassasiyette gerçek zamanlı konum bilgisi verir.
SAR Anten Ölçüleri	15m*15m	15m*15m	
Yüksek çözünürlük	8m*1m	1m*3m	Çözünürlük kapasitesi artmıştır.
Aktif anten	C bant	C bant	
Merkez Frekansı	5.3 GHz	5.405 GHz	
Bant Genişliği	30 MHz	100 MHz	
Güneş panelleri (her biri)	2.21m*1.32m	3.73m*1.8m	
Bakış yönü	Sağ görünümlü	Hem sağ hem sol görünümlü	Görüntüleme etkinliği artırılmıştır

3.2.1.3. SAR Sistemleri

Radar görüntülerinin başlıca iki çeşidi vardır. Bunlar PPI (Plan Position Indicator) plan konum göstergesi görüntüleri ve yanal gözlem görüntüleridir. PPI daha çok hava trafik kontrolü, gemi navigasyon ve meteoroloji gibi alanlarda kullanılır. Yanal gözlem görüntüleri ise uzaktan algılama uygulamalarında kullanılır. Gerçek açıklık radarı (SLAR) ve yapay açıklık radarı (SAR) yanal gözlem görüntüleri kullanılan radar sistemleridir. SLAR görüntüleme sisteminde bir hava aracına veya uyduya monte edilmiş uzun bir anten kullanılır. SLAR görüntüleme sisteminde antenin uzunluğu sinyallerin toplanacağı alanı belirler. Daha büyük anten ile daha fazla veri toplanarak daha yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilebilir. Fakat bu seferde büyük antenler uçak veya uydu ile taşınamayacak büyüklüklere ulaşmaktadır. Bu tür kısıtlamaların üstesinden gelmek için SAR sistemlerini kullanmak daha avantajlıdır (Demirci 2005).

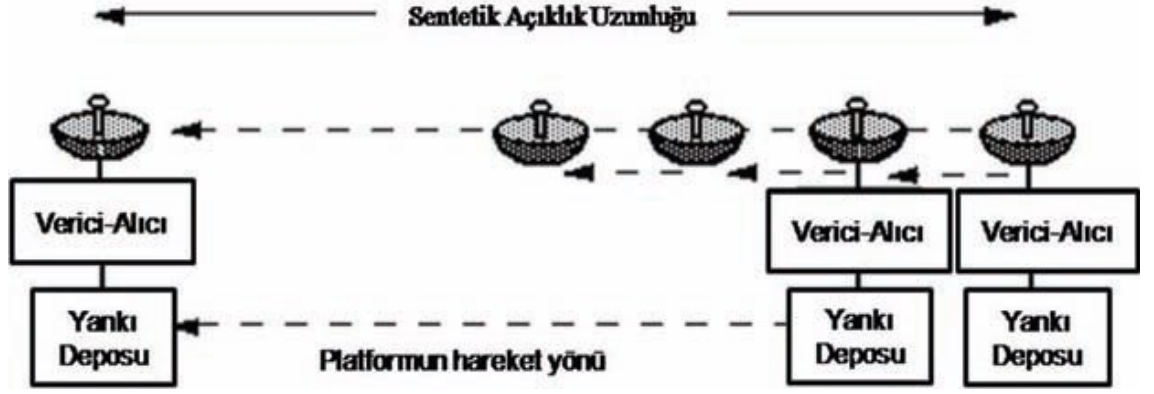
SAR sistemleri her türlü hava koşulunda çalışabilmesi açısından geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle arazi yapısının çıkarılması ve tarım, orman, buzul arazilerinin belirlenmesi ve gözlemlenmesi gibi önemli konularda büyük faydalar sağlamaktadır (Irak 2009).

SAR teknolojisi, mikrodalgaları yayıp bunların geri dönüş sinyallerini kaydederek kendi aydınlanmasını sağlayan bir sistemdir. Sistem, geri dönen sinyallerin gecikmelerini kullanarak sinyal işleme tekniğiyle bunları yüksek çözünürlüklü görüntülere dönüştürür. Şekil 3.3 SAR sistem geometrisini göstermektedir (Sefercik 2007).



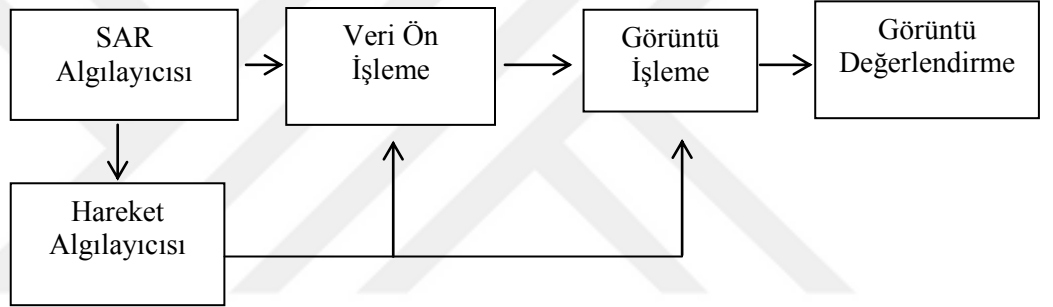
Şekil 3.3 SAR sistem geometrisi

SAR sistemleri insanlı veya insansız hava platformlarında kullanılır. SAR sistemleri yeryüzünü yüksek çözünürlükle görüntüleyen bir radar sistemidir. Bu görüntülemeyi elde etmek için çok büyük uzunlukta anten kullanılması gerekmektedir. Bunun pratikte olması mümkün değildir. Bunun için SAR tekniği kullanılır. SAR tekniğiyle daha kısa uzunluktaki antenlerle yüksek çözünürlükte görüntü elde edilebilir. SAR tekniğinin çalışma mantığı şu şekildedir. SAR radar anteni bir hava veya uzay platformunun içinde bulunmaktadır. Bu platformlar radar antenini istenilen açıklık boyunca hareket ettirerek belirli zaman aralıklarıyla ölçüm alır ve bu ölçümlere ait verileri aynı anda toplayıp yapay bir açıklık oluşturur. Bu belli aralıkların toplamı ile Şekil 3.4’de gösterildiği gibi gerçek aralığa eşit bir sentetik açıklık oluşturulmuş olur (Irak 2009).



Şekil 3.4. SAR sisteminde sentetik açıklığın oluşturulması

SAR sisteminin mimarisi ise Şekil 3.5’de görüldüğü gibi özetlenebilir. (Irak 2009)



Şekil 3.5. SAR sistem mimarisi blok diyagramı

SAR verilerinin geçtiği aşamalar şu şekilde açıklanabilir. SAR algılayıcısında sinyal üretilir. SAR algılayıcısı, sentetik açıklık boyunca belli zaman aralıklarında elde edilen sinyallerin hedefe gönderilip geri yansıyan yansımalarının alındığı yerdir. Alınan yansımalar buradan sinyal ön işlemeye gönderilir (Irak 2009).

SAR tekniğinde yapay bir açıklık oluşturulduğu için hareket algılayıcısı hava platformunun hareketinin ve hava şartlarının getirdiği sarsıntı ve titreşimlerin minimize edilmesinde görev alır. SAR sistemlerinde faz anten merkezi ölçümü hassas olduğu için hareket algılayıcısı hava platformu aracının rotasını takip etmesini sağlayan, faz anten merkezi pozisyonunu düzenleyen ve konum bilgisi veren donanımlardan oluşmaktadır. hareket algılayıcısının bu işlevlerine rağmen SAR görüntülerinde küçük sapmalar kalmaktadır. Bunlar da görüntü işleme safhasında filtreme yöntemleri ile düzeltilmektedir (Irak 2009).

Veri ön işlemede SAR algılayıcısından gelen bilgiler, hareket algılayıcısındaki düzeltmeler doğrultusunda düzeltilen verileri kalan görüntü odaklama problemleri için filtreleme gibi sinyal ön işleme aşamalarından geçirilir. Görüntü işlemede veri ön işlemeden geçmiş veri sinyal işleme aşamalarından sonra ham görüntüye dönüşür. Ama elde edilen görüntü istenilen çözünürlükte ve netlikte odaklanmaya sahip değildir. Görüntü işlemede odaklama ve benek azaltma işlemleri uygulanır. Benek gürültüsü ham verilerin her birinin farklı ve kendine ait fazının ve genliğinin olmasından kaynaklanır. Benek gürültüsü azalımı yapıldıktan sonra görüntü netleşir. Bu aşamada hareket algılayıcısından elde edilen verilerde kullanılabilir. Görüntü işlemeden sonra elde edilen net görüntü üzerinde ihtiyaca göre görüntü değerlendirilir (Irak 2009).

3.2.2 Landsat

Landsat uyduları, 1970'li yılların başından bu yana sürekli olarak Dünya'nın multispektral görüntülerini sağlamıştır. Bu çabalar sayesinde büyük bir veri kaydı elde bulunmaktadır. Dünya toprak yüzeyini ve insanların çevre üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için bu veri kaydı çeşitli disiplinlerde kullanılmıştır. Landsat verileri çeşitli devlet, kamu, özel ve ulusal güvenlik uygulamalarında kullanılmıştır. Bu uygulamalar arasında toprak ve su yönetimi, küresel değişim araştırması, petrol ve mineral arama, tarımsal verim tahmini, kirlilik izleme, arazi yüzeyindeki değişimin tespiti ve kartografik haritalama yer almaktadır (Anonim 2018).

Sivil amaçlı ilk yeryüzü gözlem uydusu olan Landsat-1, 23 Temmuz 1972'de Amerikan Uzay Merkezi tarafından yörüngesine konumlandırılmış, daha sonraki yıllarda Landsat serisinden altı uydu daha uzaya fırlatılmıştır. 1970'li yıllarda Landsat uydusuna yerleştirilmiş Multi spektral Tarayıcı Sistem (Multispectral Scanner System, MSS) algılayıcısı vasıtasıyla görünür ve yakın kızılötesinde dört bantta 60m konumsal çözünürlükte veri alınırken 1980'li yıllarda TM algılayıcısının geliştirilmesiyle birlikte çözünürlük 30m mertebesine yükseltilmiş, bant sayısı ise 4'ten 7'ye yükselmiştir. Son Landsat sistemlerinde TM algılayıcısı yerine benzer özellikli ETM+ algılayıcısı kullanılmıştır. Landsat-7'de termal bant çözünürlüğü 60 m'ye yükseltilmiş ve 15 m konumsal çözünürlüğe sahip bir pankromatik bant ilave edilmiştir. Özellikle 1990'lı yılların başından itibaren teknolojik gelişmelere paralel olarak birçok ülke tarafından

çeşitli özellikte uydu programları geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır (Kavzoğlu ve Çölkesen 2011).

En son piyasaya sürülen uydu ise Landsat-8 uydusudur. Bu çalışmada Landsat-8 uydusuna ait görüntüler kullanıldığı için bu uydu verileri üstünde durulmuştur. Çizelge 3.2’de Landsat uydularına ait bilgiler verilmiştir (Anonim 2018).

Çizelge 3.2. Landsat Programında Bulunan Uyduların Görev Başlangıç-Bitiş Tarihleri ve Algılayıcı Tipleri (MSS: Multi spektral Tarayıcı Sistem, TM: Tematik Haritalandırıcı, ETM: Gelişmiş Tematik Haritalandırıcı, ETM+: Gelişmiş Tematik Haritalandırıcı Artı, OLI: Operasyonel Arazi Görüntüleyici, TIRS: Termal Kızılötesi Algılayıcı)

S.N	Uydu Adı	Görev Başlangıcı	Görev Bitiş	Algılayıcı Tipi	Konumsal Çözünürlük
1	Landsat-1	23 Temmuz 1972	6 Ocak 1978	MSS	60 m
2	Landsat-2	22 Ocak 1975	25 Şubat 1982	MSS	60 m
3	Landsat-3	5 Mart 1978	31 Mart 1983	MSS	60 m
4	Landsat-4	16 Temmuz 1982	31 Mart 1983	MSS, TM	30 m - 60 m
5	Landsat-5	1 Mart 1984	5 Haziran 2013	MSS, TM	30 m - 60 m
6	Landsat-6	5 Ekim 1993	5 Ekim 1993	ETM	15 m – 30 m
7	Landsat-7	15 Nisan 1999	Hala aktif	ETM+	15 m – 30 m
8	Landsat-8	11 Şubat 2013	Hala aktif	OLI, TIRS	15 m – 30 m
9	Landsat-9	2020 Aralık (beklenen)	-	OLI-2, TIRS-2	-

a) Landsat-8 Uydusu

Landsat-8, 11 Şubat 2013 tarihinde piyasaya sürülen bir Amerikan Dünya gözlem uydusudur. Landsat programındaki sekizinci ve yörüngeye başarıyla ulaşan yedinci uydudur. Başlangıçta NASA ve Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmaları (USGS) arasındaki işbirliği Landsat Veri Sürekliliği Misyonu (LDCM) olarak adlandırılmıştır. NASA, yer üstü sistemlerin geliştirilmesini sağlamış ve devam eden misyon operasyonlarını yürütürken, USGS, fırlatma aracının geliştirilmesi, görev sistemleri mühendisliği ve devralınmasını sağlamıştır (Anonim 2013).

Landsat-8 uydusunun ana hedefi ve görevi şunlardır (Anonim 2013).

1. Dünya üzerindeki kara kütlelerinin 5 yıldan az olmayan bir süre boyunca mevsimsel kapsamını ortaya koyan orta çözünürlüklü (30 metre uzamsal çözünürlük) multispektral görüntü verilerini toplamak ve arşivlemek;

2. Landsat-8 verilerinin, daha önceki Landsat misyonlarından elde edilen satın alma geometrisi, kalibrasyon, kapsama özellikleri, spektral özellikler, çıktı ürün kalitesi ve zaman içinde arazi ve arazi kullanımı değişiklik çalışmalarına izin vermek için veri kullanılabilirliği açısından verilerle yeterince tutarlı olmasını sağlamak;

3. Landsat-8 veri ürünlerini, kullanıcıya hiçbir ücret ödmeden, ayırım gözetmeden dağıtmak.

Dünya'nın kara yüzeyine ve kutup bölgelerine 15 metreden 100 metreye kadar makul çözünürlükte görüntüler sunan Landsat-8 görünür, kızılötesi yakın, kısa dalga kızılötesi ve termal kızılötesi spektrumlarında çalışır. Landsat-8'de Operasyonel Arazi Görüntüleyici (Operational Land Imager, OLI) ve Termal Kızılötesi Algılayıcı (Thermal Infrared Sensor, TIRS) algılayıcıları kullanılmıştır (Anonim 2013).

b) Operasyonel Arazi Görüntüleyici -OLI

OLI dokuz spektral banttan veri toplar. Dokuz grubun yedisi, önceki Landsat uydularında bulunan ve Landsat verileriyle uyumluluk sağlayan ve aynı zamanda ölçüm yeteneklerini geliştiren TM ve ETM + algılayıcılarıyla tutarlıdır. İki yeni spektral bant, derin mavi kıyı / aerosol bandı ve kısa dalga kızılötesi sirrus bandı dalgalarını toplar ve bilim adamlarının su kalitesini ölçmelerine ve yüksek, ince bulutların algılanmasının iyileştirmelerine olanak sağlar (Anonim 2013). Bu bantlara ait özellikler Çizelge 3.3'de belirtilmiştir (Anonim 2017).

Çizelge 3.3 OLI Spektral Bant Özellikleri

Spektral Bant	Dalga boyu	Çözünürlük
Band1 -Kıyı/ Aerosol	0,433 - 0,453 μm	30 m
Bant 2- Mavi	0,450 - 0,515 μm	30 m
Bant 3 – Yeşil	0.525 - 0.600 μm	30 m
Bant 4 – Kırmızı	0,630 - 0,680 μm	30 m
Bant 5 - Yakın Kızılötesi	0,845 - 0,885 μm	30 m
Bant 6 - Kısa Dalga Boyu Kızılötesi	1,560 - 1,660 μm	30 m
Bant 7 - Kısa Dalga Boyu Kızılötesi	2,100 - 2,300 μm	30 m
Bant 8- Pankromatik	0.500 - 0.680 μm	15 m
Bant 9 – Sırrus	1,360 - 1,390 μm	30 m

c) Termal Kızılötesi Algılayıcı - TIRS

TIRS, Landsat-8 uydusuna sonradan eklenmiştir. Algılayıcının gelişimini hızlandırmak için tasarım ömrü kısa tutulmuştur. Bu nedenle, TIRS sadece üç yıllık bir tasarım ömrüne sahiptir. NASA Goddard Uzay Uçuş Merkezi tarafından yaptırılan TIRS, termal görüntüleme gerçekleştirir ve su yönetimi için buharlaşma, transpirasyon (terleme) hızı ölçümleri gibi yeni ortaya çıkan uygulamaları destekler. TIRS odak düzlemi, Landsat programında bir ilk olan kızılötesi radyasyonu tespit etmek için GaA Quantum Well Infrared Photodetector dizilerini (QWIP olarak bilinir) kullanır (Anonim 2013). Bu algılayıcının algıladığı bantlara ait özellikler Çizelge 3.4’de belirtilmiştir (Anonim 2017).

Çizelge 3.4. TIRS Spektral Bant Özellikleri

Spektral Bant	Dalga boyu	Çözünürlük
Bant 10 - Uzun Dalga Boyu Kızılötesi	10.30 - 11.30 μm	100
Bant 11 - Uzun Dalga Boyu Kızılötesi	11.50 - 12.50 μm	100

3.3. Ön İşlem

Bu tez çalışmasında ‘Dicle Nehri Havzasında Toprak Nem Ölçümleri ile SAR İmgeleri Arasındaki İlişkiyi Saptama ve Bu İlişkiye Dayalı Toprak Neminin Tahmini ’ başlıklı doktora tezi kapsamında kullanılan Radarsat-2 uydusuna ait ön işlemlerden geçmiş 8 Nisan 2015 tarihli multi-zamanlı tam polarimetrik fine mod FQ görüntüleri kullanılmıştır. Landsat-8 uydusu için ise 7 Nisan 2015 ve 25 Mayıs 2015 tarihine ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu iki uyduya ait görüntüler çeşitli ön işlemlerden geçirilmiştir.

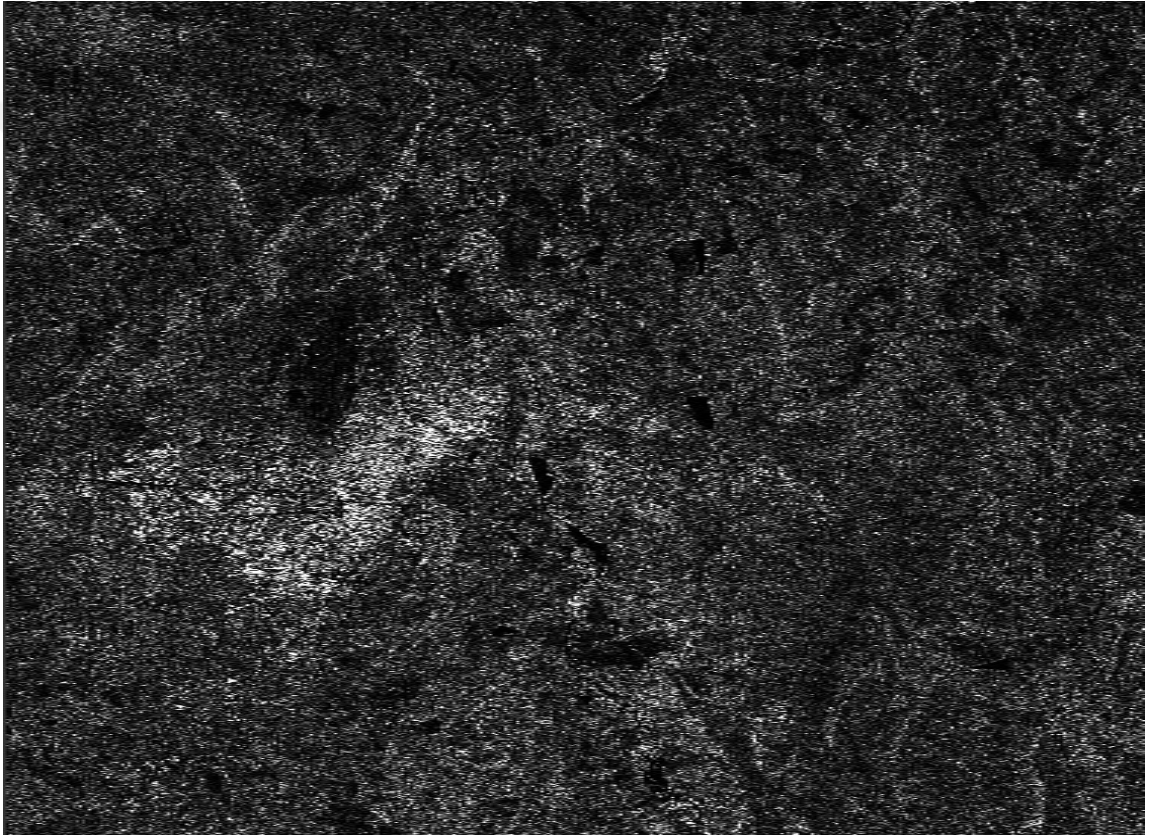
3.3.1. Radarsat-2 Görüntüsü Ön İşlemleri

Radarsat-2 görüntüsü aşağıda belirtilen ön işlemlerden geçirilmiştir. Bu ön işlemler şunlardır;

- Radarsat-2 Verisinin Okunması (Open Product)
- Verilerin Kalibrasyonu (Calibration the Data)
- Çoklu-Bakış (Multi looking)
- Benek Azaltımı (Speckle Reduction)
- Arazi Düzeltme (Terrain Correction)

i) Radarsat-2 Verisinin Okunması

Radarsat-2 verilerinin okunması için birçok yazılım (ENVI, SARscape, PCI Geomatica, PolSARPro, ERDAS vb.) mevcuttur. Bu çalışmada ise ve Sentinel-1 yazılımları kullanılmıştır. Şekil 3.6'da, Diyarbakır iline ait 8 Nisan 2015 tarihli Radarsat-2 SLC görüntüsüne ait dört farklı (HH, HV, VH, VV) banttan sadece VH polarizasyonlu **Intensity_VH** bandı okutulmuştur (Acar 2017). Bu görüntü SLC eğik mesafe görüntüsü olup çoklu-bakış uygulanmamıştır. Radarsat-2 SLC görüntüsü azimut yönünde (y eksen) gerilmiş ve yüksek oranda gürültü içermektedir (Veci 2016).

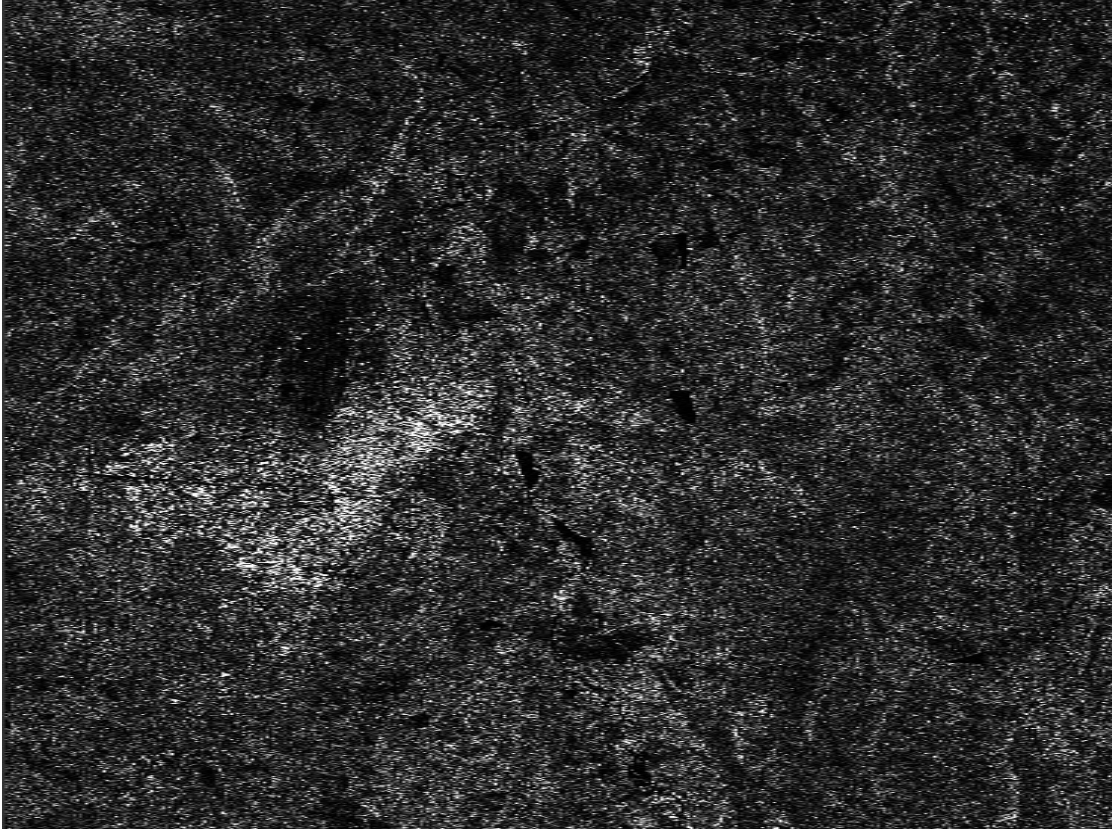


Şekil 3.6. 08.04.2015 tarihli ve vh polarizasyonlu fine-quad Radarsat-2 görüntüsü

ii) Verilerin Kalibrasyonu

SAR tabanlı Radarsat-2 verileriyle doğru şekilde çalışmak için önce veriler kalibre edilmelidir. Kalibrasyon, bir SAR görüntüsünü radyometrik olarak düzeltir, böylece piksel değerleri gerçekten yansıtan yüzeyin radar geri saçılmasını temsil eder. SAR verisinin niceliksel kullanımı için kalibrasyon esastır (Veci 2016). Bu işlem için

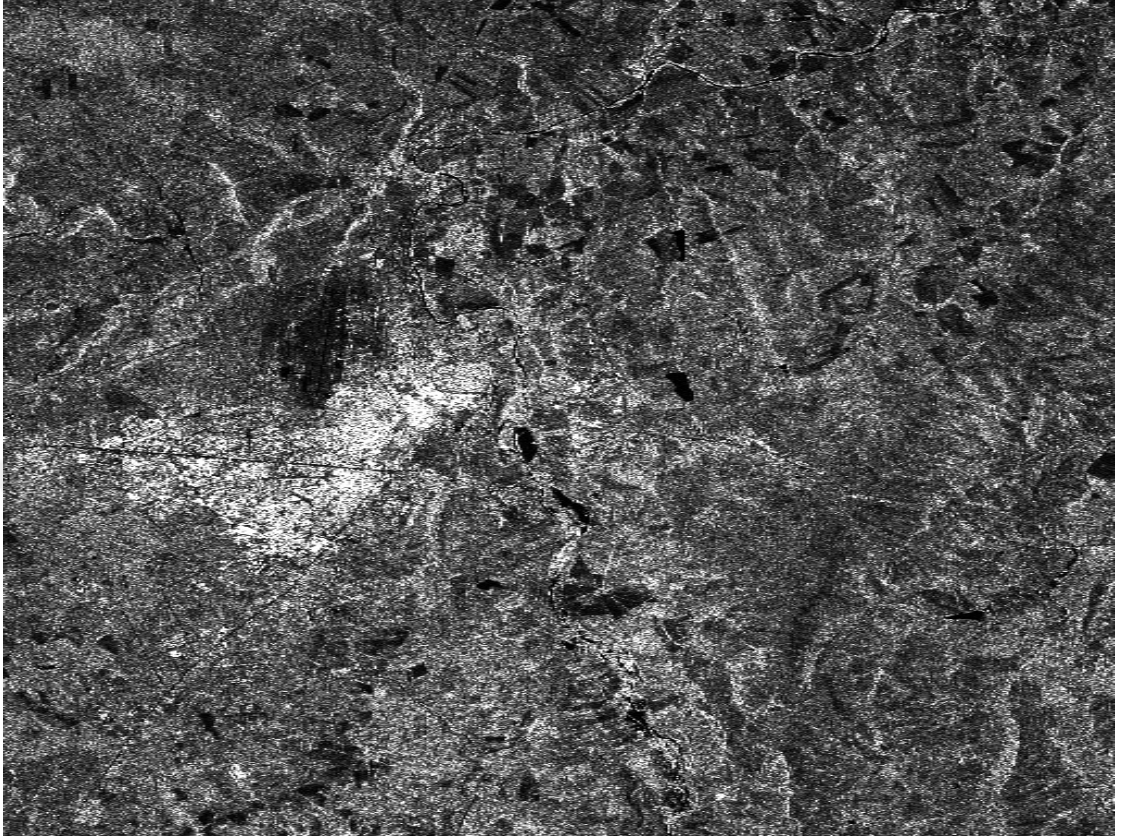
ESA Sentinel-1 Snap 4.0 yazılımı kullanılmıştır. Şekil 3.7’de Diyarbakır iline ait 08.04.2015 tarihli ve VH polarizasyonlu FQ Radarsat-2 verisinin kalibrasyon sonrası görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 3.7. 08.04.2015 tarihli ve vh polarizasyonlu fine-quad Radarsat-2 görüntüsünün kalibrasyonu

iii) Çoklu-Bakış

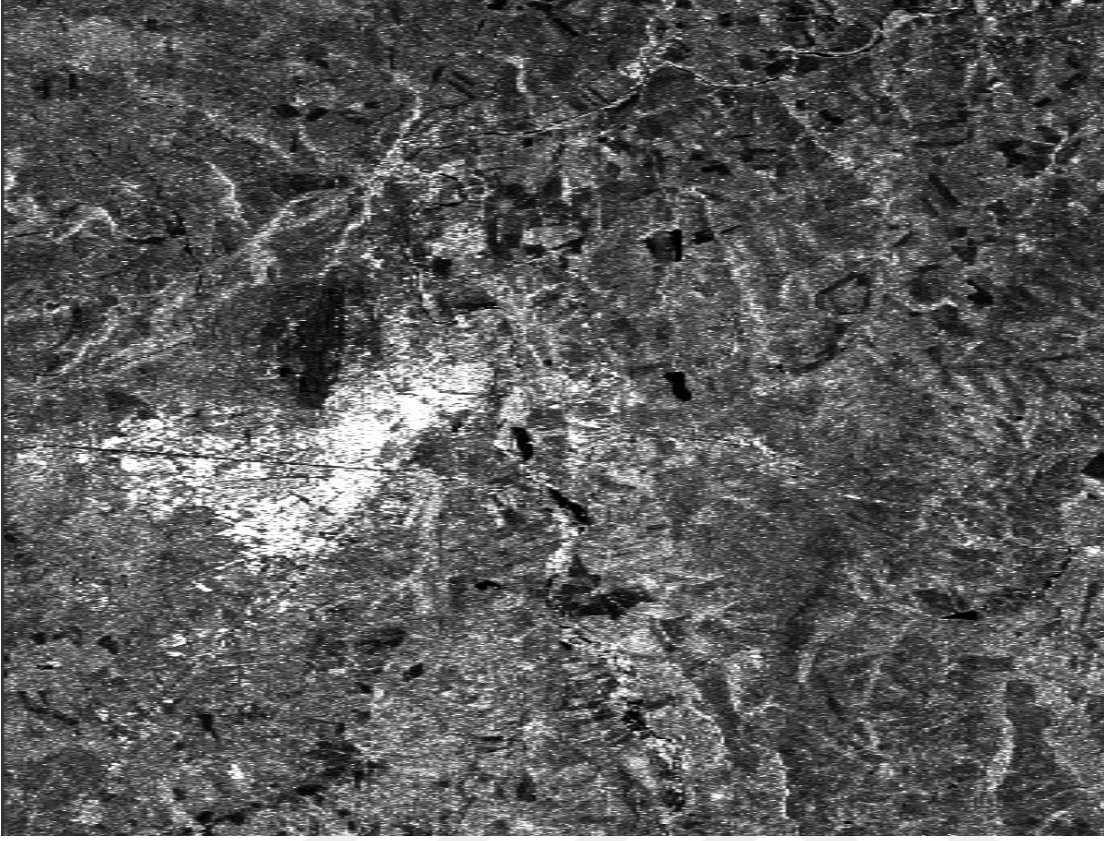
Çoklu görüntü işleme, nominal görüntü piksel boyutuna sahip bir ürünü üretmek için kullanılabilir. Radyometrik çözünürlüğü geliştiren ancak uzamsal çözünürlüğü düşüren aralık ve / veya azimut çözünürlük hücrelerinin ortalaması alınarak çoklu görünüm elde edilebilmektedir. Sonuç olarak, görüntü eğik aralıktan toprak aralığına dönüştürüldükten sonra daha az gürültüye ve yaklaşık kare piksel aralığına sahip olacaktır. Çoklu-bakış isteğe bağlı bir adım olduğu için, görüntüye arazi düzeltme işlemi uygulandığında gerekli değildir (Veci 2016). Çoklu-bakış işlemi sonrası oluşturulmuş 08.04.2015 tarihli Radarsat-2 görüntüsü Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Çoklu-bakış işlemi sonrası oluşturulmuş 08.04.2015 tarihli Radarsat-2 görüntüsü

iv) Benek Azaltımı

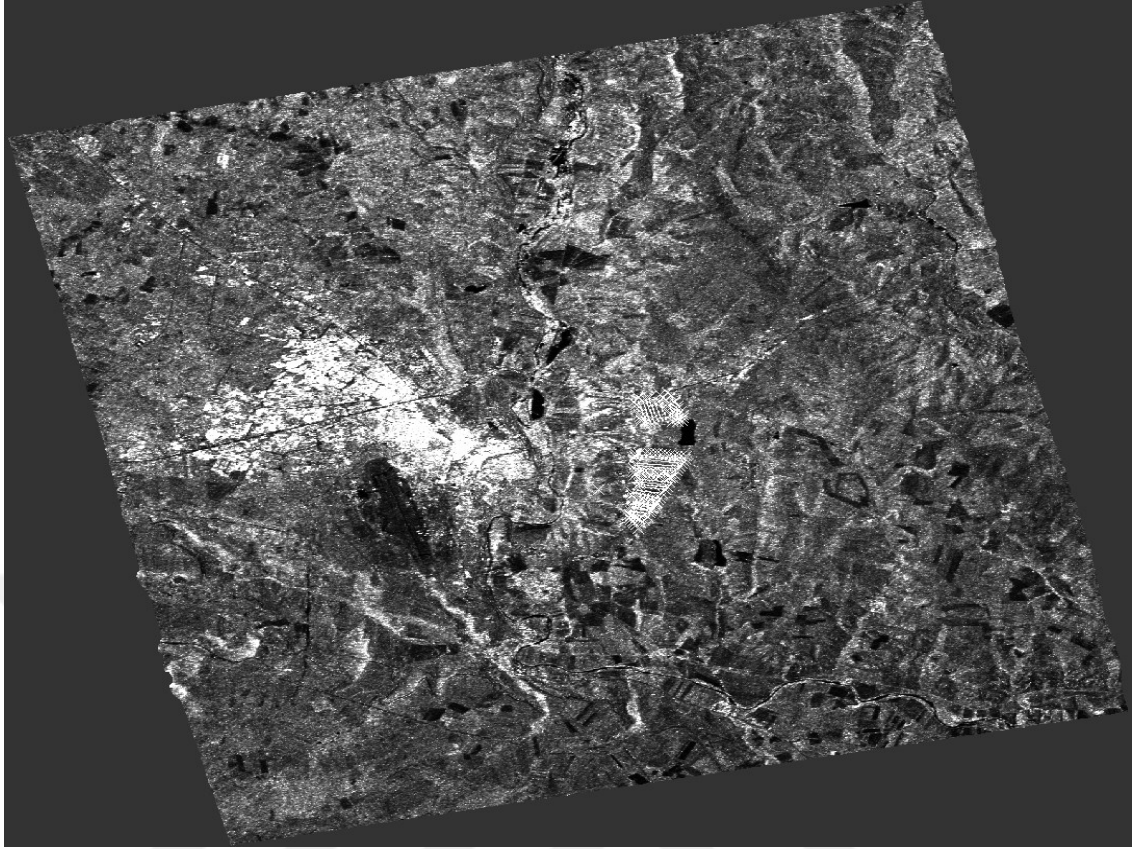
Benek, görüntü boyunca tuz ve karabiber gürültüsüne yol açan rastgele yapıcı ve yıkıcı girişimden kaynaklanır. Benek filtreleri, bulanık özellikler veya düşük çözünürlükte maliyetle benek miktarını azaltmak için verilere uygulanabilir (Veci 2016). Bu işlem için ESA Sentinel-1 Snap 4.0 yazılımı kullanılmıştır. Benek azaltımı işlemi sonrası 08.04.2015 tarihli Radarsat-2 görüntüsü Şekil 3.9’ da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. 08.04.2015 tarihli, vh polarizasyonlu fine-quad Radarsat-2 görüntüsüne benek filtresinin uygulanması

v) Arazi Düzeltme

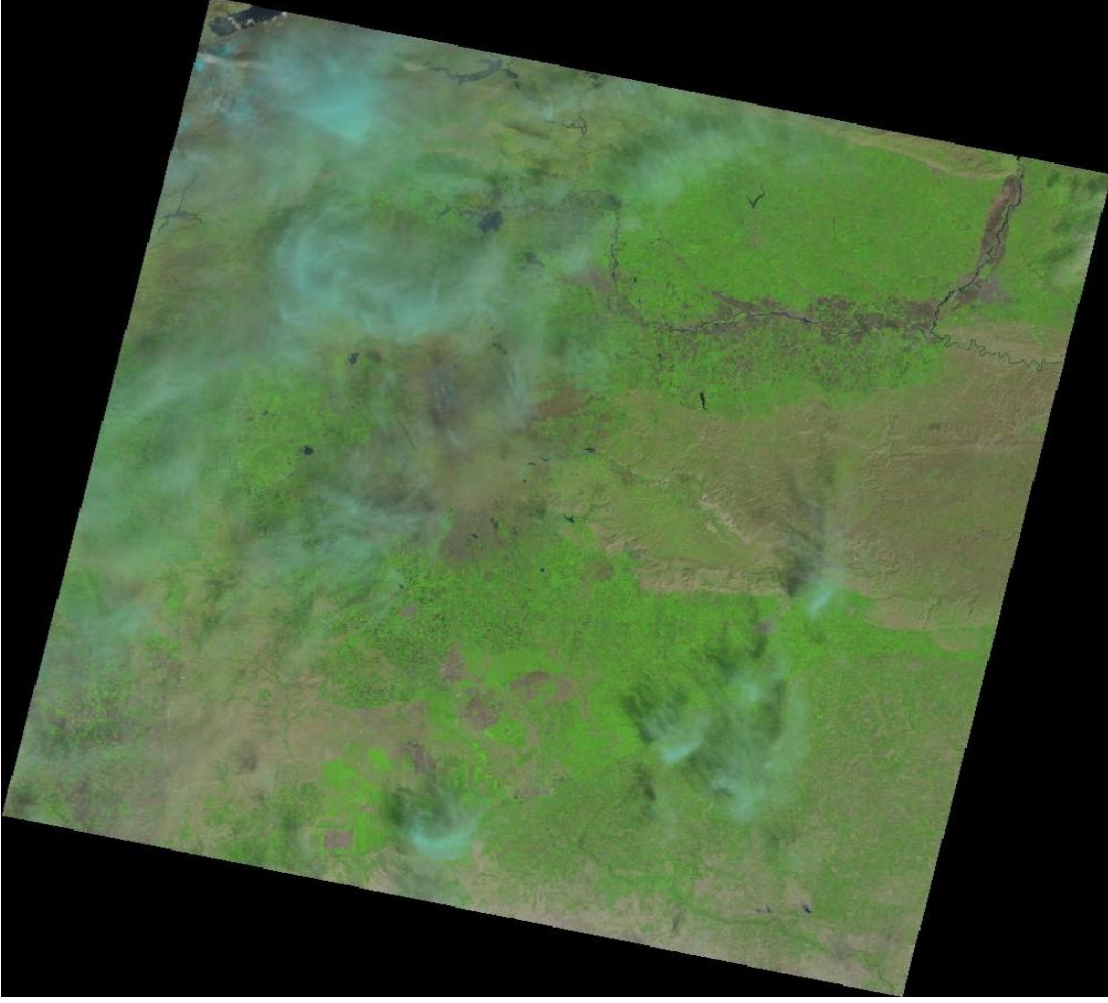
Arazi düzeltme işleminde, dijital yükseklik modeli (DEM) kullanılarak SAR geometrik bozulmaları düzeltilip görüntünün coğrafi kodlaması yapılmaktadır. Ayrıca, arazi düzeltme ile tahmini bir veri haritası oluşturulabilmektedir (Acar 2017). 08.04.2015 tarihli, çoklu-bakış ve filtreleme işlemi yapılmış vh polarizasyonlu Radarsat-2 görüntüsüne arazi düzeltme işleminin uygulanması sonrasında elde edilen görüntü Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



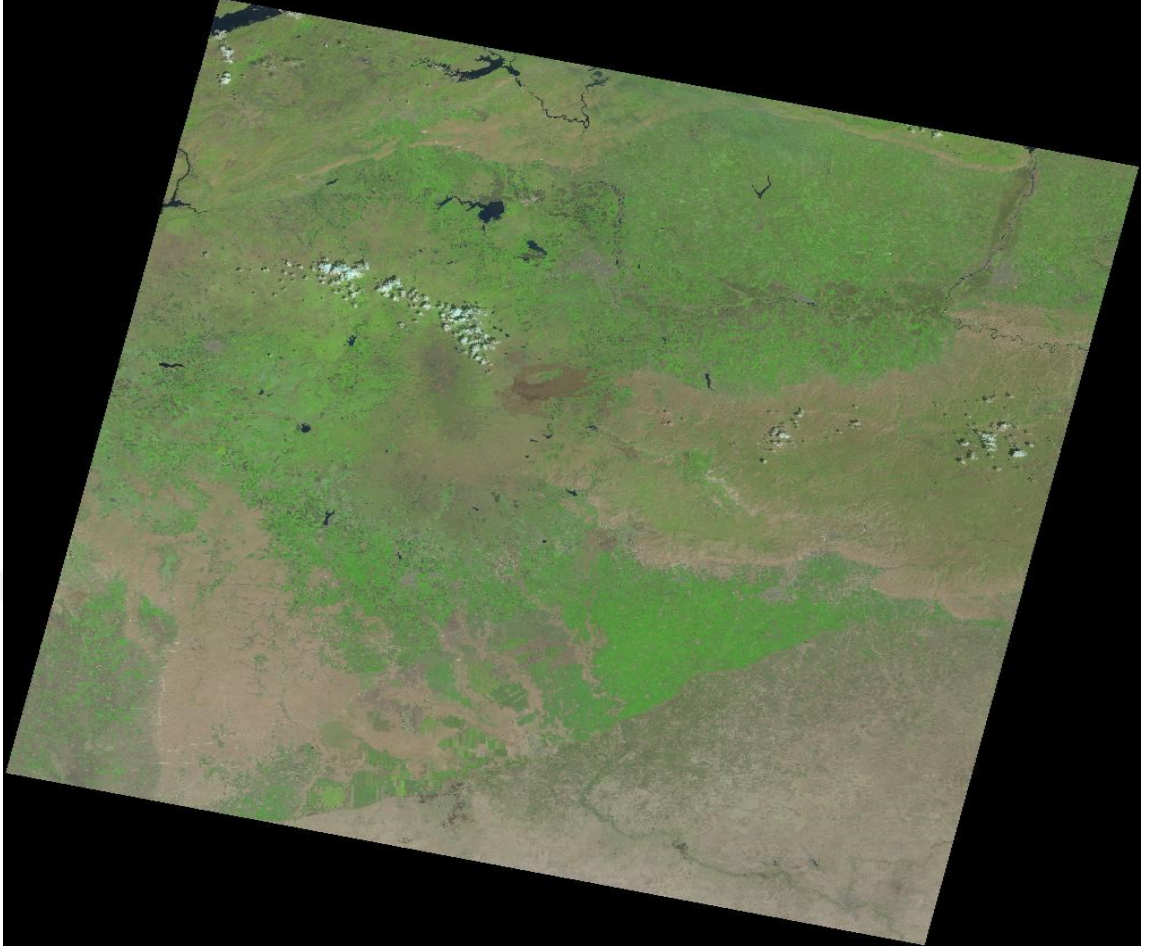
Şekil 3.10. 08.04.2015 tarihli, çoklu-bakış ve filtreleme işlemi yapılmış vh polarizasyonlu Radarsat görüntüsüne arazi düzeltme işleminin uygulanması

3.3.2 Landsat-8 Görüntüsü Ön İşlemleri

Landsat-8 uydusunun 7 Nisan 2015 ve 25 Mayıs 2015 tarihlerine ait görüntüleri kullanılmıştır. Bu uydudaki tarihin Radarsat-2 uydusundaki tarihinden farklı olmasının sebebi Landsat-8 uydusunun elektro optik algılayıcılarla çalışmasıdır. Bu algılayıcılar bulutlu ve yağışlı hava şartlarında net görüntü alamamaktadır. Bu yüzden bu tarihe en yakın havanın açık olduğu 7 Nisan 2015 ve 25 Mayıs 2015 tarihli görüntüler seçilmiştir. 7 Nisan 2015 ve 25 Mayıs 2015 tarihlerine ait Diyarbakır ili uydu ham görüntüleri Şekil 3.11 ve Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

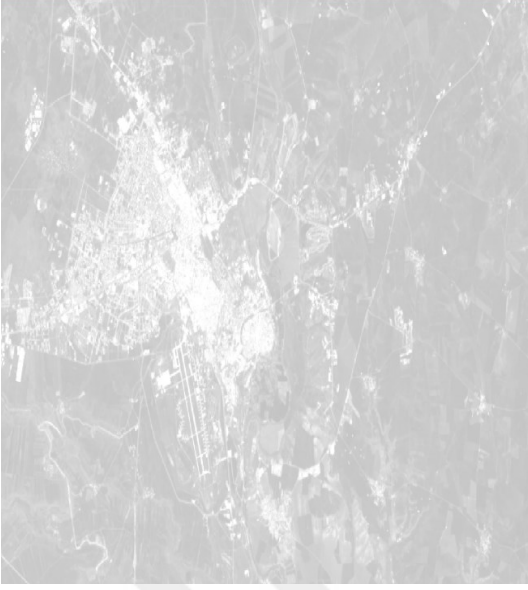


Şekil 3.11. Diyarbakır iline ait 07.04.2015 tarihli, Landsat-8 uydusuna ait uydu görüntüsü.



Şekil 3.12. Diyarbakır iline ait 25.05.2015 tarihli, Landsat-8 uydusuna ait uydu görüntüsü.

Bu çalışmada Landsat-8 verisine ait verinin okunması için bir coğrafi bilgi sistem yazılımı olan QGIS 2.18.19 kullanılmıştır. Landsat-8 verisi programda okunduğu zaman karşımıza Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’de belirtilen 11 farklı spektral banda ait görüntü elde edilmiştir. Bu bantlara ait görüntüler Şekil 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 ve 23’de gösterilmiştir.

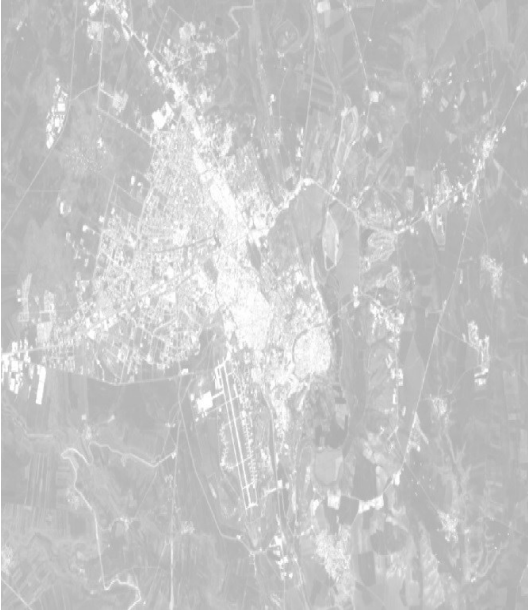


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

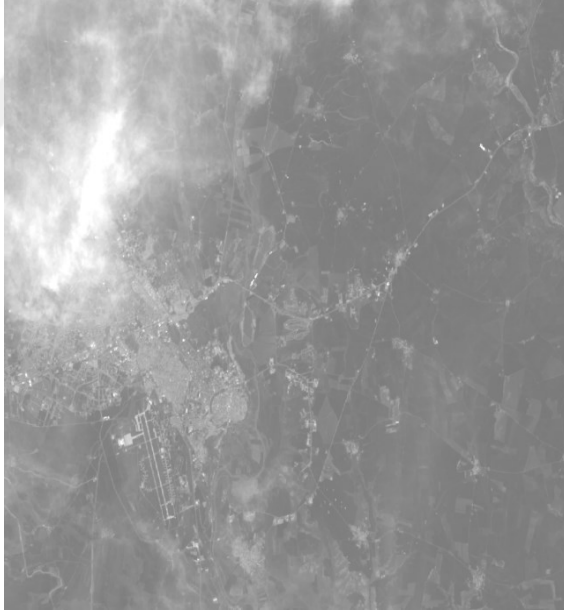


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.13. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 1 görüntüleri

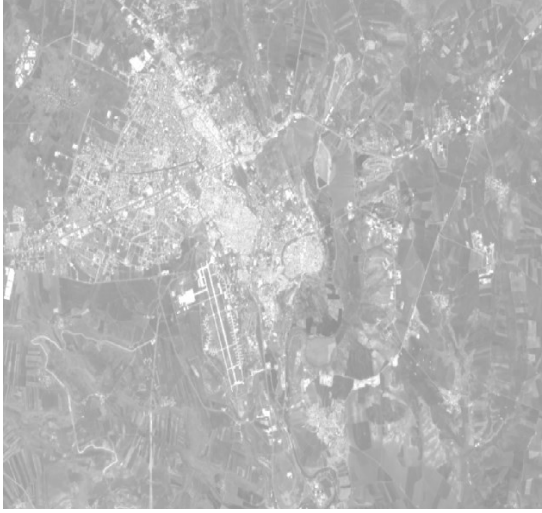


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

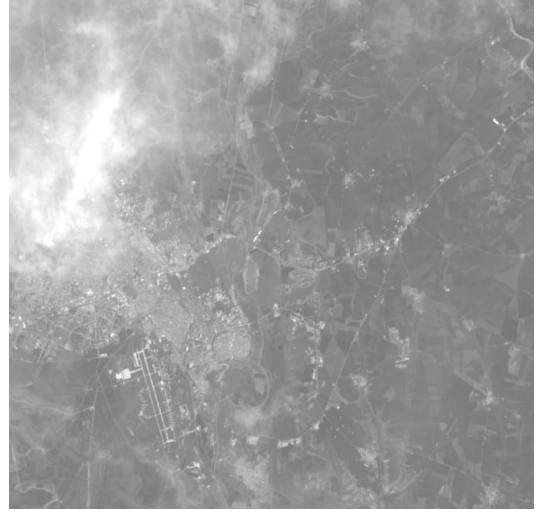


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.14. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 2 görüntüleri

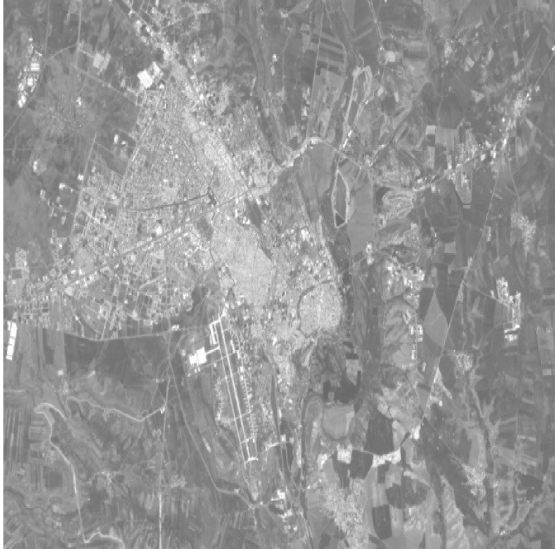


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

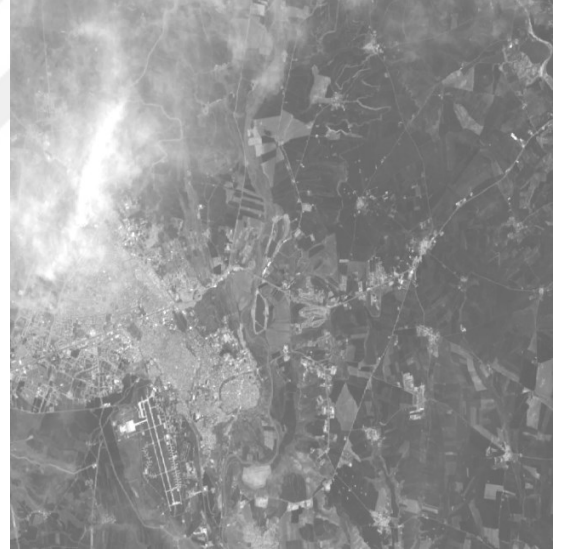


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.15. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 3 görüntüleri

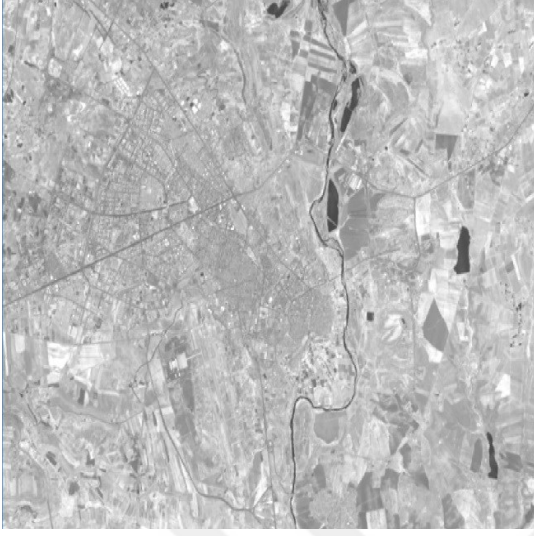


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

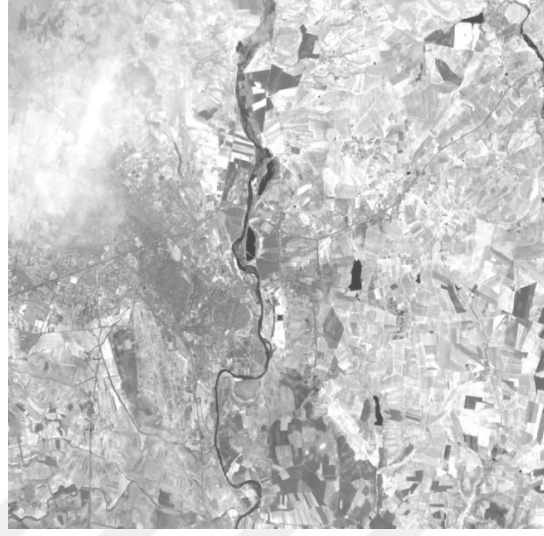


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.16. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 4 görüntüleri



(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

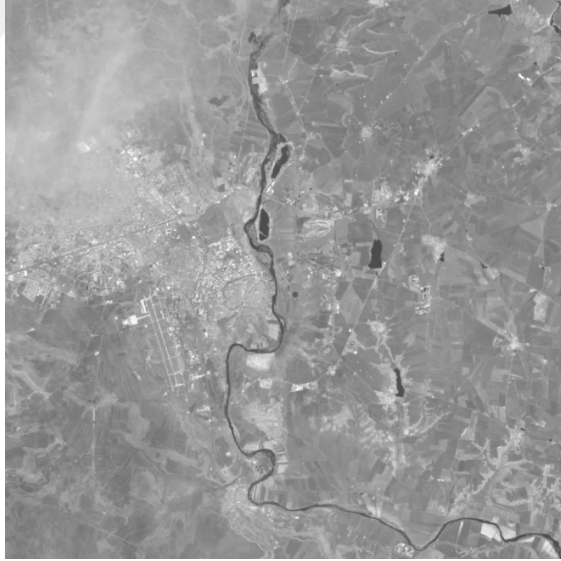


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.17. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 5 görüntüleri

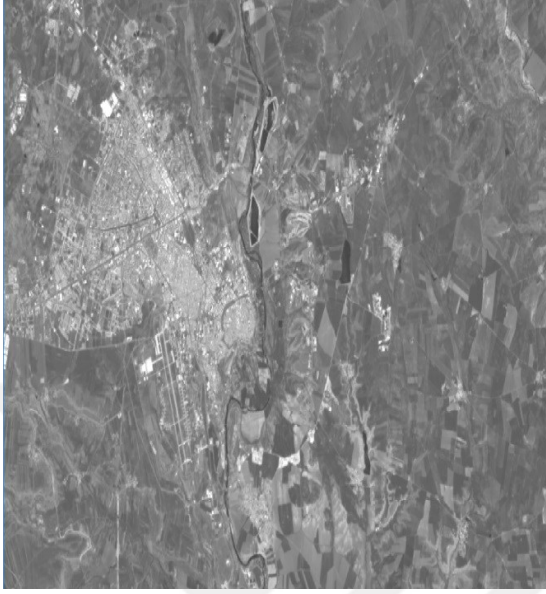


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli



(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.18. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 6 görüntüleri

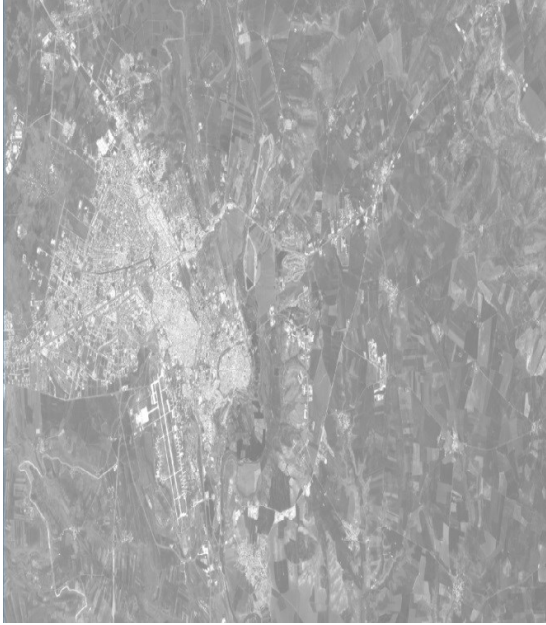


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

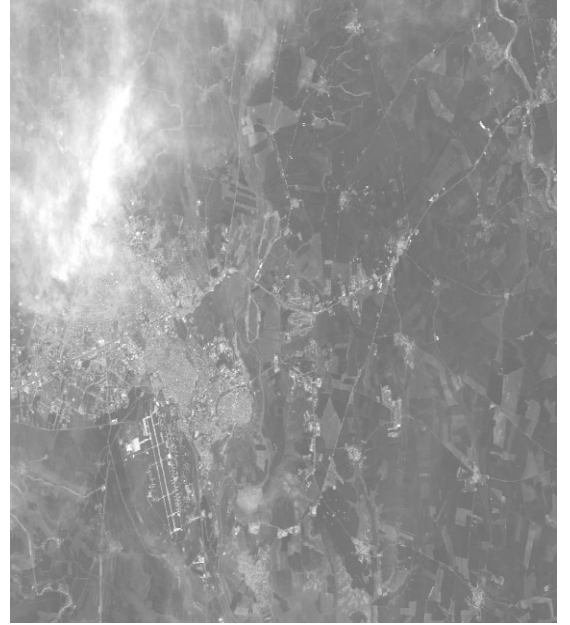


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.19. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 7 görüntüleri



(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

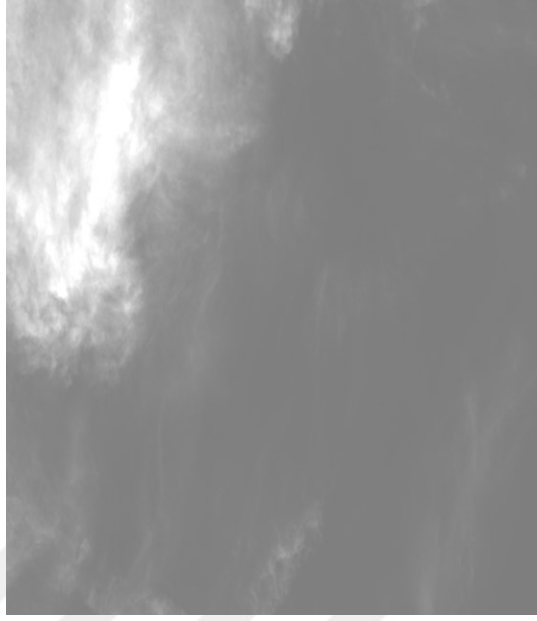


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.20. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 8 görüntüleri

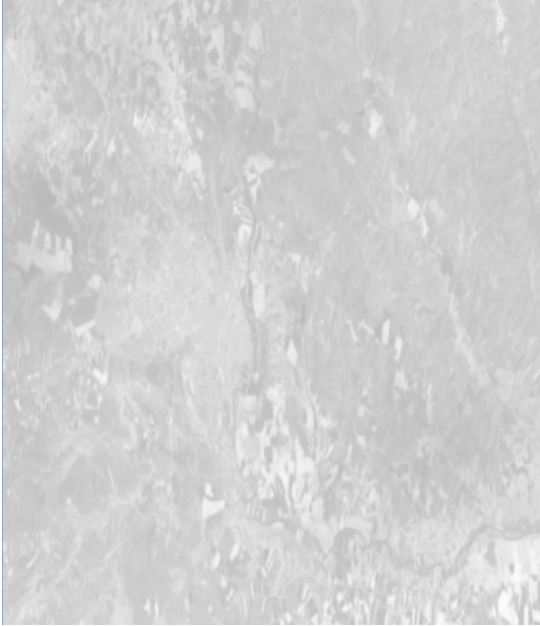


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

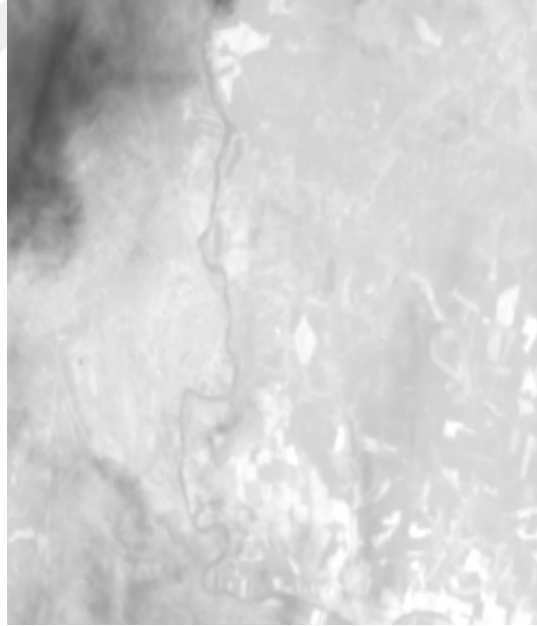


(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.21. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 9 görüntüleri

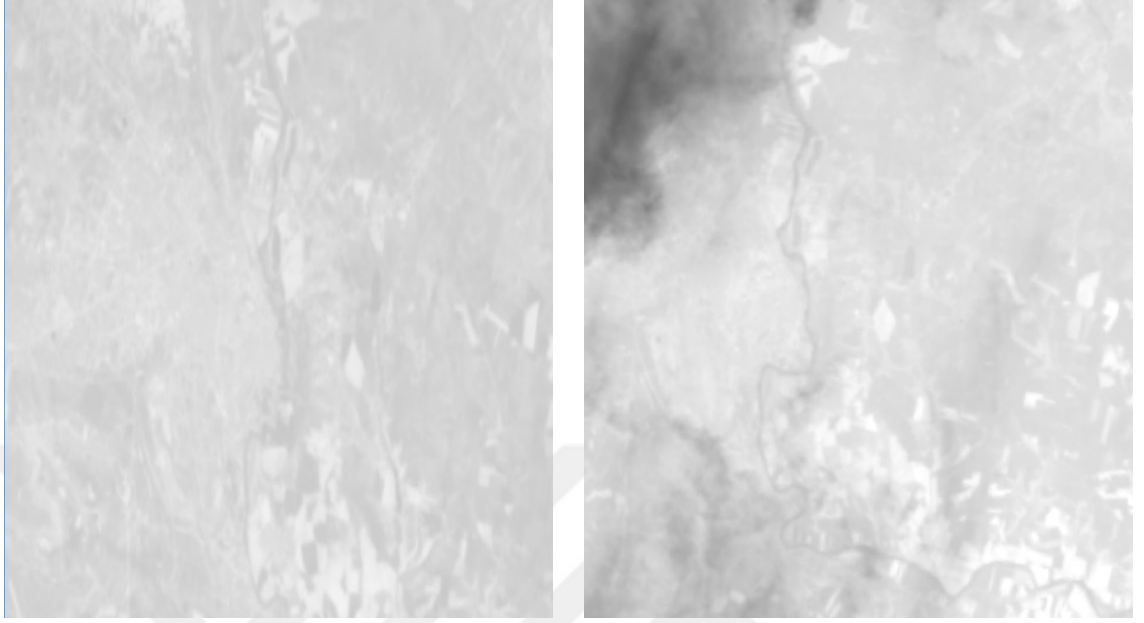


(a) 25 Mayıs 2015 tarihli



(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.22. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 10 görüntüleri



(a) 25 Mayıs 2015 tarihli

(b) 7 Nisan 2015 tarihli

Şekil 3.23. Dicle Üniversitesi tarımsal arazilerine ait Landsat-8 uydusunun ilgili tarihlerdeki Bant 11 görüntüleri

3.4. Özellik Çıkarımı

Yeryüzündeki bitki çeşitliliği ve bitki örtüsü yoğunluğunu uzaktan algılama sistemlerini kullanarak gözlemlemek mümkündür. Bunun içinde bitki örtüsü indeksleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada iki farklı tür bitki örtüsü indeksi incelenmiştir. İlk incelenen bitki örtü indeksi SAR uydu sistemlerinde kullanılan RVI'dir. İkinci olarak incelenen bitki örtüsü indeksi ise elektro optik bazlı çalışan uydularda kullanılan multispektral bitki örtüsü çeşitlerinden olan NDVI' dir.

3.4.1. Radar Bitki Örtüsü İndeksi (RVI)

Kim ve van Zyl (2001) bir çeşit radar bitki örtüsü indeksi olan Eşitlik 3.1'i (RVI) önermiştir.

$$RVI = \frac{4 * \min(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} \quad (3.1)$$

Eşitlikte bulunan λ_1, λ_2 ve λ_3 terimleri farklı bantlara ait dalga boyunu ifade etmektedir. Aynı yazarlar tarafından söz konusu bağıntı Eşitlik 3.2'deki şekilde değiştirilmiştir (2009).

$$RVI = \frac{8\sigma_{HV}}{\sigma_{HH} + 2\sigma_{HV} + \sigma_{VV}} \quad (3.2)$$

Eşitlikte bulunan $\sigma_{HH}, \sigma_{HV}, \sigma_{VH}, \sigma_{VV}$ terimleri farklı bantlara ilişkin geri saçılma değerlerini ifade eder.

RVI Elektromanyetik spektrumun mikrodalga bölgesinde, bitki örtüsüyle saçılan olay enerjisinin yoğunluğu temel olarak kanopi yapılarının, dielektrik özelliklerin boyutu, şekli ve yönü gibi kanopi yapılarının bir fonksiyonudur. Ayrıca, geri saçılmış mikrodalga, frekans, polarizasyon ve geliş açısı gibi algılayıcı konfigürasyonundan etkilenir (Koppe ve ark. 2013).

Dizinin çeşitli alanlara uygulanması sürecinde; mahsul yapısının, geliş açısının ve çevresel koşulların etkisini bir dizinin en aza indirmeye çalışması gerekir. RVI, insidans açısına ve çevre koşullarındaki değişikliklere karşı daha az duyarlı olacaktır. Bu polarimetrik indeks, zaman serisi gözlemlerini kullanarak büyüme seviyesini izlemek için en uygun olanıdır. Bununla birlikte, az sayıda çalışmanın RVI ile biyofiziksel parametreler arasında bir ilişki kurma üzerine çalıştığı görülmektedir (Kim ve ark., 2012). RVI genellikle 0 ile 1 arasındadır ve saçılmanın rastgeleliğinin bir ölçüsüdür. Düzgün bir çıplak yüzey için RVI sıfıra yakındır ve bir bitki örtüsü büyüdükçe artar (Kim ve van Zyl, 2009).

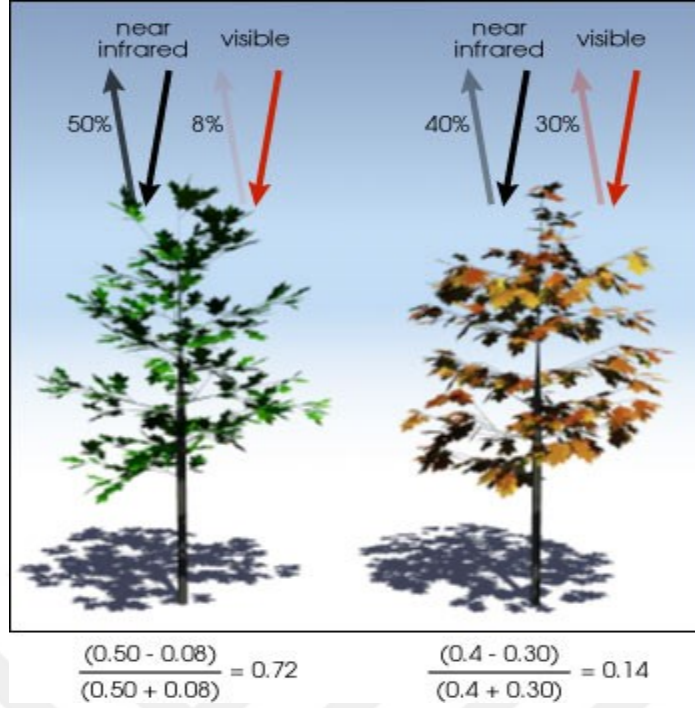
Bu çalışmada Şekil 3.10'da filtre işlemlerinden geçmiş olan Radarsat-2 görüntüsü kullanılmıştır. Bu görüntünün seçilme nedeni Nisan ayında bitki örtüsünün belirginleşmesi ve yeşil alan yoğunluğunun fazla olmasıdır. Görüntü üzerinde 281 adet GPS verisi işlenmiş olup bu GPS verilerine ait dört farklı banda ait geri saçılma değerleri ($\sigma_{HH}, \sigma_{HV}, \sigma_{VH}, \sigma_{VV}$) bulunmuştur (Acar 2017). Daha sonra Eşitlik 3.2 doğrultusunda her bir GPS noktasına ait RVI değeri bulunmuştur.

3.4.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Bitki örtüsü yoğunluğunu belirlemek için birçok yöntem geliştirilmiştir. NDVI en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. NDVI yönteminde elektromanyetik spektrumunun görünür ve yakın kızıl ötesi bölgeleri kullanılmıştır. Güneş ışığı nesnelere çarptığında, bu spektrumun belirli dalga boyları emilir ve diğer dalga boyları yansıtılır. Bitki yapraklarındaki pigment klorofil, fotosentezde kullanım için görünür ışığı (kırmızı, 0,4 μm - 0,7 μm) güçlü bir şekilde emer. Öte yandan, yaprakların hücre yapısı kızıl ötesi ışığı kuvvetle yansıtmaktadır (0,7 μm - 1,1 μm). Bir bitkinin yaprakları ne kadar fazlaysa, bu ışık dalga boyları o kadar fazla etkilenir (Weier ve Herring 2000). Bu bilgiler doğrultusunda NDVI formülü Eşitlik 3.3'deki şekilde tanımlanmıştır (Rouse ve ark.1974).

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (3.3)$$

Eşitlikte bulunan ρ_{NIR} ve ρ_{RED} sırasıyla yakın kızılötesi ve kırmızı (görünür) bantlara ait yansıma değerleri ifade eder.



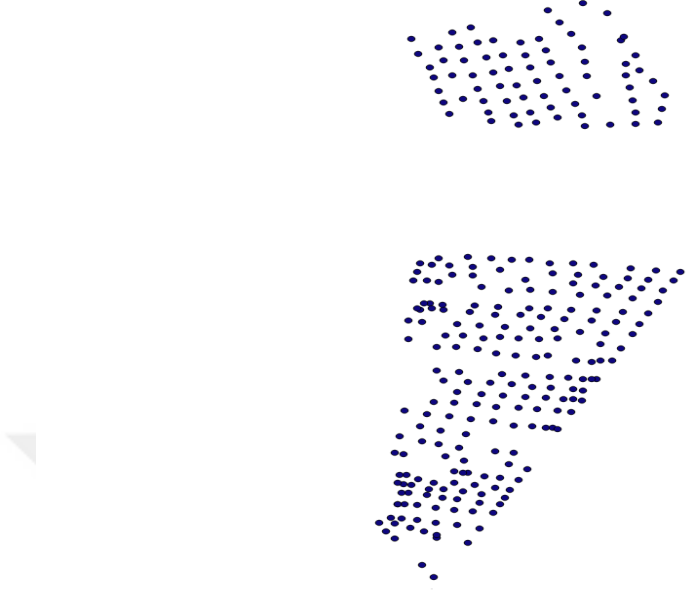
Şekil 3.24. Sağlıklı bitki örtüsü (solda) ve sağlıksız bitki örtüsünün (sağda) görünür (visible) ve yakın kızılötesi (near infrared) ışığa karşı duyarlılığı (Çizim : Robert Simon)

Şekil 3.23’de görüldüğü gibi yeşil bitkiler yakın kızılötesi ışıkları yüksek oranda yansıtırken görünür (kırmızı) ışığı daha az yansıtmaktadır. NDVI değeri -1 ile +1 arasında değişmektedir. Çok düşük NDVI değerleri (≥ 0.1) kaya, kum, kar veya çorak alanlara karşılık gelir. Orta değerler çalı ve otlakları (0,2 - 0,3) gösterirken, yüksek değerler ılıman ve tropikal yağmur ormanlarını (0,6 - 0,8) gösterir. (Weier ve Herring 2000). Eksi değerler genelde buzul veya sulak alanları gösterirken, değerler +1’e yaklaştıkça bitki örtüsü yoğunluğunun arttığı anlamına gelir.

3.5. GPS Verilerinin NDVI Görüntüsüne İşlenmesi

Bu çalışmada Dicle Üniversitesi tarım havzasında bulunan iki tarım alanı incelenmiştir. Bu iki tarım alanındaki 281 farklı noktaya ait GPS verileri bu çalışmada kullanılmıştır. Bu verilere ait konum bilgileri ‘excel çalışma sayfası’ ortamına aktarılmıştır. Excel dosyasının uzantısı çalışma sayfası formatından ‘virgülle ayrılmış değerler’ dosyasına çevrilmiştir. Bu GPS verileri QGIS 2.18.19 coğrafi bilgi sistemi

programında ‘sınırlandırılmış metin katmanı’ ekle sekmesi kullanılarak okutulmuştur. Bunun sonucunda da Şekil 3.25’deki görüntü elde edilmiştir.



Şekil 3.25. Dicle Üniversitesi tarım alanında bulunan 281 farklı GPS verisinin konum bilgilerine göre dağılımı

3.6. Determinasyon Katsayısı (r^2)

Determinasyon katsayısı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki iki değişkenin oranını belirlemeye çalışan istatistiksel bir göstergedir. Bu katsayı, regresyon eğrisi üzerindeki tahmini verilerin hedef verilerle ne ölçüde uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır. (Cameron ve ark. 1997).

Bu katsayı, 0 ile 1 değer aralığında değişmekte olup değer 1’e doğru yaklaştıkça, regresyon eğrisinin verilerle çok uyumlu olduğuna işaret etmektedir. Aynı zamanda r^2 , korelasyon katsayısının karesiyle de hesaplanabilmektedir. Eşitlik 3.4’de, Pearson korelasyon katsayısının matematiksel ifadesi verilmektedir (Cameron ve ark. 1997).

$$r = \frac{\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad (3.4)$$

Burada, x_i ve y_i sırasıyla n tane gerçek $\{x_1, \dots, x_n\}$ ve tahmini $\{y_1, \dots, y_n\}$ veri kümelerini göstermektedir.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Tezin amacı farklı algılama sistemlerine ait uydu görüntüleri kullanılarak RVI ve NDVI bitki örtüsü indekslerinin karşılaştırmalı analizini yapmaktır. Bu bölümde ön işlemi tamamlanmış 8 Nisan 2015 tarihli Radarsat-2 görüntüsüne ait sigma geri saçılma katsayıları kullanılarak bu görüntüye ait RVI değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra bu tarihe yakın Landsat-8 uydusuna ait 7 Nisan 2015 ve 25 Mayıs 2015 tarihlerine ait görüntüler ön işlemlerden geçirildikten sonra NDVI değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler tablo halinde Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Elde edilen bu değerler üzerinden iki veri seti (8 Nisan RVI – 7 Nisan NDVI, 8 Nisan RVI – 25 Mayıs NDVI) oluşturulmuştur. Son olarak bu veri setlerinin karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır.

Çizelge 4.1. NDVI ve RVI Değer Tablosu

GPS NO	NDVI 25 MAYIS	RVI 8 NİSAN	NDVI 7 NİSAN
1	0,359584	0,135675	0,387634
2	0,375491	0,274312	0,40211
3	0,348348	0,289561	0,558712
4	0,471287	0,491634	0,558712
5	0,460006	0,488805	0,556563
6	0,483427	0,618593	0,5103735
7	0,519087	0,639669	0,397353
8	0,427676	0,724502	0,561058
9	0,292477	0,402393	0,487717
10	0,419466	0,602144	0,521572
11	0,366714	0,278131	0,432234
12	0,4258815	0,43351	0,426152
13	0,4178785	0,583449	0,566717
14	0,433982	0,534882	0,546193
15	0,466725	0,471275	0,515194
16	0,482246	0,716375	0,510194
17	0,414053	0,405397	0,535891
18	0,425649	0,713527	0,514293
19	0,454032	0,22464	0,378878
20	0,391755	0,241203	0,266849
21	0,169833	0,182232	0,189878
22	0,190527	0,083913	0,188561

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

23	0,179383	0,128453	0,223298
24	0,162117	0,083005	0,163821
25	0,188112	0,068047	0,164892
26	0,179373	0,085349	0,156474
27	0,169576	0,325499	0,18184
28	0,307377	0,551449	0,365156
29	0,379496	0,203959	0,188561
30	0,429155	0,313076	0,24982
31	0,391641	0,34427	0,222903
32	0,194338	0,101642	0,173668
33	0,16808	0,074944	0,125283
34	0,183628	0,107922	0,151091
35	0,177913	0,117569	0,177267
36	0,301712	0,486726	0,497789
37	0,247546	0,555591	0,457288
38	0,3055535	0,378295	0,482879
39	0,447952	0,43329	0,2797
40	0,458003	0,254286	0,260251
41	0,428901	0,273973	0,264281
42	0,433799	0,270273	0,237747
43	0,483607	0,217834	0,267413
44	0,473572	0,27423	0,268401
45	0,405592	0,24481	0,2139945
46	0,280768	0,332478	0,416368
47	0,25748	0,294193	0,421926
48	0,290614	0,536204	0,4292435
49	0,357081	0,490996	0,419978
50	0,445294	0,428121	0,507211
51	0,455624	0,742277	0,529811
52	0,4665365	0,496827	0,487648
53	0,406505	0,384213	0,424785
54	0,438011	0,599906	0,473601
55	0,478691	0,654269	0,396636
56	0,415328	0,405889	0,354082
57	0,468667	0,577358	0,542668
58	0,352247	0,395721	0,413291
59	0,367765	0,841891	0,413733
60	0,424442	0,656159	0,423031

61	0,463919	0,642063	0,476661
62	0,459666	0,649732	0,383834
63	0,451934	0,687463	0,378784
64	0,284308	0,28045	0,395032
65	0,28003	0,211776	0,404885
66	0,278912	0,48353	0,443593
67	0,28019	0,722388	0,428748
68	0,239432	0,422299	0,4191855
69	0,241448	0,190271	0,231705
70	0,353843	0,522731	0,454027
71	0,37643	0,670066	0,453846
72	0,399986	0,495464	0,445692
73	0,366919	0,812592	0,4020695
74	0,483498	0,61748	0,511859
75	0,47392	0,412408	0,391625
76	0,477491	0,67843	0,431813
77	0,2676425	0,396156	0,415768
78	0,229064	0,272817	0,316608
79	0,268037	0,391982	0,316608
80	0,302067	0,456388	0,454243
81	0,284815	0,223374	0,300658
82	0,207215	0,162907	0,143048
83	0,35829	0,426767	0,407726
84	0,3931965	0,527356	0,452125
85	0,342028	0,234755	0,348451
86	0,427628	0,149455	0,402413
87	0,432584	0,497048	0,45985
88	0,408188	0,512463	0,388702
89	0,410303	0,478842	0,374471
90	0,474561	0,74418	0,342443
91	0,181257	0,236486	0,287585
92	0,253212	0,349579	0,434485
93	0,282645	0,334015	0,44726
94	0,274131	0,400741	0,419025
95	0,2696345	0,395799	0,422672
96	0,343487	0,308704	0,339557
97	0,321474	0,625524	0,376665
98	0,250169	0,845796	0,39738

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

99	0,298927	0,665294	0,3856845
100	0,320899	0,757386	0,433142
101	0,431007	0,737395	0,446274
102	0,364312	0,241743	0,42965
103	0,413632	0,416154	0,415155
104	0,446517	0,736909	0,2871795
105	0,261374	0,374992	0,481547
106	0,242804	0,33217	0,436286
107	0,297006	0,651033	0,463176
108	0,288345	0,240067	0,445523
109	0,326669	0,277304	0,342981
110	0,367794	0,257091	0,260362
111	0,327088	0,20235	0,290668
112	0,335944	0,171892	0,272904
113	0,290429	0,384155	0,421704
114	0,384258	0,693061	0,475144
115	0,42068	0,31511	0,470761
116	0,415392	0,402669	0,466353
117	0,46687	0,468065	0,465429
118	0,3030995	0,493403	0,323227
119	0,421486	0,528635	0,382608
120	0,459855	0,459595	0,348811
121	0,274152	0,15484	0,467757
122	0,281346	0,291404	0,426745
123	0,287827	0,468114	0,373032
124	0,346206	0,473437	0,414519
125	0,277901	0,263911	0,416789
126	0,340702	0,379754	0,416789
127	0,209931	0,284412	0,319233
128	0,194959	0,203633	0,161007
129	0,339237	0,633837	0,468537
130	0,411773	0,482531	0,471113
131	0,377757	0,473603	0,469334
132	0,388861	0,715828	0,486076
133	0,359398	0,625683	0,461842
134	0,406367	0,31298	0,404508
135	0,350406	0,312672	0,320258
136	0,414511	1,504653	0,326991

137	0,19136	0,224851	0,459767
138	0,2665155	0,243948	0,409334
139	0,294793	0,41064	0,393244
140	0,242957	0,353643	0,426096
141	0,165277	0,406507	0,393266
142	0,271647	0,391407	0,474063
143	0,366234	0,398484	0,46768
144	0,256557	0,419222	0,400867
145	0,250783	0,379508	0,408257
146	0,314804	0,435014	0,439109
147	0,257081	0,388551	0,4458
148	0,190022	0,329633	0,431646
149	0,224431	0,388754	0,4203885
150	0,236475	0,352505	0,278258
151	0,236475	0,319807	0,278258
152	0,318507	0,327591	0,403761
153	0,373985	0,80129	0,506394
154	0,364891	0,488045	0,495368
155	0,384103	0,506329	0,519653
156	0,358051	0,64399	0,534514
157	0,206069	0,468186	0,330931
158	0,2251135	0,17683	0,429006
159	0,192034	0,183904	0,415134
160	0,184068	0,281968	0,415134
161	0,204784	0,417936	0,389503
162	0,208078	0,508731	0,400381
163	0,176562	0,435081	0,386072
164	0,222308	0,385059	0,259458
165	0,222448	0,33706	0,263875
166	0,229269	0,321921	0,297413
167	0,206303	0,488866	0,296992
168	0,192385	0,612362	0,310373
169	0,255429	0,30198	0,28472
170	0,463884	0,675658	0,375422
171	0,478213	0,521369	0,431167
172	0,444477	0,415444	0,392463
173	0,45479	0,436613	0,377337
174	0,457613	0,354999	0,443917

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

175	0,379219	0,504134	0,40021
176	0,440644	0,195946	0,46153
177	0,405412	0,289522	0,404476
178	0,309508	0,456425	0,312748
179	0,284146	0,51079	0,363571
180	0,318355	0,356821	0,422154
181	0,462451	0,387497	0,427481
182	0,420308	0,728832	0,4272505
183	0,4160465	0,676503	0,43401
184	0,47692	0,585113	0,465507
185	0,472626	0,489514	0,458432
186	0,305102	0,417327	0,408211
187	0,248605	0,365264	0,378757
188	0,229999	0,425582	0,389908
189	0,262428	0,3705	0,377384
190	0,256666	0,186281	0,324246
191	0,316545	0,38166	0,408211
192	0,456713	0,930253	0,4580075
193	0,396631	0,586927	0,398083
194	0,420668	0,5056	0,405444
195	0,473136	0,473207	0,447158
196	0,437691	0,820373	0,498888
197	0,430014	0,262662	0,337754
198	0,411903	0,398663	0,393394
199	0,239683	0,447794	0,31695
200	0,237396	0,278868	0,23938
201	0,419662	0,604695	0,441827
202	0,438053	0,560084	0,430526
203	0,450437	0,679771	0,401827
204	0,417296	0,476692	0,391336
205	0,445786	0,461625	0,446711
206	0,2317355	0,180173	0,293708
207	0,429761	0,350889	0,440095
208	0,454989	0,561765	0,476767
209	0,377427	0,39831	0,450112
210	0,219623	0,330096	0,281696
211	0,355043	0,161184	0,349319
212	0,486365	0,556934	0,535623

213	0,4814815	0,52712	0,50203
214	0,468641	0,732003	0,514266
215	0,469098	0,875692	0,49938
216	0,169324	0,129735	0,180679
217	0,163207	0,261722	0,199264
218	0,4592985	0,788383	0,446559
219	0,486722	0,766603	0,477404
220	0,471521	0,721004	0,485999
221	0,385274	0,752971	0,394244
222	0,468522	0,691906	0,524654
223	0,487301	0,563913	0,5490585
224	0,508105	0,636284	0,542775
225	0,463757	0,412793	0,514056
226	0,304444	0,269744	0,38248
227	0,17657	0,06105	0,154886
228	0,159088	0,307972	0,2311325
229	0,449595	0,475214	0,428881
230	0,48811	0,529714	0,480513
231	0,471917	0,565713	0,468831
232	0,464229	0,347557	0,448218
233	0,3655135	0,302276	0,355259
234	0,39101	0,50415	0,514561
235	0,465187	0,416834	0,473776
236	0,485034	0,538462	0,498057
237	0,245997	0,204053	0,427803
238	0,159492	0,173438	0,226629
239	0,174955	0,146479	0,197293
240	0,157003	0,112101	0,220421
241	0,437668	0,410781	0,4378745
242	0,492345	0,440687	0,488105
243	0,371023	0,349942	0,352808
244	0,404462	0,736737	0,513459
245	0,43233	0,63214	0,455926
246	0,16242	0,130975	0,141763
247	0,161134	0,118395	0,174289
248	0,167325	0,169825	0,243688
249	0,1667	0,129581	0,247108
250	0,157178	0,175419	0,180014

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

251	0,204031	0,121202	0,208435
252	0,436035	0,522302	0,443886
253	0,428011	0,518879	0,449451
254	0,3207945	0,483827	0,3339675
255	0,477163	0,443211	0,490114
256	0,280261	0,275746	0,309594
257	0,171003	0,052258	0,139943
258	0,171373	0,216457	0,150124
259	0,177693	0,081345	0,178779
260	0,170415	0,238014	0,188436
261	0,157043	0,273169	0,304138
262	0,16348	0,232292	0,206833
263	0,172854	0,110456	0,302896
264	0,441458	0,634079	0,44105
265	0,180982	0,353334	0,230183
266	0,164609	0,118222	0,145086
267	0,173676	0,042902	0,149447
268	0,174477	0,088456	0,170447
269	0,17939	0,117077	0,149892
270	0,177913	0,173058	0,19353
271	0,164385	0,199617	0,245383
272	0,172489	0,173222	0,192518
273	0,335511	0,356898	0,405715
274	0,179817	0,158783	0,1356835
275	0,182256	0,094075	0,177796
276	0,170112	0,102144	0,17945
277	0,163703	0,204407	0,235784
278	0,179506	0,169007	0,216384
279	0,174016	0,124528	0,209924
280	0,172906	0,116631	0,218025
281	0,362612	0,302339	0,413312

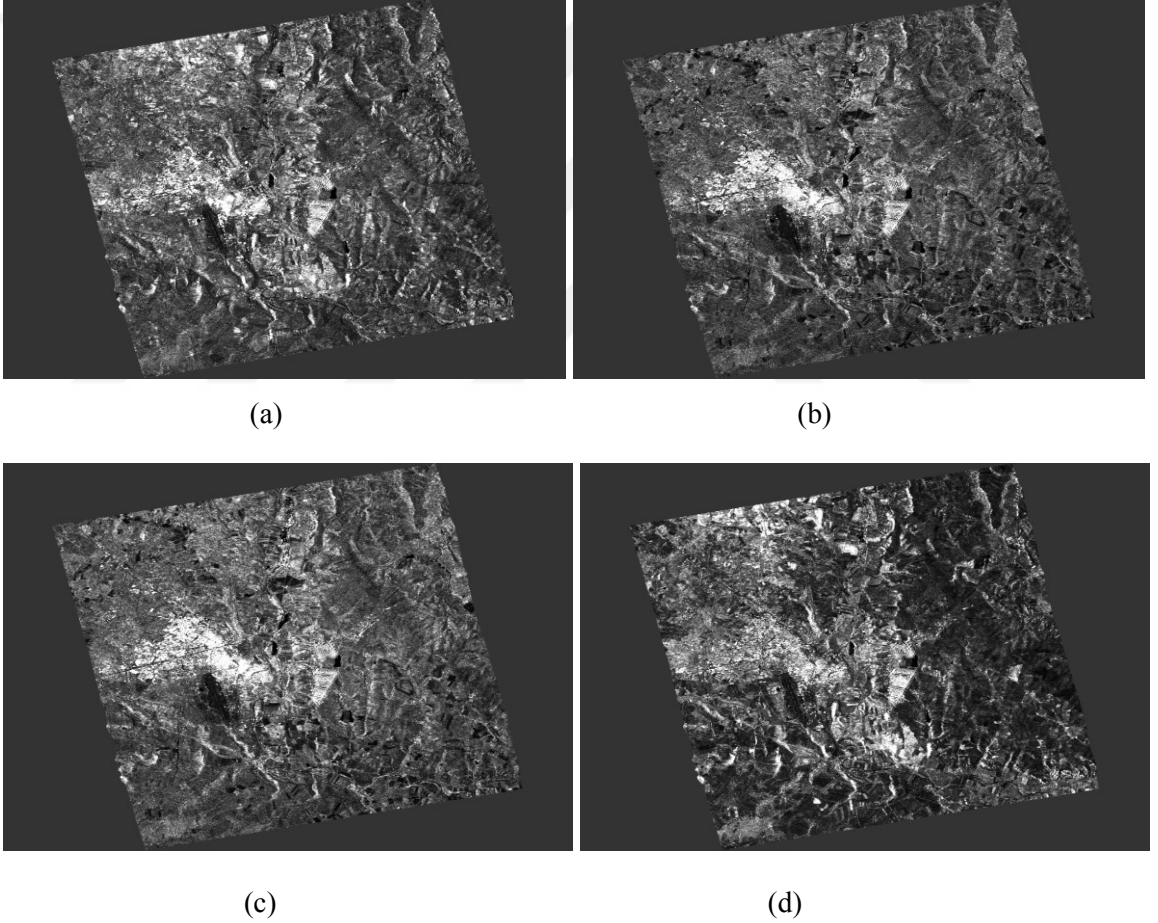
4.1. 8 Nisan RVI – 7 Nisan NDVI Veri Seti Üzerindeki Uygulamalar

8 Nisan 2015 tarihli Radarsat-2 görüntüsü ile 7 Nisan 2015 tarihli Landsat-8 uydusuna ait görüntünün karşılaştırılması için bu veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setinde şu adımlar takip edilmiştir. 8 Nisan 2015 tarihine ait $(\sigma_{HH}, \sigma_{HV}, \sigma_{VH}, \sigma_{VV})$ sigma

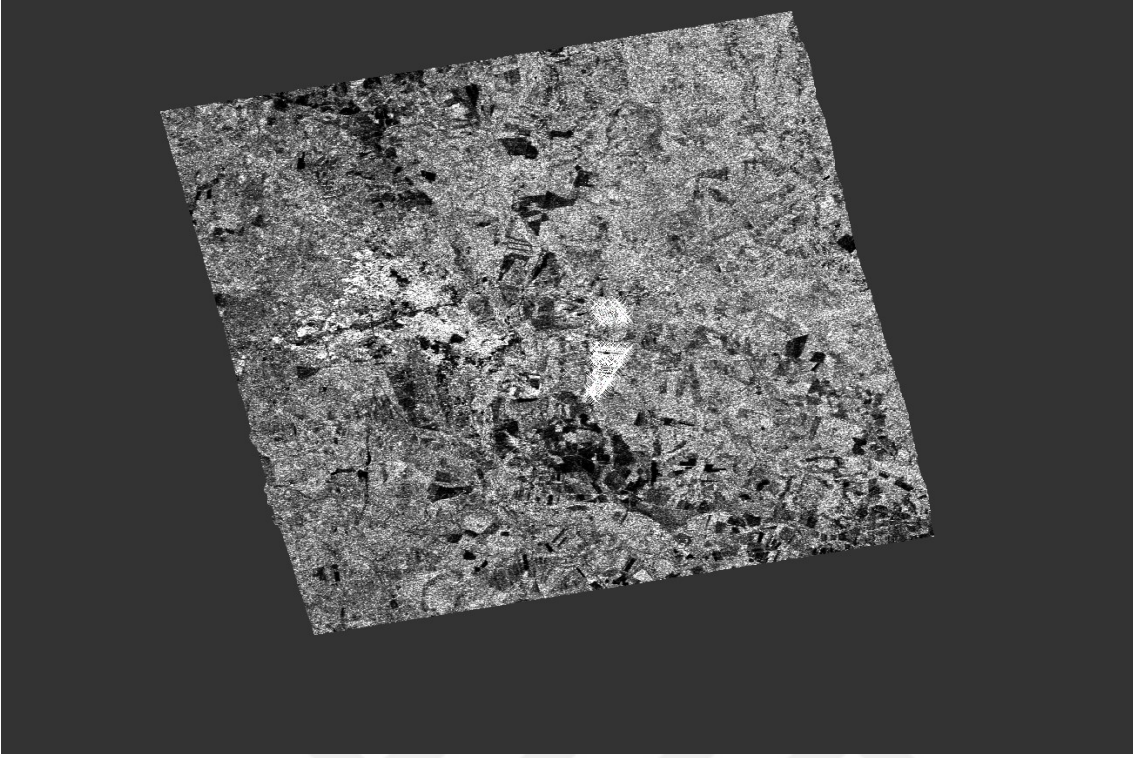
geri saçılma katsayıları kullanılarak 281 adet GPS verisinin RVI değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra da 7 Nisan 2015 tarihli Landsat-8 uydusuna ait yakın kızıl ötesi (bant 5) ve kırmızı (bant 4) bantları kullanılarak aynı GPS noktalarının NDVI değerleri hesaplanmıştır.

4.1.1. RVI Görüntüsü Elde Edilmesi

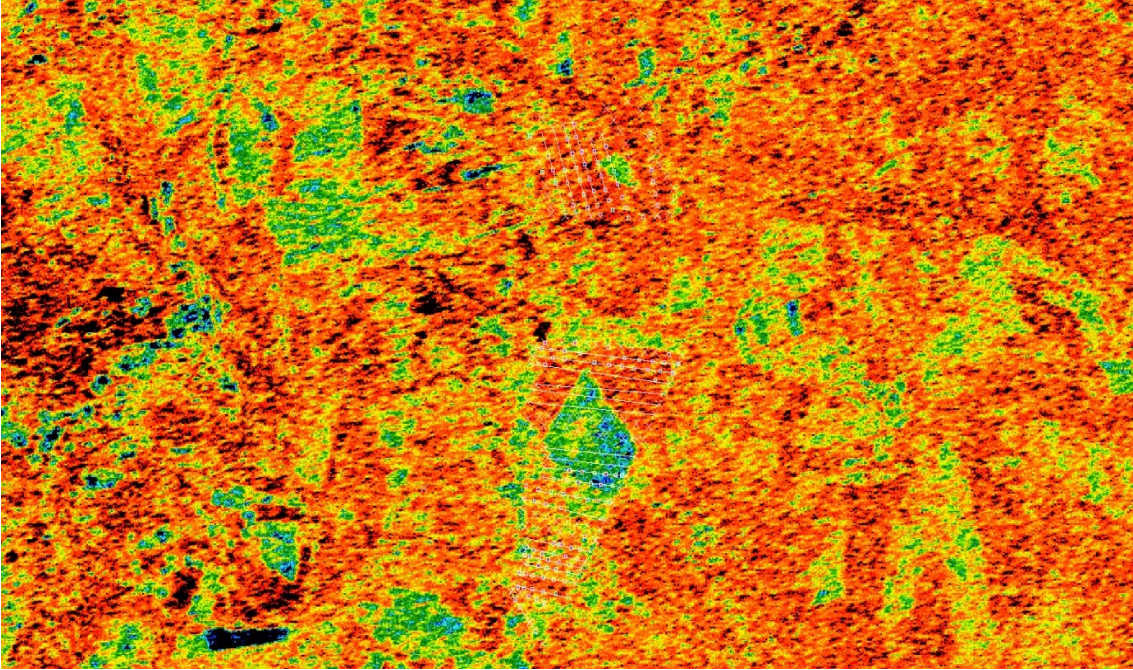
8 Nisan 2015 tarihli ön işlemlerden geçirilmiş 4 farklı banda ait (HH, HV, VH, VV) Radarsat-2 görüntüleri Şekil 4.1’de gösterilmiş olup Eşitlik 3.2 doğrultusunda ortaya çıkan RVI görüntüsü ise Şekil 4.2’de ve yakınlaştırılmış haline ait görüntüsü ise Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 08.04.2015 tarihli Diyarbakır iline ait ön işlemlerden geçirilmiş (a) HH polarizasyon görüntüsü (b) HV polarizasyon görüntüsü (c) VH polarizasyon görüntüsü (d) VV polarizasyon görüntüsü



Şekil 4.2 08.04.2015 tarihli Diyarbakır iline ait ön işlemlerden geçirilmiş RVI bandına ait görüntüsü



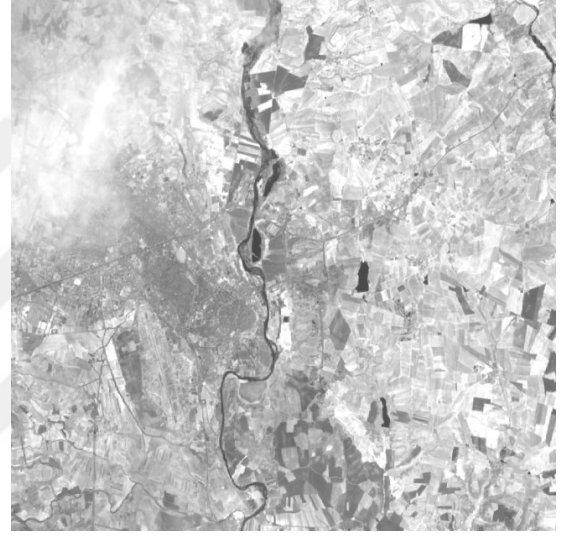
Şekil 4.3. 08.04.2015 tarihli Diyarbakır Dicle Havzasına ait ön işlemlerden geçirilmiş RVI bandına ait yakınlaştırılmış görüntüsü

4.1.2. NDVI Görüntüsü Elde Edilmesi

Bu çalışmada NDVI görüntüsünün elde edilmesi için Çizelge 3.3’de belirtilen kırmızı (görünür) ve yakın kızılötesi bantlara (bant 4, bant 5) ait görüntüler Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Bu görüntüler QGIS programında raster hesaplayıcı sayesinde Eşitlik 3.3 de belirtilen NDVI formülü doğrultusunda hesaplanmıştır. Bu işlemler sonucunda Şekil 4.5’deki NDVI görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen NDVI görüntüsü daha sonra ‘tek bant yalancı renk katmanı’ şekline çevrilerek Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Ayrıca görüntünün GPS verisi işlenmiş hali de Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



(a) Bant 4



(b) Bant 5

Şekil 4.4. Landsat-8 uydusu 07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait (a) Bant 4 (görünür) ve (b) Bant 5 (yakın kızılötesi) görüntüsü



şekil 4.5. 07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait NDVI görüntüsü



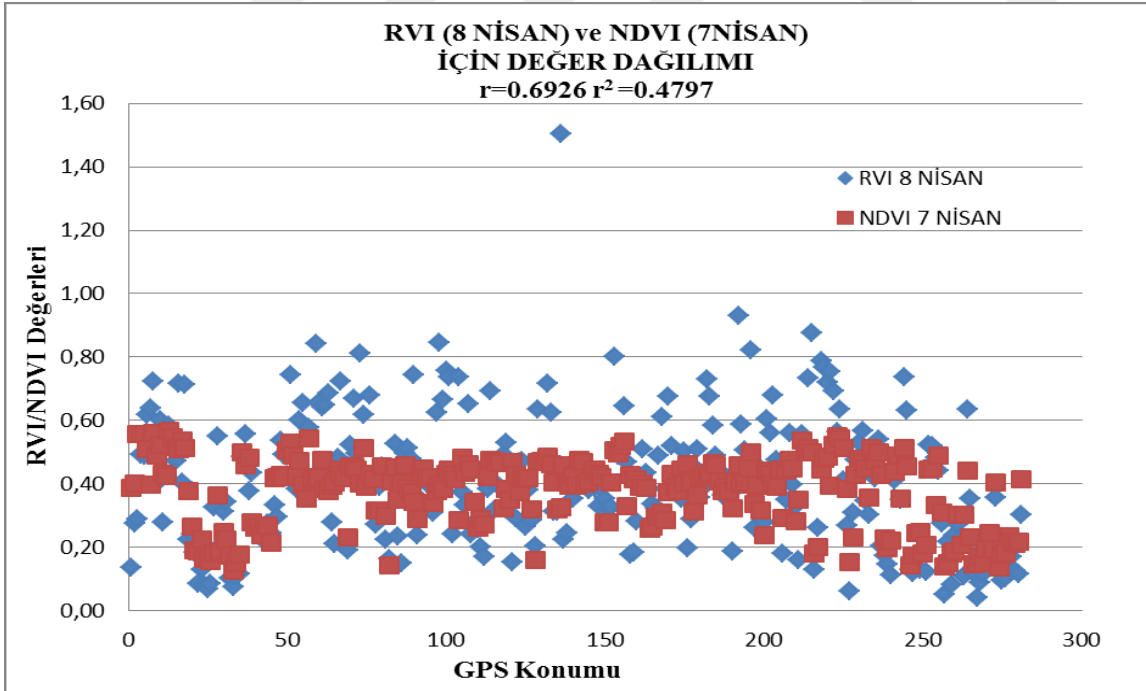
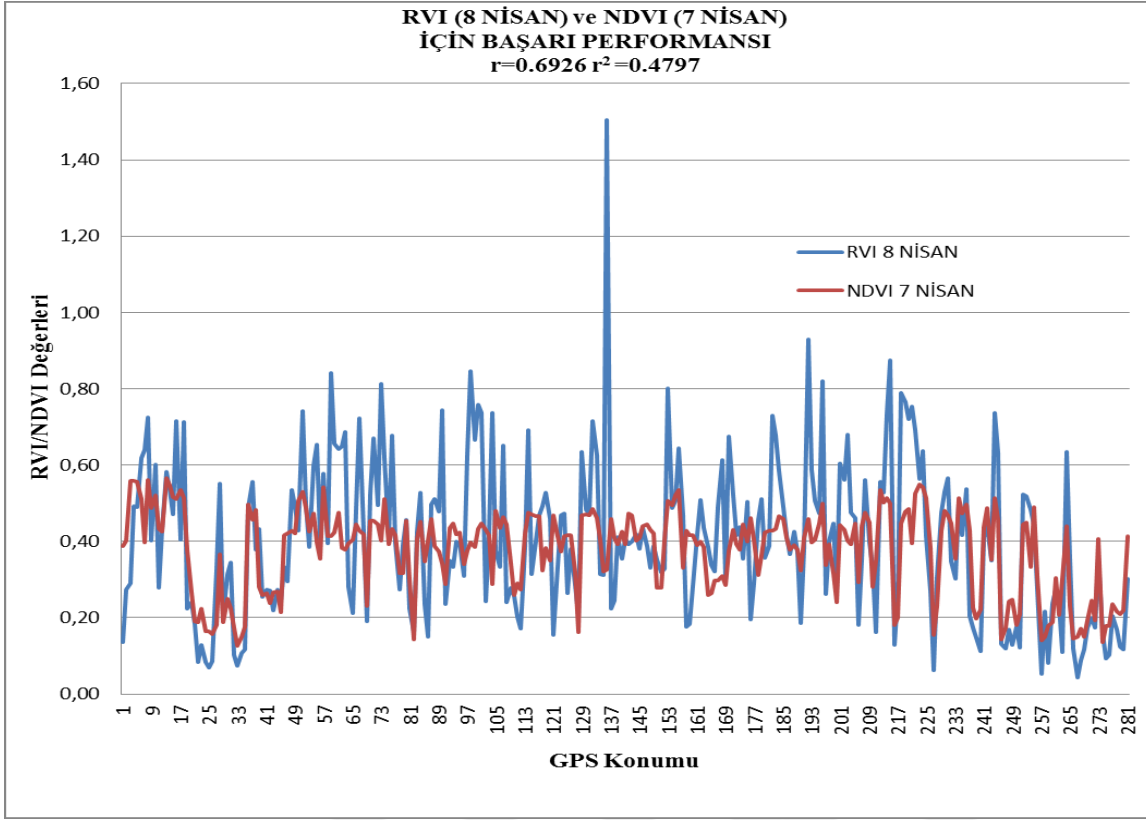
şekil 4.6. 07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı renk katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü



Şekil 4.7. 07.04.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı renk katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü (GPS verisi işlenmiş hali)

RVI ve NDVI arasındaki ilişkiyi öğrenmek için 281 GPS noktasına karşılık gelen RVI ve NDVI değerleri arasındaki ortaya çıkan istatistiksel ilişki Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 de gösterilmiştir. Performans analizi için r ve r^2 gibi istatistiksel göstergeler tasarlanan modelin başarısını ölçmek için kullanılmıştır. Sonuçlar (bkz. Şekil 4.11-4.12) $r=0.6926$ ve $r^2=0.4797$ olarak gözlemlenmiştir.

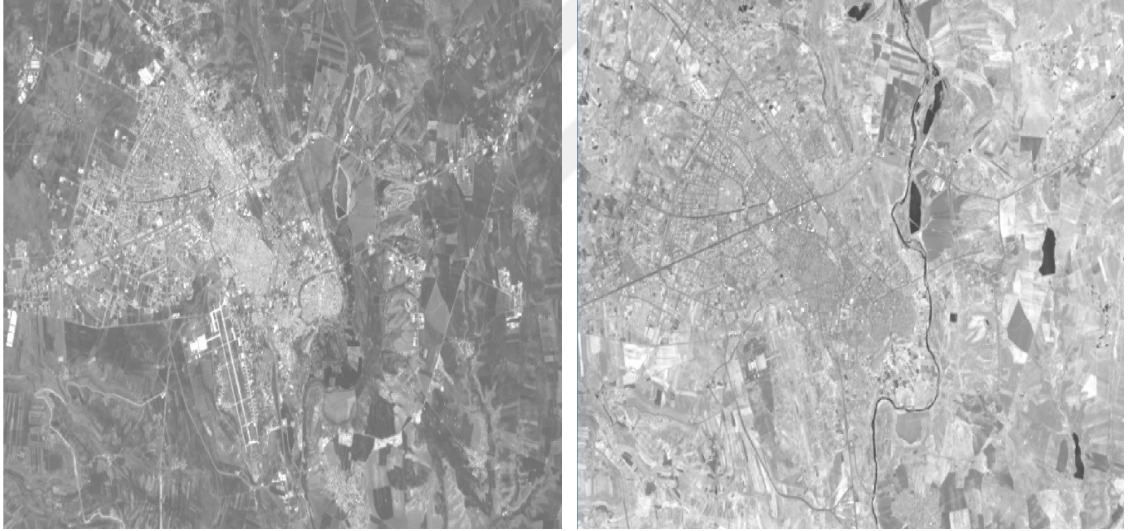
4. BULGULAR VE TARTIŞMA



Şekil 4.8. 07.04.2015 tarihli NDVI görüntüsü ve 08.04.2015 tarihli RVI görüntüsü arasındaki başarı performansı (a) ve değer dağılımını (b) gösteren ilişki

4.2. 8 Nisan RVI- 25 Mayıs NDVI Veri Seti Üzerindeki Uygulamalar

8 Nisan 2015 tarihli Radarsat-2 görüntüsü ile 25 Mayıs 2015 tarihli Landsat-8 uydusuna ait görüntünün karşılaştırılması için bu veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setinde Bölüm 4.1’de takip edilen adımlar takip edilmiştir. 8 Nisan 2015 tarihli Radarsat-2 uydusuna ait ($\sigma_{HH}, \sigma_{HV}, \sigma_{VH}, \sigma_{VV}$) sigma geri saçılma katsayıları kullanılarak 281 adet GPS verisinin RVI değerleri Bölüm 4.1’de hesaplanmıştır. Daha sonra da 25 Mayıs 2015 tarihli Şekil 4.9’da gösterilen Landsat-8 uydusuna ait yakın kızıl ötesi (bant 5) ve kırmızı (bant 4) bantları kullanılarak aynı GPS noktalarının NDVI değerleri hesaplanmıştır. Bu işlemler sonucunda Şekil 4.10’daki NDVI görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen NDVI görüntüsü daha sonra ‘tek bant yalancı renk katmanı’ şekline çevrilerek Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Ayrıca GPS verisi işlenmiş hali de Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



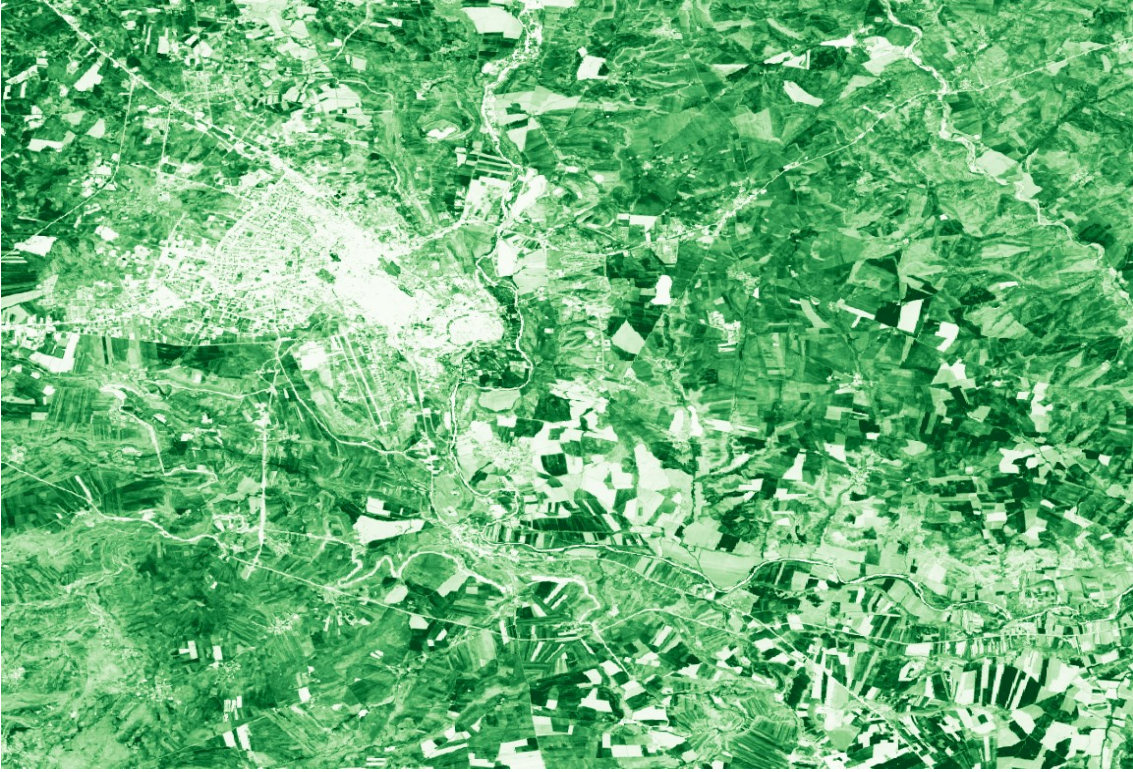
(a) Bant 4

(b) Bant 5

Şekil 4.9. Landsat-8 uydusu 25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait (a) Bant 4 (görünür) ve (b) Bant 5 (yakın kızılötesi) görüntüsü



şekil 4.10. 25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait NDVI görüntüsü



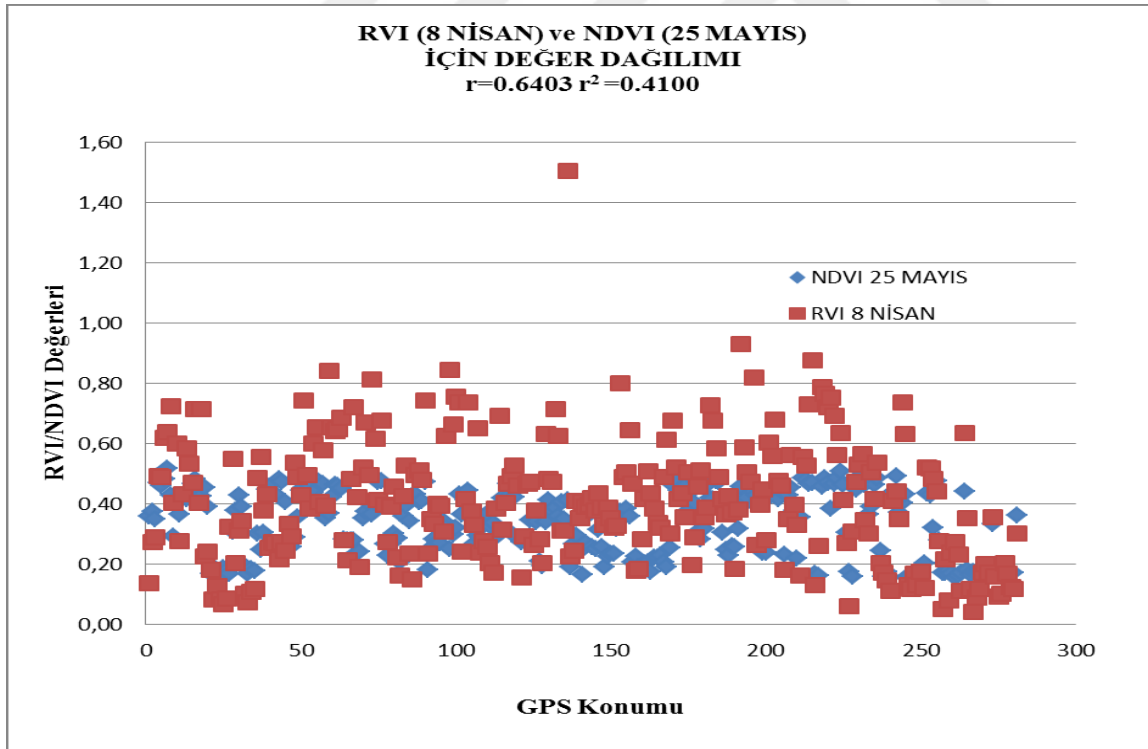
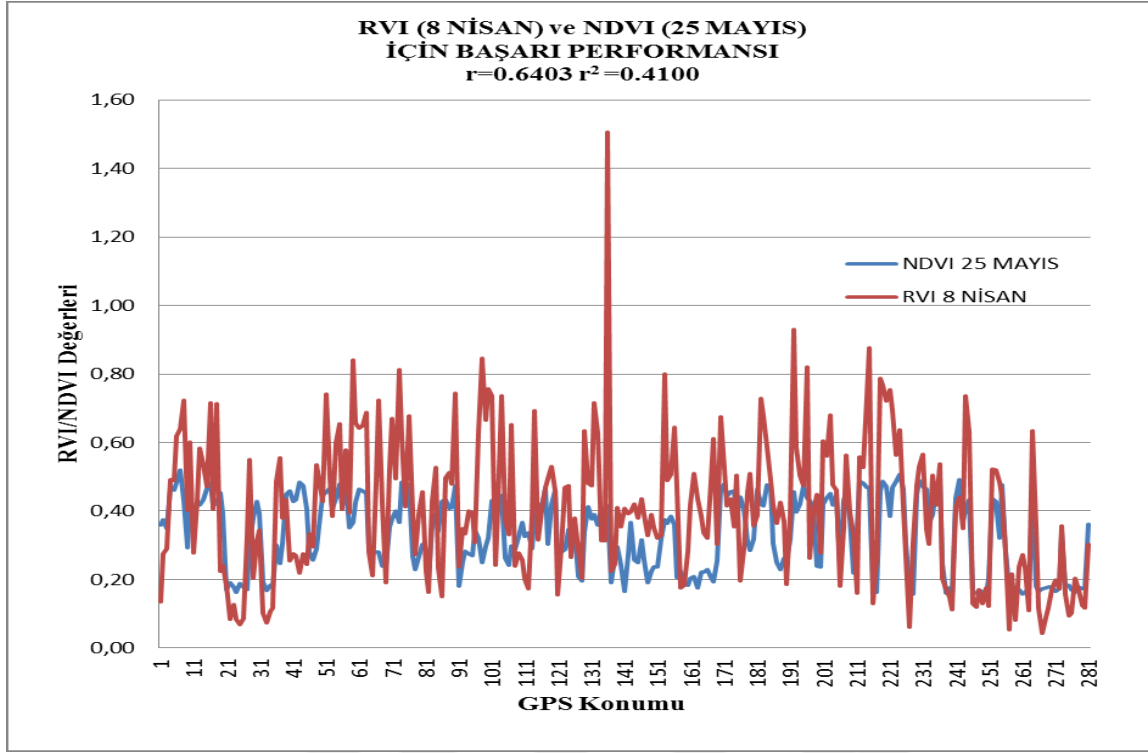
şekil 4.11. 25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı renk katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü



Şekil 4.12. 25.05.2015 tarihli Dicle Üniversitesi tarım alanına ait tek bant yalancı renk katmanı şeklindeki yeşil bant NDVI görüntüsü (GPS verisi işlenmiş hali)

RVI ve NDVI arasındaki ilişkiyi öğrenmek için 281 GPS noktasına karşılık gelen RVI ve NDVI değerleri arasındaki ortaya çıkan istatistiksel ilişki Şekil 4.13’de gösterilmiştir. Performans analizi için r ve r^2 gibi istatistiksel göstergeler tasarlanan modelin başarısını ölçmek için kullanılmıştır. Sonuçlar (bkz. Şekil 4.13) $r=0.6403$ ve $r^2=0.4100$ olarak gözlemlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA



Şekil 4.13. 25.05.2015 tarihli NDVI görüntüsü ve 08.04.2015 tarihli RVI görüntüsü arasındaki başarı performansını (a) ve değer dağılımını (b) gösteren ilişki

4.3 Bulguların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada bitki örtüsü indekslerini incelemek için iki farklı bitki örtüsü incelenmiştir. Bu indeksler RVI ve NDVI'dir. RVI, SAR algılama sistemine sahip Radarsat-2 görüntüsündeki bitki örtüsü dağılımını bulmak için kullanılmıştır. NDVI ise elektro-optik algılama sistemine sahip Landsat-8 görüntüsündeki bitki örtüsü dağılımını bulmak için kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen bitki örtüsü indeksleri arasındaki istatistiksel ilişkiyi incelemek ve veri setleri regresyon analizi için korelasyon katsayısı r ve determinasyon katsayısı r^2 hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda birinci veri seti (8 Nisan RVI - 7 Nisan NDVI) analiz edildiğinde ($r=0.6926$) ve ($r^2=0.4797$) olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde ikinci veri seti (8 Nisan RVI – 25 Mayıs NDVI) analiz edildiğinde ise ($r=0.6403$) ve ($r^2=0.4100$) olarak hesaplanmıştır. Veri setleri arasındaki korelasyon farklarının sebebi veri setlerinin farklı tarihlere ait olması ve buna bağlı olarak mevsim, bitki örtüsü yoğunluğunun bu tarihlerde farklılıklar göstermesidir.

Literatürde RVI ve NDVI karşılaştırması ile ilgili çok fazla örnek bulunmamaktadır. Ancak farklı algılama sistemlerine sahip uydu görüntüleri kullanılarak bitki örtüsü indeksleri karşılaştırmasının farklı değişkenlerle değerlendirildiği bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Li ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada; toprak nemi ölçüm değerlerinin RVI ve NDVI bitki örtüsü indeksleri ile olan korelasyon hesaplaması sonucunda, RVI ve NDVI bitki örtüsü indeksleri için korelasyon değerinin 0.54 olduğunu ortaya koymuştur.

Kim Y.H ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada; multispektral bitki örtüsü indeksi SAVI ve RVI arasında 0.59 korelasyon olduğunu ortaya koymuştur.

Kumar S.D ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada; tarım alanlarında ekinlerin gelişiminde RVI'nin, NDVI'nin yerine kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Kim.Y ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada; pirinç ve soya fasulyesi gelişiminde L-Bant RVI ile NDVI korelasyonunun iyi olduğunu ortaya koymuştur.

Yapılan bu çalışmada ise iki farklı veri seti için korelasyon değerleri 0.6924 ve 0.6403 olarak bulunmuştur. Elde edilen korelasyon değerlerinin, farklı bitki örtüsü indeksleri karşılaştırılması yapılan çalışmalarla kıyaslandığında kabul edilebilir aralıkta olduğu düşünülmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzaktan algılama sistemleri cisimlerle temas etmeden uydu görüntüleri sayesinde yeryüzü bitki örtüsü hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Genel olarak iki çeşit uzaktan algılama sistemi bulunmaktadır. Bunlar aktif ve pasif uzaktan algılama sistemleridir. Bu çalışmada aktif algılama sistemine sahip SAR sistem bazlı çalışan Radarsat-2 uydusuna ait görüntü ile pasif algılama sistemine sahip elektro-optik bazlı çalışan Landsat-8 uydusuna ait görüntüler kullanılmıştır. Bu uydu görüntülerinin incelenmesinde bitki örtüsü indekslerinden yararlanılmıştır. Bitki örtüsü indeksleri, bitki örtüsü yoğunluğunun ve çeşitliliğinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Bu çalışmada Radarsat-2 uydusuna ait görüntü için RVI ve Landsat-8 uydusu içinde multispektral bitki örtüsü indekslerinden olan NDVI incelenmiştir. Bu inceleme birkaç aşamadan oluşmaktadır.

İlk aşamada iki uydu görüntüsüne ait veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Radarsat-2 uydusuna ait 8 Nisan 2015 tarihli çeşitli ön işlemlerden geçirilmiş (kalibrasyon, çoklu bakış, benek azaltımı, arazi düzeltme) ve 281 adet konum bilgilerini içeren GPS vektörleri aktarılmış olan veri temin edilmiştir. Landsat-8 uydusu için de iki farklı tarihli (7 Nisan 2015 ve 25 Mayıs 2015) uydu görüntüleri temin edilmiştir. Radarsat-2 uydusunda kullanılan GPS verileri Landsat-8 uydu görüntülerinde kullanmak için coğrafi bilgi sistemi programı olan QGIS.2.19.18 yazılımına işlenmiştir.

İkinci aşamada yer gözlemlene uydu platformları ve coğrafi bilginin sistemi yazılımları kullanılarak görüntüler bu programlara işlenmiştir. Radarsat-2 uydu görüntüsüne ait 4 farklı bant (HH, HV, VH, VV) sigma geri saçılma katsayıları ile Landsat-8 uydusuna ait görünür ve yakın kızılötesi (bant5, bant4) yansıma katsayıları elde edilmiştir.

Sonraki aşamada iki farklı tarihe ait iki farklı veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri setlerinde sigma geri saçılma katsayıları ve yansıma katsayıları kullanılarak RVI ve NDVI bantları elde edilmiştir. Daha sonra da bu bantlardaki 281 adet GPS noktasının RVI ve NDVI değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen RVI ve NDVI değerleri arasındaki istatistiksel ilişki karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak bu çalışmada ortaya konulan bulgular doğrultusunda iki farklı bitki örtüsü arasında iyi düzeyde bir korelasyon elde edilmiş olup, farklı algılama sistemlerine ait bitki örtüsü indekslerinin birbirine alternatif oluşturabileceği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmanın devamı olarak bu çalışmada izlenen metotla farklı bitki örtüsü indeksleri hesaplanabilir. Ayrıca bitki örtüsü indeksleri kullanılarak toprak yapısı sınıflandırılması tahmini ile ilgili çalışmalar yapılarak, tarımsal ürün çeşitliliğine katkı sunulabileceği düşünülmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Acar, E. 2017. Dicle Nehri Havzasında Toprak Nem Ölçümleri İle Sar İmgeleri Arasındaki İlişkiyi Saptama Ve Bu İlişkiye Dayalı Toprak Neminin Tahmini, Doktora Tezi, D.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Anonim, (2007). Canadian Space Agency (CSA). Radarsat-2. Built for performance and versatility. Erişim:[<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat2/description.asp>] Erişim Tarihi: 02.05.2019.
- Anonim, (2013). Nasa. U.S. Geological Survey. Landsat Data Continuity Mission Erişim: [https://www.nasa.gov/pdf/723395main_LDCMpresskit2013-final.pdf] Erişim Tarihi:06.05.2019.
- Anonim, (2013). Canadian Space Agency (CSA). Radarsat-1:Seventeen Years of Technological Success. Erişim: [https://web.archive.org/web/20130624011736/http://www.asc-csa.gc.ca/eng/media/news_releases/2013/0509.asp]. Erişim Tarihi: 02.05.2019.
- Anonim, (2013). Canadian Space Agency (CSA). Radarsat-1. Components and specifications. Erişim: [<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat1/components.asp>]. Erişim Tarihi: 02.05.2019.
- Anonim, (2014). Canadian Space Agency (CSA). Radarsat-1. Erişim:[<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat1/default.asp>].Erişim Tarihi:02.05.2019.
- Anonim, (2015). Canadian Space Agency (CSA). Radarsat. Satellite characteristics Erişim:[<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat/radarsat-tableau.asp>] Erişim Tarihi:02.05.2019.
- Anonim, (2017). Canadian Space Agency (CSA). Radarsat-2. Erişim:[<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat2/Default.asp>]. Erişim Tarihi:02.05.2019.
- Anonim, (2017). U.S. Geological Survey. Landsat Missions. Landsat 8 Erişim:[<https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat>] Erişim Tarihi: 02.05.2019 - 8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con] Erişim Tarihi: 06.05.2019.
- Anonim, (2018). Department Of The Interior U.S. Geological Survey. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. Erişim:[<https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8-data-users-handbook>] Erişim Tarihi:02.05.2019.
- Aydoğdu M. Mermer A. Ünal E. Yıldız H. Avağ A. Urla Ö. Ünal S. 2011. Mera Vejetasyonunun Uydu Görüntüleri (Ndvı) İle İzlenmesi. TUFUAB VI. Teknik Sempozyumu, 23-26 Şubat 2011, Topkapı Palace Otel, Antalya.
- Cameron, A. C., & Windmeijer, F. A. 1997. An R-squared measure of goodness of fit for some common nonlinear regression models. Journal of Econometrics, 77(2), 329-342.
- Çelik, M.A., Sönmez, M.E. 2013. Kızıltepe İlçesinin Tarımsal Yapısındaki Değişimlerin Modis Ndvı Verileri Kullanılarak İzlenmesi Ve İncelenmesi. **Marmara Coğrafya Dergisi** Sayı: 27, Ocak - 2013, S. 262-281.

- Demirci, Ş., (2005). Yapay Açıklıklı Radar (Sar) Görüntülerinde İstenmeyen Yankıların Giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, M.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Demirkesen, A.C. 2007. Günümüzde Uzaktan Algılama Uygulamalarına Genel Bir Bakış. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2-6 Nisan 2007, Ankara.
- Doğan, H.M., Kılıç, O.M., Yılmaz, D.S. 2014. Tokat İli Bitki Yoğunluk Sınıflarının Landsat-7 Etm+ Uydu Görüntüleri Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Araştırılması. **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, Jafag (2014) 31 (1), 47-53.
- Gandhi, G.M., Parthiban, S., Thummalu, T., Christy, A. 2015. Ndzi: Vegetation change detection using remote sensing and gis – A case study of Vellore District. 3rd International Conference on Recent Trends in Computing 2015 (ICRTC-2015). Procedia Computer Science 57 (2015) 1199 – 1210
- Gupta, R.K., Prasad, S., Nadham,T.S.V., Rao,G.H. 1993. Relative Sensitivity Of District Mean Rvi And Ndzi Over An Agrometeorological Zone. **National Remote Sensing Agency**, Balanagar, Hyderabad 500037, India. Adv Space Res. Vol. 13 No. 5, pp. (5)261-(5)264,
- Gündoğdu, K.S. 2018. Buğday Ekili Parsellerde NDVI Değerlerinin Konumsal ve Zamana Bağlı Değişiminin Belirlenmesi. **KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi** 21(4):492-499.
- Irak, H., (2009). Sar Sistem Ve Teknolojileri. **Elektrik Mühendisliği**, 437. sayı, Aralık 2009.
- Kandemir, E. 2010. Uzaktan Algılama Tekniğinde Ndzi Değerleri İle Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kavzoğlu, T. ve Çölkesen, İ., 2011. Uzaktan Algılama Teknolojileri ve Uygulama Alanları. Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı, 26-27 Mayıs, Okan Üniversitesi, İstanbul.
- Kim, Y., Van Zyl, J. (2009), A time-series approach to estimate soil moisture using polarimetric radar data, **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, Vol. 47, No. 8, pp. 2519-2527.
- Kim, Y., Jackson, T., Bindlish, R., Lee, H., and Hong, S. (2012), Radar vegetation index for estimating the vegetation water content of rice and soybean, **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, Vol. 9, No. 4, pp. 564-568.
- Kim, Y.H., Oh, J.H., Kim, Y.II. 2014. Comparative Analysis of the Multispectral Vegetation Indices and the Radar Vegetation Index. **Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography** Vol. 32, No. 6, 607-615.
- Koppe, W., Gnyp, M., Hutt, C., Yao, Y., Miao, Y., Chen, X., and Bareth, G. (2013), Rice monitoring with multitemporal and dual-polarimetric TerraSAR-X data, **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Vol. 21, pp. 568-576.

- Kumar, S.D., Rao, S.S., Sharma, J.R. 2013. Radar Vegetation Index as an Alternative to NDVI for Monitoring of Soyabean and Cotton. Regional Centres, National Remote Sensing Centre, Hyderabad. **Indian Cartographer**, Vol. XXXIII.
- Li, J., Wang, S. 2018. Using SAR-Derived Vegetation Descriptors in a Water Cloud Model to Improve Soil Moisture Retrieval. Canada Centre for Mapping and Earth Observation, Natural Resources Canada, Ottawa, ON K1A 0E4, Canada. **Remote Sens.** 2018, 10, 1370.
- Luo, H., Wang, L., Fang, J., Dai, S., Li, H., Chen, S. 2014. Comparison and Analysis NDVI and RVI Changes Before and After Typhoon in Hainan Based on HJ-1CCD Satellite Images. The Third International Conference on Agro-Geoinformatics. Beijing, China.
- Rouse, J., Haas, R., Schell, J., Deering, D. (1974). Monitoring the vegetation systems in the Great Plains with ERTS, Third ERTS-1 Symposium, Washington DC, pp. 309-317.
- Sefercik, U.G., Radar İnterferometri Tekniği İle Sym Üretimi Ve Doğruluk Değerlendirmeleri. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 2-6 Nisan 2007, Ankara.
- Szigarski, C., Jagdhuber, T., Baur, M., Thiel, C., Parrens, M., Wigneron, J.P., Piles, M., Entekhabi, D. 2018. Analysis of the Radar Vegetation Index and Potential Improvements. **Remote Sens.** 2018, 10, 1776
- Weng, Q. 2013. Introduction to Remote Sensing Systems, Data, Applications. Indiana State University. Erişim: [https://www.researchgate.net/publication/299708984_Introduction_to_Remote_Sensing_Systems_Data_and_Applications] Erişim Tarihi: 11.05.2019.
- Veci, L., 2016. European Space Agency (ESA). SAR Basics Tutorial. Erişim: [http://step.esa.int/docs/tutorials/S1TBX%20SAR%20Basics%20Tutorial.pdf] Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- Weier J., Herring D. NASA Earth Observatory. Measuring Vegetation (NDVI & EVI) Erişim: [https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php] Erişim Tarihi: 13.05.2019.
- Yamada, Y. 2016. The International Archives of the Photogrammetry, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Volume XLI-B8, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.
- Yıldız, H. Mermer, A. Ünal, E. Akbaş, F. 2012. Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekansal Analizi. **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 2012, 21 (2): 50-56.
- Yuancheng Huang, Y., Walker, J.P., Gao, Y., Wu, X., Monerris, A. 2014. Estimation Of Vegetation Water Content From The Radar Vegetation Index At L-Band Huang Et Al. 2014. **Ieee Transactions On Geoscience And Remote Sensing**, Vol. 54, No. 2, Page(S): 981 – 989.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Abdurrahman GÖNENÇ

Doğum Yeri: Batman

Doğum Tarihi: 06.09.1987

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lisans: Gaziantep Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği A.B.D./ Gaziantep,2007-2012.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Muş Devlet Hastanesi / Elektrik-Elektronik Mühendisi (2014-2015), Muş

Batman Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği / Elektrik-Elektronik Mühendisi (2015-2018), Batman

Batman İl Sağlık Müdürlüğü / Elektrik-Elektronik Mühendisi (2018-2019), Batman

Batman Bölge Devlet Hastanesi / Elektrik-Elektronik Mühendisi (2019-Halen), Batman



DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ İNTİHAL FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

ADI VE SOYADI	Abdurrahman GÖNENÇ
ÖĞRENCİ NO	14805001
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018-2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	Elektrik-Elektronik
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	Uydu Görüntüleri Kullanılarak NDVI ve RVI Bitki Örtüsü İndekslerinin Karşılaştırılması

İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ

RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	82
BENZERLİK ORANI	%20
RAPORLAMA TARİHİ	23/07/ 2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 82 sayfalık kısmına ilişkin, 23/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 20 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
- ☐ Kaynakça hariç
- ☐ Alıntılar hariç/dâhil
- ☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Abdurrahman GÖNENÇ

Abdurrahman GÖNENÇ

Prof.Dr. Mehmet Sıraç ÖZERDEM
Tez Danışmanı
(İMZA/TARİH)

Doç.Dr. Bülal GÜMÜŞ
Anabilim Dalı Başkanı
(İMZA/TARİH)

Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.