



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**İklim Koşulları İle Bitki Örtüsü Arasındaki
İlişkilerin Uzaktan Algılama Yöntemleri İle
İncelenmesi**

Gökay GÖKSU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
TEMMUZ – 2016**



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

İklim Koşulları İle Bitki Örtüsü Arasındaki İlişkilerin Uzaktan Algılama Yöntemleri İle İncelenmesi

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Murat KARABULUT
JÜRİ : Yrd. Doç. Dr. Reşat GEÇEN
JÜRİ : Yrd. Doç. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER**

Gökay GÖKSU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHRAMANMARAŞ

TEMMUZ - 2016

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

**İklim Koşulları İle Bitki Örtüsü Arasındaki
İlişkilerin Uzaktan Algılama Yöntemleri İle İncelenmesi**

Gökay GÖKSU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No :

**Bu Tez / Proje/....../.... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.**

.....
Ünvanı, Adı Soyadı, İmzası
BAŞKAN

.....
Ünvanı, Adı Soyadı, İmzası
ÜYE

.....
Ünvanı, Adı Soyadı, İmzası
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.....
Unvan, Adı Soyadı, İmzası
Enstitü Müdürü

Bu çalışma.....tarafından desteklenmiştir.
Proje No:.....

Not: Bu tez ve projede kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İklim Koşulları İle Bitki Örtüsü Arasındaki
İlişkilerin Uzaktan Algılama Yöntemleri İle
İncelenmesi**

Gökay GÖKSU

Danışman : Prof. Dr. Murat KARABULUT

Yıl : 2016 Sayfa: 147

Jüri : Prof. Dr. Murat KARABULUT (Başkan)
: Yrd. Doç. Dr. Reşat GEÇEN (Üye)
: Yrd. Doç. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER (Üye)

Türkiye bulunduğu topografyası, iklim özellikleri, jeolojisi ve jeomorfolojisi açısından dikkate alındığında ekosistem çeşitliliği oldukça yüksek coğrafi bir konuma sahiptir. Bitki örtüsünün kısa mesafelerdeki değişimi tür çeşitliliğini artırdığı gibi bitki örtüsünün zamansal ve mekânsal olarak da birbirinden farklılık göstermesine neden olmaktadır.

Ekosistemlerdeki karmaşık yapıların anlaşılabilmesi amacıyla geçmiş dönemlerde birçok metot denenmiştir. Ancak, geniş alanlarda geleneksel metotların uygulanması zamansal ve ekonomik açıdan oldukça zordur. Son yıllarda uydu teknolojilerinin hızla gelişmesi, uzaktan algılama metotlarının gelişimini de beraberinde getirmiştir. Böylece, uzaktan algılama verileri sayesinde geniş alanlardan bitki örtüsünün biyolojik ve fizyolojik karakterlerinin izlenmesi de mümkün hale gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı, iklim koşulları ile bitki örtüsünde arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve izlenmesidir. Bu amaçla, bitkilerin zamansal değişiminin izlenmesi ve bitkilerin iklim değişkenlerinden yağışa verdikleri tepkinin ölçülmesi için SPOT-Vegetation uydu verileri ve yersel meteorolojik ölçüm istasyonu verileri kullanılmıştır. 1998-2013 yılları arasında bitkilerin vejetatif aktivitelerini belirlemek amacıyla, SPOT-Vegetation uydusuna ait 10 günlük Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) değerleri kullanılarak, bitki örtüsünün 10 günlük periyotlarda zamansal değişimi izlenmiş ve bitkilerin yağışa verdiği tepki ölçülmeye çalışılmıştır. Ayrıca, mekânsal olarak birbirinden farklılık gösteren formasyonların yeşillenme dönemleri Vejetasyon Durum İndeksi (VCI) kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışma periyodu boyunca, bitkilerin vejetasyon aktivite seviyeleri, vejetasyon süreleri ve maksimum-minimum aktivite gösterdikleri dönemler belirlenmiştir. Sonuç olarak, farklı ekosistemlerdeki bitkilerin birbirlerinden farklı sürelerde vejetatif aktivite gösterdikleri ve fenolojik başlangıç evrelerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca orman, tarım, çayır ve mera gibi arazi yüzeylerinin yağışlara ne kadar sürede tepki gösterdikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki indisleri, Bitki, Fenoloji, Bitki ekolojisi, Uzaktan Algılama, SPOT-Vegetation, Türkiye.

**DEPARTMENT OF GEOGRAPHY
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM UNIVERSITY**

ABSTRACT

MA THESIS

**An Evaluation of Relationships between Climatic Conditions
and Vegetation by Using Remote Sensing Techniques**

Gökay GÖKSU

Supervisor : Prof. Murat KARABULUT
Year : 2016 , Pages: 147
Jury : Prof. Murat KARABULUT (Chairperson)
: Asst. Prof. Reşat GEDİK (Member)
: Asst. Prof. Muhterem KÜÇÜKÖNDER (Member)

When the locational characters of Turkey (such as topography, climatic conditions, geology and geomorphology) is considered, it has high ecosystem diversity because of these factors. The change of vegetation structures in the short range causes to not only increase species richness but also raises vegetation differences as temporal and spatial.

Despite of numerous methods have been tested to understand complex ecosystem patterns, it is hard to apply traditional techniques in vast areas because of time and economic limitations. Recent technological developments bring on various remote sensing tools and techniques. Thus, it is possible to monitoring biological and physiological properties of vegetation by remotely sensed data.

The purpose of this study determine and monitoring relationships between climatic conditions and vegetation characters using remote sensing data; tools and techniques. For this aim, Spot-VGT data used for monitoring temporal change of vegetation characters and meteorological stations data used for the effect of precipitation to vegetation characters. 10 days composite NDVI images were used to measure of the vegetation change and monitoring of vegetation activities from 1998

to 2013. Additionally, it was analyzed greenness period for spatially different formations by using Vegetation Condition Index (VCI). In addition, it has been analyzed vegetation activity levels, vegetation phenology and minimum-maximum vegetation activities the during the study period. As a result, there is a significant difference in view of vegetation activity period and onset to phenology between dissimilar ecosystems. Moreover it was determined response times to precipitation for different vegetation types such as woody, agricultural and grassy vegetation.

Keywords: Vegetation index, Vegetation state, Phenology, Remote sensing, SPOT-Vegetation, Turkey.



ÖNSÖZ

Ekosistemler birçok halkanın birleşmesi ile yeni bir ekosistem oluşturmaktadır. Bu ekosistemleri besleyen, hatta birçok canlı için yaşam alanı oluşturan temel unsur ise bitki örtüsüyle kaplı karasal ve denizel ortamlardır. Bitki örtüsünün karakterize edilmesi ve bu karakterin anlaşılabilmesi bitki alanlarının çeşitli yöntemler ile izlenmesi ve değerlendirilmesi ile mümkündür. Her ne kadar bitki yaşam alanlarının kendisi ekosistemin bir parçası ise de, bu ekosistemlerde genelden özele kadar kendi içerisinde birbiriyle bağdaşık ancak birbirinden farklı ekolojik şartlara sahiptir. Elbette her ekolojik şartın bir araya getirilerek akademik anlamda anlaşılabilmesi zor olsa da, bu faktörlerin tek tek incelenmesi ve ya bir kaçının birlikte ele alınıp çözümlenebilmesi bitki örtüsünün anlaşılması ve yorumlanmasında büyük katkılar sağlayacaktır.

Türkiye gibi biyoçeşitliliği yüksek bir coğrafi mekânda bitki ekosistemlerinin çözümlenmesine yönelik çalışmaların sayısı dünya standartlarının oldukça altındadır. Gerek bu açığı kapatmak gerekse ülkemizdeki farklı karakterlerdeki bitki formasyonlarının iklim parametrelerine verdiği tepkileri ve zamansal değişimlerini belirlemek amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada her ne kadar bitkilerin fizyolojik, biyolojik ya da çevresel faktörlerle ilişkisi, mekânsal dağılışı ve nedenleri anlatılsa da; burada kullanılan veriler ve yapılan analizlerin diğer konu ve uzmanlık alanlarıyla olan ilişkileri de konular içerisinde nedenleriyle birlikte tartışılmıştır.

Dünya literatüründe Uzaktan Algılama metotlarıyla bitkilerin anlaşılmasına çalışılması NOAA AVHRR uydusunun gönderilmesiyle başlamaktadır. Lakin ülkemizde 2000 yıllardan sonra yurtdışından tekrar Türkiye'ye dönen coğrafyacılar tarafından ve diğer bir kaç disiplin tarafından üzerinde çok az durulmuştur. Aynı zamanda, Türkiye'de bitki coğrafyası üzerine yapılan çalışma sayısı da halihazırda diğer yayınların oldukça altında bir trend izlemektedir. Bu türden çalışmalar halen birçok coğrafyacı tarafından fazla teknik olmakla eleştirilmekte ve yapılan işin coğrafya olup olmadığı yönünde tartışmalar yapılmaktadır. Ancak bu çalışmada elde edilen bulgular ve tez içerisinde tartışılan birçok konu gelecekteki çalışmalara ışık niteliğinde olacaktır.

Çalışmada ve hayatımdaki birçok yerde bana desteğini maddi ve manevi olarak hiçbir zaman esirgemeyen ve hakkını asla ödeyemeyeceğim saygı değer, değerli danışman hocam Prof. Dr. Murat KARABULUT'a; yine bizlerden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER'e sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan ailem; yeri geldiğinde bütün zorluklara birlikte göğüs gerdiğimiz, hatta bana ailemden uzakta olmama rağmen arkadaştan öte birlikte aile havasını solumamı sağlayan Yüksek Lisans öğrencileri Mehmet ÖZMAL, Ömer KAYA ve İlhami DOĞAN'a; gerek tezimin olgunlaşması gerekse hayatımda aldığım ve alacağım kararlarda bana yön gösteren, akademik olarak saatlerce birçok konuda kafa yordüğümüz ve gece gündüz demeden birlikte çalıştığımız değerli hocalarım başta Arş. Gör. Ahmet KARAKOÇ'a, Öğr. Gör. Yakup KIZILELMA'ya, Arş. Gör. Muhammet TOPUZ'a ve Emrah CEYLAN'a teşekkür ederim. Ayrıca Yüksek Lisans dönemimden itibaren çok kutsal gördüğüm hocalık duygusunu bana yaşatan, ancak bana bu duygudan başka bir şey katmayan lisans öğrencisi arkadaşlarımdan hepsine teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT.....	III
ÖNSÖZ	V
İÇİNDEKİLER	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Bitki Örtüsünün Görüntülenmesinin Önemi	1
1.2. Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi ve İzlenmesinin Önemi.....	3
1.3. Tarımsal Faaliyetlerin İzlenmesi ve İzlenmesinin Önemi	4
1.4. Otsu Bitki Türlerinin İzlenmesi ve İzlenmesinin Önemi	5
1.5. Bitki Örtüsünün Haritalanmasında Uzaktan Algılamanın Rolü	5
1.6. Bitki Örtüsünün Modellemesi.....	9
1.7. Uzaktan Algılama ve Bitki Örtüsünün Spektral Özellikleri	9
1.8. SPOT Uydusu Vegetation Sensörü (SPOT VGT)	11
1.9. İklim Değişkenlerinin Bitki Fizyolojisi Üzerindeki Etkisi	13
1.10. İklim Değişimlerinin Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) ile İlişkisi	14
1.11. Amaçlar ve Hedefler	16
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	17
2.1. Uzaktan Algılama ile Bitkilerin Görüntülenmesi, Haritalanması ve Zamansal Değişiminin İncelenmesi.....	17
2.2. İklim ve Bitki Örtüsü Arasındaki İlişki.....	18
2.2.1. Uzaktan Algılama (Bitki İndisleri) ve İklim İlişkisi	18
3. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ.....	21
3.1. Türkiye’de Orman Bitki Örtüsünün Genel Özellikleri ve Dağılışı.....	24
3.2. Türkiye’de Çayır ve Mera Bitki Örtüsünün Genel Özellikleri ve Dağılışı.....	25
3.3. Türkiye’de Tarım Alanlarının Genel Özellikleri ve Dağılışı.....	26
4. MATERYAL VE METOT	28
4.1. Materyal	28
4.1.1. SPOT VEGETATION Uydu Verisi.....	28
4.1.2. Meteorolojik Veriler.....	31
4.1.3. Örneklem Alanlarının Seçilmesi	32
4.2. Metot	32
4.2.1. Bitki İndisleri.....	33
4.2.2. Korelasyon Analizi.....	35
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	38
5.1. NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı.....	38
5.1.1. Uzun Zaman Periyodunda Maksimum ve Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı	38
5.1.2. Yıllık Maksimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı	42
5.1.3. Yıllık Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı.....	44
5.1.4. Uzun Zaman Periyodunda Maksimum NDVI Değerlerinin Aylık Mekânsal Dağılımı.....	46

5.1.5.Uzun Zaman Periyodunda Minimum NDVI Değerlerinin Aylık Mekânsal Dağılımı.....	50
5.2. NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi	53
5.2.1.Orman Alanlarının Zamansal Değişimi	53
5.2.2.Tarım Alanlarının Zamansal	63
5.2.3.Çayır ve Mera Alanlarının Zamansal	73
5.3. NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki	77
5.3.1.Orman Örtüsü NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki.....	79
5.3.2.Tarım Arazilerinin NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki.....	90
5.3.3.Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki	99
5.4. VCI Değerleri ve Kuraklığın Karşılaştırılması	104
6. SONUÇ	108
KAYNAKLAR	110
EKLER.....	124
ÖZ GEÇMİŞ	128

KISALTMALAR LİSTESİ

- µm:** Nanometre
- AB:** Avrupa Birliği
- ANN:** Artificial Neural Networks
- AVHRR:** Advanced Very High Resolution Radiometer
- B0:** Mavi band
- B2:** Kırmızı band
- B3:** Yakın infrared band
- Bkz.:** Bakınız
- BM:** Birleşmiş Milletler
- CBS:** Coğrafi Bilgi Sistemleri
- CCD:** Charge Coupled Device
- CNES:** French Centre National d'Etudes Spatiales
- CO₂:** Karbondioksit
- CTIV:** Fransa Toulouse'da Görüntü İşleme Merkezi
- DEM:** Dijital Yükseklik Modeli
- EM-DAT:** Acil Afet Veri Tabanı
- EVI:** Enhanced Vegetation Index
- FAO:** Gıda ve Tarım Örgütü
- GAP:** Güneydoğu Anadolu Projesi
- HA:** Hektar
- HRVIR:** High Resolution Visible IR
- İNG.:** İngilizce Kelime Anlamı
- İST.:** Meteoroloji İstasyonu
- JRC:** European Commission's Joint Research Centre
- KM:** Kilometre
- M:** Metre
- MCV:** Maximum Value Composite
- MGM:** Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- MODIS:** Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

MVC: Maksimum Değerlerin Bileşimi (Maximum Value Composite)

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NDVI: Normalize Fark Bitki İndeksi

NIR: Yakın İnfrared/Kızılötesi

NM: Nanometre

OGM: Orman Genel Müdürlüğü

P: Birincil (İşlenmemiş) görüntü

PCA: Ana Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis)

PCI: Precipitation Condition Index

PDSI: Palmer Drought Severity Index

QIV: Görüntü Kalite Merkezi

RVI: Dereceli Canlılık İndeksi (Relative Vigor Index)

S: İkincil (İşlenmiş) Görüntü

S10: 10 Günlük İşlenmiş Bileşke Görüntü

SMCI: Soil Moisture Condition Index

SPI: Standardized Precipitation Index

SPOT: Satellite Pour l'Observation de la Terre

SWIR: Kısa dalga infrared (İng.: Short-Wave InfraRed)

TCI: Temperature Condition Index

TOA: Top Of the Atmosphere

TR.: Türkçe

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UA: Uzaktan Algılama

Vb.: Ve benzeri

VCI: Bitki Durum İndeksi

Vd.: Ve diğerleri

VGT: Vegetation

VIUPD: The Vegetation Index Based On The Universal Pattern Decomposition Method

WHO: World Health Organization

TABLULAR LİSTESİ

Tablolar

Sayfa

Tablo 1.1. AVHRR'nin Gönderilmesinden Sonra Geliştirilen Uydular, Sensörler ve Uyduların Gönderim Tarihleri	8
Tablo 1.2. SPOT VGT 4 ve 5'in Yörünge Özellikleri (SPOT-5 CNES, 2006b).....	12
Tablo 3.1. Türkiye'deki Orman ve Çalı Formasyonlarının Tür Bazında Kapladığı Alan (OGM, 2014).....	24
Tablo 3.2. Mera Alanlarının Değişimi (www.tarim.gov.tr, 2016).....	26
Tablo 4.1. SPOT 4 ve 5 Uydularının Yörünge Özellikleri (SPOT-5 CNES, 2006b).	28
Tablo 4.2. VGT-1 ve VGT-2 Bandları (SPOT-VEGETATION, 2006a).	28
Tablo 4.3. Orman Alanları NDVI Değerleri ve Kullanılan Meteoroloji İstasyon Bilgileri	31
Tablo 4.4. Tarım Alanları NDVI Değerleri ve Kullanılan Meteoroloji İstasyon Bilgileri	32
Tablo 4.5. Mera Alanları NDVI Değerleri ve Kullanılan Meteoroloji İstasyon Bilgileri	32
Tablo 5.1. Yıllık Maksimum NDVI Piksellerinin İstatistiksel Değerleri	44
Tablo 5.2. Yıllık Minimum NDVI Piksellerinin İstatistiksel Değerleri	44
Tablo 5.3. Orman Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)	88
Tablo 5.4. Orman Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)	89
Tablo 5.5. Orman Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)	90
Tablo 5.6. Tarım Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)	98
Tablo 5.7. Tarım Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)	99
Tablo 5.8. Çayır ve Mera Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı).....	103

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekiller

Sayfa

Şekil 1.1. Elektromanyetik Enerji ile Yaprak Arasındaki Etkileşim.	11
Şekil 1.2. Elektromanyetik Işınının Farklı Objelerde Gösterdiği Spektral Değişim (Değiştirilerek: Sunar, 2011: 15).....	11
Şekil 3.1. Türkiye’de Bitki Formasyonlarının Fotosentetik Aktivite Durumu.....	23
Şekil 3.2. Türkiye’de Arazi Kullanım Sınıflarının Ülke Yüz Ölçümüne Göre Dağılımı (OGM, 2014).....	23
Şekil 4.1. SPOT Uydusu Veri Akış Şeması.....	29
Şekil 4.2. S1-NDVI Görüntülerinden S10-NDVI Görüntülerinin Elde Edilmesi	30
Şekil 4.3. Çalışmada Kullanılan Materyal Metotların İş Akış Şeması	33
Şekil 5.1. 1998-2013 Yılları Arasında Çalışma Alanının Yıllık Maksimum ve Minimum NDVI Piksellerinin İstatistiksel Değişimi.....	39
Şekil 5.2. Maksimum ve Minimum NDVI Değerlerinin Mekansal Dağılımı (1998-2013)	39
Şekil 5.3. Türkiye’nin Genel Meşçere Haritası	40
Şekil 5.4. Yıllık Maksimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi	43
Şekil 5.5. Yıllık Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi (1998- 2013).....	45
Şekil 5.6. Aylık Maksimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi (1998- 2013).....	47
Şekil 5.7. Aylık Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi (1998- 2013).....	52
Şekil 5.8. Doğu Karadeniz Dağları Orman Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	53
Şekil 5.9. Orta Karadeniz’deki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	54
Şekil 5.10. Orta Karadeniz’deki Karışık Orman Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	54
Şekil 5.11. İstiranca Dağlarındaki Geniş Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	55
Şekil 5.12. Kaz Dağlarındaki Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	55
Şekil 5.13. Kaz Dağlarındaki Geniş Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	56
Şekil 5.14. Ege Bölgesi Yaran Dağı İğne Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	56
Şekil 5.15. Akdeniz Bölgesi Bey Dağları Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	57
Şekil 5.16. Akdeniz Bölgesi Yund Dağında Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	58
Şekil 5.17. Akdeniz Bölgesi Aladağlar’da Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	58
Şekil 5.18. Akdeniz Bölgesindeki Amanos Dağında Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	59

Şekil 5.19. Akdeniz Bölgesi Başkonuş Dağında İğne Yapraklı Orman Yüzeyinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	60
Şekil 5.20. İç Anadolu Bölgesi Akdağlar'da İğne Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	61
Şekil 5.21. İç Anadolu Bölgesi Çiçek Dağı Geniş Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	62
Şekil 5.22. Doğu Anadolu Bölgesi Mercan Dağları Karışık Orman Arazisi Yüzeyinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	62
Şekil 5.23. Akdeniz Bölgesindeki Çukurova'da Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	64
Şekil 5.24. Güneydoğu Anadolu'da Harran Ovasındaki Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	65
Şekil 5.25. Güneydoğu Anadolu'da Diyarbakır Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	66
Şekil 5.26. Doğu Anadolu'da Pasinler Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	67
Şekil 5.27. Ege Bölgesinde Büyük Menderes Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	68
Şekil 5.28. Marmara Bölgesinde Bursa Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	68
Şekil 5.29. Marmara Bölgesinde Trakya'daki Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	69
Şekil 5.30. İç Anadolu Bölgesinde Tuz Gölü Çevresinde (Aksaray) Tarım Alanlarının (Kuru Tarım) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	70
Şekil 5.31. İç Anadolu Bölgesinde Tuz Gölü Çevresinde (Aksaray) Tarım Alanlarının (Sulu Tarım) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	70
Şekil 5.32. İç Anadolu Bölgesinde Kayseri Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	71
Şekil 5.33. İç Anadolu Bölgesinde Sızır Ovasında (Kızılırmak Havzası - Sivas) Tarım Alanlarının (Nadas – Çift Yıllar) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	72
Şekil 5.34. İç Anadolu Bölgesinde Sızır Ovasında (Kızılırmak Havzası - Sivas) Tarım Alanlarının (Nadas – Çift Yıllar) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	72
Şekil 5.35. Karadeniz Bölgesinde Havza Ovasında (Samsun) Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	73
Şekil 5.36. Doğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	74
Şekil 5.37. İç Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	74
Şekil 5.38. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	75
Şekil 5.39. Akdeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	75
Şekil 5.40. Ege Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	76

Şekil 5.41. Marmara Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	76
Şekil 5.42. Karadeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	77
Şekil 5.43. Doğu Karadeniz Bölgesinde Rize Dağlarındaki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ve 10 Günlük Yağış Verilerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	79
Şekil 5.44. Orta Karadeniz Bölgesinde Ilgaz Dağlarındaki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ve 10 Günlük Yağış Verilerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	80
Şekil 5.45. Küre Dağlarındaki İğne ve Geniş Yapraklı Karışık Yapıdaki Orman Alanlarının NDVI Değerleri ve 10 Günlük Yağış Verilerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	80
Şekil 5.46. Marmara Bölgesindeki Istranca (Yıldız) Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	81
Şekil 5.47. Marmara Bölgesindeki Istranca (Yıldız) Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	81
Şekil 5.48. Marmara Bölgesindeki Istranca (Yıldız) Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	81
Şekil 5.49. Kaz Dağlarının Geniş ve İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	82
Şekil 5.50. Kaz Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	82
Şekil 5.51. Ege Bölgesindeki Yaran Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	83
Şekil 5.52. Bey Dağları Üzerindeki İğne ve Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	83
Şekil 5.53. Akdeniz Bölgesindeki Yund Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	84
Şekil 5.54. Aladağlar Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	84
Şekil 5.55. Amanos (Nur) Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	85
Şekil 5.56. Akdeniz Bölgesindeki Başkonuş Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	85
Şekil 5.57. İç Anadolu Bölgesindeki Akdağlar Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	86

Şekil 5.58. İç Anadolu Bölgesindeki Akdağlar Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	86
Şekil 5.59. İç Anadolu Bölgesindeki Çiçek Dağı Üzerindeki Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	86
Şekil 5.60. İç Anadolu Bölgesindeki Çiçek Dağı Üzerindeki Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	87
Şekil 5.61. İç Anadolu Bölgesindeki Çiçek Dağı Üzerindeki Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	87
Şekil 5.62. Doğu Anadolu Bölgesi Mercan Dağları Üzerindeki Geniş ve İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	88
Şekil 5.63. Çukurova’da Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	91
Şekil 5.64. Harran Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	92
Şekil 5.65. Diyarbakır Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	92
Şekil 5.66. Pasinler Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	93
Şekil 5.67. Büyük Menderes Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	93
Şekil 5.68. Bursa Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	94
Şekil 5.69. Trakya’da Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	94
Şekil 5.70. Trakya’da Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	94
Şekil 5.71. Konya Ovasında Kuru Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	95
Şekil 5.72. Konya Ovasında Sulu Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	95
Şekil 5.73. Kayseri Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	96
Şekil 5.74. Sızır Ovasında Nadaslı Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	96
Şekil 5.75. Sızır Ovasında Nadaslı Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	97
Şekil 5.76. Havza Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	97
Şekil 5.77. Havza Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	98

Şekil 5.78. Doğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	100
Şekil 5.79. İç Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	100
Şekil 5.80. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)	101
Şekil 5.81. Akdeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	101
Şekil 5.82. Ege Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	102
Şekil 5.83. Marmara Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	102
Şekil 5.84. Karadeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013).....	103
Şekil 5.85. Kurak, normal ve nemli yıllarda VCI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi	107

1. GİRİŞ

1.1. Bitki Örtüsünün Görüntülenmesinin Önemi

Ekosistem içerisinde bitki örtüsü hayati anlamda hayati önem taşır. Bitkiler, karasal ve denizel ekosistemler içerisinde büyük bir yaşam alanına sahiptir. Bununla beraber, bitki formasyonları kara ve deniz ekosistemlerinde birincil kaynağını oluşturan gıda üreticisi konumundadır. Başka bir anlatımla, diğer tüm canlılar için yegâne gıda üreticisidir. Besin kaynaklarını doğrudan (otçul/hem etçil hem otçul) ya da dolaylı olarak (etçil/hem etçil hem otçul) bitkilerden sağlayan organizmaların bolluğu yine bitkilerin varlığına bağlıdır. Bitkilerde meydana gelen terleme (evapotranspirasyon) nedeniyle atmosferdeki nem içeriğinde meydana gelen değişimler (Dickinson ve Henderson Sellers, 1988:439-440; Nobre vd., 1991: 958; O'Brien, 1996; Walker vd., 1995; Xue, 1996; Yukuan vd., 1994); güneş ışığının yansımaları ve absorbe edilmesini (yutulmasını) sağlayarak enerji dengesini etkiler (Betts vd., 1996; Dickinson ve Henderson-Sellers, 1988; Nobre vd., 1991; Walker vd., 1995). Bitkiler, fotosentez sürecinde sera gazı olan karbondioksiti (CO_2) doğal bir süzgeç görevi görerek absorbe eder. Bu nedenle bitki örtüsü bölgesel ya da küresel ölçekte iklimlerin etkilenmesine sebep olur (Sellers vd., 1996; Costa ve Foley, 2000; DeFries vd., 2000; Houghton vd., 2000; Zhan vd., 2000; Potter vd., 2001). Bitkiler, sayısız türe yaşam ortamı sunarken, biyoçeşitliliğin de korunmasını sağlar (Vitousek, 1994: 1870; Chapin vd., 2000: 240; Houghton vd., 2000; Zhan vd., 2000; Potter vd., 2001). Bir yandan toprak oluşumuna katkı sağlarken diğer yandan da toprak erozyonunu önleyerek toprak yapısını etkiler. Toprağın bünyesinde bulunan oksijen, nitrojen, su ve karbon gibi biyokimyasal döngüleri düzenleyerek toprak ekosistemine büyük katkılarda bulunurlar (Penner, 1994; Houghton vd., 2000; Potter vd., 2001). Bitkiler, insan toplumları için ise sadece bir ekosistemden ibaret değildir. Aynı zamanda insanoğlu tarihten günümüze kadar sosyoekonomik anlamda gıda, hammadde ve ya fosil yakıt ve rekreasyon faaliyetleri amacıyla bitki ekosistemlerini kullanarak büyük ekonomik gelirler elde etmiş ve beraberinde teknolojinin bugünkü halini almasına kadar bu durum devam etmiştir.

Bitki örtüsünün birçok işlevselliğinin bulunmasına rağmen, doğal dengeyi ve insan yaşamının kalitesini korumak yerine onun varlığını tehdit eden faktörlerin daha fazla işlevselliği vardır. Geçmişte ekosistemler için ana tehdit doğal olaylarken, günümüzde insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişiklikleri, kuraklıklar, hastalıklar, yangınlar ve zararlı böceklerin istilaları olmuştur. Bu etkiler küresel anlamda tesir gösterirken, insan aktiviteleri sonucunda doğal bitki örtüsü tahrip edilerek tarım ve hammadde için doğal alanların kullanılması, doğal bitki örtüsü üzerinde daha dar anlamda ve ya bölgesel çapta etkilere neden olmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki ekosistemdeki her halka *kelebek etkisi* yaratabilir. Her ne kadar yok olan her ekosistemin yerinde yeni ekosistemler doğal olarak kurulsun da, bozulan her ekosistem de var olan ekosistemlerin deforme olmasına, belki de var olan ekosistemlerinde sonlanmasına neden olabilir. Ya da başka bir bakış açısıyla, yeni ortaya çıkan ekosistemler de mevcut ekosistemleri olumsuz yönde etkileyebilir.

Doğal afetler modern insan tarihinde bitki örtüsünün işlevselliğini etkileyen en önemli ana unsurdur. İnsan aktiviteleri de artık çok önemli tehditlerden biridir. Dünya üzerindeki insan nüfusundaki artış ve teknolojik gelişmelerden elde edilen başarı bu tehditlerin başında gelmektedir. Birleşmiş Milletler (BM)'in yaptığı açıklamaya göre geçtiğimiz 65 yılda dünya nüfusu üzerinde önemli bir artış gerçekleşmiştir. 1950'de dünya nüfusu yaklaşık olarak 2,5 milyar iken 2005 yılında bu rakam 6,5 milyara ulaşmış; 2050 yılında ise 9 milyarın üzerinde olacağı tahmin edilmektedir (BM, 2004: 114). Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak insan faaliyetlerindeki talebi karşılamak amacıyla

antropojenik aktiviteler daha da yoğunlaşmaktadır. Diğer yandan teknolojiye meydana gelen gelişmelerde kaynakların elde edilmesinde daha verimli, daha düşük maliyetli ve daha kolay erişilebilir imkânlar sağlamıştır.

Sonuç olarak, insanların doğal bitki örtüsünü tahrip etme oranı vejetasyonun yenilenme oranını geçmiştir (FAO, 2005: 13). Birleşmiş Milletler'in Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından 2005'te yayınladığı *Küresel Orman Varlığı* değerlendirmesine göre 2000-2005 arasındaki dönemde 13 milyon hektar alan her yıl ormansızlaşırken, yine aynı dönem içerisinde diğer doğal süreçler veya plantasyonlar sayesinde ise her yıl sadece 6,7 milyon hektarlık alan yeniden ağaçlandırılmıştır. Yani bu durum, her yıl ortalama 6,3 milyon hektarlık alanın kaybedildiğini istatistiki olarak göstermektedir. Ancak diğer yandan ise bitki türlerinin dağılımları küresel ölçekte ticari talepleri karşılamaya dönüşmüş durumdadır (Toukiloglou, 2007: 2).

Vejetasyon üzerinde insan aktivitelerinin etkisi bilim çevresini de harekete geçirmiştir. Bilim dünyası bitki çeşitliliğinin fakirleşmesi ve iklim değişimi gibi çevresel problemlerin insan aktiviteleriyle doğrudan bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmalar, insan faaliyetleri sonucunda çevresel problemlerin devam edeceğini ve imkânlar dâhilinde de düzenlenebileceğini ortaya koymuştur.

Doğal afetler bitki örtüsü için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Son yıllarda, insan aktiviteleri neticesinde atmosfere salınan sera gazlarının neden olduğu iklim değişimleri sonucunda şiddetli kuraklıklar ve seller gibi meteorolojik afetlerin artış gösterdiği gözlemlenmiştir (Kızılelma ve Karabulut, 2011: 1149-1150; Türkeş, 2011: 79; Akbaş, 2014: 6). Bu durum yalnızca doğal dengeyi ve doğal vejetasyonu bozmayacak, aynı zamanda artan nüfusla birlikte artış gösteren şehir alanlarını etkilediği gibi, böylece doğrudan insan hayatı üzerinde de olumsuz etkilere sebep olacaktır. Geçmişte sadece bu tür afetler yüzünden milyonlarca insan hayatını kaybetmiştir. Acil Afet Veritabanı (EM-DAT) verilerine göre, kuraklık yüzünden son yüzyılda 11 milyondan fazla insan hayatını kaybetmiş ve bu durum dünya çapında 2 milyardan fazla insanın ise hayatını etkilemiştir (EM-DAT, 2013).

Dünya'nın biyosferinde insan aktiviteleri ve doğal afetler tarafından riske atılan bitki örtüsünün faydalı rolü ortadadır. Ancak, doğal bitki örtüsünü korumak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek amacıyla insan faaliyetlerinin düzenlenmesi atılacak en iyi adımdır. Doğal afetleri tamamen önlemek elbette mümkün değildir. Ancak erken afet uyarı sistemleri ve alınacak önlemlerle afetlerin zararlı etkileri en aza indirilerek mal ve can kaybı indirgenebilir, bitki örtüsü üzerinde meydana gelecek tahribatlar azaltılabilir.

Bitki örtüsünün görüntülenmesi ve izlenmesi erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, tahmin modellerinin oluşturulması, meydana gelen afetlerin durumlarının ortaya konulması ve etkilediği alanların belirlenmesi; bitki türlerinin ayırt edilmesi, vejetasyon evrelerinin ve sağlık durumunun belirlenmesi; fotosentetik aktivitenin ve bitki nem içeriğinin ortaya konulmasında önemli rol oynar. Elde edilen verilerin ve analizlerin artması biyosferdeki çevresel süreçlerin anlaşılmasında büyük katkı sağlayacaktır. Daha çok bilgi, vejetasyon araştırmalarının devamlı olması ve süreklilik arz eden bir şekilde görüntülenebilmesi ile birleştirildiğinde vejetasyonun fonksiyonuna insan aktivitelerinin etkisini doğal yapısının, lokasyonunun, boyutunun ve şiddetinin değerlendirilmesine izin verir ve tahrip edilen alanlarda insan aktivitelerini düzenleyen politika yöneticilerine sürdürülebilir gelişime izin verdiği biçimde yardım eder. Vejetasyonun görüntülenmesinde elde edilen veriler ve çevresel bilginin ilerlemesi ile bitkilerin fizyolojik gelişimleri, zaman içerisinde uğradıkları değişimler, doğal afetlerin önceden

tahmin edilmesi ve etki alanlarının belirlenmesi gibi faktörler doğal olayların afete dönüşme ihtimalini de azaltacaktır.

1.2. Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi ve İzlenmesinin Önemi

Orman ekosistemlerinin belirli bir ölçeklerde izlenmesi hem ekonomik hem de ekosistem ekolojisinin korunması açısından etkili olacaktır. Ormanlar, dünyanın birçok yerinden kereste ve odun gibi ekonomik bir ürünün elde edilmesi anlamına gelirken aynı zamanda karbon döngüsü ve atmosferik kimyasalların da manipüle edilmesi anlamı da taşır. Kısacası ormanlara karbon rezervuar bölgeleri demek de yanlış olmayacaktır. Ayrıca ormanlar ekonomik olarak bir kaynak oldukları kadar yaşamsal olarak da birçok canlı için de gıda, barınma ve yaşamsal faaliyetlerini ve ihtiyaçlarını giderebilecekleri alanlardır.

İklim karakterinin etkisiyle ormanlardaki ağaç türleri çeşitli şekil ve fonksiyon değişikliklerine uğrar. Sıcaklık, yağış ve güneş ışığı bitkilerin boyu, sıklığı ve biokütlesi gibi fizyolojik birçok değişime sebep olur. Bunların yanı sıra, bitkilerin vejetasyon devreleri ve büyüme dönemleri fiziksel faktörlerin etkisiyle azalma ya da artma eğilimi gösterir. Yağışlardaki azalmalara bağlı olarak toprak neminin azalması toprakta bulunan besinlerin bitki bünyesine geçmesini yavaşlatacaktır. Sonuç olarak, tüm bu durumlar bitkinin biokütle üretimiyle doğrudan ilişkilidir.

Atmosferik sıcaklık ve nem durumundaki artış bitkilerin besim üretimini ve aynı zamanda ayrışma oranını da artırır. Bu olay bir yerden sonra bitkilerin sağlık durumlarını etkileyerek bitkinin strese girmesine neden olur. Bitkiler, belli bir düzeye kadar bu stresi tolere edebilirler. Ancak özellikle ekstrem iklim olaylarının yaşandığı durumlarda bitkilerin strese girmesi kaçınılmaz hale gelebilir.

Orman örtüsü toprak ve su kaynaklarının belirli bir düzeyde korunması yine ormanların varlığıyla doğrudan ilişkilidir ve ekosistemlerin yaşam formlarına hem en büyük ve hem de çeşitliliğin en fazla olduğu alanlar orman formasyonlarının bulunduğu sahalardır. Ancak orman alanlarının en büyük tehditçisi yine insan aktiviteleri ve insan aktiviteleri sonucu ortaya çıkan çevresel değişimlerdir. Birçok ülkede orman alanları tarım arazilerine çevrilerek tarım arazileri genişletilmekte ve doğal habitatlar deforme olmaktadır. Bu deformasyonun sık sık gerçekleşmesi doğa için radikal değişim ve dönüşümleri de beraberinde getirmektedir. Ormanlar burada saydığımız veya saymadığımız birçok açıdan incelendiğinde bu kaynakların izlenmesi, korunması ve değerlendirilmesi orman alanlarının yönetiminin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu alanların incelenmesi ve izlenmesinde ise Uzaktan Algılama temel bir rol oynar.

Orman kaynaklarının izlenmesi ve haritalanması, orman bilgi sistemlerinin oluşturulması ve böylece koruma alanlarının belirlenmesi; ormanların yönetilmesi ve kullanımına ilişkin merkezi ve yerel yönetimlerin sorunlarının çözümünü amaçlamaktadır. Ancak Türkiye'deki orman alanlarının genişliği düşünüldüğünde orman vejetasyonunun izlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla SPOT VGT, NOAA veya MODIS gibi uydu verileri kullanılarak bu alanlar hem uzun vadede hem de geniş ölçeklerde izlenebilir. Uzaktan Algılama verileri kullanılarak iklimsel değişimler ve kuraklık gibi çevresel felaketlerin bitki örtüsü üzerinde oluşturduğu stresi ve bitkilerin sağlık durumlarının belirlenmesi sayesinde meydana gelebilecek afetlerin sonuçlarının en aza indirilmesi; orman yangınları ve seller gibi felaketlerin sonucunda oluşan tahribatın belirlenmesi ve orman alanlarında meydana gelen diğer değişimlerin izlenmesi açısından bölgesel ölçekte ve kısa vadede bilgi elde edilmesi mümkündür. Özellikle SPOT VGT ve NOAA gibi uydu verileri bitki çalışmalarında kullanılarak günlük bazda verilerin elde edilmesi mümkündür. Daha dar alanlarda bitki örtüsünden veri setlerinin elde edilmesi ise daha yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip uydu verilerinin (Hiperspektral sensörüne

sahip uydu verilerinin) kullanılması daha kapsamlı verilerin elde edilmesini sağlayacaktır. Böylelikle küresel ya da bölgesel anlamda ormanların dağılışı yapılarak devlet ekonomisine sağlayacağı katkılar artarken; sürdürülebilir ve geleceğe yönelik planların yapılmasında modellenenebilir bir çevre planı oluşturmak da mümkün olacaktır. Ancak bu bakımdan Türkiye’de Uzaktan Algılama ile vejetasyonun incelenmesi ve izlenmesi ele alındığında geri kaldığımızı söylemek mümkündür.

Birçok çalışma 1 km’lik mekânsal çözünürlüğe sahip uydu sensörleri ile geniş ölçekte orman alanlarının değişimlerini izleyerek kayda değer sonuçlar elde etmiştir (Anyamba ve Tucker, 2005; Galindo vd., 2003; Göksu vd., 2015; Karabulut, 2003; Karabulut, 2006; Moulin vd., 1997; Tucker, 2005). Bu tür veriler iki şekilde kullanılır: (1) orman örtüsünün kimlik bilgisinin oluşturulması ve haritalanması, (2) ormanlarda meydana gelen değişimlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi. İlk olarak ormanlar alanlarından elde edilen günlük uydu verileri analizler yapılmak üzere toplanması üzerine kuruludur. Özellikle Türkiye gibi yılın bir bölümünün bulutlu ve karlı geçtiği bölgelerde bitki örtüsü üzerinden en iyi yansıma değerlerini elde etmek (bulutluluk ve kar albedosunun en aza indirilmesi) amaçlı bilhassa yağışlı dönemlerden kurak sezona kadar günlük olarak verilerin elde edilmesi vejetatif faaliyetlerin doğru bir şekilde izlenmesi için gereklidir. Böylece orman alanlarının sınıflandırılması ve haritalanması sağlanabilir. Düşük çözünürlüklü uydu verilerinden elde edilen verilerin doğrulanması amacıyla daha yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılarak mevcut durumda düzeltmeler yapılabilir. Ancak bu tür veriler doğrulanırken eşzamanlı verilerin kullanımı bitki alanlarının daha doğru bir şekilde sınıflandırılmasına ve analiz edilmesine katkı sağlayacaktır.

Vejetasyon dinamiklerinin yıllık ve mevsimsel olarak değişimi özellikle son yıllarda uydu teknolojilerinin gelişmesi, istenilen hassasiyette ve zamanlarda veri elde edilmesi, verilerin doğruluk oranlarının yüksek olması, saklanabilir ve analiz edilebilir olması ve uydu verilerine kolay bir şekilde birçok online internet sayfasından erişilebilir olması nedeniyle oldukça ilgi kazanmış bir konudur. Aslında mevsimsel değişimler ormanların üretkenliğini değiştiren bir olgudur. Bu nedenle orman ekosistemlerinin üretkenlikleriyle alakalı olarak iklimsel koşullarda, su kaynakları ve atmosfer gazlarındaki değişimler bitki örtüsünün mevsimsel üretkenliği üzerinde anomalilerin ya da beklenmedik eğilimlerin tespit edilmesinde vejetasyonun verdiği sinyaller uydu verileri ile izlenebilmekte ve diğer parametreler ile ilişkilendirilebilmektedir. Ayrıca bitkilerin fizyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin ortaya çıkardığı radyometrik değişimlerle de ilişkilendirilebilir. Bu nedenle bitki örtüsünün zaman serilerindeki değişimlerini takip etmek oldukça önemlidir. Bitki örtüsünden tutarlı veriler elde etmekte uydu sensörlerinin özelliklerine göre farklılık gösterecektir.

SPOT VEGETATION, NOAA AVHRR ya da MODIS gibi tamamen bitki örtüsünün izlenmesine odaklanmış uydu sistemlerinin varlığı ve zaman içerisinde yaygınlaşması sebebiyle doğrudan arazi çalışmaları ile ormanların gözlemlenmesinin yerini çok yakın gelecekte uydu teknolojilerinin alacağını ve daha az arazi çalışmasına ihtiyaç duyularak yüksek doğrulukta sonuçlara ulaşılmasını öngörmek mümkündür.

1.3. Tarımsal Faaliyetlerin İzlenmesi ve İzlenmesinin Önemi

Uzaktan Algılama teknikleri geniş alanlar üzerindeki tarımsal ürünlerde nicel, nitel ve zamansal bilgiyi sağlamak amacıyla birçok veri sunmaktadır. Bölgesel ya da küresel anlamda tarım politikalarının ve planlamalarının yapılması, ürünlerin veriminin ve rekoltesinin tahmin edilmesi veya kuraklık ve sel gibi afetlerin önceden tahmin edilerek meydana gelen zararların en aza indirilebilmesi gibi birçok alanda Uzaktan Algılama teknikleri kullanılmaktadır. Ayrıca bu teknikler sayesinde bitkilerin büyüme

döneminden hasat zamanına kadar olan dönemin izlenmesi bitki veriminin tahmin edilmesi açısından da gereklidir.

Son yıllarda birçok araştırma tarımsal ürünlerin izlenmesi ve verim tahminlerinin yapılmasına Uzaktan Algılamanın sağladığı avantajlarla katkıda bulunmaktadır (Delécolle vd., 1992; Balaghi vd., 2008; Morgounov vd., 2014; Noureldin vd., 2013; Sakamoto vd., 2013; Lopresti vd., 2015). Özellikle meteorolojik modeller ve radyometrik ölçümler birleştirilerek konuyla ilgili ümit verici çalışmaların yapıldığını göstermektedir. Bitki sağlığının izlenmesi, tarımsal bitkilerin fotosentez kapasiteleri, yaprak alanlarının ve bitkilerin birçok fiziksel unsura verdiği tepkiler Uzaktan Algılama teknik ve metotları ile hesaplanması mümkün olan çalışmalardan bazılarıdır. Verim tahmininde bulunmak için SPOT uydusunun VEGETATION ve daha yüksek çözünürlüğe sahip HRVIR sensörlerine ait veriler birbirine entegre edilerek daha güvenilir tahminler de elde edilebilir.

1.4. Otsu Bitki Türlerinin İzlenmesi ve İzlenmesinin Önemi

Bitki örtüsüne ait dinamikler, hidrolojik döngü, küresel iklim değişimleri ve iklim değişimine bağlı ortaya çıkan diğer aliterasyonlar biyosferin vermiş olduğu tepkiyi yansıtır. Bitki fenolojisindeki değişimler ise, iklim koşullarıyla ve dolayısıyla bitki verimliliği ile doğrudan bağlantılıdır. Bitki örtüsü üzerinde iklim faktörlerinin oluşturduğu etkisinin en iyi göstergesi bitki fenolojisindeki değişimlerdir. İklim ile bitki örtüsü arasındaki ilişkinin incelenmesi ise küresel iklim değişimi araştırmalarının bir bileşeni haline gelmiştir (Menzel, 2002; Hou vd., 2014). İklim elemanları her ne kadar bitki örtüsü üzerinde bir baskı yaratsa da aynı zamanda bitki örtüsünün kendisi iklim değişimlerinin de bir yansımasıdır.

Kuzey yarımküredeki birçok araştırma çeşitli şekillerde Uzaktan Algılama verileri kullanarak bitki fenolojisi analizleri yapılmaktadır. Bitkilerin büyüme sezonları Uzaktan Algılama verileri sayesinde yerinden gözlemlenebilmektedir (Myneni vd., 1997; Beaubien ve Freeland, 2000; Parmesan ve Yohe, 2003; Piao ve Fang, 2003; Badeck vd., 2004; Goetz vd., 2005; Linderholm, 2006; Chen ve Yu, 2007; Guo vd., 2010).

Çayır, mera ve step alanları kapsayan otsu türlerin ekosistemleri yerini günümüzde büyük oranla tarım ekosistemine dönüşmüş ve aşırı otlatmaya maruz kalarak tür çeşitliliği giderek azalmıştır (Akman vd., 2012: 30). Bu alanlar birçok yaban hayatına ve bitki türüne ev sahipliği yapar. Otlaklar, başta orman içi çayır ve mera alanları olmak üzere endemik tür bakımından da en zengin habitatlardır (Gemici vd., 1992: 64-65; Avcı, 1996: 283).

Günümüzde Türkiye’de yaklaşık olarak 6,1 milyon hektarlık (Akman vd., 2012: 258) orman ve otlak tahrip edilerek tarım alanına dönüştürülmüştür; zaman içerisinde bu alanlar erozyona uğrayarak tekrar kazanılması güç alanlar haline gelmişlerdir. Orman ve otlakları kaybetmemizin diğer bir sebebi olan aşırı otlatma ise mera alanlarının doğru dönemlerde otlak olarak kullanılmaması ve kapasitesinin üzerinde hayvan otlatmaya maruz kalarak bu alanların yok olmasına sebebiyet vermektedir. Bilhassa ilkbahar mevsiminde erken dönemlerde hayvanların otlaklarda otlatılması ve bu dönemde nemli olan veya taban suyu yüksek olan toprakların hayvanların toprağa basması nedeniyle toprağı sertleştirmesi de tür çeşitliliği ve türlerin yayılışını etkileyen ya da aksine hayvanların tüketmediği bazı ot türlerinin (*Chamaecytisus eriocarpus* vb. gibi) otlak alanlarında bir faktördür (Akman vd., 2012: 258).

1.5. Bitki Örtüsünün Haritalanmasında Uzaktan Algılamanın Rolü

Geçmişte (Uzaktan Algılama teknolojilerindeki gelişmelere kadar) vejetasyon araştırmalarından elde edilen veriler belirli bir düzende toplanmıyordu. Bu tür veriler

toplanması daha çok yersel metotların kullanıldığı numune alma metoduna dayanan yöntemlerdir (Cochran, 1977; Eyles vd., 1993; Gallego, 1995) ve Uzaktan Algılamanın bitki çalışmalarına girmesiyle *geleneksel yöntem* adını almıştır. Genel olarak, bu metotların birçoğu stabil bir metodoloji ile gerçekleştirilmez. Geleneksel yöntemlerde, çalışmaların metodolojisinin doğruluğu ve kesinliği araştırma yapan kişinin becerisine, algısına, kullanılan ekipmanın türüne ve kalitesine, örneklem alanı seçme yöntemine, veri toplama metodolojisine ve bilinenden yola çıkarak tahminlerde bulunma gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Geniş alanlarda arazi etütlerinin yapılabilmesi için çok sayıda araştırmacıya ihtiyaç duyulur. Bu nedenle, geniş alanlarda geleneksel metotlarla yapılan arazi çalışmalarında etüt yapan kişilerin artması finansal açıdan pahalı olacağı gibi zamansal olarak da gereklilikler artacaktır. Ayrıca arazi etütlerinde yer alan araştırmacıların kullandıkları yöntemler arasında da önemli oranda tutarsızlıkların meydana gelmesi ve veri kayıplarının yaşanması olasılığı vardır (Townshend vd., 1991; Hack ve English, 1996; Karabulut, 2006; Göksu vd., 2015). Belirli alanların incelenmesi çevresel koşullar ya da erişim güçlüğü nedeniyle araştırmalar daha zor ya da daha maliyetli olmaktadır. Çünkü arazi ölçüm metotları numune alma tekniklerine dayanmaktadır ve bitkilerin izlenmesinde önemli alanlar gözden kaçırılabilir. Tucker ve Townshend (2000)'e göre örneklem teknikleri çok sayıda örnekler alınmadığı sürece orman deformasyonunun belirlenmesinde ve tahmin edilmesinde yeterli olmadığı; araştırmayı tamamlamak için daha fazla zamana ve finansal kaynağa ihtiyaç olduğunu belirlemiştir.

Ormanların küresel durumunu değerlendirmek ve erken uyarı sistemlerinin kurulması amacıyla bu problemler ortaya çıkmıştır. Farklı ülkelerden gelen veriler eksik ya da modası geçmişti; ancak farklı vejetasyon tanımlamaları ve veri toplama metotlarında tutarsızlıklara neden olmuştur (Zon ve Sparhawk, 1923; Anonymous, 1948, 1950, 1954; FAO, 1946, 1947, 1960, 1963; Persson, 1974; Kummer, 1992; Kleinn vd., 2002). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından beş yılda bir düzenli olarak orman varlığının belirlenmesi birkaç yıl almıştır (Mather, 2005). Ancak bu tür çalışmalar, özellikle erken afet uyarı sistemleri ya da bitkilerin fenolojik dönemlerinin anlaşılması açısından oldukça uzun bir süreçtir.

Yirminci yüzyıldan sonra teknolojiye meydana gelen gelişmeler sayesinde, finansal maliyetin düşük olduğu ve giderek artan uçak ve uzay araçlarına yerleştirilen sensörler sayesinde Uzaktan Algılama verileri toplanmaya başlamıştır. Ölçümler Uzaktan Algılama sensörlerine ilave olarak yersel ölçümleri de kapsar. Aynı küçük bir alan üzerinde yapılan ölçümler ise daha az yersel ölçüm verisi kapsayacaktır. Uzaktan Algılama verileri elde edildiğinde yersel ölçümlere ihtiyaç ya çok azalır ya da hiç ihtiyaç duyulmaz. Böylece arazide ölçüm yapanların sayısı azalırken hem maliyet düşer hem de hata oranı azalmış olur. Ayrıca doğal şartlar ya da tehlikeler nedeniyle ölçümün zorlaştığı alanlarından birçok verinin kolayca elde edilmesini sağlar (örneğin bulut gibi engeller sensörlerin veri elde etmesini engelleyen faktörlerdir). Bunun yanı sıra hava ve uzay araçları tarafından özellikle geniş ölçekli alanlarda yapılan vejetasyon çalışmalarında yersel ölçümlere kıyasla bir alandan toplanacak veri için gereken zaman bir hayli kısadır.

Uzaktan Algılama ölçümlerinin doğruluk ve hassasiyeti genellikle sensörlerin kullanımına, eğer gerekiyorsa yersel ölçümlerin doğruluğunun ve hassaslığının tespit edilmesine veya kullanılan görüntü işleme metodolojisine bağlıdır. Uzaktan Algılama yöntemleriyle elde edilen bir verinin maliyeti ise çalışma alanının boyutuna, kullanılacak Uzaktan Algılama sensörüne ve görüntü işleme gereksinimlerine bağlı olarak değişir (Allen, 1990; Meyer-Roux ve Vossen, 1994). Bununla birlikte, son zamanlarda teknolojiye yaşanan gelişmeler Uzaktan Algılama ve bilgi teknolojilerinin

yaygınlaşmasında görüntü işleme maliyetini düşürmüş ve satın alınma ya da kullanılma oranını da artırmıştır (Gallego, 1999; DeFries ve Belward, 2000). Böylece Uzaktan Algılama gitgide daha ucuz hale gelmektedir (Giovacchini ve Brunetti, 1992; Taylor vd., 1997; Gallego, 1998, 1999; Cihlar, 2000;). Başka bir deyişle, Uzaktan Algılama temelli ölçümler, yersel ölçümlere oranla daha hızlı toplanabilir, daha geniş alanlardan veri elde edilebilir ve maliyeti düşüktür. Ayrıca, Uzaktan Algılama temelli ölçümler yersel ölçümlere oranla daha sık tekrarlanabilir ve böylece yeryüzünün bitki örtüsü daha yakından incelenebilir.

Uzaktan Algılama sensörleri sayesinde, küresel ölçekte ve düşük maliyetle sürekli olarak bitki örtüsü hakkında veri toplanmaktadır. Geniş alanlarda bitki örtüsünün izlenmesinin yersel ölçümlere tercih edilmesiyle ilgili birçok çalışma vardır (Woodcock ve Strahler, 1987; Sellers vd., 1992; Townshend, 1992; DeFries ve Townshend, 1994a; DeFries vd., 1995; Mayaux ve Lambin, 1995; Running vd., 1995; Hack ve English, 1996; Nemani ve Running, 1997; DeFries ve Belward, 2000; Lillesand ve Kiefer, 2000; Dymond vd., 2001; Liang, 2001; Lioubimtseva, 2003; Price, 2003; Kogan ve Guo, 2011; Göksu vd., 2015).

Uzaktan Algılamada uydu sensörlerinin çözünürlükleri mekânsal, spektral, zamansal ve radyometrik olarak ifade edilirler. Yeryüzünden elde edilen bir görüntü üzerinde mekândan elde edilen her bir pikselin büyüklüğü mekânsal çözünürlük diye adlandırılır.

Bir grup uydu sensörleri (Landsat 8-TIRS, MODIS, SPOT 4 ve SPOT 5, SeaWiFS, Envisat-MERIS, DSCOVR-EPIC) genellikle “düşük ya da orta çözünürlüklü sensörler” olduğundan (GISAT, 28.06.2016, www.gisat.cz) özellikle geniş alanların görüntülenmesi ve izlenmesinde oldukça kullanışlıdır. Bu tür sensörler mekânsal çözünürlüğü düşük olduğu için ayırt etme kabiliyetleri de nispeten düşük olduğundan *düşük kabiliyetli sensörler* olarak nitelendirilirler. Sensörler genel manada mekânsal çözünürlüklerine göre yüksek (0.5-50 m), orta (50-250 m) ya da düşük (yaklaşık 1 km) çözünürlüklü olarak ayırt edilebilir (Toukiloglou, 2007: 6). Sensörlerin tarama alanı genişliği ile mekânsal çözünürlüğü arasında zıt bir ilişki vardır. Yani, düşük çözünürlüklü sensörler, yüksek çözünürlüklü sensörlere oranla daha geniş alanları tarayabilirler. Böylece düşük çözünürlüklü uydular yüksek çözünürlüklü uydulara nazaran tek bir tarama ile daha fazla alanı tarayarak (sabit yörüngeli uydular için yaklaşık 700-800 km’lik bir yüzey) daha fazla veri toplayabilir. Düşük çözünürlüklü uydular bu sayede bir gün içerisinde bir veya birden fazla kez yeryüzünden veri toplayabilirler. Bunların yanında, yüksek çözünürlüklü uydu verileri genellikle daha pahalı iken; düşük çözünürlüklü uydu verilerinin birçoğuna kolayca ve ücretsiz olarak ulaşılabilir. Mekânsal çözünürlüğü yüksek olan uydu sensörleri mekânsal detayları daha kolayca ayırt edebilirken; düşük çözünürlüklü uydularda ise detayların ortalama yansıma değerleri alınarak daha geniş alanlardan belli zaman içerisinde daha fazla veri elde etmek mümkündür (Tucker vd., 1985; Townshend vd., 1985, 1987, 1988, 1991; Loveland vd., 1991; DeFries ve Townshend, 1994b). Bu nedenle geniş alanlarda vejetasyon aktivitelerinin izlenmesinde ve modellenmesinde düşük çözünürlüklü uydu verileri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu sensörleri geniş alanları görüntülemeye çok kullanışlı değildir. Bu durumun dezavantajlarını kısaca şöyle sıralanabilir: i) Düşük zamansal çözünürlüğe sahip olmaları (genellikle 15 günden daha fazla ve verilerin bulutlu olma ihtimalinin yüksek olması), ii) veri alım maliyetlerinin fazla olması ve iii) geniş bir alanda çalışmak için verileri bir araya getirmek ve işleme süreçleri oldukça zaman alıcı ve maliyetli olmasıdır (Townshend vd., 1991; Cihlar, 2000; DeFries ve Belward, 2000;

Braswell vd., 2003). Geçmişte geniş alanların görüntülenmesinde kullanılan en eski uydulardan biri 1978 yılında National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) tarafından gönderilen Television InfraRed Operation Satellite (TIROS-N) uydusudur. Günümüze kadar 15'ten fazla NOAA AVHRR uydusu uzaya gönderilmiştir. AVHRR sensörleri meteoroloji ve okyanus çalışmaları için gönderilmiş olsa da bilimsel anlamda özellikle birçok çevresel modelleme çalışmalarında kullanılmaktadır (Cracknell, 2001). Geniş alanlarda düşük çözünürlüklü Uzaktan Algılama verilerinin asıl kullanımı 1990'lı yıllardan sonra olmuştur (Townshend vd., 1991; Running vd. 1995; Strahler vd., 1999; DeFries ve Belward, 2000; Zhan vd., 2000; Friedl vd., 2002; Townshend ve Justice, 2002; Lioubimtseva, 2003). AVHRR'nin gönderilmesinden sonra toplanan bilimsel veriler sayesinde düşük çözünürlüklü uydu verilerinin sayısında artışa neden olmuş ve geliştirilmesinde büyük rol oynamıştır (Tablo 1.1).

Geniş alanlarda bitki örtüsünün izlenmesine yönelik bilimsel çalışmalar 1990'lara kadar yalnızca AVHRR uydu verileri kullanılarak yapılabiliyordu (Hielkema vd., 1986). Ancak 90'lardan sonra benzer özelliklerde sensörlerin de uzaya gönderilmesiyle birlikte bitki ile ilgili bilimsel araştırmalar daha da farklı boyutlar kazanmıştır (Tablo 1.1). Bu sensörler mekânsal, radyometrik, zamansal ve spektral olarak farklı teknik özelliklere sahiptir. Ayrıca bu sensörler geometrik ve atmosferik düzeltme özelliklerine de sahiptirler. Bu nedenle, aynı çalışma alanlarına ait farklı özelliklerde veriler elde edilmiş olacaktır. Sonuç olarak, aynı metodoloji kullanılsa bile farklı sensörlerden elde edilen Uzaktan Algılama verileri farklı ürünlerin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Farklı sensörlerin var olması ve sayılarının giderek artması inceleme alanlarına daha uygun sensörün kullanılması anlamına gelmektedir. Sensörler birbirleriyle benzer özelliklere sahip olsalar dahi ortaya çıkan ürünlerin karşılaştırılması da bilimsel araştırmalar için büyük önem taşır. Bu durum zaman içerisinde kullanılamaz hale gelen sensörlerin de etkinliğini azalttığı gibi daha yüksek kaliteli sonuçların elde edilerek yaygınlaşmasına olanak sağlayacaktır.

Tablo 1.1. AVHRR'nin Gönderilmesinden Sonra Geliştirilen Uydular, Sensörler ve Uyduların Gönderim Tarihleri

Uydu İsmi	Sensör Adı	Gönderim Tarihi
TERRA	MODIS	Aralık 1999
AQUA		Mayıs 2002
ERS-1	ATSR	Haziran 1991
ERS-2		April 1995
ENVISAT	AATSR	Mart 2002
ENVISAT	MERIS	Mart 2002
SPOT 4	VEGETATION	Mart 1998
SPOT 5	VEGETATION/2	Mayıs 2002
SeaStar	SeaWIFS	Ağustos 1997
FY-1	MVISR	Mayıs 2002
ADEOS II	GLI	Aralık 2002
METEOR-2 N24	MR-2000	Ağustos 1993
METEOR-3 N5	MR-2000M	Ağustos 1991
METEOR-3MN1		Aralık 2001
Ocean-OI N7	MSU-M	Ekim 1994
OKEAN-O		Eylül 1998
SICH-1		Ağustos 1995
SICH-1M		Eylül 1999

1.6. Bitki Örtüsünün Modellemesi

Bitki örtüsü ile iklim şartları arasındaki güçlü ilişki nedeniyle vejetasyon modelleri genellikle iklim faktörü ile modellenir (Littell vd., 2011). Bazı vejetasyon modellerinin gelişimi, bugünkü *iklim etkisi modelleri* ya da *iklim değişim modelleri* gibi modellerden daha eskilere tarihlere dayanır. Ancak bunu “*küresel dinamik bitki örtüsü modelleri*” diye adlandırılan süreklilik arz eden modeller kapsamaz. Bu modeller daha çok son yıllarda uydu teknolojilerinin gelişimi ile birlikte gelişimini sürdüren modellerlerdir (Goodchild, 1994).

Bitki örtüsü (I) ampirik/deneysel (İstatistiksel) modeller ve (II) süreç/mechanik modelleri olarak iki temel modelleme türünden oluşur. Ampirik modeller, uygun gözlem parametreleri ve projeksiyonları elde etmek için istatistiksel metotlar kullanılır. Bu modeller karar verme mekanizmaları ve araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır ve genellikle ampirik modeller nispeten diğer modellere göre kullanım açısından daha uygun bir yapıya sahiptir. Ampirik modellerin değerlendirilmesi ya da doğrulanması sayısal metotlar (örneğin, çapraz doğrulama gibi) kullanarak ve düzenli olarak belirsizliğin miktarını ölçerek gerçekleştirilebilir. Ancak, bu tür modellerle karmaşık yapıları açıklamak ya da meydana gelebilecek durumları tahmin etmek ve hesaplamak oldukça zordur. Süreç modellerinin kullanımı genellikle daha zordur, karar verme mekanizmaları tarafından çoğunlukla kullanılmazlar. Süreç modelleri, belirsizliğin ortaya konulmasında ampirik modellerle nazaran kullanım açısından daha sınırlı bir yapıya sahiptir. Ancak, süreç modelleri modüler ölçüde daha genel ya da daha özel amaçlarla uyarlanabilir, karmaşık yapılar ve yeni etkileşimler bu modellere dahil edilebilir (Turley ve Ford, 2009). Modelleme yapan bilim adamları arasında “*daha iyi bir model*” yaklaşımı hakkında birçok tartışma yapılır. Ancak modellerin güçlü oldukları yönleri olduğu kadar, zayıf ya da sınırlı oldukları yönleri de vardır. Elbette ki, bitki modellerinde her iki modelinde (ampirik ve süreç modellerinin) güçlü yönleri olduğu kadar sınırlı olduğu yönleri de vardır. Araştırmacıların ve yöneticilerin amaçları doğrultusundaki işlemlerin ve parametrelerin uygun olanlarını seçmeleri ve daha sonra bu iki model türünden birini tercih etmeleri daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Hatta bu iki yaklaşımdan her hangi birisinin seçilmesi konusunda arzu edilenin de seçilebilmesi mümkündür. Bir diğer taraftan, vejetasyon modellerinde iklime karşı verilen tepkilerin ortaya konulması, modellerle iklim değişimlerini de hesaba katarak modellerin daha da karmaşık bir hale gelmesi ampirik ve süreç modelleri arasındaki ayrımı daha da anlaşılabilir hale getirebilir (Luo vd., 2009). Veri asimilasyon teknikleri gözlenen verileri mekanik bir modele kalibre etmeye mümkün hale getirir (Elsner vd., 2010).

Ampirik ve mekanik modellerin her ikisi de mekandaki ekolojik süreçlerin belirgin bir şekilde simüle edilmesine ve daha sonrasında peyzaj modellerini geliştirmesine mekânsal bir bağlamda temel oluşturur (Cushman vd., 2007: 12). Yayılım (hücreler boyunca işlem etkileşimi) diye adlandırılan peyzaj modelleri vejetasyon üzerindeki bozulmanın etkilerinin özellikle simüle edilmesine oldukça uygundur. Peyzaj modelleri iklimsel verileri kullanabilir. Ancak, iklim-peyzaj modellerinde ekosistem süreçlerinin simüle edilmesi için her zaman belirgin bir şekilde dahil edilmez (Keane vd., 1999; He vd., 2002).

1.7. Uzaktan Algılama ve Bitki Örtüsünün Spektral Özellikleri

Yeryüzünün en büyük ışık kaynağı olan Güneş’ten dünyanın atmosferine gelen ışınlar, olduğu gibi yerin yüzeyine ulaşamazlar. Cisimlerin özelliklerine, dokusuna ya da kapladıkları alana göre cisim tarafından ışık yutulur (absorbe edilir), geçirilir veya tekrar yansıtılır. Atmosferde yer alan ozon tabakası sayesinde güneşten gelen ultraviyole (UV)

ışınımlar ve yeryüzündeki cisimlerden tekrar yansıyan ışınlara atmosferi düşük ve yüksek sıcaklıklara karşı korur.

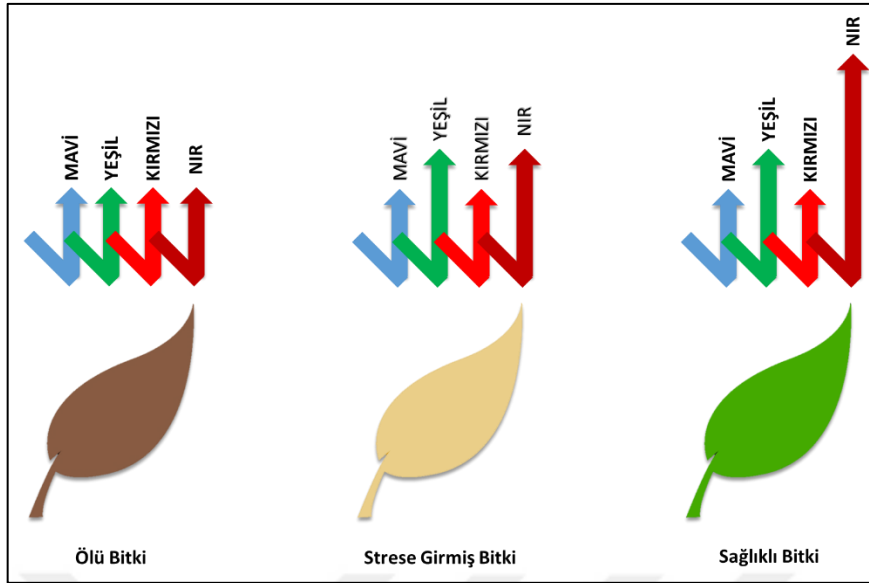
Uzaktan Algılamada, cisimlerden yansıyan enerji miktarı Uzaktan Algılamanın temel konusudur. Cisimlerden yansıyan ışınlamanın toplam ışınlama olan oranı ise *albedo* olarak adlandırılır (*Formül 1*). Bir cisim gelen ışığın büyük bir kısmını yansıtıyorsa albedosu yüksek olacaktır. Bu nedenle de cisim daha açık renkli gözükcektir. Ancak cisim, gelen ışığın büyük bir kısmını absorbe ediyorsa bu durumda ise düşük albedoya sahip olduğu için daha koyu algılanacaktır.

$$\text{Albedo} = (\text{Cisimden yansıyan ışık miktarı} / \text{Cisme gelen toplam ışık}) \times 100 \quad (\text{Formül 1})$$

Albedonun cisimlere göre farklılık göstermesi cisimlerin yüzey dokuları, özellikleri veya alanları ile doğrudan bağlantılıdır. Özellikle bulut, kar ya da kum gibi cisimlerin albedoları yüksek olduğu için Uzaktan Algılama ile çalışılan vejetasyon çalışmalarında bitki örtüsünün ayırt edilmesini veya izlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle Uzaktan Algılama ile yapılan bitki çalışmalarında farklı bitki indeksleri ve farklı bant kombinasyonları kullanılarak elde edilen verilerden bitki örtüsünün daha iyi ayırt edilmesi amaçlanır. En yaygın yöntemlerden bir diğeri ise belli bir zaman periyodunda elde edilen Uzaktan Algılama verileri birleştirilerek maksimum yansıma değerlerinden bitki örtüsünün daha iyi izlenmesi gerçekleştirilebilmektedir.

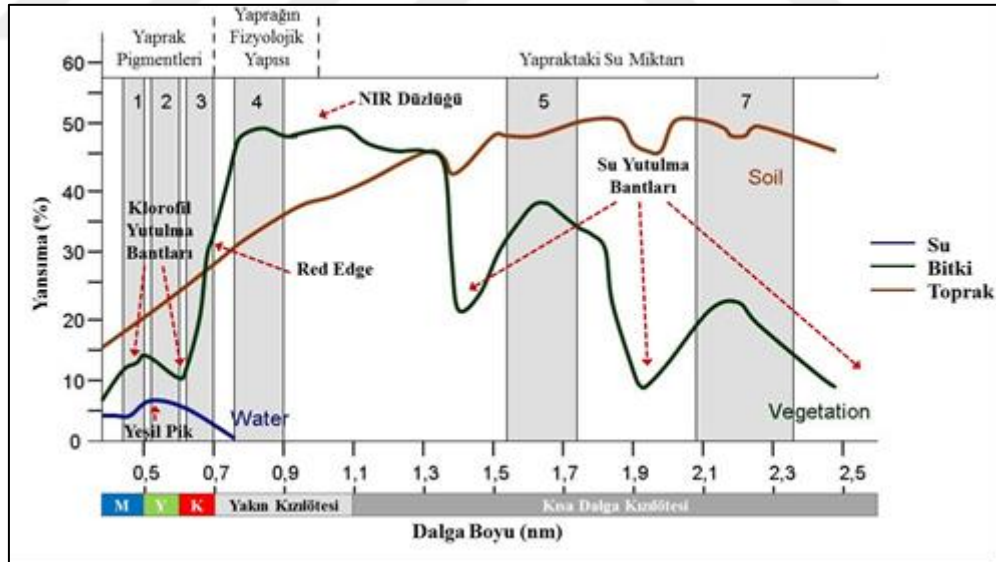
Bitkinin üst yüzeyinde epidermis tabakası bulunur. Epidermis dokusunun hemen altında ise yüzeye dik bir şekilde uzanan mezofil hücreleri yer alır. Bitkiler fotosentez sırasında görünür ışığın mavi ve kırmızı dalda boylarını dikey mezofil hücrelerinde büyük oranda absorbe ederken; görünür ışığın yeşil dalga boyunu ise büyük oranda tekrar yansıtırlar. Yakın infrared ışınlar ise mezofil tabakasını geçerek bitkinin alt epidermisine kadar ulaşır. Bitki içerisinde büyük oranda su içeren klorofil hücreleri yakın infrared dalga boyunu içerdiği su miktarına bağlı olarak yutar (Şekil 1.1).

Belirli bir alandaki objelerin Uzaktan Algılama yoluyla ayırt edilmesi, ışığın dalga boyuna göre farklı yansımalar göstermesi sonucunda meydana gelir. Uzaktan Algılama ise elektromanyetik enerjinin yansımasından yararlanarak bitki örtüsünün diğer cisimlerden ayırt edilmesini sağlar. Fizyolojik yapıları gereği bitkiler, bünyelerinde suyu tutar ve bu durum bitki tarafından ışığın belirli oranlarda yutulmasına, yansıtılmasına ya da geçirilmesine sebep olur. Bitkinin bu özelliği sayesinde spektral yansıma oranı da bitkinin büyüme dönemine göre farklılıklar gösterir. Bitkiler, fotosentez sırasında gelen elektromanyetik enerjinin daha çok görünür ışık dalga boyunu yutarlar. Ancak elektromanyetik tayfin yakın infrared bölümünün neredeyse yarısını tekrar yansıtırlar (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2). Görünür ışıktaki ise kırmızı renk sağlıklı bir bitki tarafından yutulurken, yeşil ışık tayfi ise görünür ışığın diğer bölümlerine oranlarla daha fazla yansıtılacaktır. Bu nedenle sağlıklı bir bitki daha yeşil görünecektir. Yakın infrared (NIR) ışınlar ise bitkinin fizyolojik karakteri gereği daha farklı yansıma değerleri gösterir. Bitkinin bünyesinde bulunan klorofil, içerdiği su miktarına bağlı olarak yakın infrared ışınları büyük oranda yansıtır. Sağlıklı bir bitkinin fizyolojisi yüksek oranda su içerdiği için yakın infrared ışınları yansıtma miktarı artarken yutma oranı ise azalır. Buna karşın ölü bir bitki ise içerdiği suyu kaybederek elektromanyetik tayfin görünür spektrumdaki dalga boylarının yansıtma oranı yükselir. Bu sayede canlı bitki örtüsünün göstermiş olduğu faaliyetler Uzaktan Algılama verileri ile kolayca izlenebilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Elektromanyetik Enerji ile Yaprak Arasındaki Etkileşim.

Bitkiler içerdiği su miktarına ve yaprak fizyolojisine bağlı olarak 900, 1100, 1400, 1900 ve 2700 nm civarındaki yakın (NIR) ve kısa dalga boyundaki infrared bölgelerde yutulmaya uğrayarak yansıtım azalır (Şekil 1.2). Bitki içeriğindeki su miktarının oranı arttıkça infrared yansıtım azalırken yutulma oranı ise artış gösterir. Yeryüzündeki objelerin farklı spektral yansımalar göstermesine bağlı olarak objelerin birbirlerinden ayırt edilmesi mümkün hale gelir.



Şekil 1.2. Elektromanyetik Işığın Farklı Objelerde Gösterdiği Spektral Değişim (Değiştirilerek: Sunar, 2011: 15)

1.8. SPOT Uydusu Vegetation Sensörü (SPOT VGT)

VEGETATION (VGT) sensörü Belgian Federal Science Policy Office and the Swedish National Space Board, French Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), European Commission's Joint Research Centre (JRC) ve Italian Agenzia Spaziale Italiana gibi araştırma şirketlerinin işbirliği ile üretilmiştir.

VGT sensörü global anlamda bitki örtüsünün izlenmesi için gönderilmiştir. Bitki örtüsünün haritalanması uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarım, bitki sağlığı, orman alanları, orman deformasyonu ve orman yönetimi, kar ve buz alanlarının belirlenmesi ve atmosferik araştırmalarda kullanılmaktadır.

Şimdiye kadar SPOT uydusuna ait iki VGT sensörü gönderilmiştir: 24 Mart 1998'de SPOT-4 ile VGT-1, 3 Mart 2002'de de SPOT-5 ile VGT-2 sensörü gönderilmiştir. Her iki uyduda kutup bölgesine yakın yörüngede ortalama 822 km yüksekliğinde bir konumda bulunmaktadır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2. SPOT VGT 4 ve 5'in Yörünge Özellikleri (SPOT-5 CNES, 2006b).

	SPOT 4 ve 5
Yörünge	Sabit konumlu uydu, kutba yakın
Eğim	98.72°
Periyot	101,46 dk
Dolaşım Süresi (Tur)	26 gün
Yükselti	822 km
Azalan Düğüm	10.30
Artan Düğüm	22.30

SPOT-4 ve SPOT-5 arasında çok küçük farklılıklar bulunmaktadır. Şekil 1.3'te de görüldüğü gibi spektral bantları ise hemen hemen benzer özelliklere sahiptir (SPOT-5 CNES, 2006b). VGT sensörü bitki örtüsünün izlenebilmesi için 4 band olarak tasarlanmıştır: kırmızı (B2), mavi (B0), yakın infrared (NIR) (B3) ve kısa dalga infrared (SWIR). Bu bantlarda toplanan veriler 10-bit'lik bir radyometrik çözünürlük ile desteklenmiştir.

Tablo 1.3. VGT-1 ve VGT-2 Bantları (SPOT-VEGETATION, 2006a).

Spektral Bandlar	Belirtilen	VGT-1 (aktüel values)	VGT-2 (aktüel values)	Yüzey Yansımaya Oranı
Mavi (B0)	0.430 - 0.470 μm	0.437 - 0.480 μm	0.438 - 0.475 μm	0.0 - 0.5
Kırmızı (B2)	0.610 - 0.680 μm	0.615 - 0.700 μm	0.615 - 0.690 μm	0.0 - 0.5
NIR (B3)	0.780 - 0.890 μm	0.772 - 0.892 μm	0.782 - 0.890 μm	0.0 - 0.7
SWIR	1.580 - 1.750 μm	1.600 - 1.692 μm	1.582 - 1.750 μm	0.0 - 0.6

VGT bir Charge Coupled Device (CCD) kullanarak yeryüzünü taramaktadır. Bu dedektörler ile her dört bantta da eş zamanlı olarak bütün alanı doğrusal bir hat şeklinde taraması sağlanır (Saint, 1995; SPOT-5 CNES, 2006a; SPOT-4 CNES, 2006). Kameralar $\pm 50.5^\circ$ 'lik bir açı ile yaklaşık 2250 km'lik band genişliği ile ortalama 822 km'lik bir mesafeden 1,165 km (yaklaşık 1 km) mekânsal çözünürlükte yeryüzünü görüntüler. Böylece VGT tek bir gün içerisinde Dünya'nın neredeyse tamamını tarayarak günlük verilerin elde edilmesi kolaylaşmıştır.

VGT görüntüleri Fransa Toulouse'da Image Processing Centre (CTIV) tarafından arşivlenerek kullanıcıların hizmetine sunulur. Bu merkez görüntülerin geometrik ve atmosferik düzeltmeleri yapılması ve sensörlerin düzenli olarak kalibrasyonunun sağlanmasından sorumludur (SPOT-5 CNES, 2006a; Saint, 1997).

VGT görüntüleri ilk görüntüler ve sentez (bileşim) görüntüler olmak üzere iki kategori altında gruplanır. İlk VGT ürünlerinin radyometrik, geometrik ve atmosferik düzeltmeleri yapılmış görüntülerdir. İlk görüntüler sentez görüntüleri oluşturmak için kullanılır. Önce, ilk görüntülerden elde edilen yansımaya değerlerindeki atmosferik parazitlilikler düzeltilir ve her piksel için NDVI hesaplanır. Daha sonra hesaplanan her NDVI pikseli için maksimum yansımaya değerine sahip NDVI değerleri alınır ve mozaiklenerek sentez görüntüler haline gelir. Sentezlenen günlük görüntüler ardışık 10

günlük görüntülerle birleştirilerek en yüksek NDVI değerine sahip her piksel yeniden hesaplanır. Böylelikle günlük NDVI verileri 10 günlük kompozit görüntülere çevrilmiştir. Elde edilen ilk görüntülerin ve sentezlenen görüntülerin her ikisi de 1 km'lik mekânsal çözünürlüğe sahiptir (Henry et al., 1996; SPOT-5 CNES, 2006a; SPOT-VEGETATION, 2006b).

1.9. İklim Değişkenlerinin Bitki Fizyolojisi Üzerindeki Etkisi

Doğada canlılar birbirleri ile karşılıklı ilişkide oldukları gibi karşılıklı olarak daha karmaşık ilişkilerle birbirlerine bağlıdır. Ancak yeryüzünün tamamı bu karşılıklı etkileşim içerisinde canlıların farklı şekilde dağılımlarına neden olur. Örneğin kutuplar ve yüksek dağ zirveleri bitkilerin dağılışı ve yetişmesi için optimum koşulları sağlayamazlar. Bu bölgelerde yalnızca belirli (mantar ve bakteri gibi) canlı türleri yayılış gösterebilirler (Atalay, 2008a; Atalay, 2008b; Karaoğlu, 2013).

Bitkiler besin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla havadaki CO₂, su ve güneş ışınlarını sentezleyerek yüksek enerjili karbonhidratlara ve nişastaya dönüştürürler. Bu durum *fotosentez* olarak ifade edilir. Bitkiler fotosentez sırasında kullandıkları CO₂ bu işlem sonrasında oksijen olarak atmosfere bırakırlar.

İklim, canlı yaşamını doğrudan ya da dolaylı olarak büyük oranda etkileyen bir unsurdur. İklim değişkenleri canlıların dağılışı ve yayılışı üzerinde etkili olduğu kadar yeryüzünün şekillenmesinde de önemli bir paya sahiptir. İklimin mekânsal olarak gösterdiği karakteristik özellikler bölgenin doğal bitki örtüsü, tarımsal üretimi ve tarımsal çeşitliliğini; insanların sosyo-kültürel yapısı üzerinde etkilidir. İklimde meydana gelen değişimler canlıların sosyal yapısının değişime uğraması anlamı da taşımaktadır. Bu nedenle iklim olaylarının meydana geldiği atmosferi oluşturan unsurlarda meydana gelen değişimler geniş ölçekte etkili göstermektedir.

Atmosfer biyosfer, hidrosfer ve litosfer katmanlarını çevreleyerek yeryüzünün katmanlarına oranla daha homojen bir yapı halindedir. Biyosfer katmanı her ne kadar ince bir yapıda olsa da diğer katmanlara göre daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bugünkü atmosferin yapısı geçmiş dönemlerdeki atmosferin yapısına nazaran daha farklı bir yapıdaydı. Günümüze göre karbondioksit (CO₂) ve azot bakımından oldukça zengin olan atmosferde oksijen miktarı ise günümüzdekinin maksimum %1'i kadardı. 50 milyon yıl önce ortaya çıkan ökaryotlar (mavi-yeşil algler gibi) fotosentez sırasında yüksek oranda oksijen tüketmiş karbondioksit oranı ise belirgin bir şekilde artış göstermiştir. Fitoplanktonların faaliyetlerinin artış göstermesine bağlı olarak oksijen miktarı yeniden yükselmeye başlamıştır. Karalar üzerinde bitki örtüsünün yayılışı göstermesi toprak oluşumunu hızlandırdığı gibi atmosferin bünyesinde bulunan gazların oranlarını da büyük ölçüde etkilemiştir.

Güncel iklim değişimlerinin sonuçları yeryüzünün bütün bölgelerinde gözlemlenmektedir. Bitki örtüsünün dayanıklılığının düşük olduğu özellikle yarı kurak bölgelerde iklim değişimleri en ciddi sonuçları doğurmaktadır. Bu alanlarda dağılışı gösteren doğal formasyonlar iklimsel değişimlerden en fazla etkilenen canlılardır. Ekosistemin büyük bir parçasını oluşturan bitki formları canlılar için besin kaynağı olmanın yanı sıra aynı zamanda diğer canlılar içinde yaşam alanları sağlamaktadır.

Fiziki koşulların bitki örtüsü üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunu, çevresel faktörlere bitkilerin nasıl tepki verdiklerini anlamak isteriz. Çevresel faktörlerin fotosentetik aktivite üzerindeki etkisinin anlaşılması tarımsal üretimin ve verimliliğin elde edilmesinin yanı sıra doğal vejetasyonun ve yaşam koşullarının anlaşılması açısından da büyük önem taşır. Bir diğer açıdan bakıldığında ise bitkiler fotosentetik aktivitelerine göre yeryüzünde yayılışı ve dağılışı gösterirler. Blackman (1905) fotosentezin hızını etkileyen ışık, sıcaklık ve karbondioksit gibi çevresel faktörlerin sınırlayıcı etki yaptığını

vurgulamıştır. Bitkilerin büyümesini ve gelişimini sağlayan önemli diğer iklim faktörleri ise rüzgâr, nem ve yağışlardır.

Belli bir mekânın bitki örtüsü ile iklimi arasında paralel bir ilişki vardır. Bu nedenle bir bölgenin iklim özellikleri bitki örtüsüne bakılarak tahmin edilebilir. Çünkü bitki türleri yetiştirmeye uygun oldukları alanlar içinde yayılım gösterir ve her iklim bölgesine ait tipik bitki türlerine rastlamak mümkündür. Ancak kutup bölgeleri bitkilerin ihtiyaç duydukları sıcaklık ve toprak gereksinimleri karşılamadığı için bu bölgeler bitki örtüsünden yoksun yerleri oluşturur.

Yağış ve sıcaklık bitkilerin gelişim evreleri ve büyüme sezonlarının süresinde bitki fizyolojisi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Aynı zamanda bitki topluluklarının dağılımını ve çeşitliliğini kontrol eden faktörlerdendir. Orman ve tarım alanlarının enleme ve yükseltiye bağlı olarak sınırlandırılması bu durumun en tipik örneğidir. Yeryüzü şekilleri ve denizler; sıcaklık ve yağışın düzensiz dağılmasına neden olmaktadır. Bu duruma bağlı olarak enlem faktörünün de etkisiyle bitki örtüleri ekvatorlardan kutuplara doğru düzenli kuşaklar oluşturmazlar. Genellikle yağış faktörüne bağlı olarak orman örtüleri, yağışın arttığı yerlerde yoğunluk gösterirken, yağışın azaldığı yerlerde ise daha cılız bitki örtüsünün oluştuğu görülür.

Bir bölgenin iklim özellikleri doğal bitki örtüsü üzerinde etkili olduğu kadar tarımsal faaliyetler üzerinde de etkilidir. Özellikle kuru tarım alanlarında meteorolojik faktörlere bağımlılık daha da fazladır. Yaz kuraklığının yaşandığı yerlerde sulamaya duyulan ihtiyaç daha fazladır. Bu durum tarımsal üretimi etkileyen ve sınırlayan faktörlerden biridir.

Tarımsal faaliyetleri etkileyen bir diğer faktör ise sıcaklıktır. Enlem ve yükselti arttıkça tarımsal faaliyetler sıcaklığın düşmesine bağlı olarak sınırlandırılır. Ancak bazı tarım ürünleri düşük sıcaklıklara dayanabildiği için kutba yakın bölgelerde yetiştirilebilmektedir. Tarımsal faaliyetler tropikal kuşakta 4000 metreye kadar çıkar çıkarken, ülkemizde 2000 metre civarına kadar yapılabilmektedir (Karaoğlu, 2013).

1.10. İklim Değişimlerinin Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) ile İlişkisi

Bitki örtüsünün izlenmesi amacıyla Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) bitkilerin Uzaktan Algılama yoluyla izlenmesi ve ayırt edilmesinde en iyi sonuç veren ve dünyada yaygın olarak kullanılan bir indekstir (Carlson vd., 1994; DeFries vd., 1994a; Williams, 1994; Carlson vd., 1997; Chen vd., 2004; Akkartal vd., 2005; Myneni ve Pettorelli vd., 2005; Tucker vd., 2005; Gündes ve Peştemalcı, 2008: 1; Karabulut, 2006; Çelik ve Gülersoy, 2013; Çelik ve Karabulut, 2013; Çelik ve Sönmez, 2013; Karabulut vd., 2014; Valor vd., 1996; Yıldız vd., 2012; Göksu vd., 2015). NDVI formülünün birçok CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yazılımı yardımıyla basit bir şekilde hesaplanabilir ve modellenabilir olması yaygın kullanım sebeplerinden birisidir. Bu formül temel olarak infrared ve kırmızı dalga boyundaki yansıma değerlerini kullanarak hesaplanır. NDVI formülü yakın infrared dalga boyunun kırmızı ışık dalga boyuna farkı ile yakın infrared dalga boyunun kırmızı ışık dalga boyuyla toplamına olan oranı verir. NDVI'nin formülü şöyledir (*Formül 1*):

$$NDVI = (Yakın\ Infrared - Kırmızı) / (Yakın\ Infrared + Kırmızı) \quad (1)$$

Düşük NDVI değeri alanın kar, buz, bulut ya da bitkiden yoksun alanlara denk gelirken, NDVI değerinin yüksek olduğu alanlar ise bitki örtüsünün var olduğu alanları teşkil eder.

Son yıllarda, arazi yüzeyi süreçlerini anlamaya yönelik yapılan çalışmalarda önemli gelişmelere rağmen, kara-biyosfer-atmosfer etkileşiminin anlaşılmasında iklim

modellemeleri halen bir çok eksiklik bulunmaktadır (Bounoua vd., 2000: 2277). Kara ile atmosfer arasındaki enerji değişimlerinin genellikle iklim ve iklim elemanları tarafından belirlendiği düşünülmektedir (Chahine, 1992). Bununla birlikte, zamansal ve mekânsal değişimlerin geniş anlamda ortaya konulması amacıyla kara yüzeylerinde meydana gelen değişim süreçleri anlamak ve birçok ölçülmesi zor parametrenin ilişkilendirilmesi sağlamak; devamında ise fizik yasalarına göre modelleme kurmak oldukça güçtür. Yeryüzüne ulaşan toplam radyo aktivite akışının rölatif parçalara ayrılması ve radyo aktivitenin absorbe edilmesi, belirti göstermemesi veya yayılmış bir halde bulunması arazi yüzeyinin durumunu büyük oranda etkilemektedir. Burada albedo, aerodinamik pürüzlülük ve toprak nem durumu gibi etkenlerin tamamı bitki örtüsü için önemlidir (Bounoua vd., 2000: 2277).

Uzun zaman periyodunda bitki örtüsü ile iklim arasındaki ilişkinin ortaya konulması, günümüzde artık kolay erişilebilir uydu verileri ile sağlanabilmektedir. Hatta bir çok vejetasyon aktivitesini takip eden uydu ve sensörler (SPOT, NOAA, MODIS vb.), sayesinde uydu verilerine internet üzerinden online olarak ulaşabilmek günümüzde oldukça kolay bir hale gelmiştir. Bu veriler uydu izleme merkezleri tarafından; atmosferik, geometrik ve radyometrik düzeltmeleri yapılmış olarak kullanıcılara sunulmaktadır. Son yıllarda bu veriler farklı internet veri tabanlarından da sürekli izlenebilir şekilde bitki indeksleri hesaplanmış olarak kullanıcılarla da paylaşılmaktadır (Örnek; http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH/vh_browseByCountry.php). Bu uyduların en büyük avantajı belirli periyotlarda veri toplayabilmeleri ve dünyanın birçok yerinden kolaylıkla veri elde edebilmeleridir. Ancak bu veriler tüm düzeltmelere rağmen halen farklı parazitlilikler içerir.

Özellikle uydu görüntüleri ile veri elde etmek her ne kadar kolay olsa da belli dezavantajları da bulunmaktadır. Bunların başında ise uydu görüntülerindeki bulutluluk ve kar gibi elemanların uyduların yer yüzeyinden görüntü elde etmelerini zorlaştırmaktadır. Bu etkileri azaltmak ve bitki örtüsünü diğer arazi objelerinden kolay ayırt edilebilmesi için infrared dalga boyunda görüntü elde eden yakın infrared (NIR) ya da orta infrared özelliklerine sahip uydu sensör sistemleri kullanılabilir. Bu sensörler sayesinde farklı spektral bantlara sahip uydu verilerinden birçok indeks kullanılarak bitki örtüsünün diğer arazi yüzeylerinden ayırt edilmesi kolaylaşmaktadır. Bitkiler, fotosentetik aktivitelerine devam etmelerine rağmen uydu görüntülerinin bulut ile engellenmesi bitki örtüsünün görüntülenmesini zorlaştıracaktır. Kar ve buz örtüsü ise, bazı bitki türlerinin fotosentetik aktivitesine devam etmesine rağmen uydu görüntülerinin mekânsal çözünürlüklerine de bağlı olarak buz ve karın albedo oranının fazla olmasına bağlı olarak görüntülenmesi zorlaşır. Bu nedenle SPOT VEGETATION uydusundan günlük olarak elde edilen görüntülerde bulutsuz görüntü elde etmek oldukça güçtür. VEGETATION sensörü görüntülerinden NDVI türev görüntüleri oluşturulduktan sonra günlük NDVI görüntüleri birleştirilerek 10'ar günlük bileşke görüntüler haline getirilir. Burada maksimum NDVI'lar hesaplanarak 10 gün içerisinde en yüksek yansı değeri gösteren NDVI pikselleri seçilir ve sonuçta 10 günlük bir maksimum NDVI haritası elde edilmiş olur. Bu sayede bulutluluk ve kar/buz gibi bitkinin görüntülenmesini engelleyen olgular büyük oranda azaltılacaktır.

Türkiye'de farklı bitki formasyonlarının fizyolojik değişimlerinin ortaya konulması ve bitkilerin ekolojik şartlarının belirlenerek çevresel faktörlere verdiği tepkilerin anlaşılması bitki ekosistemlerinin anlaşılması açısından bu çalışmayı gerekli kılmıştır. Bu kapsamda düşünüldüğünde Türkiye'de bitki örtüsünün belirli periyotlarla ve uygun sensörlerle izlenmesi hayati önem taşır.

1.11. Amaçlar ve Hedefler

Bu çalışmada SPOT (VEGETATION) uydu verisi kullanılarak:

- Türkiye’de bitki örtüsü üzerinde meydana gelen değişimlerin iklim faktörleri ile olan ilişkisinin belirlenmesi,
- Türkiye’de bitki örtüsü yaşamsal aktivitesinin mekânsal dağılımının yıllık olarak incelenmesi,
- Türkiye’de bitki örtüsü yaşamsal aktivitesinin mekânsal dağılımının aylık olarak incelenmesi,
- Bitkilerin maksimum ve minimum evrelerinin belirlenmesi,
- Orman alanlarında iklime bağlı meydana gelen değişimlerin analiz edilmesi,
- Mera ve çayır alanlarında iklime bağlı meydana gelen değişimlerin analiz edilmesi,
- Tarım alanlarında iklime bağlı meydana gelen değişimlerin analiz edilmesi,
- Türkiye’deki bitki örtüsünün (orman, tarım, çayır ve mera) zamansal değişiminin belirlenmesi.

Böylece tarımsal ve doğal alanlardaki bitki örtüsünün iklim faktöründe meydana gelen değişimlere göstermiş olduğu tepkiler piksel düzeyinde incelenecektir. Ayrıca Türkiye’nin bitki örtüsü durum haritaları oluşturularak bitki örtüsünün Uzaktan Algılama metodlarıyla nasıl izlenebildiği ortaya konulacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yerkürenin en büyük ekosistemi olan bitki formasyonları birçok habitat için yaşam alanı sağlar. Bu denli büyük bir ekosistemin içerisinde diğer habitatlar olduğu kadar insanoğlunun da yer alması bitki örtüsünün izlenmesini ve haritalanmasını da daha değerli yapmaktadır. Son yıllarda gelişen ve gelişmeye devam eden uydu teknolojileri vasıtasıyla bitki örtüsünün izlenmesi birçok yönden mümkün hale gelmiştir. Bitkilerin fizyolojisi ve sosyolojisini kavramak teknolojinin getirdiği ölçüm cihazlarının bir hediyesi olarak görülebilir. Uydular sayesinde elde edilen görüntüleme sistemleri de bu ölçüm tekniklerinden birisidir. Uydu sistemleri üzerinde yer alan algılayıcı sensörler, ışığın yansıma prensibinden faydalanarak geri yansıyan ışığı kaydederler. Bu bilgiler dijital olarak belirli merkezlerde toplanır ve çeşitli işlemlerden geçtikten sonra kullanıcıların hizmetine sunulur.

Bitki örtüsünün izlenmesine yönelik Landsat, Ikonos ya da Quickbird gibi mekânsal çözünürlüğü yüksek uydular kullanılabilir. Ancak küresel anlamda bitki örtüsünün düzenli olarak izlenmesi mekânsal çözünürlüğü yüksek uydular tarafından oldukça zordur. Bu nedenle mekânsal çözünürlüğü daha düşük (1 km ya da 250 m) AVHRR, MODIS, VGT gibi sensörler vasıtasıyla yeryüzünü günlük olarak tarayan uydu sistemlerinin kullanılması örtüsünün izlenmesi açısından daha kullanışlıdır. Elde edilen düzenli görüntüler sayesinde yeryüzünün büyük bir kısmının günlük olarak taranması, bitki örtüsüyle ilgili geçmişe yönelik bilgiler edinilebileceği gibi, bitki örtüsünün zaman içerisindeki değişimini de inceleme olanağı sunar. Ayrıca geleneksel metotlarla gerçekleştirilen arazi çalışmalarına nazaran yeryüzünün her yerinden daha güvenilir ve standart verilerin elde edilmesini sağlar.

Çalışmanın bu bölümünde daha önce konuyla ilgili yapılan çalışmalar literatür taraması şeklinde ilgili konular altında yıllara göre verilmiştir.

2.1. Uzaktan Algılama ile Bitkilerin Görüntülemesi, Haritalanması ve Zamansal Değişiminin İncelenmesi

Fensholt vd. (2006) tarafından SPOT-VGT ve AVHRR PAL sensörlerinin 10 günlük kompozit NDVI değerleri karşılaştırılmıştır. Afrika'daki bitki örtüsü üzerinde zamansal değişimi analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak SPOT-VGT sensörünün bitkinin durumunu daha iyi yansıttığı belirlenmiştir.

Han ve Xu (2007) NDVI görüntülerinin zamansal değişimini kullanarak Çin'in doğusunda bitki örtüsünü sınıflandırmışlardır. SPOT-VGT uydusunun 1998-2005 yıllarına ait 10'ar günlük NDVI değerleri kullanılmış ve elde edilen değerler değişken ortalama ve Savitzky-Golay filtreleme yöntemine göre smooth işlemi yapılmıştır. Daha sonra görüntülere 10'ar günlük NDVI görüntüleri aylık değerlere dönüştürülmüş ve bileşke hale gelen aylık görüntülere Ana Bileşenler Analizi (PCA) uygulanmıştır. ISODATA ile 7 sınıf oluşturulmuş ve toplam seçilen 5 adet test alanında doğruluk analizi yapılmıştır. Sonuç olarak %83,6 doğrulukla kappa indeksi 0,82 olarak hesaplanmıştır.

Çelik ve Karabulut (2013) farklı jeolojik formasyonlar üzerinde orman ve mera alanlarının verdiği tepkiyi ölçmeye yönelik MODIS uydu verilerini kullanarak incelemişlerdir. Serpantin ve kireçtaşı üzerinde yer alan orman alanları ile mera alanlarından örneklemeler seçilmiş ve iki farklı formasyon üzerinde bitkilerin 2000-2011 yılları arasındaki zamansal değişimleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak jeolojik formasyonların farklı olmasının orman ve mera alanları için önemli etkiler yarattığını ve

bitkilerin yetiştirme dönem ve büyüme seviyelerinin birbirinden farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Karabulut vd. (2015) tarafından hiperspektral sensörler kullanılarak kurak koşullara bitki örtüsünün verdiği tepkiler ölçülmeye çalışılmıştır. NDVI ve NDRE gibi bitki indisleri kullanılarak bitkilerin kurak koşullara nasıl tepki verdiği araştırılmıştır. Sonuç olarak kurak olan 2014 yılında çayır ve tayfa türü bitkilerin yıl içerisinde çok düşük düzeyde vejetatif aktivite geçirdikleri ve belirli klorofil düzeyine ulaşamadıkları belirlenmiştir.

2.2. İklim ve Bitki Örtüsü Arasındaki İlişki

İnandık (1955), Marmara ve Karadeniz arasından yer alan Adapazarı ovası ve çevresinin bitki örtüsü ve iklimini incelemiştir. Arazi çalışmaları gerçekleştirilerek Adapazarı havzasının bitki örtüsü haritası çizilmiştir. Kayın, gürgen, kavak, meşe, akçaağaç, ıhlamur, çınar, kestane, göknar, sarıçam, kızılçam ve karaçam türleri tespit edilmiştir. Çalışmada sonuç olarak, Karadeniz kıyılarında yer alan bitki örtüsünün Marmara havzasına doğru uzandığını belirlemiştir.

2.2.1. Uzaktan Algılama (Bitki İndisleri) ve İklim İlişkisi

Eklundh (1998) tarafından Doğu Afrika'ya 1982-1990 yılları arasındaki periyota ait NOAA AVHRR uydu verilerini kullanarak NDVI değerlerinin zamansal değişimi ve bitkilerin yağışa verdiği tepkiyi incelemiştir. Bu çalışmada 10 günlük NDVI değerlerden aylık maksimum ve ortalama NDVI değerleri oluşturularak 10 günlük ve aylık yağış değerleri ile NDVI değerleri arasında Harvey (1990)'in regresyon ve korelasyon metoduna dayanan gecikme modellerini kullanmıştır. Ayrıca NOAA AVHRR uydusuna ait 10 günlük NDVI görüntüleri aylık değerlere dönüştürüldüğünde bulutluluk ve ya kar/buz gibi uydu görüntüsünde meydana gelen gürültünün etkisi büyük oranda azaltılmıştır. NDVI değerleri ile yağış verileri arasında gerçekleştirilen analizler sonucunda, bitkilerin gelişiminde yağış verilerinin etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra, 10 günlük yağışlardan ziyade birikmiş yağışın daha yüksek seviyede bitki gelişimi üzerinde etkili olduğunu belirlemiştir.

Richard ve Pocard (1998) Güney Afrika'nın nemli tropikal alanlarında NDVI değerleri ile yağış arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Çalışmada, bitkilerin ne kadar süreyle gecikmeli olarak yağışlara tepki verdiği araştırılmıştır. Bu nedenle, çalışma alanı gridlere bölünmüştür ve NOAA AVHRR uydu verileri ile yağış, bitki türü ve toprak türü gibi değişkenler kullanılarak anabilesenler, korelasyon ve çok değişkenli analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, vejetasyon aktivitesinin kümülatif yağış değerleri ile yakından ilişkili olduğu ortaya konulmuştur.

Damizadeh vd. (2001), NOAA AVHRR uydu verilerini kullanarak bitkilerin yağışa verdiği tepkiyi incelemiştir. NOAA AVHRR uydusundan elde edilen günlük uydu görüntüleri 10 günlük periyotlar halinde kompozit görüntüler oluşturulmuş ve böylece görüntüdeki gürültüler büyük oranda azaltılmıştır. Çalışmada, İran'ın Kol ırmağı havzasına ait 1995-1997 arasındaki NDVI ve yağış değerlerinin ilişkisi korelasyon analizleri ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, 10 günlük zaman skalasındaki yağış değerleri ve 10'ar günlük kümülatif yağışlar NDVI değerleri ile ilişkilendirilmiş ve geriye dönük birikmiş (kümülatif) yağış değerlerinin NDVI değerleri ile daha ilişkili sonuçlar ürettiği ortaya konulmuştur.

Karabulut (2002) ABD'nin Black Hill bölgesinin güneydoğusunda yer alan sahanın bitki gelişimi ve iklim arasındaki ilişkisini çalışmıştır. NOAA AVHRR uydu görüntüleri kullanılarak 1989, 1991, 1993 yıllarına ait NDVI değerleri ile METEOSAT meteoroloji uydusundan elde edilen ekstrem yağış verileri ile korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, ekstrem iklim koşullarına iğne yapraklı orman örtüsünün çayirlara nazaran daha fazla tepki gösterdiği belirlenmiştir.

Piao vd. (2003) tarafından Çin'de 1982-1999 yılları arasında aylık NDVI değerlerinin yıllar arasındaki değişimini çalışmıştır. Çalışmanın amacı, NDVI değerlerinin değişiminin üzerinde sıcaklık, yağış ve insan aktivitelerinin etkisini ortaya koymaktır. Sonuç olarak ülkenin her yerinde aylık ve sezonluk olarak NDVI değerlerinde bir artış söz konusu olduğu saptanmıştır. İklimde meydana gelen bölgesel ve sezonluk değişimler ile NDVI değerleri arasında ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Ding vd. (2007) Tibet platosunda NDVI ve yağış arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 1982 ile 1999 yılları arasında NOAA AVHRR uydu verileri kullanılarak maksimum NDVI değerleri elde edilmiş ve bitkilerin yetişme dönemindeki NDVI değerleri ile büyüme sezonu öncesi meydana gelen yağışlar arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Orman ve çöl alanlarında bitki örtüsü üzerinde yağışların etkisi az iken; çayır ve mera alanlarında yağış ile NDVI değerleri arasındaki ilişkinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çelik ve Karabulut (2013) Kahramanmaraş Ahır Dağı ve çevresindeki bitki örtüsünün yağış ile olan ilişkisini MODIS uydu verileri kullanarak elde etmeye çalışmıştır. 250 metre mekânsal çözünürlüğe sahip uydu verileri kullanılarak 16 günlük periyotlarda NDVI değerleri ve yağış değerleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak mera ve orman alanlarının 3 aylık kümülatif yağışlara yüksek değerlerde tepki verdiği belirlenmiştir.

Çelik ve Karabulut (2013) tarafından Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde kızılçam ormanlarının yağışa verdiği tepkiyi, MODIS uydu verilerinden elde edilen NDVI değerleri ile elde etmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak, grabendeki kızılçam ormanlarının 48 ve 64 günlük toplam yağışlara daha anlamlı tepkiler verdiği ortaya konulmuştur.

Göksu vd. (2015) tarafından Türkiye'deki bitki örtüsü VGT verileri kullanılarak incelenmiştir. 1998-2015 yılları arasında bitkilerin mekânsal ve zamansal farklılıkları ortaya koyulmuştur. Çalışma periyodu boyunca bitkilerin vejetasyon aktiviteleri, vejetasyon süreleri, bitkilerin minimum ve maksimum seviyeye ulaştıkları dönemleri uydu veri sayesinde elde edilen NDVI ve VCI ile ortaya koymuşlardır. Kurak, nemli ve normal yıllar birbirleriyle karşılaştırılmış ve buna göre bitkilerin vejetasyona başlama ve vejetasyonu bitirme evrelerini belirlemişlerdir.

Ning vd. (2015) Çin'in Kuzey Loess platosunda 1998-2012 yılları arasında iklimsel değişimlerin NDVI değerleri ile olan ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada, SPOT-VGT uydu verileri kullanılarak 1998-2012 yılları arasında bitki örtüsü üzerinde meydana gelen değişim belirlenmiş, NDVI değerlerinin trendi ve maksimum NDVI değerlerinin mekânsal dağılımı ortaya konulmuştur. Sonuç olarak Loess platosunun maksimum NDVI değerlerine bakıldığında arazinin bitki örtüsünün oldukça heterojenlik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, NDVI değerlerinin batıya doğru yavaş yavaş azaldığı ve 1998-2012 yılları arasında NDVI değerlerinde her yıl %2,1 oranındaki bir artışla çölleşmenin yavaşladığı belirlenmiştir. 1998 ile 2012 yılları arasında sıcaklık değerlerinde ise 0,61°C azalma, buna karşın yağışlarda ise 52 mm oranında artış meydana

gelmiştir. Bu durumun (iklimsel değişimlerin) vejetasyon üzerindeki etkinin ana nedeni olduğu belirlenmiştir.

Jiao vd. (2016) Amerika Birleşik Devletleri'nde VIUPD (The Vegetation Index Based On The Universal Pattern Decomposition Method) temelli VCI (Vegetation Condition Index) metodunun kuraklığın izlenmesi için kullanımını incelemiştir. VCI metodu TCI (Temperature Condition Index), SMCI (Soil Moisture Condition Index), PCI (Precipitation Condition Index), SPI (Standardized Precipitation Index), EVI (Enhanced Vegetation Index), PDSI (Palmer Drought Severity Index) gibi kuraklık indisleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak VCI modelinin kuraklığın modellenmesi ve izlenmesinde daha doğru sonuçlar ortaya koyduğunu belirlemişlerdir.



3. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFI ÖZELLİKLERİ

Türkiye, floristik açıdan tür çeşitliliğinin fazla olduğu bir konumda yer almaktadır. Türkiye’de türü tespit edilen yaklaşık 12.000 otsu ve odunsu bitki türü bulunmaktadır (Avcı, 2005: 28). Bu rakama yosun, liken ya da mantar gibi türleri de eklediğimizde daha da yüksek bir tür zenginliğinden bahsetmek mümkündür. Ülkemizde tür çeşitliliği kısa mesafelerde büyük değişimler gösterir. Kısa mesafedeki bu değişim ekosistem çeşitliliğinin de temel sebebidir. Ülkemizin bulunduğu coğrafi konum itibarıyla topografik, iklimik, jeolojik, toprak ve insan gibi çeşitli faktörler tür çeşitliliği üzerinde yakından etkilidir. Örneğin; Türkiye’de Kuzey Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgesi odunsu türlerin daha dominant olduğu habitatları kapsar. Sırasıyla Akdeniz, Ege, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri odunsu türlerin mekânsal olarak yoğun olduğu yerlerdir. Akdeniz Ege ve Kuzey Anadolu’da odunsu türlerin çeşitliliğinin yanı sıra, iç bölgelerde ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise otsu türlerden özellikle buğday (*Gramineae*) ve baklagil (*Leguminosae*) türü bitkilerin tür çeşitliliği oldukça fazladır (Yaltırık, 1975: 9-12; Atalay, 1994: 249, 251).

Türkiye’nin bitki örtüsü üç flora bölgesinin geçiş alanında yer almaktadır. Ülkemizde özellikle iklim faktörünün etkisiyle birbirinden ayrılan fitocoğrafya bölgeleri şöyle sıralanabilir: (1) Karadeniz ve Güney Marmara’da Avrupa-Sibiry, (2) Ege ve Akdeniz’de Akdeniz florası, (3) İç ve Doğu Anadolu’da İran-Turan flora bölgesinde yer almaktadır. Bu alanlar yine kendi içerisinde birkaç alt bölümlere ayrılmaktadır (Atalay, 1994: 5). Ancak ülkemizde flora bölgelerinin sınırlarını kesin olarak çizmek çok da mümkün değildir. Yükselti ve bakı gibi bitki kuşaklarını birbirinden ayıran doğal yapılar ülkemizde kısa mesafelerde değişimler gösterdiği için flora bölgeleri arasındaki sınır daha çok tedrici bir geçişe sahiptir. Bunların yanı sıra Türkiye’deki flora bölgeleri içerisinde lokal ölçeklerde de olsa bulunduğu flora bölgesinden daha farklı bitki kuşaklarının oluştuğu; endemik ve relikt bitkilerin olduğu alanlarında varlığından söz edilmelidir (Atalay, 1994: 112-113; Avcı, 1996: 283-284).

Türkiye, bitki endemizmi açısından dünyada önemli bir yere sahiptir. Günümüz iklim şartlarına zor adapte olabilen, buna rağmen geçmiş jeolojik devirlerde geniş alanlara yayılmış relikt ve endemik bitki topluluklarının az bir kısmı ülkemizdeki ortam şartlarına adapte olarak hayatlarını sürdürebilmişlerdir. Ülkemizdeki zengin bitki çeşitliliğinin yaklaşık %34’ü endemik türlerden oluşturmaktadır (Avcı, 1996: 283; Göksu vd., 2015: 55-56; Uyanık vd., 2013: 2). Bu endemik taksonların birçoğu da otsu türlerden meydana gelmektedir. Özellikle batı ve güney Anadolu’da kalker kayaçları ve yamaç molozları üzerinde ve mikroiklim alanlarında endemik türler daha zengindir. Ancak bunun aksine Türkiye çalı ve ağaç gibi odunsu formdaki bitki türlerinde ise ot formasyonları kadar zengin bir endemizme sahip değildir (Avcı, 1996: 283; Gemici vd., 1992: 64-65). Buna rağmen ülkemizdeki bitkilerin üçte biri relikt ya da endemik bir karaktere sahiptir (Atalay, 1994: 131). Ege’de Kaz dağlarında Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani*), Beşparmak dağlarında kral eğreltisi (*Osmunda regalis*) ve Datça Yarımadası’nda yaşayan Datça hurmasını (*Phoneix theophrasti*) görmek mümkündür. Eğirdir gölü güneyinde yer alan Davraz dağının doğu eteklerinde kasnak meşesi (*Quercus vulcanica*), Köyceğiz-Dalaman arasındaki alanlarda ise sığla (günlük) ağacı (*Liquidambar orientalis*) endemik türlere en iyi örneklerdir. Ülkemizde özellikle dar ve derin bir şekilde yarılmış vadilerin ve dağlık alanların bitki türü sayısı diğer alanlara nazaran oldukça yüksektir. Yine günümüzde habitatlarını lokal alanlarda sürdürmeyi başaran Pleistosen kökenli Nemrut, Mercan, Dedegöl, Ağrı, Nur dağlarındaki nemli-ılıman ve nemli-soğuk bölgelere ait Akdeniz kökenli ormanlar da Karadeniz fitocoğrafya bölgesinde yayılış gösteren relikt bitki formasyonlarındandır (Atalay, 1994: 131-132). Bunların yanı sıra henüz tanımları

yapılmamış birçok endemik ve relikt tür sayısı bakımından da ülkemiz oldukça zengin bir yapıya sahiptir.

Geçmiş dönemlerde Türkiye’de, paleozoik ile tersiyer arasındaki dönemde "Tetis" adı verilen sığ bir iç deniz yer almaktaydı. Günümüzde Akdeniz ve Karadeniz bu sığ denizin kalıntısı niteliğindedir. Vegener'in kıtaların kayması teorisine göre Anadolu kıtası Afrika ve Arabistan kıtalarının Avrupa-Sibirya kıtasına yaptığı basınç neticesinde yükselerek günümüzde de Alp Himalaya kıvrım sisteminin devamı olan Toros ve Kuzey Anadolu dağlarını oluşturmuştur. Bu oluşum sonrasında Tetis denizi Akdeniz ve Paratetis olarak iki kısma ayrılmış ve Tetis denizinin Hint Okyanusu'na olan bağlantısı da kopmuştur. Akdeniz’de zaman içerisinde buharlaşma artmış ve Akdeniz kurummuştur. Miosen ile pliyosen’in ayrım noktası olan Cebelitarık Boğazı’nın açılması ve Akdeniz’in yeniden suyla dolması sonucunda bu alanlar yeniden bir deniz haline gelmiştir. Türkiye’nin günümüzdeki haline gelmesine en büyük etki tersiyer dönemindeki iklim değişimleri ve tektonik hareketler sonucundadır (Atalay, 1994: 82, 84; Atalay, 2008: 197).

Kuvaterner’de ise Türkiye bugünkü yeryüzü şekillerine ulaşmış ve soğuk-sıcak ardalanmalı devirler birbirini izlemiştir. Bu ardalanmalar bitki türlerinin yok olmasına ya da göç etmesine neden olmuştur. Türkiye’nin bitki örtüsünün ve florasının Tersiyer’de meydana geldiğini düşünürsek, üçüncü zaman başlarından itibaren azalan sıcaklıklarla birlikte kuzeyden güneye doğru bitki göçü yaşanmış; vejetasyon 10°-20° enlemi boyunca kaymış, ancak Kuzey Anadolu Dağları’nın ve Hazar Denizi’nin etkisiyle biyomların enlemler boyunca kayması büyük oranda engellenmiştir (Atalay, 1994: 10).

Türkiye’nin orta kuşakta olması, topografik yapısı, etrafının denizlerle çevrili olması, jeolojik ve jeomorfolojik yapısı, çeşitli toprak türlerine ve farklı iklim karakterlerine sahip olması nedeniyle bitki örtüsü de çeşitlilik göstermektedir. Topografik yapı ve iklimsel karakterlerin kısa mesafelerde değişmesine bağlı olarak bitki örtüsünün tür çeşitliliği de artmaktadır. Türkiye’de bitki çeşitliliğinin kısa mesafede farklılık göstermesinin nedenlerinden biriside denizin hemen gerisinden başlayan dağ sıralarıdır. (Atalay, 1994: 9-10; Avcı, 2005: 33; Gemici vd., 1992: 64; Karabulut, 2006: 29-30). Türkiye ekvatorial ve subtropikal kuşaktan sonra bitki çeşitliliği açısından en zengin bölgelerden birisidir (Atalay, 1994: 1-10). Türkiye’de yayılış gösteren 12.000 civarında bitki türü olduğu tahmin edilmektedir (Avcı, 2005: 28; Boşgelmez vd., 2000: 1-8; Gemici vd., 1992: 64). Türkiye’deki bitki türü sayısı Avrupa’da görülen tür sayısına oldukça yakındır.

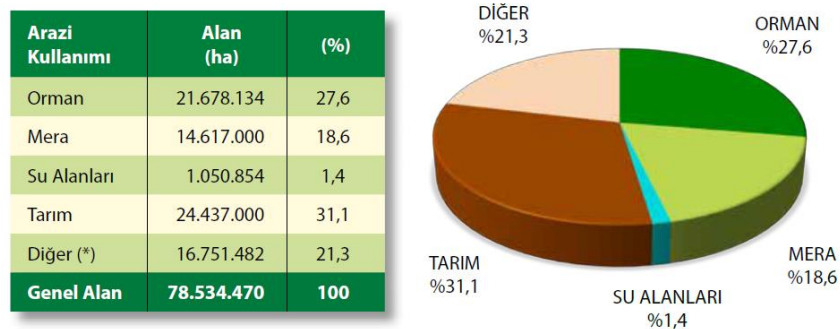
Geçmiş jeolojik devirlerde yaşanan iklim ve çevre koşullarındaki değişimler sonucunda bitki türlerinin özellikle orta enlemlerdeki (Türkiye gibi) kara alanlarına doğru yayılış göstermeleri, Anadolu’nun buzul dönemlerindeki değişimlerden Avrupa’ya göre daha az etkilenmesi ve devamında iklimin günümüzdekine yakın bir hale gelmesiyle relikt ve endemik bitkilerinde Anadolu yarımadasında habitat oluşturma olanağı sunmuştur.

Ülkemizde bitkilerin fotosentez aktivitesi seviyesi incelendiğinde ise, özellikle denize kıyısı olan bölgelerde bitki aktivitesinin yüksek olduğu görülmektedir. Akdeniz, Ege ve Karadeniz kıyısından yüksek kesimlere doğru uzanan dağ kuşakları boyunca özellikle orman vejetasyonunun bulunduğu sahaların fotosentetik aktivitesi oldukça yüksektir. Ayrıca Güneydoğu Anadolu bölgesindeki tarım alanlarının da bitki varlığı düzeyi oldukça yüksektir. Ancak iç kesimlerde kuraklığın belirginleştiği Tuz gölü çevresinin, İç Anadolu’nun güneyindeki yüksek alanlardaki çıplak arazilerin ve 2000-2500 metreyi geçen yükseltiye sahip alanların bitki örtüsünden yoksun olduğunu ya da çok cılız formasyonların meydana geldiğini söylemek mümkündür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Türkiye’de Bitki Formasyonlarının Fotosentetik Aktivite Durumu

Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü tarafından (2014) yayımlanan Türkiye Orman Varlığı kitabı istatistiklerine göre 78.534.470 ha alana sahip Türkiye'nin, orman alanları yaklaşık olarak ülke toplam yüz ölçümünün (21.678.134 ha) %27,6'sında (orman içerisindeki açıklıklar bu alana dâhil edilmemiştir) yayılım göstermektedir. Türkiye yüz ölçümünün %18,6'sını (14.617.000 ha) mera ve çayır alanları ve %31,1'ini (24.437.000 ha) tarım alanları oluşturmaktadır. Ayrıca şehir alanları, çıplak alanlar gibi diğer vasıflara sahip arazi yüzeyleri ise Türkiye yüz ölçümünün %21,3'ünü (16.751.482) meydana getirmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Türkiye’de Arazi Kullanım Sınıflarının Ülke Yüz Ölçümüne Göre Dağılımı (OGM, 2014)

(*) Diğer arazi kullanımları ağaçsız orman toprağı, yayla, bozkır, kayalık-taşlık araziler, kum, bataklık, iskân, mezarlık, ocak, izin verilmiş tesisler vb. alanları kapsar).

Literatürde bitki türleri birçok farklı şekilde sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada bitki türlerinin fizyolojik karakterleri göz önüne alınarak bir ayrıma gidilmiştir. Bu nedenle

bitki türleri genel karakter yapılarıyla: odunsu türleri oluşturan *orman alanları*, insan faaliyetlerinin bir sonucu olan *tarım* ve doğal habitatları teşkil eden ve iklimsel değişimlere kısa sürede tepki verebilen *çayır ve mera* alanları şeklinde vejetasyon örtüsü ayrımı yapılmıştır.

3.1. Türkiye’de Orman Bitki Örtüsünün Genel Özellikleri ve Dağılışı

Türkiye’deki arazilerin %50’si ormanların yetişmesi için uygun alanlara sahiptir (Atalay vd., 2014). Buna karşın ülkemizin toplam %27,6’sı (21.678.134 ha) orman örtüsüyle kaplıdır. Ormanlarımızın genel olarak %55,8’i çam (kızılçam, karaçam, sarıçam, fıstık çamı) (*Pinus* sss.), %23,8’i meşe (*Quercus* sss.), %9 kayın (*Fagus* sss.) ağaçlarından oluşmaktadır (OGM, 2014; Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Türkiye’deki Orman ve Çalı Formasyonlarının Tür Bazında Kapladığı Alan (OGM, 2014).

Ağaç Türü	Normal Kapalı (ha)	Boşluklu Kapalı (ha)	Toplam (ha)	%
Kızılçam	3.207.914	2.646.759	5.854.673	27,00
Meşe	2.105.937	3.046.624	5.152.562	23,80
Karaçam	2.580.193	2.112.867	4.693.060	21,60
Kayın	1.621.257	340.403	1.961.660	9,00
Sarıçam	751.060	728.588	1.479.648	6,80
Gökmar	406.989	263.400	670.390	3,10
Ardıç	91.234	484.081	575.315	2,70
Sedir	220.328	243.193	463.521	2,10
Ladin	230.212	104.260	334.472	1,60
Kızılağaç	99.984	41.134	141.119	0,70
Kestane	75.249	35.795	111.044	0,50
Fıstıkçamı	60.889	28.139	89.028	0,40
Gürgen	15.235	4.727	19.962	0,10
İhlamur	9.577	1.946	11.523	0,05
Dişbudak	8.495	948	9.444	0,04
Kavak	1.871	4.676	6.547	0,03
Okaliptüs	2.398	130	2.528	0,01
Diğer Türler	69.846	31.796	101.641	0,47
Genel Toplam	11.558.668	10.119.466	21.678.137	100

Subtropikal bölgenin en geniş alanları kaplayan biyomu Akdeniz bölgesidir. Kış mevsiminin ılık ve nemli, yaz mevsiminin ise sıcak ve kurak geçtiği bitki çeşitliliğinin yüksek olduğu alanlardan biridir. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü coğrafyada kızılçam ormanları geniş yer kaplar ve bitkiler genellikle sert yapraklı, uzun dönem soğuk sürecek evrelere çok toleranslı olmayan türlerdir. Bitkilerin en fazla biokütle ürettikleri dönem sıcaklığın artış gösterdiği ve toprak neminin yüksek olduğu ilkbahar devresidir. Sonbahar mevsiminde meydana gelen yağışlar neticesinde de Akdeniz havzasındaki her dem yeşil kalabilen bitkiler ikinci bir büyüme devresine girerler. Böylece her dem yeşil kalabilen bitki türleri yılda iki defa büyüme evresi geçirirler. Bölgede, Şubat ve Mart aylarıyla bitlikte çiçeklenme dönemi başlar ve kurak yaz aylarıyla birlikte bitkilerdeki büyüme yavaşlayarak bitkiler açısından daha durgun bir evre yaşanır. Yaz mevsiminin sonunda veya sonbahar mevsimi başlarında bitkilerin fizyolojik ve biyolojik aktiviteleri yeniden canlılık göstererek bazı çalı türlerinde yeniden çiçeklenme evresine girilir (Atalay, 2008).

Akdeniz kuşağında kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra subsp. pallasiana*), gökmar (*Abies cillicica*), sedir (*Cedrus libani*) türü ormanlar bu coğrafyanın hâkim türleridir. Bu kuşağın kurak kısımlarında ardıç (*Juniperus*), subalpin kuşakta ise boylu ardıç (*Juniperus excelsa*) ve kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima*) yetişir. Akdeniz flora bölgesinde Akdeniz kıyılarından iç kesimlere kadar maki bitki örtüsünün en geniş

üyeyi olan kızılçam ormanları Siirt, Adıyaman hattından başlar, Kahramanmaraş-Hatay grabeni boyunca devam eder. Akdeniz sahilleri ve üst kesimleri boyunca Marmara kıyılarına kadar; İç Batı Anadolu'da ise Uşak yakınlarına, Karadeniz'de 1000 metrelere kadar geniş bir coğrafyada kızılçam ormanları yayılış gösterir (Atalay, 1994: 203, 205, 207).

Nemli-ılıman iklim karakterinin etkili olduğu Kuzey Anadolu dağlarının 1000-1500 metresine kadar saf ve karışık halde kayın (*Fagus orientalis*), kestane (*Castanea sativa*), Kafkas İhlamuru (*Tilia rubra*), gümüşî ihlamur (*Tilia tomentosa*), doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), sakallı kızılgağaç (*Alnus glutinosa, barbata*), adi kızılgağaç (*Alnus glutinosa*) ve dişbudak (*Fraxinus sp.*) gibi ormanlar yer alır. 1000 metreden sonra Alpin kuşağına kadar ise daha çok soğuğa dayanıklı ve iğne yapraklı olan Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana*), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) ve sarıçam (*Pinus silvestris*) gibi bitki türleri yayılış gösterir. Doğu Karadeniz bölümünde ise daha çok ladinler (*Picea orientalis*) yayılış göstermiştir (Atalay, 1994: 198-216).

3.2. Türkiye'de Çayır ve Mera Bitki Örtüsünün Genel Özellikleri ve Dağılışı

Türkiye'de yazın kuruyan ot (mera) toplulukları, sıcaklığın yeterli, ancak yağışın ağaçların meydana gelmesini engelleyecek seviyede az olduğu İç Anadolu'nun güneyinde özellikle Tuz gölü civarında, Konya-Ereğli arasındaki Konya Havzasında, Doğu Anadolu'nun depresyonlarında (Van, Erzincan, Erzurum ve Iğdır gibi ovalık alanlar) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır havzası ile Gaziantep Mardin arasındaki ovalık alan ve alçak platolarda hâkim vejetasyon formasyonu durumundadır. Bu alanlar aynı zamanda Türkiye'de tahıl tarımının yapıldığı ve genel olarak bu tarımın yapılmasına uygun olan alanlardır (Atalay, 1994: 249).

İç Anadolu'nun 1000 m'nin altındaki sahaları, Doğu Anadolu'daki depresyon alanlarının taban kısımları, tamamen orman rejiminin dışındadır. Toprağın hemen altında bulunan karbonat birikim horizonu, yağışın yetersiz olduğunu ve ayrıca, Tuz gölü civarında bulunan kurtak ve çorak topraklar, bölgenin ağaçların yetişmesinin engelleyecek seviyede kurak koşullara sahip olduğunun göstergesidir (Atalay, 1994: 251).

Antropojen ve ağaçlı mera alanları, genel olarak park görünümlü kuru ormanları oluşturan meşe, ardıç ve karaçamların tahrip edildiği sahalar, Trakya'da Ergene havzasını, İç Anadolu'da step alanlarının çevresini kapsar. Kuzeyde Kızılcahamam, güneyde Karaman-Ulukışla, batıda Uşak, güneybatıda Elmalı; doğuda Sivas ve Uzunyayla arasındaki mera alanlarını çevreleyen İç Anadolu antropojen mera alanı, kuru orman ile asıl mera alanları arasında bir geçiş zonu olarak yer almaktadır (Atalay, 1994: 252-253).

Ülkemizde çayır vejetasyonunun dağılışı, genel olarak ağaç yetişme sınırının üstünde bulunan dağlarımızda yoğunluk kazanmıştır. Bu çayır alanları Subalpin ve Alpin çayır alanları olarak bilinmektedir. Vejetasyon devreleri diğer ot formasyonlarına göre oldukça kısa (2-4 ay)'dır. Batıda 2000 metre civarında başlayan çayır formasyonu, doğuya doğru karasallığın etkisi altında yükselerek 2500-2700 metrenin üzerine çıkmaktadır (Atalay, 1994: 252).

Tablo 3.2. Mera Alanlarının Değişimi (www.tarim.gov.tr, 2016)

Bölgeler	1970 Köy Hizmetleri Alanı (ha)		1991 Tarım Sayımı Alanı (ha)		2001 TÜİK SAYIMI Alan (ha)		1998-2014 Alanı (ha)		Kuru Ot Verimi (Kg/ha)
		%		%		%		%	
Ege	1.027.900	1,32	615,9	0,79	802,879	1,03	388,846	0,46	600
Marmara	463,6	0,59	564,1	0,72	552,662	0,71	280,619	0,35	600
Akdeniz	1.002.400	1,29	434,3	0,56	659,334	0,85	501,765	0,66	500
İç Anadolu	5.884.200	7,54	3.890.300	4,99	4.570.182	5,86	3.726.055	4,32	450
Karadeniz	1.993.100	2,56	1.556.000	1,99	1.533.605	1,97	1.073.371	1,36	1000
Doğu Anadolu	9.162.100	11,75	4.573.400	5,86	5.485.449	7,03	3.824.257	4,32	900
Güneydoğu Anadolu	2.165.100	2,78	743,6	0,95	1.012.576	1,30	553,256	0,68	450
Toplam	21.698.400		12.377.600		14.616.687		10.348.169		

Not: Hesaplama Türkiye yüz ölçümü 78 milyon hektar olarak alınmıştır.

Türkiye’de toplam mera alanları 1970 yılında 21.698.400 hektarken; bu değer 1991 yılında yarı yarıya düşerek 12.377.600 hektara inmiştir (Tablo 3.2). 2001 yılında 2 milyon hektara yakın bir artış gösteren mera alanları 14.616.687 hektara yükselmiştir. Toplam 14.616.687 hektar mera alanı içerisinde en büyük pay Doğu Anadolu bölgesi (5.485.449 ha) ve İç Anadolu bölgesine (4.570.182 ha) aittir (Tablo 3.2). Mera alanlarının en az olduğu iki bölge ise Akdeniz (659,334 ha) ve Marmara (552,662 ha) bölgeleridir. Kuru ot veriminin en yüksek olduğu bölge Karadeniz (1000 Kg/ha) olarak dikkat çekmektedir (Tablo 3.2).

3.3. Türkiye’de Tarım Alanlarının Genel Özellikleri ve Dağılışı

Türkiye’nin yeryüzü şekilleri, iklim şartları, kısa mesafelerde iklim koşullarının değişimi doğal vejetasyondaki çeşitliliği artırdığı kadar tarımsal ürünlerinde çeşitlenmesinde de rol oynamaktadır. Bu nedenle ülkemizde topografyanın daha sade olduğu ova, delta, graben, vadi ya da plato gibi geniş düzlüklerde tarım alanları daha yoğun olarak bulunmaktadır.

Ülkemizde genel olarak yaklaşık 1000 metre yükseltiye kadar olan tarım alanları tarımsal verimliliğin yüksek olduğu alanları oluştururken; yükseltinin fazla olduğu 2000 metrenin üzerinde ise tarımsal verimlilik oldukça düşüktür. Bu nedenle yükseltinin fazla olduğu alanlarda tarımsal faaliyetlerin ekonomik getirisi de oldukça azdır. Ancak bu durum bölgeler arasında tarımsal ürünlerin farklı vejetatif dönemlerde olgunluğa ulaşmasına neden olduğu gibi tarımsal desen üzerinde de oldukça etkilidir.

Türkiye’de arazinin engebeli olması ve bilinçli olarak tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmemesi (tarım arazilerinin ekilip-dikilmemesi) tarımsal üretimi olumsuz anlamda etkilemektedir. Genel anlamda ülkemizdeki tarım yöntemleri henüz teknolojik gelişmelerden uzak olarak gerçekleştirilmesi verimi olumsuz etkilemektedir. Ayrıca tarım arazilerinin çok fazla parçalı olması ekonomik anlamda getiriyi azalttığı gibi verimliliği de yakından etkilemektedir. Bu nedenle Türkiye’de tarımsal aktiviteler ve elde edilen verimlilik birçok tarımsal proje uygulamasına rağmen yeterli düzeye ulaşmamıştır. Tarım alanlarına uygulanan yanlış yöntemler, fazla sulama ya da yeterli düzeyde sulamama, yanlış şekilde sulama, gübre kullanımı, çevresel koşullara uygun olmayan ürünlerin tercih edilmesi gibi birçok faktör verimliliği etkileyen başlıca etmenlerin başında gelmektedir.

Türkiye’de tarımsal faaliyetlerin aktif olarak sürdürüldüğü tarım arazileri 1950 yılında 15.9 milyon hektarken, 2000’de 23.3 milyon hektara yükselmiş; 2007’de ise 24.9

milyon hektara çıkmıştır (bu durumun en büyük nedeni ekili-dikili arazinin artış göstermesinden ziyade orman ve mera alanlarının tarım arazisine dönüştürülmesidir). Ülkemizde tarım arazilerinde en çok yetiştirilen ürün tahıldır. Türkiye tarım alanlarının, hemen hemen yarıdan fazlası tahıl tarım alanları (13.9 milyon ha) olarak kullanmaktadır.

Ülkemizdeki tarım arazilerinde yetiştirilen ürünlerin başında buğday, mısır, pirinç, arpa, yulaf, çavdar, darı, kuşyemi ve mahlût gibi ürünler gelmektedir. Türkiye’de en çok yetiştirilen tahıl ürünleri ise; buğday, arpa, mısır ve çeltiktir.

Tahıl tarımının başlıca elemanı ise buğdaydır. Buğdayın önemi, tahıl tarım arazileri (13.9 milyon ha) içinde en yüksek payı (9.2 milyon ha) alması ve toplam tahıl üretiminde yine en büyük payın buğdaya ait olmasından kaynaklanmaktadır. Buğdayın coğrafi dağılışına bakıldığında, buğday tarımının İç Anadolu bölgesinde yoğunluk kazandığı görülmektedir. Zaten Türkiye buğday üretiminin, %50-60’lık bir kısmını İç Anadolu bölgesi karşılamaktadır. İç Anadolu bölgesinde buğday üretiminde başı çeken şehirler; Konya (2-2,5 milyon ton), Ankara (1-1,5 milyon ton) ve Yozgat (600-650 bin ton)’tır. Arpa tarımı ise, hem ekiliş alanının büyüklüğü hem de yıllık üretim bakımından tahıl tarımında buğdaydan sonra ikinci sırada gelmektedir. Arpanın buğdaya karşı bazı avantajları vardır. Bunlardan bazıları, yetiştirme süresinin kısa olması (75-80 gün) ve buğday tarımının son bulduğu 1800-2000 metrelerden sonra 2300 metre yüksekliklere kadar tarımının yapılabilmesidir. Türkiye arpa üretimine bakıldığında, üretim miktarı buğday kadar fazla değildir (yıllık 9 milyon ton civarı). Arpa tarımının coğrafi dağılışı ise buğday alanlarına benzer durumdadır. Toplam üretimin %60-65’ini buğday tarımında olduğu gibi İç Anadolu bölgesi karşılamaktadır. Yine Konya yıllık 1-1,5 milyon ton üretimle başı çekmektedir. Türkiye mısır tarımına bakıldığında en fazla üretimin kıyı bölgelerinde yapıldığı göze çarpmaktadır. Fakat sulama olanaklarının gelişmesinden dolayı mısır üretimi Türkiye’nin hemen her yerine dağılmış durumdadır. Karadeniz Bölgesinde üretimde başı Rize, Zonguldak ve Bolu çekmektedir. Güney Marmara ve İzmir çevresi üretimin yoğun olduğu diğer alanlardır. Türkiye’de yıllık pirinç üretimi genel olarak 350 ile 400 bin ton arasında değişmektedir. Bu üretimin, büyük çoğunluğunu Orta Karadeniz kıyıları, Trakya, Çanakkale çevresi ve Adana şehri karşılamaktadır (Doğanay, 2011: 45-56).

Türkiye endüstri bitkilerinden tütün tarımına bakıldığında, kalitenin düşmemesi için üretimin belirli sahalara sınırlandırıldığı görülmektedir. Toplamda yıllık 100 bin ton civarı üretimin büyük bir çoğunluğunu Karadeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri karşılamaktadır. Türkiye pamuk üretiminde ise GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) etkileri göz önünde bulundurulmaktadır. Geçmiş yıllarda Ege ve Akdeniz bölgeleri üretimde başı çekerken GAP projesiyle birlikte sulama imkânları artmış, birinci sıraya Güneydoğu Anadolu bölgesi yerleşmiş ve toplam üretimin (900 bin ton) %47’sini (420 bin ton) karşılamaktadır (Doğanay, 2011: 46).

Tüm bu tarımsal faaliyet desenlere bakıldığında Türkiye’de tarımsal üretimin birçok faktörden etkilendiği görülmektedir, bazı alanlarda çeşitli tarım ürünleri için gerekli fiziksel koşullar sağlanmış olsa bazı beşeri unsurların eksikliği ve yetersizliğinden dolayı optimum düzeyde verim alınamadığı veya hiç üretim yapılamadığı görülmektedir. Bu çerçevede, tarımsal faaliyet ve yöntemlerdeki yeni gelişmelerin Türkiye’de bazı tarımsal desenleri değiştireceği öngörülmektedir.

4. MATERİYAL VE METOT

4.1. Materyal

4.1.1. SPOT VEGETATION Uydu Verisi

VEGETATION (VGT) sensörü Fransız Ulusal Uzay Çalışmaları Merkezi (CNES: French Centre National d'Etudes Spatiales), Avrupa Ortak Araştırma Merkezi Komisyonu (JRC: European Commission's Joint Research Centre), İtalya Uzay Ajansı (Italian Agenzia Spaziale Italiana), Belçika Federal Bilim Politikası Ofisi (Belgian Federal Science Policy Office) ve İsveç Ulusal Uzay Kurulu (Swedish National Space Board) ortaklığında üretilmiştir.

Adından da anlaşılacağı gibi, VGT sensörünün öncelikli amacı bitki örtüsünün izlenmesi için tasarlanmış olmasıdır. Arazi örtüsünün haritalanması (Bartalev vd., 2003; Bartholomé vd., 2002), tarım (Xiao vd., 2002a; Zhang vd., 2003), afet yönetimi (Lupo vd., 2001; Ozer vd., 2000), bitki sağlığı (Ceccato vd., 2001; Fraser ve Latifovic, 2003: 978), ormancılık (Mayaux vd., 2000; Stibig vd., 2003), yangın alanlarının belirlenmesi ve yönetimi (Eastwood vd., 1998; Phulpin vd., 2002), kar/buz gibi alanların belirlenmesi (Xiao vd., 2001; Xiao vd., 2002b) ve hatta atmosferik bir çok çalışmada (Schmullius vd., 2003; Xiangming vd., 2003) VEGETATION sensöründen elde edilen Uzaktan Algılama verileri kullanılarak analizler yapılmaktadır.

VGT sensörünün şimdiye kadar iki sürümü üretilmiştir: birincisi 24 Mart 1998'de SPOT-4 uydusu üzerindeki VGT-1 sensörü ve 3 Mayıs 2002 yılında ise SPOT-5 uydusu üzerindeki VGT-2 sensörü olarak da adlandırılan ikinci versiyonu uzaya fırlatılmıştır. Her iki uydu da yaklaşık 822 km'lik yükseklikte yakın kutupsal yörünge üzerinde yer alan sabit konumlu uydulardır.

Tablo 4.1. SPOT 4 ve 5 Uydularının Yörünge Özellikleri (SPOT-5 CNES, 2006b).

	SPOT-4 / SPOT-5
Yörünge	Sun-synchronous, near-polar
Açı	98.72°
Periyot	101.46 min
Döngü Süresi	26 days
Yükseklik	822 km
Görüntü Alma (1)	10.30
Görüntü Alma (2)	22.30

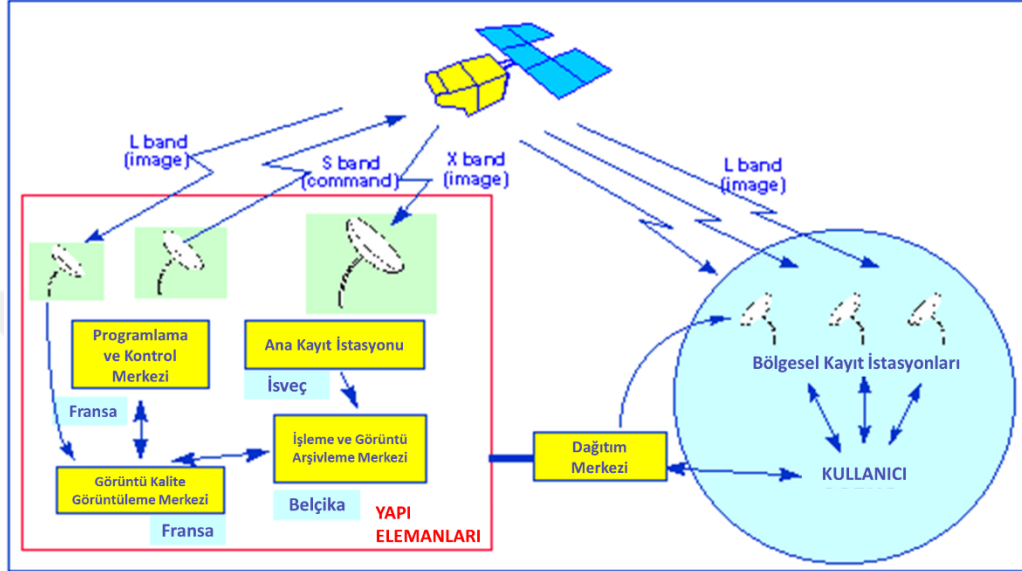
Tablo 4.2'de de görüldüğü gibi VGT-1 ve VGT-2 sensörlerinin spektral bantları arasında sadece çok küçük farklılıklar bulunmaktadır. VGT sensörü bitki örtüsünün en iyi şekilde izlenebilmesi için kırmızı (B2), yakın infrared (NIR) (B3), kısa dalga infrared (SWIR) ve atmosferik düzeltmelere yardımcı olması anlamında ise mavi (B0) dalga boyunda tayfsal yansımayı da algılayan toplam 4 banda sahiptir. Bu bandlar sayesinde toplanan veriler 10 bit'lik bir radyometrik çözünürlük ile desteklenmektedir.

Tablo 4.2. VGT-1 ve VGT-2 Bandları (SPOT-VEGETATION, 2006a).

Spektral Bandlar	Belirtilen	VGT-1 (aktüel values)	VGT-2 (aktüel values)	Yüzey Yansıma Oranı
Mavi (B0)	0.430 - 0.470 μm	0.437 - 0.480 μm	0.438 - 0.475 μm	0.0 - 0.5
Kırmızı (B2)	0.610 - 0.680 μm	0.615 - 0.700 μm	0.615 - 0.690 μm	0.0 - 0.5
NIR (B3)	0.780 - 0.890 μm	0.772 - 0.892 μm	0.782 - 0.890 μm	0.0 - 0.7
SWIR	1.580 - 1.750 μm	1.600 - 1.692 μm	1.582 - 1.750 μm	0.0 - 0.6

VGT sensörü yeryüzünü tararken CCD (bit map görüntüler oluşturulurken ısıya duyarlı piksellere sahip bir cihaz; Türkçe anlamıyla: Yüklenme İliştirilmiş Araç) ışığa

duyarlı foto diyetolar kullanır. VGT, 1728 adet CCD detektör ve her dört band ile aynı anda doğrusal bir şekilde belli bir hat boyunca yeryüzünü tarar (Saint, 1997; SPOT-4 CNES, 2006; SPOT-5 CNES, 2006a). Algılayıcılar $\pm 50.5^\circ$ 'lik bir açıyla yaklaşık 822 km'lik bir yükseltiden 2250 km genişlikte ve en düşük noktada 1,165 km mekânsal çözünürlükte yeryüzünü görüntüler. VGT sensörünün zamansal ve mekânsal çözünürlüğü göz önüne alındığında ekvator çevresindeki bazı alanlar hariç bir gün içerisinde tüm dünya görüntülenebilmektedir.



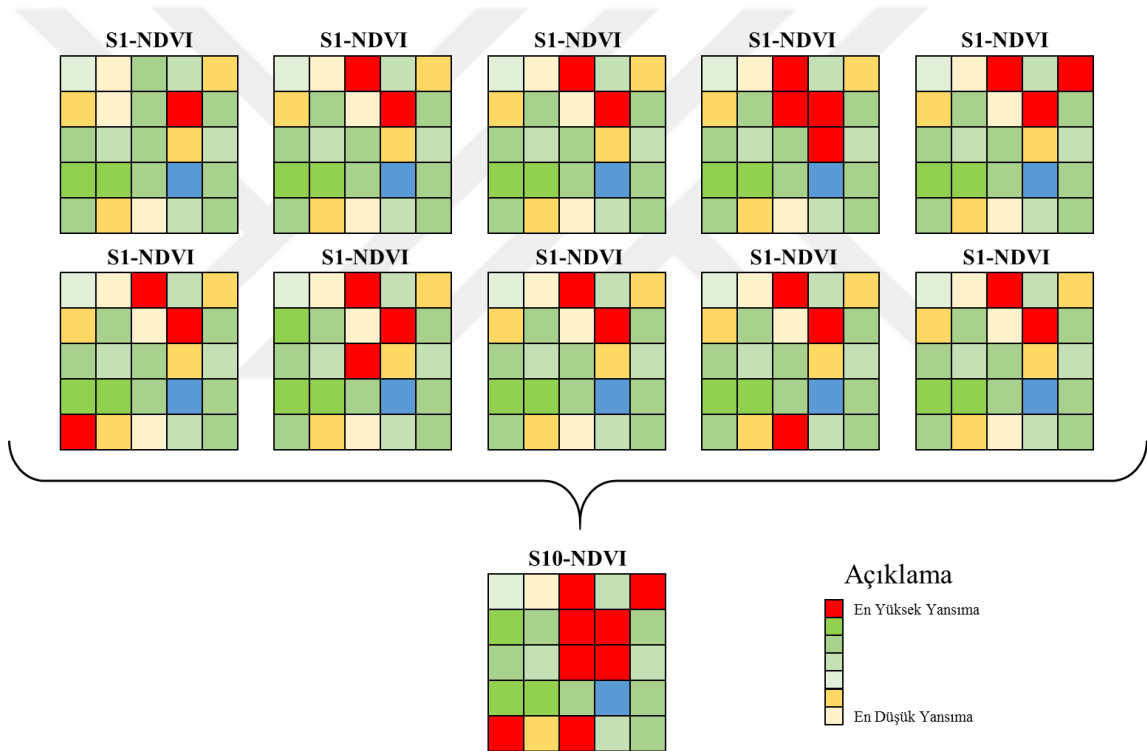
Şekil 4.1. SPOT Uydusu Veri Akış Şeması

Fransa'nın Aussaguel kasabasında CNES tarafından L bandı (510 kbps) VGT alıcı istasyonundan gerekli ekipman ve yetkili kullanıcılar tarafından telemetrik doğrulamalar yapılmak üzere alınır. Ancak asıl VGT'nin birincil alıcı istasyonu (SRIV) İsveç'in Kiruna kentinde yer almaktadır. Bu merkezde veriler X bandında (3400 kbps) kaydedilir ve VGT Görüntü İşleme Merkezi (CTIV)'nde depolanarak yetkili kullanıcılara paylaşılır. CTIV'de veri süreçleri, arşivlenmesi ve elde edilen ürünlerin dağıtımı gerçekleştirilmektedir. Ayrıca Fransa'nın Toulouse kentinde bulunan Operasyon Kontrol Merkezi tarafından S bandında verilerin izlenmesi ve programlanmasından sorumludur. Sonuç olarak, Toulouse'daki VGT Görüntü Kalite Merkezi (QIV) sensörlerin kalibrasyonundan ve elde edilen verilerin geometrik ve radyometrik düzeltmelerini sağlamaktan sorumludur (SPOT-5 CNES, 2006a; Saint, 1997).

VGT ürünleri, P (birincil) ürünleri ve S (sekonder/ikincil/sentez) ürünleri olmak üzere iki grupta kategorize edilirler. P ürünleri VGT'de bulunan her dört band içinde radyometrik, geometrik düzeltmeleri yapılmış; ayrıca görüntü açısı, güneş açısı, atmosferik düzeltmeler ve Top Of the Atmosphere (TOA) yansımaya değerlerine denk gelen doğrusal ölçek değerlerini içermektedir. P ürünleri S ürünleri için veri tabanı oluşturmaktadır. İlk olarak P ürünlerinin yansımaya değerlerinden elde edilen veriler her bir piksel için NDVI hesaplanır. Daha sonra belirli bir alan için S ürünleri oluşturulurken her pikselin en yüksek NDVI değeri hesaplanır ve pikseller mozaiklenir. Bütün P ürünleri tek bir günü temsil etmektedir ve günlük P değerlerinden elde edilen sentez haldeki günlük NDVI değerleri S1 olarak kodlanır. S1 kodlu veriler atmosferdeki su buharı, aerosol veya kar/buz gibi arazi yansımaya değerlerini etkileyecek parazitlilikler nedeniyle 10 ardışık P ürünlerinden elde edilen NDVI değerlerinin her pikseli için maksimum değeri yeniden hesaplanarak S10 olarak kodlanır. Burada hem S1 hem de S10 ürünleri 1 km'lik mekânsal

çözünürlüğe sahiptir. Bunlar dışında 4 (S10.4) ve 8 (S10.8) km’lik mekânsal çözünürlüğe sahip indirgenmiş çözünürlükte sentez ürünler de mevcuttur (SPOT-5 CNES, 2006a; Henry vd., 1996; SPOT-VEGETATION, 2006b).

Günlük olarak elde edilen ve sentez bir ürün olan S1-NDVI görüntüleri P ürünü üzerinde gerçekleştirilen atmosferik düzeltmelere rağmen halen arazi yüzeyi üzerinde bulunan bitki örtünün tam olarak görüntülenmesi için elverişli değildir. Özellikle yağışlı mevsimlerde (kış mevsimlerinde) uzun dönemler boyunca atmosferdeki su buharı uydu görüntülerinin alınmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca kar veya buz gibi bitki örtüsünün üzerinin kapatılarak, aslında var olan bitki örtüsünün yansımaya olumsuz etki eden faktörlerin ortadan kaldırılması Uzaktan Algılama ile bitki örtüsü çalışmalarının en büyük problemlerinden birisini oluşturmaktadır. Bu sorunun önüne geçebilmek veya bitki örtüsünün yansımaya etkileyen faktörleri en aza indirgeyebilmek amacıyla art arda olan 10 günlük S1-NDVI değerleri bir araya getirilir ve maksimum piksel değerine sahip her piksel 10’ar günlük periyodlar halindeki S10-NDVI verisi olarak tek bir görüntü haline dönüştürülür (Şekil 4.2). Bu işleme MVC (Maximum Value Composite) NDVI adı verilir.



Şekil 4.2. S1-NDVI Görüntülerinden S10-NDVI Görüntülerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmada 1998 yılının Nisan ayından 2013 yılının Temmuz ayına kadar olan süreçteki atmosferik ve geometrik düzeltmeleri yapılmış 10’ar günlük (S10) SPOT VGT verileri www.vito-eodata.be adresinden ücretsiz olarak indirilmiştir. MCV olarak 10’ar günlük indirilen veriler ayın 30 gün sürdüğü dönemlerde sırasıyla 10gün+10gün+10gün şeklinde aylık toplam 3 görüntü, ayın 28 gün sürdüğü (Şubat gibi) dönemlerde 10gün+10gün+8gün (Şubat ayı 29 gün olduğunda yıllarda 10gün+10gün+9gün) şeklinde toplam 3 görüntü, yıl içerisinde ayın 31 gün sürdüğü dönemlerde ise 10gün+10gün+11gün olmak üzere aylık toplam 3 görüntü şeklinde günlük veriler MCV-S10 verisine dönüştürülmüştür. Böylelikle çalışma alanı için 1998 yılı Nisan ayı döneminden 2013 yılı Temmuz ayı dönemine kadar 552 adet görüntü elde edilmiştir. Ancak bu görüntüler içerisinde 1999 yılının Nisan ayının 3’üncü S10 görüntüsü, 2009

yılının Şubat ayının ilk S10 görüntüsü, 2009 yılının Mart ayının ilk S10 görüntüsü, 2011 yılının Haziran ayının 3'üncü S10 görüntüsü, 2011 yılının Ekim ayının 3'üncü S10 görüntüsü, 2012 yılının Ekim ayının 3'üncü S10 görüntüsü, 2012 yılının Kasım ayının 3'üncü S10 görüntüsü ve son olarak 2013 yılının Şubat ayının 2'nci S10 görüntüsü SPOT VGT uydusunun veya görüntü arşivinin veri eksikliği veya veri kaybı nedeniyle indirilememesi söz konusu olmuştur. Bu nedenle çalışma alanıyla ilgili Nisan 1998 ile Temmuz 2013 süresi boyunca 8 adet veri kaybı yaşanmış ve veri analiz edilmek üzere toplam 544 adet görüntü çalışma alanı sınırlarına (Türkiye sınırlarına) göre Uzaktan Algılama yazılımları yardımıyla kesilmiştir.

4.1.2. Meteorolojik Veriler

4.1.2.1. Yağış Verileri

Bitki örtüsünün değişimi ile meteorolojik değerler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla 1997 yılından başlayıp 2013 yılı Temmuz ayı sonuna kadar veri kaydeden istasyonların günlük yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den temin edilmiştir. MGM tarafından toplam 403 istasyona ait meteoroloji verisine ulaşılmış, ancak bu istasyonlardan 1997-2013 yılları arasında düzenli bir şekilde günlük düzeyde veri kaydeden yalnızca 130 istasyona ait günlük veriler kullanılabilir şekilde düzenlenebilmiştir. Diğer istasyonlara ait günlük yağış verileri düzenli olarak veri kaydedilmemesi ve çalışma dönemine ait verileri kapsamaması ya da uzun süreli günlük verilerin eksik olması nedeniyle kullanılamamıştır. Günlük düzeyde yağış verisi kaydedebilen 130 istasyon yağış ölçüm cihazının bozulması ya da başka sebeplerle günlük yağış miktarının ölçülememesi nedeniyle de bazı kısa süreli eksikliklerine sahiptir. Bu sorunun ortadan kaldırılması amacıyla eksik verilerin tamamlanabilmesi için uydulardan tahmin edilerek modellemeler yapabilen NOAA ve The Weather Company kurumlarına ait <http://www.ncdc.noaa.gov/> ve <https://www.wunderground.com/> internet adreslerinden günlük düzeydeki eksik günlük yağış değerleri elde edilmiştir. Böylece, MGM'den elde edilen geçmişe yönelik eksik olan günlük yağış verileri NOAA NCDC ve Wunder Ground veri setleri sayesinde tamamlanmıştır.

Bu çalışmada, Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te MGM'den elde edilen günlük yağış verilerinin 1997-2013 yılları arasını kapsadığı meteoroloji istasyonları ve orman, tarım, çayır ve mera alanlarından seçilen test alanlarının kodları birlikte verilmiştir.

Tablo 4.3. Orman Alanları NDVI Değerleri ve Kullanılan Meteoroloji İstasyon Bilgileri

Sıra	İstasyon Adı	İstasyon Kodu	Test Alanı	Enlem	Boylam
1	İnebolu	17024	1051	41,97894	33,76364
2	Hopa	17042	1003	41,40650	41,43300
3	Kırklareli	17052	1019a	41,73816	27,21785
4	Tekirdağ	17056	1019a	40,95853	27,49651
5	Kumköy	17059	1019a	41,25047	29,03837
6	Kastamonu	17074	1039	41,37097	33,77561
7	Kırıkkale	17135	1028	39,84330	33,51807
8	Yozgat	17140	1018, 1028	39,82434	34,81591
9	Edremit	17145	1007, 1008	39,58947	27,01915
10	Kırşehir	17160	1028	39,16393	34,15610
11	Gemerek	17162	1018	39,18500	36,08050
12	Tunceli	17165	1019b	39,10583	39,54083
13	Kahramanmaraş	17255	1042	37,57600	36,91500
14	Bodrum	17290	1014	37,03284	27,43980
15	Adana Bölge	17351	1033	37,00410	35,34430
16	İskenderun	17370	1032	36,59236	36,15816
17	Finike	17375	1029	36,30240	30,14580
18	Gazipaşa	17974	1030	36,27150	32,30450

Tablo 4.4. Tarım Alanları NDVI Değerleri ve Kullanılan Meteoroloji İstasyon Bilgileri

Sıra	İstasyon Adı	İstasyon Kodu	Test Alanı	Enlem	Boylam
1	Samsun	17030	3052	41,3435	36,25533
2	Kırklareli	17052	3044b	41,73816	27,21785
3	Tekirdağ	17056	3044b	40,95853	27,49651
4	Amasya	17085	3052	40,66683	35,83533
5	Erzurum Havalimanı	17096	3001	39,95290	41,18970
6	Bursa	17116	3041	40,23083	29,01335
7	Gemerek	17162	3050, 3051	39,18500	36,08050
8	Aksaray	17192	3039, 3038	38,37050	33,99870
9	Kayseri Bölge	17196	3043	38,68700	35,50000
10	Kuşadası	17232	3013	37,85974	27,26522
11	Şanlıurfa	17270	3008	37,16080	38,78630
12	Diyarbakır Havalimanı	17280	3023	37,89730	40,20270
13	Adana Bölge	17351	3015b	37,00410	35,34430

Tablo 4.5. Mera Alanları NDVI Değerleri ve Kullanılan Meteoroloji İstasyon Bilgileri

Sıra	İstasyon Adı	İstasyon Kodu	Test Alanı	Enlem	Boylam
1	Ardahan	17046	2000, 2001	41,10609	42,70555
2	Bilecik	17120	2035	40,14139	29,97724
3	Aksaray	17192	2026	38,37050	33,99870
4	Şanlıurfa	17270	2017	37,16080	38,78630
5	Bodrum	17290	2019b	37,03284	27,43980
6	Adana Bölge	17351	2012	37,00410	35,34430

4.1.3. Örneklem Alanlarının Seçilmesi

Bilimsel birçok çalışmada da olduğu gibi bu çalışmanın en önemli kısımlarından birisi de örneklem alanlarının seçimidir. Vegetasyonun orman, tarım, çayır ve mera olarak sınıflara ayrılması ve günlük yağış değerleri bulunan istasyonlar seçildikten sonra sonrasında örneklem alanlarının lokasyonları belirlenmiştir. Örneklem alanlarının seçiminde meteoroloji istasyonuna yakınlık ve homojen bir alanın belirlenmesi önemlidir. Seçilen örneklem alanlarına arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular sonrasında da sonuç haritaları ve sonuç analizleri ile birlikte arazide doğrulukları tespit edilmiştir.

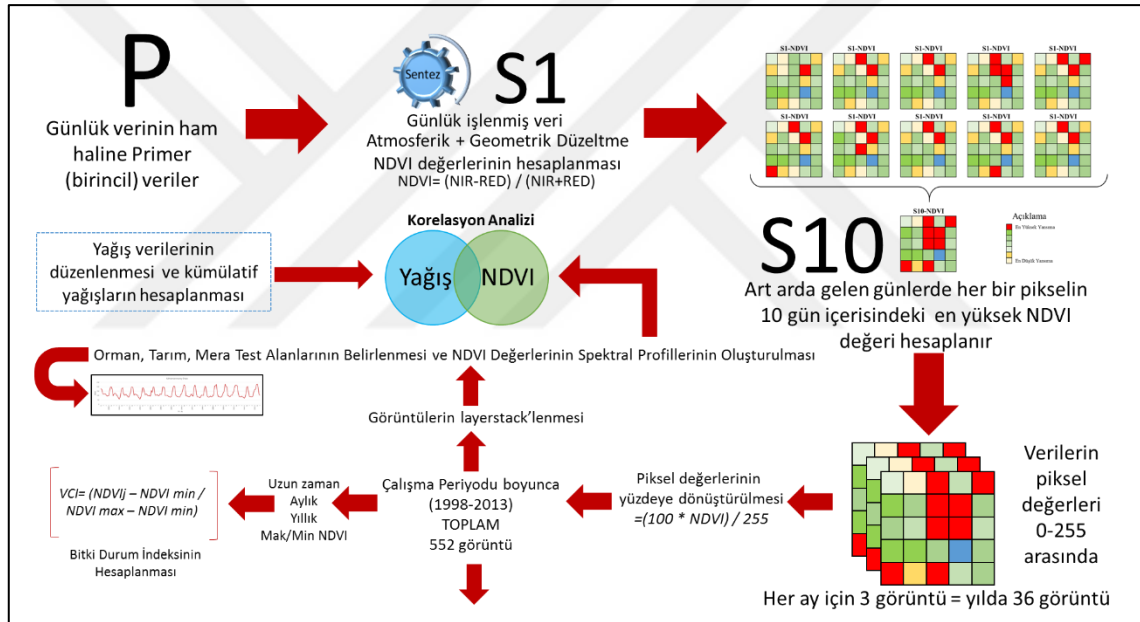
Orman alanlarına (bkz. Ek 2), tarım arazilerine (bkz. Ek 3), çayır ve mera alanlarına (bkz. Ek 4) ait seçilen test alanları harita üzerinde gösterilmiştir.

4.2. Metot

SPOT VGT uydu sensöründen günlük olarak elde edilen ham veriler CNES tarafından geometrik ve radyometrik düzeltmeleri gerçekleştirildikten sonra NDVI değerleri her piksel için hesaplanarak S1 görüntüleri elde edilir. Günlük NDVI değerleri hesaplanmış S1 görüntüler, yılın ilk gününden başlamak sureti ile parazitliliğin azaltılması için art arda 10'ar günlük periyodlarla bileşke hale dönüştürülmüş tek bir görüntü elde edilmektedir. Bu görüntülere S10 görüntüler adı verilmektedir. S10 görüntüler elde edilirken, günlük bazda NDVI değerleri hesaplanmış her pikselin art arda 10 gün içerisindeki en yüksek NDVI değerine sahip piksel değeri hesaplanarak yeni bir görüntü oluşturulmaktadır. Bu çalışmada, VGT-1 sensörünün 1998 yılının Nisan ayından başlanarak 2013 yılının Temmuz ayı sonuna kadar elde ettiği görüntüler kullanılmıştır. Bu nedenle, çalışma periyodu boyunca her ay için 3 (üç) görüntü, yılda toplam 36 görüntü, çalışma periyodu boyunca ise toplamda 15 yıl için 552 adet görüntü kullanılmıştır. SPOT VGT tarafından 0-255 gri renk aralığında tek band olarak sunulan görüntüler daha kolay yorumlanabilmesi ve ileriki çalışmalarda başka uydu sensörleri ile

de karşılaştırılabilmesi amacıyla 0 ile 1000 arasında yüzdelik oranlara dönüştürülmüştür. Daha sonra, NDVI değerlerinin mekânsal dağılımını ortaya koymak amacıyla aylık, yıllık ve uzun zaman periyodunda her piksel üzerinde meydana gelen maksimum, minimum gibi ekstrem NDVI değerleri hesaplanarak haritalandırılmıştır. Bölgesel farklılıkların birbirinden ayırt edilmesi amacıyla ise bitkilerin yeşillenme durumlarını göreceli olarak ortaya koymak maksadı ile aylık olarak VCI değerleri hesaplanmış ve nemli, normal ve kurak yıllarda söz konusu durumlar saptanmaya çalışılmıştır.

Çalışma periyodu boyunca elde edilen S10 NDVI değerlerinin zamansal değişiminin ortaya konulması amacıyla görüntüler üst üste bindirmek sureti ile zamansal değişim grafikleri oluşturulmuştur. Zamansal değişim değerleri ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan günlük yağış verileri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla her meteoroloji istasyonunun 10 günlük yağış değerleri ile SPOT VGT uydusunun 10 günlük S10 görüntülerinden elde edilmiş zamansal değişim değerleri arasında korelasyon analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan materyal ve metotların iş akış şeması Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Çalışmada Kullanılan Materyal Metotların İş Akış Şeması

4.2.1. Bitki İndisleri

4.2.1.1. Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI)

Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI), elektromanyetik tayfın görünür ve yakın infrared bandlarını kullanarak hesaplanır. Uzaktan Algılama yöntemleri ile ışığın sayısal olarak kaydedilmesi neticesinde bitki örtüsünün varlığı ve canlılığıyla ilgili bilgi veren ve analizlerin yapılmasına olanak sağlayan bir indekstir. Bitki ve arazi yüzeyi çalışmalarında sıkça kullanılır.

NDVI formülü ilk olarak 1973'te Texas A&M Üniversitesi'nin Uzaktan Algılama Merkezi'nde Rouse tarafından kullanılmıştır ve vejetasyon çalışmalarında genişçe bir yer bulmuştur. Orman (Eastwood vd., 1998; He vd., 2002; Galindo vd., 2003), mera (Prince, 1991; Hu vd., 2014), tarım (Göksu vd., 2015) gibi bitki örtüsünün var olduğu alanların kapasitesinin, ürün verimliliklerinin, alanlarının, ekolojilerinin, nitelik ve niceliklerinin belirlenmesi için arazi yüzeyinden bitki örtüsünün bulunduğu alanların kolayca ayırt edilmesini sağlamaktadır. NDVI; genellikle arazi yüzeyi, bitkinin fotosentetik aktivitesi,

yüzey suyu, yaprak alan indeksi ve canlı biyokütlenin miktarının yüzdesi gibi diğer yersel parametreler ile doğrudan ilişkilidir (Toukiloglou, 2007: 55).

Sağlıklı bir bitki, fotosentez sırasında kırmızı dalga boyundaki ışığı klorofil hücreleri tarafından absorbe eder. Ancak bitkinin mezofil tabakasında yakın infrared bölgesindeki ışık güçlü bir şekilde tekrar yansıtılır (Jensen, 1986; Campbell ve Wynne, 2011). Şekil 1.1’de de görüldüğü gibi, sağlıklı bir bitki örtüsü genellikle yakın kızılötesi (infrared) ışığın büyük bir bölümü yansıtır ve bitkiler görünür ışığın çoğunu absorbe eder. Sağlıksız ya da cılız bitki örtüsü yakın infrared bandda daha az, görünür ışıktaki daha fazla yansıma gösterir. Ayrıca, çıplak arazi yüzeyleri ise elektromanyetik spektrumun hem kırmızı hem de kızılötesi bandının her ikisinde de orta derecede yansır (Holme vd., 1987).

Elektromanyetik spektrumun yakın infrared ve kırmızı bandlarına sahip uydu sistemleri kullanılarak NDVI bilgilerinin elde edilmesi mümkündür. Bu nedenle yakın infrared ($0,7-1,1 \mu m$) ile kırmızı bandın ($0,4-0,7 \mu m$) arasındaki fark uydu görüntülerinden bitkinin varlığı hakkında bilgi edinmemizi sağlar.

Yakın infrared banddan kırmızı bandın çıkarılması ve yakın infrared ile kırmızı bandın toplamına bölünmesi ile NDVI formülünün algoritması elde edilir (Formül 1).

$$NDVI = (NIR - KIRMIZI) / (NIR + KIRMIZI) \quad (1)$$

VGT tarafından elde edilen veriler 0-255 piksel değeri aralığında iken 0-100 piksel aralığına dönüştürülerek piksel değerleri yüzdelik ifadeye dönüştürülmüştür (Formül 2):

$$0-255'ten\ 0-100'e\ dönüşüm = (100 * NDVI) / 255 \quad (2)$$

Düşük (yani sıfıra yakın) NDVI değeri alanın toprak, kar, su, buz, bulut ya da bitkiden yoksun alanları temsil ederken, NDVI değerinin yüksek olduğu (%100’e yakın olduğu) pikseller ise bitki örtüsünün var olduğu alanları temsil eder.

4.2.1.2. NDVI Değerlerinin Düzeltilmesi (Smoothing İşlemi)

Smoothing yapma işlemi en basit anlamda, zaman serilerinden elde edilen sinyallerin sayısal analiz teknikleri kullanılarak yumuşatılma işlemidir. Bu çalışma için uydu görüntüleri vasıtasıyla 10’ar günlük uydu görüntülerinden elde edilen zamansal değişim değerleri her ne kadar kar, buz ve ya bulut gibi parazitlenmelerden meydana gelen etkileri azaltmaya çalışsada bitki örtüsünün görüntülenmesi zorlaşmaktadır. Örneğin Mart ayı içerisinde çimlenmeye başlayan bir bitkinin üzerinin Nisan ayı itibari ile başlayan yağışlar nedeniyle bulutların bitki üzerini kapatması ya da bitkiden elde edilecek yansımanın büyük oranda engellenmesi sanki Nisan ayı içerisinde bitkilerin yeniden çimlenme öncesi durumlarına döndüklerini Haziran ayında ise ani bir şekilde olgunlaşma devresine girdikleri gibi yanıltıcı yorumlara neden olabilir. Meydana gelen bu değişimi minimize etmek amacıyla Poisson’un 1940’lı yıllarda geliştirdiği Temel Üstel Yumuşatma (İng.: Basic Exponential Smoothing) metodu kullanılmıştır. Üstel yumuşatma metodu en basit şekilde formülize edilirse (formül 3):

$$s_t = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot s_{t-1} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilir. Burada, α yumuşatma faktörünü yani yumuşatma katsayısıdır. s_t basit ağırlıklı ortalamayı yani bir sonraki dönemin tahmini, x_t ise son dönemdeki gerçek değere karşılık gelmektedir.

Bu yöntem, uzun zaman serilerinde trendi ve zaman içerisindeki dalgalanma meydana gelmeyen ve sadece etrafında dalgalanmaların gerçekleştiği değerlerin

analizinde kullanılmaktadır. Aslında bu yöntem basit anlamda serilerin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır.

4.2.1.3. Bitki Durum İndeksi (VCI)

Bitki Durum İndeksi (VCI) bitki yoğunluğunun belirlenmesinde ve bitki sağlığının tahmin edilmesinde sıkça kullanılan indislerden biridir (Kogan, 1995; Orhan, 2012; Molavizadeh, 2014; Göksu vd., 2015; Jiao vd., 2016). Mevcut toprak nemi ve bitki canlılığı arasındaki yakın ilişki nedeniyle, bu indis kuraklık durumunun ve iklimsel parametrelerde meydana gelen değişimlerin bitki örtüsü üzerindeki etkisinin izlenmesinde kullanılmaktadır. Maksimum Değerlerin Bileşimi (MVC) yöntemi ile VGT'nin S10 görüntüleri aylık verilere dönüştürülerek tekrardan komposit bir görüntü elde edilir.

NDVI tarım, orman ve mera gibi alanlardaki bitki formasyonlarının tespit edilmesi amacıyla kullanılır. Ancak bu durum homojen olmayan alanlar üzerinde tahminlerin gerçekleştirilmesini, zamansal değişimin ortaya konulmasını ve ortaya çıkan durumun açıklanmasını zorlaştırır. Farklı ekosistemlerdeki bitkiler birbirlerinden farklı seviyelerde ve zamanlarda farklı biyofiziksel ve biyokimyasal evrelerden geçerler. Bu nedenle, farklı ekosistem üretkenliklerinin mekânsal farklılıklarının ortaya konulması amacıyla VCI formülü üretilmiştir (Kogan, 1995; Orhan, 2012: 47; Molavizadeh, 2014: 19-20).

Bu çalışmada Kogan (1995) tarafından geliştirilen ve NDVI değerleri ile hesaplanabilen VCI dönüşümü kullanılmıştır (*Formül 4*). Bu indis uzun yıllık maksimum ve minimum NDVI verilerinden aylık NDVI değerlerinin çıkarılması ile elde edilen farkı ifade eder.

$$VCI = (NDVI_j - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (4)$$

Burada NDVI_j, aylık NDVI değerine; NDVI_{max}, uzun zaman periyodu içerisindeki maksimum NDVI değerine; NDVI_{min} uzun zaman periyodu içerisindeki minimum NDVI değerine karşılık gelmektedir. Formül sonucunda 0-100 değerleri arasında ikincil bir veri oluşturulur. Değerlerin 0 ile 100 arasında olması sonucun yüzdelik olarak ifade edilmesini anlatır.

4.2.2. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki ayrı değişkenin ele alınarak birlikte meydana getirdikleri değişimi anlatmaktadır. Korelasyon analizlerindeki amaç; objelerin kendi aralarındaki ilişkiyi anlamak, gözlemlenebilen olguların sayısal olarak ifade edilmesi ve gözlemlenebilen olgulardan gözlemlenemeyen ancak gerçekte var olan yeni bir bilgiyi elde etmektir (Arıcı, 1981: 93-94; Baykul ve Güzeller, 2014: 570).

Ekosistemler, kendi içlerinde belirli oranlarda pozitif ya da negatif yönde ilişki içerisindeyler. Ekosistemlerin birbirleriyle olan ilişkileri tanımlanırken geçmiş dönemlerde bu ilişkinin yönü ve gücünden bahsedilmezdi. Geçmiş dönemlerde bilim daha çok betimleyici yönüyle ön planda olması nedeniyle bu yargılar normal karşılanabilirdi (Arıcı, 1981: 1-7, 93-142). Örneğin; “Yağışlı bölgelerde ya da dönemlerde bitkiler daha çok gelişirler.” gibi bir düşünce gerçek dışı değildir ancak bu durum yağış ile bitki örtüsü arasında ne derecede bir ilişki olduğunu anlatmaz. Bu nedenle, biliminde bir gereği olan ikinci ve üçüncü yordama işlevleri betimlemenin daha ötesinde başka işlemleri gerektirir. Değişkenler arasındaki bağlantılılık ve ilişkinin incelenmesi bilimsel açıdan önemli bir yer tutar.

Değişkenler arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında iki temel sorun rol oynar: (1) değişkenler arasındaki ilişkinin ne derece tahmin edilebilir, (2) değişkenlerin

farklılıklarının ne dereceye kadar etkili olduğu ve diğer etkenlerin değişkenleri ne derecede etkilediğidir (Arıcı, 1981: 94). Burada en çok karşılaşılan sorun birinci sorundur. Örneğin, biokütlenin miktarıyla yağış arasındaki ilişkiyi tahmin etmek ne derece mümkün? İkinci soruna ise; bitki ekolojisi dediğimiz bitkinin davranışlarını etkileyen etkenlerin ölçülmesinde yağış ve sıcaklık ile insan ve diğer ekosistemlerin rolü ve bunların bitki ekolojisini etkileme derecesini saptama örnek verilebilir.

Bir veri setinde değişkenlerin birlikte değişim ölçüsü *kovaryans* olarak adlandırılır. Kovaryans, iki değişkenin aynı objelere ait ölçümlerinin bu değişkenlere ait ortalamadan farklarının çarpımlarının ortalaması şeklinde ifade edilir (Baykul ve Güzeller, 2014: 571) ve şu şekilde formülize edilir (*formül 5*):

$$\sigma_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu_X)(Y_i - \mu_Y)}{N} \quad (5)$$

Bu formülde σ_{xy} X ile Y değişkenleri arasındaki kovaryansı göstermektedir. N veri setindeki değişken sayısını, μ_x X değişkenindeki veri setinin ortalamasını, μ_y Y değişkenindeki veri setinin ortalamasını ifade eder.

Korelasyon analizleri bazen iki bazende daha fazla sayıda değişken arasındaki ilişkiyi sayısal ifade eder. Bu sayıya ise *korelasyon katsayısı (ilişki katsayısı)* adı verilir. Değişkenler arasındaki ilişkinin ortaya konulması ortaya koymak, diğer yandan matematiksel eşitliğide ortaya koymak anlamı taşır. Buradaki temel şart, bağımlı ve bağımsız değişkenlere bağlı olarak bağımlı değişken üzerindeki ortalamayı saptayacak eşit aralık aranır. Burada değişkenler arasındaki eşitlik; değişkenlerin durumuna, aralarındaki ilişkinin biçimine ve değişken sayılarına göre farklılık gösterir (ARICI, 1981: 94-95).

Mekânsal veriler arasındaki ilişkiler, değişkenlerin haritalanması ve unsurlar arası ilişkilerin derecelerinin ve ilişkilerin yönünün ortaya konması coğrafik açıdan önemlidir. Bu ilişkilerin görsel olarak ortaya konulması sadece görsel yorumlama için kullanılabilir. Ancak bilimsel çalışmalarda bu durum yeterli bir sonuç ortaya çıkarmaz. Korelasyon analizleri sonucunda ortaya çıkan matematiksel sayılar sübjektiviteyi de ortadan kaldırarak daha objektif yorumlamaların yapılmasını sağlar. Böylelikle mekânsal olaylar arasındaki ilişkiler hem kantitatif hem de objektif olarak ortaya konulabilir. Ayrıca ilişkinin yönü ve gücü istatistiksel olarak hesaplanabilir.

Korelasyon analizleri, verilerin grafik gösterimleri ile başlar. İki değişken arasındaki (Örneğin: X ve Y) ilişki serpilme diyagramı üzerinde gösterilir. Böylelikle X ve Y eksenlerin yerleştirilen değişkenlere ait veri setlerinin nasıl bir dağılım gösterdikleri ve iki olay arasındaki ilişkinin görüntüsü ortaya konulmaya çalışılır. Bu diyagram sayesinde ilişkinin yönü ve gücü hakkında iki tür bilgiye ulaşılabilir. X ve Y eksenlerinde dağılım gösteren değişkenlerin tamamının ortak bir ortalama merkezi çizilir ve bu çizginin etrafındaki noktalar (noktaların dağılması ve yayılması) ilişkinin gücünü ve yönünü etkileyen faktördür. Burada yer alan çizgiye ise *regresyon çizgisi* adı verilir. Bu çizgi sol alt köşeden sağ üst köşeye gidiyorsa pozitif, sol üst köşeden sağ alt köşeye gidiyorsa negatif ilişkiyi temsil eder. Noktaların dağılışı ve yayılması regresyon çizgisinin yönünü belirler. Eğer değişkenlerden birisi artış gösterirken diğeri de aynı şekilde artış gösteriyorsa, bu durum iki değişken arasında ilişkinin pozitif ve güçlü olduğunu ya da değişkenlerden birisi azalırken diğeri de azalıyorsa yine ilişkinin güçlü ancak negatif bir ilişki olduğu anlaşılır. Bu tür ilişkinin güçlü çıktığı analiz sonuçlarında regresyon eğrisi belirli oranda eğime sahiptir. Regresyon eğrisi eğer herhangi bir eğime sahip değil ya da çok düşük seviyede eğime sahipse; bunların aksine bir değişkene ait

veriler artarken diğer veri setinde bir azalış söz konusu ise ilişkinin olmadığından ya da ilişki düzeyinin düşük olduğundan bahsedebiliriz.

Değişkenler arası korelasyon metodunun uygulanması ilişkinin gücünün tam anlamıyla ortaya koyulduğunu anlatmaz. Bu nedenle korelasyon metodunda iki değişken arasındaki ilişkinin gücünün tahmin edilebilmesi için farklı metotlar kullanılmaktadır. En çok kullanılan metot ise *Pearson* metodudur. *Pearson* metoduna göre aralıklı ve oranlı ölçek ölçekte toplanmış veriler kullanılmaktadır. Diğer sıkça kullanılan korelasyon metodu ise ordinal ve sıralayıcı ölçekte verilerin toplandığı *Spearman* metodudur (Arıcı, 1981: 94-95).

Verilen formüllere göre korelasyon katsayısı +1 ile -1 arasında ifade edilir. Bu sonuçlar neticesinde +1 ve -1 değerlerine yaklaşıldıkça ilişkinin gücünün mükemmel olduğunu, +1’de pozitif, -1’de ise negatif bir ilişkinin varlığından söz edilir. Ancak 0 (sıfır)’a yaklaşıldığında değerler arası ilişkinin düştüğünü ve değerler arasında ilişkinin olmadığı anlaşılır.



5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı ekosistem özelliklerine sahip ve farklı mekânlarda yaşayan çeşitli türdeki bitkiler farklı zamanlarda ve düzeylerde yaşamsal aktivitelerini sürdürürler. Türkiye ise karmaşık coğrafi (topografya, iklim, toprak, jeolojik yapı, yükselti, bakı, coğrafi konum vb.) özellikleri göz önüne alındığında çok çeşitli bir ekosisteme sahiptir (Atalay, 1994; Karabulut, 2006; Göksu vd., 2015; Çelik ve Karabulut, 2013). Birçok doğal faktör bitkilerin yetiştirme dönemlerinde, ürünlerin rekoltesinde, yaşam sürelerinde (vegetasyonun başlangıç ve bitiş süresinde), bitki örtüsünün dağılışı ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi üzerinde etkili olmaktadır. Bunların yanında bitki örtüsü üzerinde insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak, belirli türler veya dominant ekosistem elemanları üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak bitki türlerinin nitelik ve nicelikleri değişime uğramaktadır. Meydana gelen bu değişimin anlaşılması, bitkilerin karmaşık ekosistemlerinin ortaya konulması ve alınabilecek önlemlere bu doğrultuda adım atılması ve yöneticiler tarafından planlamaların yapılması açısından ekosistemin en büyük parçası olan bitkilerin anlaşılabilmesi önemlidir. Bu amaçla Türkiye’de 1998 yılının Nisan ayından başlanarak 2013 yılının Temmuz ayına kadar olan süreçte, bitkilerin güneş ışınlarına verdiği tepkiler Uzaktan Algılama yoluyla SPOT VGT uydusu tarafından kaydedilmiştir. Elde edilen verilere çeşitli istatistik analizleri uygulanarak iklim koşulları ile bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin Uzaktan Algılama yöntemleri ile ortaya konulması amaçlanmıştır.

5.1. NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı

5.1.1. Uzun Zaman Periyodunda Maksimum ve Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı

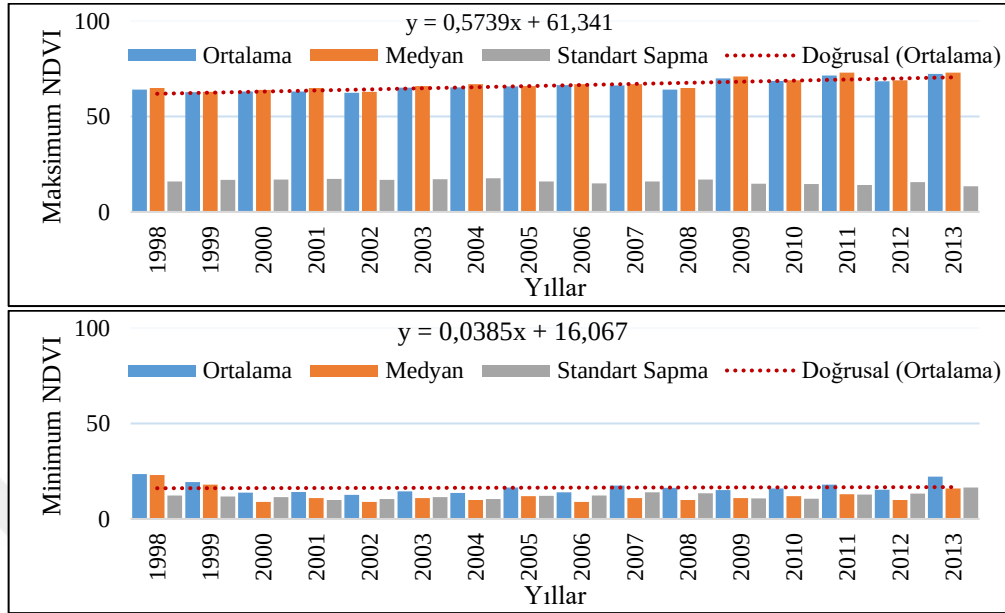
Bitkilerin biyolojik ve fizyolojik niteliklerine bağlı olarak NDVI değerleri de mekânsal olarak birbirinden farklılıklar göstermektedir. Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5’te NDVI değerlerinin çalışma periyodu boyunca en düşük ve en yüksek yansıma değerleri gösterdiği alanların mekânsal olarak dağılımı gösterilmiştir. Burada piksel değerlerinin 0 ile 100 arasında değişim göstermesi bitkilerin yaşamsal aktivitelerinin gücünü göstermektedir. NDVI değerlerinin 100’e yaklaştığı alanlar (koyu yeşil renk) bitki örtüsünün yaşamsal aktivitesinin yüksek olduğu belirtmektedir. Piksel değerinin 0 (sıfır)’a yaklaşması ise (kahverengi) bitkinin yaşamsal aktivitesinin düştüğünü veya bitki örtüsünün aşırı derece de cılız olduğu çıplak alanları; ya da arazi yüzeyi üzerinde kar ve buz gibi düşük değerlerde yansıma gösteren alanları ifade etmektedir.

Genel olarak tüm çalışma alanında 1998 Nisan ayından 2013 yılının Temmuz ayına kadar olan yaklaşık 15 yıllık süreçte yılları arası maksimum NDVI piksel değerleri mekânsal olarak 0 ile 100 arasında değişim göstermektedir ve uzun yıllık maksimum NDVI değerlerinin en düşük piksel değeri 8, en yüksek 100, ortalaması 74,65, medyanı 77, mod 83, standart sapması ise 16,33’tür (Şekil 5.2).

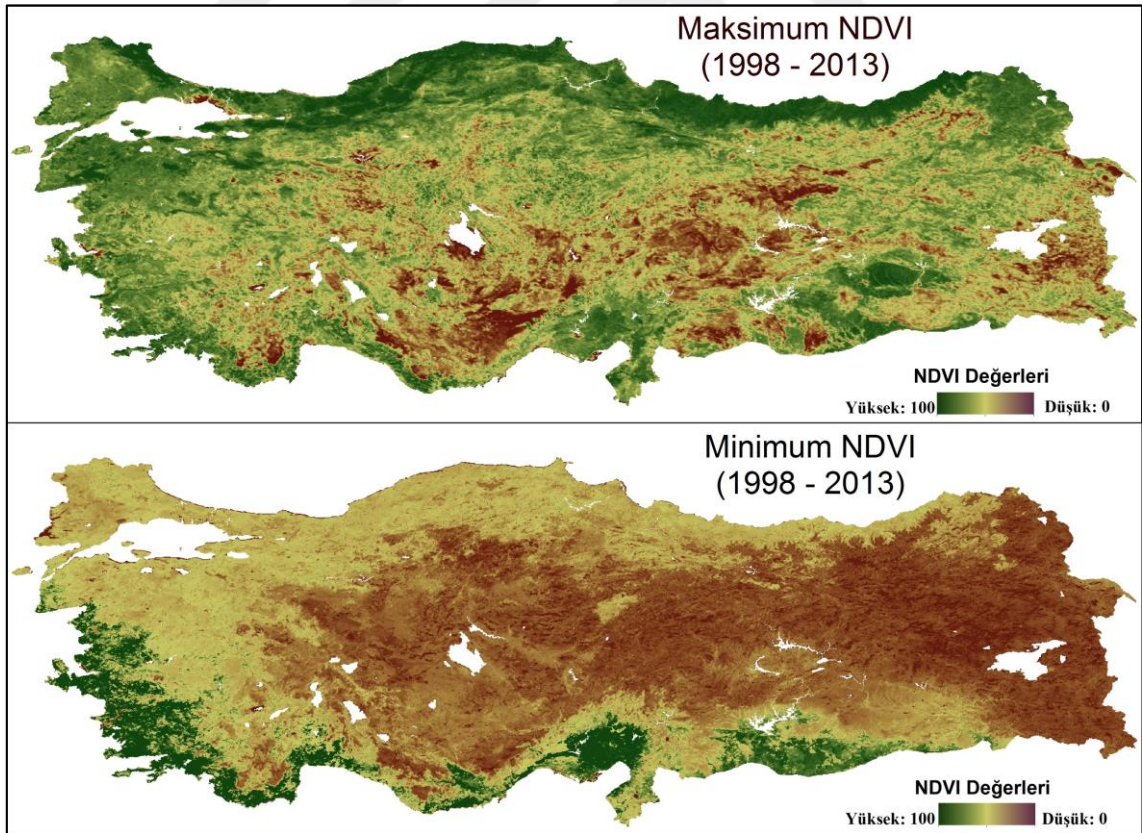
Çalışma alanı içinde 1998-2013 yılları arasında maksimum NDVI değerlerinde yıllık 0,57 oranında artış söz konusudur. Çalışma periyodu boyunca ise NDVI değerlerinde 7,41 oranında artış görülmektedir (Şekil 5.1).

Çalışma alanında uzun zamanda maksimum NDVI’ların mekânsal dağılımı Şekil 5.2’de gösterilmiştir. Çalışma periyodu boyunca tüm S10 görüntülerinden elde edilen maksimum NDVI değerlerine göre Şekil 5.2’te gösterilen maksimum NDVI, çalışma alanı ve süresi boyunca bütün bitki örtülerinin aynı anda ve aynı zamanda maksimum

seviyede fotosentez yaptıkları anı ifade eder. Diğer taraftan ise bu sayede atmosferik etkiler ya da kar/buz/su gibi parazitliliğin tamamı ortadan kaldırılmış olur.



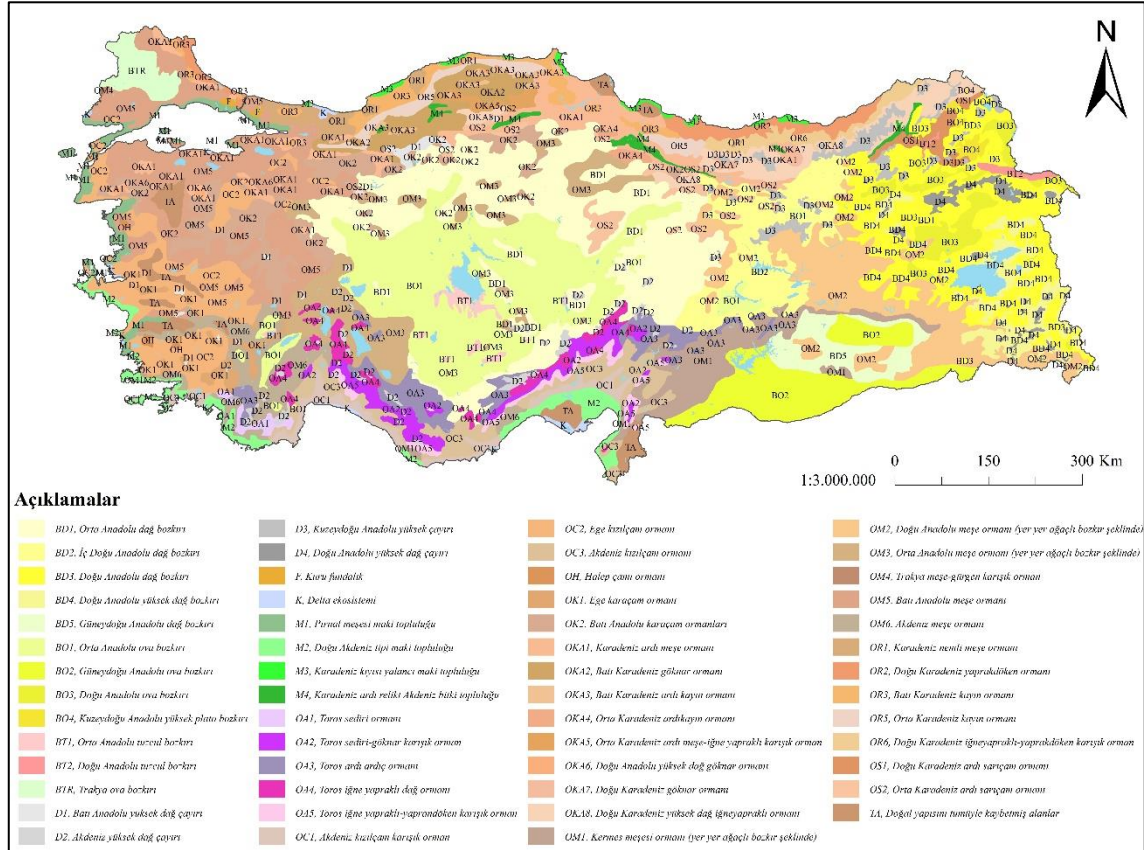
Şekil 5.1. 1998-2013 Yılları Arasında Çalışma Alanının Yıllık Maksimum ve Minimum NDVI Piksellerinin İstatistiksel Değişimi



Şekil 5.2. Maksimum ve Minimum NDVI Değerlerinin Mekansal Dağılımı (1998-2013)

Şekil 5.2’te maksimum NDVI değerleri genel olarak kuzeyden güneye olarak azalış göstermektedir ve mekânsal heterojenlik oldukça belirgindir. Kuzeyde Karadeniz

kıyılarından dağlık alanlara kadar olan bölümde özellikle geniş yapraklı ve karışık ormanların (Şekil 5.3) bulunduğu alanların en yüksek NDVI değerine sahip olduğu saptanmıştır. Karadeniz bölgesindeki geniş yapraklı, yapraklarını döken ve karışık ormanların baskın olduğu vejetasyon türünü oluşturması bu bölgenin daha yüksek NDVI değerlerine sahip olmasına neden olmuştur. Daha güneyde ve batıda ise tarım arazileri ile maki (Şekil 5.3) bitki örtüsünün yer aldığı dağlık alanlar en yüksek NDVI değerlerine sahiptir.



Şekil 5.3. Türkiye'nin Genel Meşçere Haritası

Çalışma alanı içerisinde çalışma periyodu boyunca en yüksek NDVI değerlerine kuzeyde Karadeniz kıyılarından, Güney Marmara'ya kadar dağların yüksek kesimlerine doğru olan bölgelerde rastlanmaktadır (Şekil 5.2). Bu alanlarda NDVI değerlerinin yüksek olması, bölgede yetişen geniş yapraklı bitkilerin bulunduğu sahalarda bitkilerin yaşam dönemleri içerisinde diğer bölgelere oranla daha yüksek oranda fotosentez gerçekleştirdiğini ifade etmektedir. Ayrıca, bölgede NDVI değerlerinin yüksek çıkmasının diğer sebebi ise bitkilerin biyofiziksel, biyokimyasal ve çevresel özelliklerinin diğer bölgelere oranla farklılık göstermesidir.

Karadeniz fitocoğrafya bölgesi içerisinde yer alan Marmara denizinin güney kesimlerinde kışın yapraklarını döken kayın, kestane, meşe, kızıl ağaç gibi geniş yapraklı ormanlar 1000 metre yüksekliğe kadar yetişebilmektedir. Sıcaklığın daha düşük olduğu 1000-2000 metredeki iğne yapraklı soğuğa dayanıklı bitkiler, Karadeniz fitocoğrafya bölgesindeki bitki türleri diğer bölgelere oranla daha yüksek NDVI yansıma değerlerine sahiptir (Şekil 5.2 ve Şekil 5.3). Istanra (Yıldız) dağlarının bulunduğu kesimde Karadeniz kıyıları boyunca dağ yükseklerine doğru olan yamaçlarda geniş yapraklı Batı

Karadeniz kayın ormanları ve Karadeniz ardı meşe ormanları yoğun olarak bulunmaktadır (Şekil 5.3).

Doğu Karadeniz kıyılarından yaklaşık 1000 metrelere kadar Karadeniz kıyısı yalancı maki toplulukları, Doğu Karadeniz yaprak döken ormanları, 1000 metreyi aşan yerlerde ise Doğu Karadeniz iğne yapraklı ve yaprak döken karışık ormanların bulunduğu sahalar bitki örtüsünün en canlı olduğu (NDVI değerleri 80'in üzerinde) alanları teşkil etmektedir (Şekil 5.3).

Güneyde ve batıda sulu tarımın yapıldığı tarım alanlarında (Gediz havzası, Büyük Menderes vadisi, Taşeli platosu, Çukurova, Harran ovası, Ceylanpınar ovası ve Diyarbakır havzası vb.) yıl boyunca birden fazla tarımsal üretimin gerçekleştirilmesi ve bu bölgelerdeki bazı maki topluluklarının yıl boyunca yaşamsal aktivitelerini sürdürmesi yıllık NDVI değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

İç bölgelerde ve yükseltinin artış gösterdiği doğu bölgelerinde ise yıl boyunca karın (veya buzun) uzun süre yerde kaldığı ve cılız bitki örtüsüne sahip çıplak alanlarda genel anlamda NDVI değerlerinin daha düşük seviyede yansıma değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

Mekânsal olarak bitki örtüsünün en düşük yansıma değerleri gösterdiği iç ve doğu bölgeleri ise bitki örtüsünün daha cılız olduğu ve genel olarak kuru tarımın yapıldığı alanlardır. Ayrıca, iç ve doğu bölgeleri kar örtüsünün uzun süre arazi yüzeyinde kalması yıllık ve uzun zaman serilerinde elde edilen NDVI değerlerinin düşük olmasına neden olmaktadır (Şekil 5.2).

Çalışma alanı içerisinde 1998-2013 yılları arasında minimum NDVI değerlerinde yıllık 0,03 oranında artış söz konusudur. Çalışma periyodu boyunca ise NDVI değerlerinde 0,57 oranında artış görülmektedir (Şekil 5.1).

Çalışma alanında uzun zamanda minimum NDVI'ların mekânsal dağılımı Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Çalışma periyodu boyunca tüm S10 görüntülerinden elde edilen minimum NDVI değerleri, çalışma alanı ve süresi boyunca bütün bitki örtülerinin yaşam faaliyetlerini tamamladıkları dönemi ifade eder. Diğer taraftan ise atmosferik etkiler ya da kar/buz/su gibi parazitliliklerin tamamı etkilidir ve özellikle ülkemiz için karın yerde kalma süresi minimum NDVI görüntülerinden elde edilebilir.

Minimum NDVI değerlerinde Maksimum NDVI değerlerinin tam aksine kuzey bölgelerde güneye göre NDVI değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, Karadeniz bölgesinde yetişen kıyı bölgelerinden dağ zirvelerine doğru uzanan alanların 1000 metrelik yükseltilere kadar geniş yapraklı ormanlardan oluşmasıdır. Bu alanlar yıl boyunca vejetasyon aktivitelerinin sürdüğü alanları ifade eder.

Ege ve Akdeniz kıyılarında belirginleşen yüksek minimum NDVI değerleri bu bölgelerde orman alanlarında yapraklarını dökmeyen ve her dem yeşil kalabilen bitkilerin varlığına bağlıdır. Aynı zamanda Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz havzalarının iç kesimlere doğru sokulduğu sahalardaki tarım yapılan alanlar ile Akdeniz bölgesinde Antalya, Çukurova ve çevresinde yer alan tarım sahaları yıl boyunca tarımsal faaliyetlerin sürdüğü sahalardan olduğu için yine bu alanlarda da minimum NDVI değerlerinin yüksek olduğu görülür.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise, doğuda Birecik ve Suruç ovalarından başlayan doğuda neredeyse Cudi dağının güneyindeki tarım arazilerine kadar uzanan; kuzeyde ise Atatürk Barajı'ndan güneye doğru uzanan, diğer bir adıyla GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) diye de adlandırılan tarım alanlarında, yıllık sıcaklıkların sıfırın altına

pek düşmediği alanlarda yıl boyunca birden fazla ürün alınabildiği açıkça görülebilmektedir.

İç Anadolu bölgesinde ise Tuz Gölü ve çevresinde kuzey, güney ve batıya doğru çalışma periyodu boyunca en az bir kere kar yağdığı belirlenmiştir. Doğu Anadolu bölgesinde ise bilhassa yüksek bölgelerde karın diğer bölgelere göre daha yoğun olduğu görülmektedir. Yine benzer bir durum Doğu Karadeniz'deki yüksek Alpin çayırılıklarının bulunduğu alanlar ile Akdeniz'de Torosların yüksek kesimlerinde de yükseltiye bağlı olarak kar örtüsüne rastlanmaktadır.

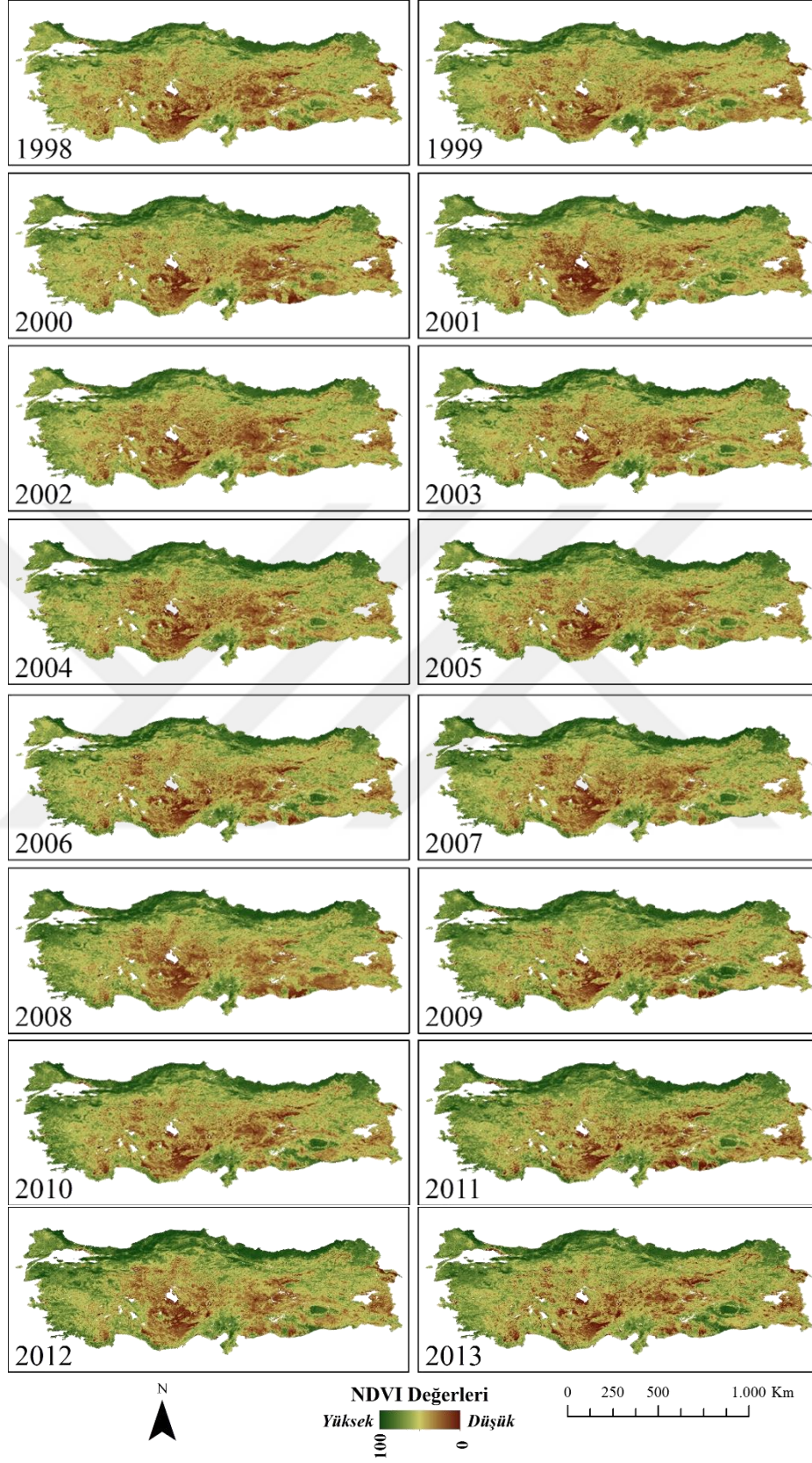
Marmara Bölgesi'nin batısında yer alan, Meriç Nehri'nin Ege Denizi'ne döküldüğü Edirne'de, Meriç Nehri boyunca gerçekleştirilen pirinç tarımının yapıldığı alanlarda NDVI değerleri minimum seviyeye (sıfır) ulaşmıştır. Pirinç tarımına bağlı olarak belirli dönemlerde suyun tutulması ve pirinç tarlalarının hasat dönemlerinde ise buradaki suyun tamamen tükenmesi minimum NDVI değerlerinin sıfıra yaklaşmasına neden olmuştur. Minimum NDVI değerleri her dem yeşil kalabilen alanların belirlenmesi açısından avantajlıdır. Özellikle yapraklarını dökmeyen iğne yapraklı ağaç formasyonları, kış mevsiminde fotosentez oranları düşmesine rağmen vejetatif aktivitelerini yavaşta olsa devam ettirirler. Kış dönemlerinde fotosenteze devam eden bitkilerin üzerinin büyük oranda kar ile kaplanması bitkilerin uydu algılayıcıları tarafından tespit edilmesini zorlaştırır.

5.1.2. Yıllık Maksimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı

Çalışma alanında yıllık maksimum NDVI değerleri hesaplanarak mekânsal dağılımı Şekil 5.4'de gösterilmiştir. Yıllık NDVI değerleri genel olarak kuzeyden güneye olarak azalış göstermektedir ve çalışma alanında belirgin bir mekânsal heterojenlik görülmektedir. Bu heterojenliğin temel sebebi ise vejetasyonların birbirinden farklı ekolojik özelliklere sahip olmasıdır. Çalışma alanı içerisinde mekânların ve fiziki şartların etkilerinin birbirinden çok farklı olması bitki örtüsü çeşitliliğini artırdığı gibi bitkilerin ekolojik çeşitliliklerinde ve yaşam süreleri üzerinde de farklılaşmalara neden olmuştur.

Çalışma periyodu boyunca (1998-2013) yıllık NDVI değerlerinin maksimum seviyeleri hesaplanmıştır ve MGM'nin sitesinde yer alan yıllık yağış değerleri ile NDVI yıllık değerleri karşılaştırılmıştır (MGM, 2016, www.mgm.gov.tr). Çalışma süresince VGT'den alınan verilerin Nisan 1998'den başlaması ve 2013 yılının Temmuz ayında sona ermesi nedeniyle 1998 ve 2013 yıllarına ait yıllık maksimum NDVI değerleri yorumlanmamıştır. Ancak diğer yıllar için elde edilen sonuçlar şöyledir: yağış seviyesinin oldukça düşük yaşandığı 1999 yılında yıllık NDVI değerlerinin de oldukça düşük olduğu görülmektedir (Tablo 5.1). Buna karşın yağış miktarının yıl içerisinde ortalamanın oldukça üzerinde gerçekleştiği 2009-2012 yılları arasında ise yıllık maksimum NDVI değerlerinin de oldukça yüksek yansı değerleri gösterdiği saptanmıştır. Yine 2008 yılında yağışların ortalamanın çok altında gerçekleşmesi maksimum NDVI değerleri ile de doğrudan ilintili çıkmıştır (Türkiye geneli yıllık alansal yağış değerleri için bkz. Ek 1).

Sonuç olarak, yağışların azaldığı dönemlerde bitki aktivitesi de zayıflarken, yağışların artış gösterdiği dönemlerde ise bitkilerin vejetatif aktivitelerinde artışların olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 5.4. Yıllık Maksimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi

Tablo 5.1. Yıllık Maksimum NDVI Piksellerinin İstatistiksel Değerleri

YIL	Veri Aralığı	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Medyan	Mod	Standart Sapma
1998	Nisan-Aralık	10	100	64,17	65	67	15,89
1999	Ocak-Aralık	10	100	62,72	63	63	16,72
2000	Ocak-Aralık	9	100	63,10	64	65	16,94
2001	Ocak-Aralık	11	100	63,14	65	67	17,24
2002	Ocak-Aralık	8	100	62,46	63	60	16,77
2003	Ocak-Aralık	9	100	65,13	66	69	17,05
2004	Ocak-Aralık	9	100	65,24	67	70	17,59
2005	Ocak-Aralık	11	100	65,77	66	69	15,91
2006	Ocak-Aralık	11	100	66,46	67	67	14,94
2007	Ocak-Aralık	7	100	66,26	67	69	15,88
2008	Ocak-Aralık	9	100	64,17	65	70	17,04
2009	Ocak-Aralık	10	100	69,89	71	74	14,71
2010	Ocak-Aralık	12	100	68,69	69	70	14,66
2011	Ocak-Aralık	10	100	71,55	73	78	14,16
2012	Ocak-Aralık	8	100	68,48	69	76	15,70
2013	Ocak-Temmuz	11	100	72,27	73	73	13,40

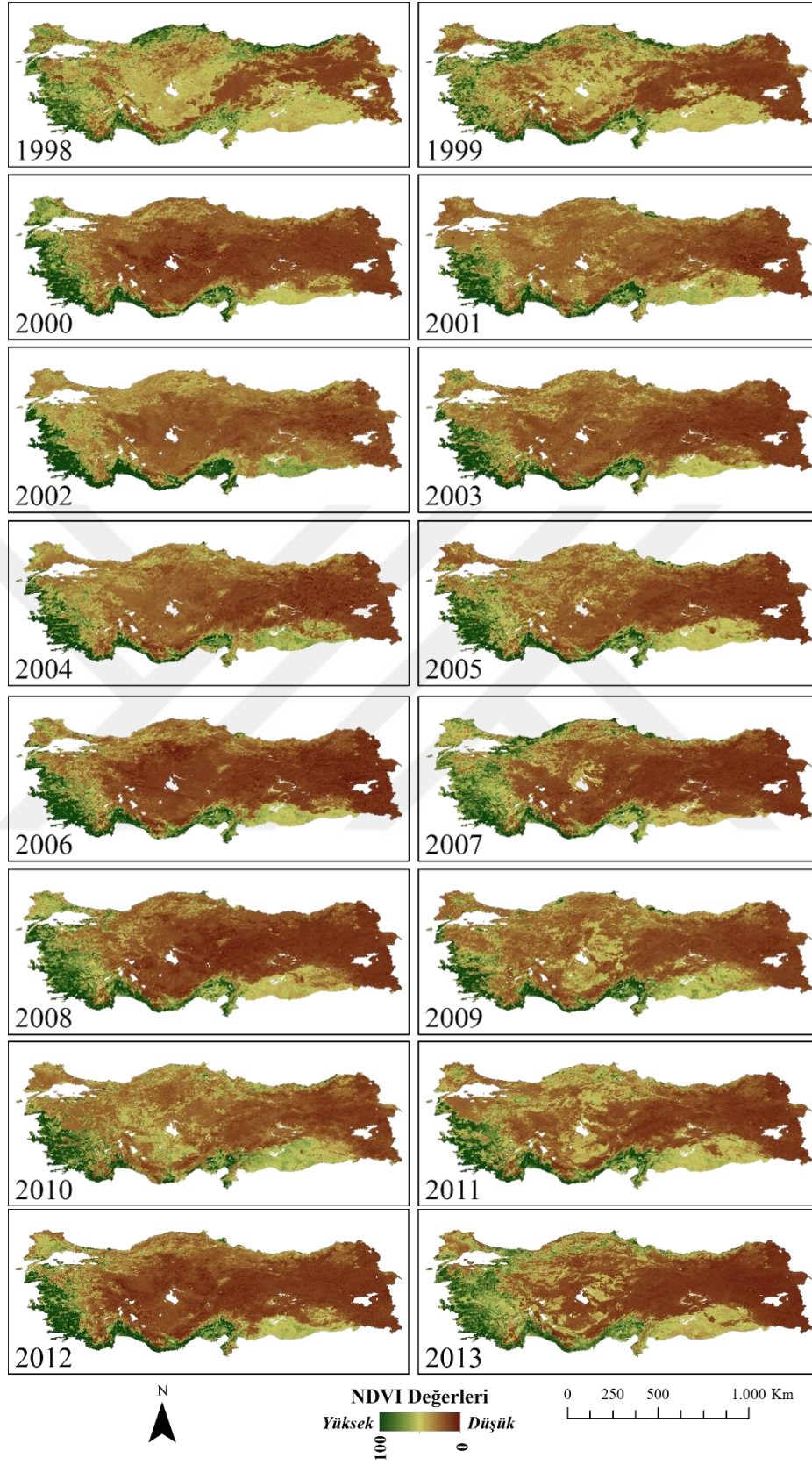
5.1.3. Yıllık Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı

Yıllık minimum NDVI değerleri yılda en az bir defa vejetasyonunu sonlandıran alanlar ile kar/buz ya da bulut gibi faktörlerle yıl boyunca en az bir defa kaplanmış alanları göstermektedir (Şekil 5.5).

Şekil 5.5 incelendiğinde, yağışların yıllık ortalamanın oldukça altında gerçekleştiği 1999 yılında yağışların İç Anadolu, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde çok fazla gerçekleşmediği oldukça belirgindir. Yağışların ortalamanın oldukça üzerine gerçekleştiği 2009 yılında ise bulut ve kar örtüsünün oldukça geniş alan kapladığı görülmektedir (Türkiye geneli yıllık alansal yağış değerleri için bkz. Ek 1).

Tablo 5.2. Yıllık Minimum NDVI Piksellerinin İstatistiksel Değerleri

YIL	Veri Aralığı	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Medyan	Mod	Standart Sapma
1998	Nisan-Aralık	1	78	23,56	23	9	12,25
1999	Ocak-Aralık	1	73	19,36	18	7	11,75
2000	Ocak-Aralık	1	74	13,83	9	7	11,50
2001	Ocak-Aralık	1	70	14,07	11	9	9,97
2002	Ocak-Aralık	1	72	12,63	9	7	10,48
2003	Ocak-Aralık	1	76	14,44	11	11	11,47
2004	Ocak-Aralık	1	75	13,60	10	9	10,38
2005	Ocak-Aralık	1	75	16,44	12	9	12,10
2006	Ocak-Aralık	1	75	13,93	9	7	12,37
2007	Ocak-Aralık	1	75	17,57	11	7	13,96
2008	Ocak-Aralık	1	75	16,24	10	7	13,54
2009	Ocak-Aralık	1	76	15,10	11	11	10,82
2010	Ocak-Aralık	1	74	16,02	12	11	10,55
2011	Ocak-Aralık	1	78	17,97	13	7	12,83
2012	Ocak-Aralık	1	78	15,39	10	7	13,32
2013	Ocak-Temmuz	1	80	22,16	16	7	16,40



Şekil 5.5. Yıllık Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi (1998-2013)

5.1.4. Uzun Zaman Periyodunda Maksimum NDVI Değerlerinin Aylık Mekânsal Dağılımı

Çalışma alanında 1998-2013 yılları arasında yapılan analizler sonucunda maksimum NDVI değerlerinin aylık değişimi belirlenmiştir. Şekil 5.6'da 10 günlük S10 görüntüleri denk geldikleri aylar içerisinde gruplandırılarak her ay için ayrı ayrı maksimum NDVI değerlerini gösteren haritalar elde edilmiş ve aylık olarak maksimum NDVI görüntülerinin mekânsal dağılımı ortaya konulmuştur.

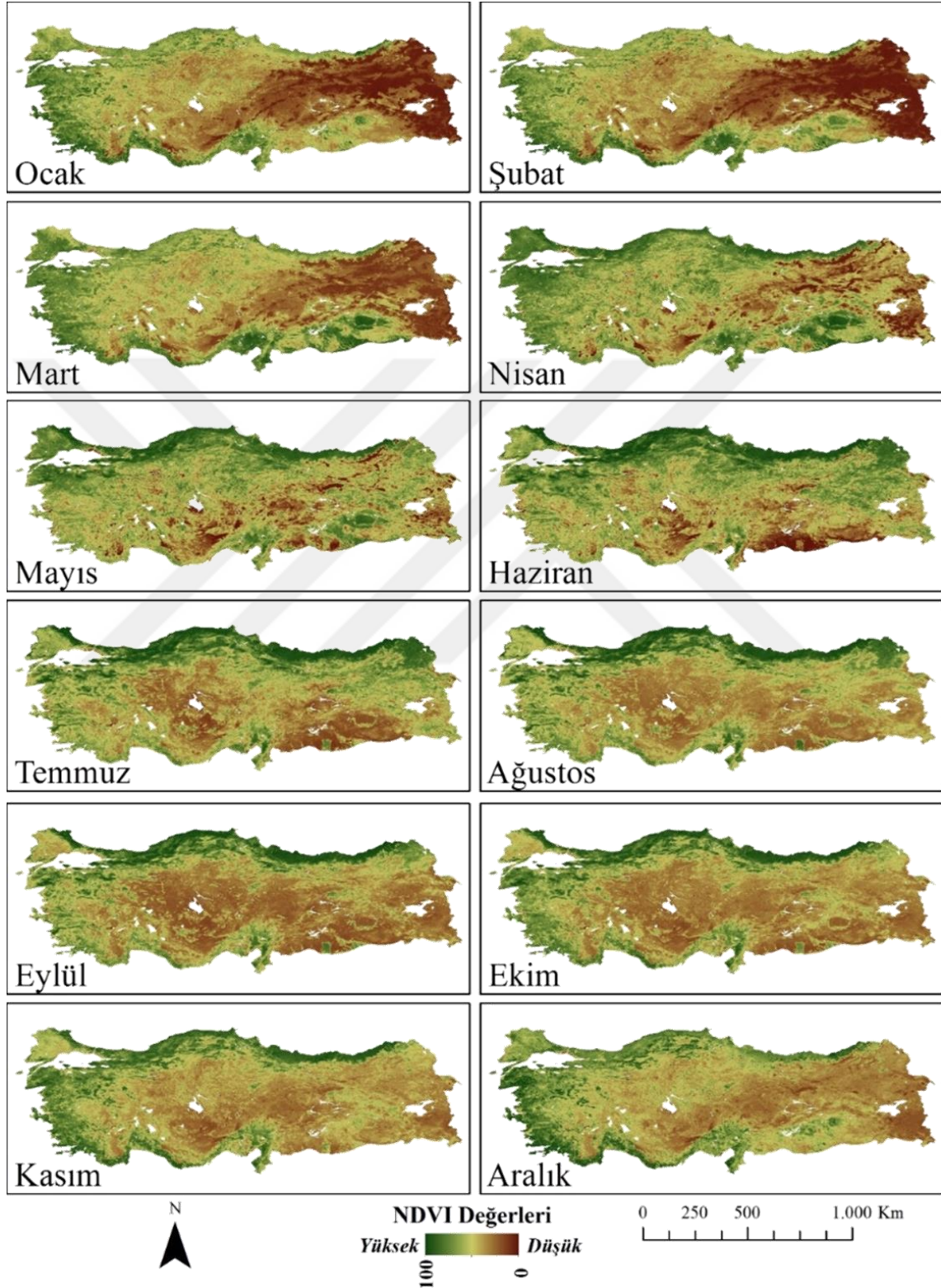
Şekil 5.6'ya göre kar ve buz örtüsü en uzun süre Şubat ayında yerde kalmaktadır. Ocak ayı itibariyle kar ve buz örtüsü özellikle yükseltinin fazla olduğu dağ zirvelerinde, Doğu Anadolu Bölgesi, İç Anadolu'nun güney ve doğu kısmı ile Doğu Karadeniz dağlarında olduğu belirlenmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesinde Ocak, Şubat, Mart aylarında uzun süre yerde kalan kar örtüsü; Nisan ayı ile birlikte etkisini azaltmış ve vejetasyon yeniden canlanmaya başlamıştır. Bölgede Haziran ve Temmuz aylarında vejetasyon aktivitesindeki canlılık düzeyi maksimum seviyeye ulaşmıştır. Ağustos ayıyla birlikte vejetasyon aktivitesi zayıflamaya başlamıştır.

Güney Doğu Anadolu bölgesinde Ocak-Mayıs aylarında yükseltinin fazla olduğu Karacadağ (1957m)'da kar örtüsüne rastlanmaktadır. Bölgede, Mart-Nisan aylarında vejetasyon maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Mayıs ayı sonunda özellikle kuru tarım yapılan (Diyarbakır havzası, Mardin platosu, Ceylanpınar ovası, Suruç ovası vb.) alanlarda hasat mevsiminin başladığı ve neticede NDVI değerlerinde yüksek oranda azalma olduğu görülmektedir. Ancak bu durumun aksine Harran ovasındaki sulu tarımın yapıldığı alanlarda ise Ocak ayında başlayan vejetatif aktivitesindeki artış; Mart ayında maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Haziran ayında NDVI değerleri minimum seviyeye düşmekte ve Temmuz ayında bitki örtüsündeki aktivite yeniden harekete geçmektedir. Harran Ovasında Ağustos-Temmuz ayları içerisinde tarımsal alanlardaki bitki örtüsü ikinci kez maksimum seviyeye ulaşır ve Aralık Ocak aylarında yeniden en düşük maksimum NDVI değerlerine ulaşır. Harran bölgesinde tarımsal aktivitenin yılın Mart ve Temmuz-Ağustos aylarında olmak üzere iki kere maksimum seviyede biyokütlenin artış göstermesi, özellikle sulu tarım yapılan alanlarda yılda birden çok ürünün üretilbildiğini ortaya koymaktadır. Harran ovası, çevresinde benzer iklim karakterine sahip alanlarda, vejetasyon evrelerindeki bu değişim temel nedeni tarımsal desenin farklılık göstermesi ve sulu ya da kuru tarım yapılan alanlardaki biyokütlenin farklı dönemlerde maksimum seviyeye ulaşmasıdır. Bu durum, Uzaktan Algılama verileriyle geniş alanlarda tarımsal desenin ve üretimin, vejetatif aktivitenin, biyofiziksel ve zamansal farklılıkların ortaya konulmasını sağlamaktadır.

Akdeniz bölgesi, tarımsal ve doğal bitki örtüsü çeşitliliğin yüksek olduğu bölgelerimizden biridir. Özellikle Çukurova, Taşeli yarımadasından Antalya'ya kadar olan kıyı kesimleri tarımsal aktivitenin yüksek olduğu alanlardır. Ayrıca bölgede maki bitki toplulukları geniş yer kaplar. Biyoçeşitliliğin kısa mesafede bu seviyede değiştiği alanlarda bitki aktivitelerinin zamansal ve mekânsal değişimlerini anlamak birçok açıdan önemlidir. Şekil 5.6'te Çukurova ve çevresinde maksimum NDVI sonuçlarına göre; tarımsal alanların minimum seviyeye ulaştığı zamanlar Haziran ve Aralık aylarıdır. Bu dönemler arası yılda iki defa vejetatif aktivitenin azalış ve artış gösterdiğini de görülmektedir. Yılda birden fazla ürün elde edilen Çukurova ve çevresindeki alanlar daha çok sulu tarımın yapıldığı bir mekânı temsil etmektedir. Şubat-Mart ve Temmuz-Ağustos

dönemlerinde bölgede bitki aktivitesinin maksimuma ulaştığı görülmektedir. Akdeniz kıyılarından yüksek dağ zirvelerine doğru maki bitki topluluklarının bulunduğu sahalarda ise bitki örtüsünün yıl boyunca her dem yeşil kaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.6. Aylık Maksimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi (1998-2013)

Ege bölgesinde Şekil 5.6'tende anlaşılabacağı gibi bitki indeks değerleri aylık olarak bitki formasyonlarına göre farklılık göstermektedir. Sonuçlar, bölgede maksimum NDVI değerlerinin yıl içerisinde en düşük değerlere Haziran ayında ulaştığını göstermektedir. Kıyı kesimlerde özellikle Aralık ve Ocak aylarında bitki aktiviteleri maksimum seviyeye ulaşmıştır. Ancak bölgenin genel anlamda yeşil biokütlenin artış gösterdiği dönem Nisan ayıdır. Nisan ayında neredeyse tüm bölgede bitkilerin fotosentetik aktivite gösterdikleri belirlenmiştir. Bölgede yüksek dağ zirveleri dışında neredeyse kar yağmamaktadır. Bu durum aynı zamanda sıcaklığın yıl boyunca 0°C'nin altına düşmediğini göstermektedir. Ayrıca Ege bölgesinde fenolojinin diğer bölgelere oranla daha uzun sürdüğü söylenebilir.

Güney Marmara'da Mart-Nisan aylarında bitki yoğunluğu oldukça artmaktadır. Bölgede orman, mera ve tarım gibi farklı formasyonlara ait türlerin bulunması nedeniyle vejetasyonun yıl boyunca aktif olduğu görülmektedir. Bölgede yükseltinin az olması ve daha homojen bir arazi yüzeyinin bulunması aylık olarak değişimlerin diğer bölgelere nazaran daha düşük olduğunu göstermektedir. Bölge, Eylül ayında en düşük NDVI değerlerine sahip olmaktadır. Diğer taraftan ise, özellikle turizm açısından büyük öneme sahip, yükseltisi 1254 metreyi bulan Uludağ'da Aralık ayında başlayan kar örtüsü Mayıs ayına kadar yer yüzeyinde kalmaktadır. Uzaktan Algılama metotlarıyla elde edilen NDVI değerleri, bitki örtüsü aktivitelerinin ölçümünün yanı sıra, karında yerde kalma süresinin hesaplanmasını ve yüzeydeki karın mekânsal dağılışının da ortaya konulmasını sağlamaktadır.

Marmara bölgesinin kuzey kesimlerinde ise bölgenin güney kesimine nazaran farklı bir tablo söz konusudur. Marmara'nın kuzeyinde bulunan Karadeniz ve yükseltisinin 1031 metrelere kadar uzandığı Işıranca (Yıldız) dağlarının bulunduğu bölge daha çok karışık ormanların yer aldığı alanları temsil etmektedir. Işıranca dağlarının büyük bir kısmı geniş yapraklı ormanlardan meydana gelmesine rağmen, yer yer iğne yapraklılara rastlamak mümkündür. Bölgede, geniş yapraklı olarak Batı Karadeniz kayın ormanları ve Karadeniz ardı meşe ormanları yoğun olarak bulunmaktadır. Işıranca dağlarında Karadeniz kıyılarından yüksek kesimlere doğru Aralık-Mart ayları arasında vejetasyon aktivitesi diğer aylara oranla daha düşükken, Nisan ayı itibarıyla canlılık seviyesi artış gösteren bitki formasyonlarının Eylül ayına kadar bitki aktivitesi yüksektir. Ekim ayı ile birlikte azalma eğilimine giren NDVI değerleri, Kasım ayı sonrasında vejetatif aktivitesini düşürür.

Işıranca dağlarının güneyinde yer alan geniş düzlük alanlar daha çok insan faaliyetlerine bağlı olarak gerçekleştirilen tarımsal aktiviteler için oldukça elverişli sahalardır. *Ergene havzası* olarak adlandırılan bölgede tarımsal çeşitlilik (mısır, pirinç, buğday vd.) oldukça fazladır. Bu nedenle ülkemiz açısından burada meydana gelen tarımsal değişimler izlenmelidir. Bölgede bitki aktivitesi Nisan ayında maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Tarımsal desenin türüne göre hasat zamanı değişmekle birlikte bu durum belirgin bir şekilde görülmektedir. Haziran ayı itibarı ile başlayan hasat mevsimine bağlı olarak NDVI değerleri azalma eğilimi gösterirler. Ekim ayında minimum NDVI değerlerine ulaşılır. Aralık ayında ise tarımsal alanlar yeniden biokütle üretimi artırmaktadır. Bu bölgedeki diğer önemli tarım faaliyetlerinin yürütüldüğü alan Meriç nehri çevresinde pirinç tarımının yapıldığı sahalardır. Pirinç tarlaları (pirinç tavası) belirli dönemlerde su ile doldurulmak koşuluyla pirinç bitkisinin ekimi gerçekleştirilir. Pirinç tavalarındaki su, pirincin hasat mevsimine kadar durmaktadır. Bu nedenle, Meriç nehri ve çevresindeki pirinç tarlalarında Haziran-Eylül ayları arasında vejetasyonun var

olduğu; Ekim-Mayıs ayları arasındaki dönemde ise NDVI değerlerinin minimum seviyede olduğu görülmektedir.

Karadeniz kıyılarından yüksek dağ zirveleri boyunca uzanan sahalar (Doğu Karadeniz bölümü hariç) genel olarak benzer dönemlerde maksimum ve minimum seviyede NDVI değerlerine ulaşmaktadır. Bölgede Şubat-Mart aylarında bitki seviyesi minimum seviyede yansı değerleri gösterir. Haziran dönemi ise bitki örtüsünün pik yaptığı seviyeye denk gelmektedir. Bu durumun başlıca sebebi ise, Karadeniz bölgesinde kıyı kuşağından 1000-1500 metre yüksekliğe kadar geniş yapraklı ağaç ve çalı formundaki bitki türlerinin yoğunluk göstermesidir. Özellikle yükseltinin 1500 metreyi geçtiği sahalarda iğne yapraklı orman formasyonları daha yoğun olarak bulunur. Yükseltinin 2000 metreyi geçtiği dağlık alanlarda ise iğne yapraklı ormanlar yerlerini daha çok çayır alanlarına bırakmıştır. Doğu Karadeniz bölgesinde ise bitki aktivitesi bölgenin diğer bölümlerine nazaran biraz daha farklılık göstermektedir. Doğu Karadeniz bölgesinin yükseltisinin fazla olması ve buna bağlı soğuğa daha dayanıklı iğne yapraklı ormanların bulunması, bölgesel olarak türlerin desen farklılıklarını da ortaya koymaktadır. Doğu Karadeniz bölgesinin, diğer Karadeniz bölgelerinden ayrılması bu nedenle daha doğru olacaktır. Doğu Karadeniz’de Haziran sonundan itibaren Kasım ayı sonuna kadar vejetatif aktivitenin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak Şubat ayına gelindiğinde ise bu dönemdeki yoğun kar örtüsü nedeniyle bitki örtüsünün üzeri kar ile kapanmaktadır. Uzaktan Algılama yöntem ve teknikleri her ne kadar birçok açıdan avantajlı olsa da bilhassa kış mevsimlerinde her dem yeşil kalabilen özellikle iğne yapraklı yüksek kesimlerde habitat oluşturmuş bitki yüzeylerinin uzun süre karla kaplı olması Uzaktan Algılama verilerini olumsuz yönde etkilemektedir. Üzeri kar ile uzun süre kaplanan bitkinin, Uzaktan Algılama metodlarıyla algılanması güçleşmektedir. Her ne kadar VGT gibi bitki örtüsünün görüntülenmesine odaklı uydu temelli sensörler kullanılsa da bu durum özellikle orta ve kuzey enlemleri ülkelerde oldukça zor bir duruma dönüşmektedir. Bitkiler yaşamsal aktivitelerini sürdürseler dahi üzerinin karla kaplı olması bitkinin olmadığı anlamına geleceği için bu tür alanlarda *bitki örtüsünün vejetatif aktivitesini durdurduğu* gibi bir söylem doğru olmayacaktır.

İç Anadolu bölgesine bakıldığında mera ve kuru tarım alanlarının yoğun olarak bulunduğu göze çarpmaktadır. Konya ovası ve çevresi özellikle buğdaygiller familyasından (buğday, çavdar, arpa vb.) olan bitkilerinin yoğun olarak tarımının yapıldığı önemli yerlerdendir. Ancak bölgede kurak sezonun uzun sürmesine ve sulamalı tarım imkânlarının kısıtlı olması nedeniyle yılda tek ürün alınabilmektedir. Devlet ya da özel sektör yoluyla çeşitli tarımsal destekler sağlansa da, bölge büyük oranda iklimsel parametrelerle doğrudan ilişki içerisinde yetişmektedir. İç Anadolu’da bitki desenleri birbirine benzese dahi bitkilerin yetişme dönemleri birbirinden farklılık gösterir. Alan, diğer bölgelere göre iklimatik ve topografik açıdan daha homojen bir yapıya sahip olsa da toprak yapısındaki farklılıklar belirgin bir şekilde bölgede kendisini belli etmektedir. Toprak özelliklerinin kireçli, tuzlu veya volkanik içerikli minerallerden oluşması bitkilerin biokütle üretimini etkilemektedir. Ayrıca, İç Anadolu bölgesindeki meralarda bitki örtüsünün kanopi oranının seyrek olması, diğer bir tabirle toprak yüzeyinin bitki örtüsü yoğunluğundan fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle NDVI değerleri daha düşük yansıma değerleri göstermektedir.

İç Anadolu bölgesinde Ekim ayıyla birlikte yükseltinin fazla olduğu Erciyes ve Melendiz dağlarında kar örtüsü etkili olmaya başlamaktadır. Bölgede, bitki örtüsünün

canlılık seviyesi Nisan ayında maksimum seviyeye ulaşırken; Ocak-Şubat aylarında karın etkisiyle NDVI değerleri minimum seviyeye ulaşmaktadır. Özellikle Tuz gölünün güneyi yılın büyük bölümünde bitki örtüsünden yoksun iken sadece Ağustos ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Nisan ayında bölgenin yüksek oranda taban suyu seviyesine ulaşmasına karşın bitki örtüsünün bu dönemde minimum seviyede olması toprak içerisindeki tuzun, su seviyesinin artışıyla birlikte çözünmesiyle açıklanabilir. Sonuç olarak bu durum, vejetasyon devresinin burada bölgenin diğer alanlarına göre daha geç canlanmasına neden olur. Toprak minerallerinin yapısı ve iklim koşullarındaki yıllık değişimler, bölgede yetişen halofit (tuzcul) bitki formasyonlarının varlığını ve bitkilerin karakteristik özelliklerini etkilemektedir.

Çalışma alanı genel olarak değerlendirildiğinde, aylık periyotlarda bitki örtüsünün canlılık oranlarının mekânsal dağılımı belirgin bir şekilde değişim göstermektedir. Türkiye'nin topografik, iklimatik, jeolojik ve mekânsal farklılıklarına bağlı olarak bitki örtüsünün dağılışı bölgeler arasındaki farklılık durumunu da ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışma alanında enlem faktörünün etkisi belirgin bir şekilde görülmektedir. Örneğin, Kasım-Şubat döneminde vejetasyon aktivitesi Akdeniz bölgesinde en yüksek seviyededir. Mart, Nisan ve Mayıs aylarında başta Ege bölgesi olmak üzere Türkiye'nin batı bölgelerinde fotosentez seviyesi maksimuma ulaşır ve Mayıs-Temmuz ayları arasında Karadeniz Bölgesinde bitki örtüsünün fotosentez oranı maksimum seviyeye ulaşır. Ağustos ayı sonrasında yeniden kuzeyden güneye doğru vejetasyon aktivitesinde maksimum seviyelerde bir kayma gözlemlenir. Sonuç olarak, bu durum enlem faktörünün bitki örtüsü üzerindeki etkisi net bir şekilde gözlemlenmiş olmaktadır.

Çalışma alanında yükselti faktörü göz önüne alındığında ise, Türkiye'nin doğusundaki yüksek alanlara gidildikçe de vejetasyonun pik yaptığı dönemlerin diğer bölgelerden kolayca ayrıldığı görülür. Ayrıca bölgede sıcaklığın diğer bölgelerden düşük olmasına bağlı olarak uzun süre kar örtüsünün yerde kaldığı ve bu durumun vejetasyon devrelerini de etkilediği söylenebilir. Türkiye'nin doğusundaki yüksek bölgelerde genel olarak Ocak ayı ile başlayan yoğun kar örtüsü Nisan ayına kadar devam eder. Sıcaklıkların yeniden hızlı bir şekilde artmasıyla birlikte bitkiler kısa sürede kurak döneme girilmeden vejetasyon devrelerini tamamlar. Bu nedenle, bölgede bitki örtüsünün genel anlamda maksimum seviyede fotosentez yaptığı, bitki örtüsünün biokütlesinin maksimum düzeye ulaştığı zaman dilimi Haziran ayıdır. Haziran ayı ortasında maksimum seviyeye ulaşan fotosentez, Temmuz ortasına kadar devam eder ve sonrasında biokütlenin hızlı bir şekilde azalmasıyla NDVI değerlerinde azalma meydana gelir (Şekil 5.6).

5.1.5. Uzun Zaman Periyodunda Minimum NDVI Değerlerinin Aylık Mekânsal Dağılımı

Minimum NDVI verileri daha çok bitki indislerinin veya istatistiklerinin oluşturulmasında veri tabanına veri sağlama amacıyla kullanılmaktadır (Kogan, 1995). Ancak bu durumun yanı sıra bizlere kar/buz, bulut vb. faktörlerin ne kadar süre bitki örtüsünün üzerini kapladığı hakkında bilgi sahibi verebilir. Bitki yüzeyinin üzerinin çeşitli parazitliliklerle görüntülenmesi engellenmemiş ise, her dem yeşil kalabilen bitki örtüsünün mekânsal dağılışı ve zamansal değişimi gibi konular hakkında da bilgi elde edilmesi mümkündür. Bir diğer yandan ise, ışık oranının ve sıcaklığın da düşmesini anlatan kar/buz ve bulut gibi faktörler, aynı zamanda bitkilerin fotosentez hızını ve dolayısıyla

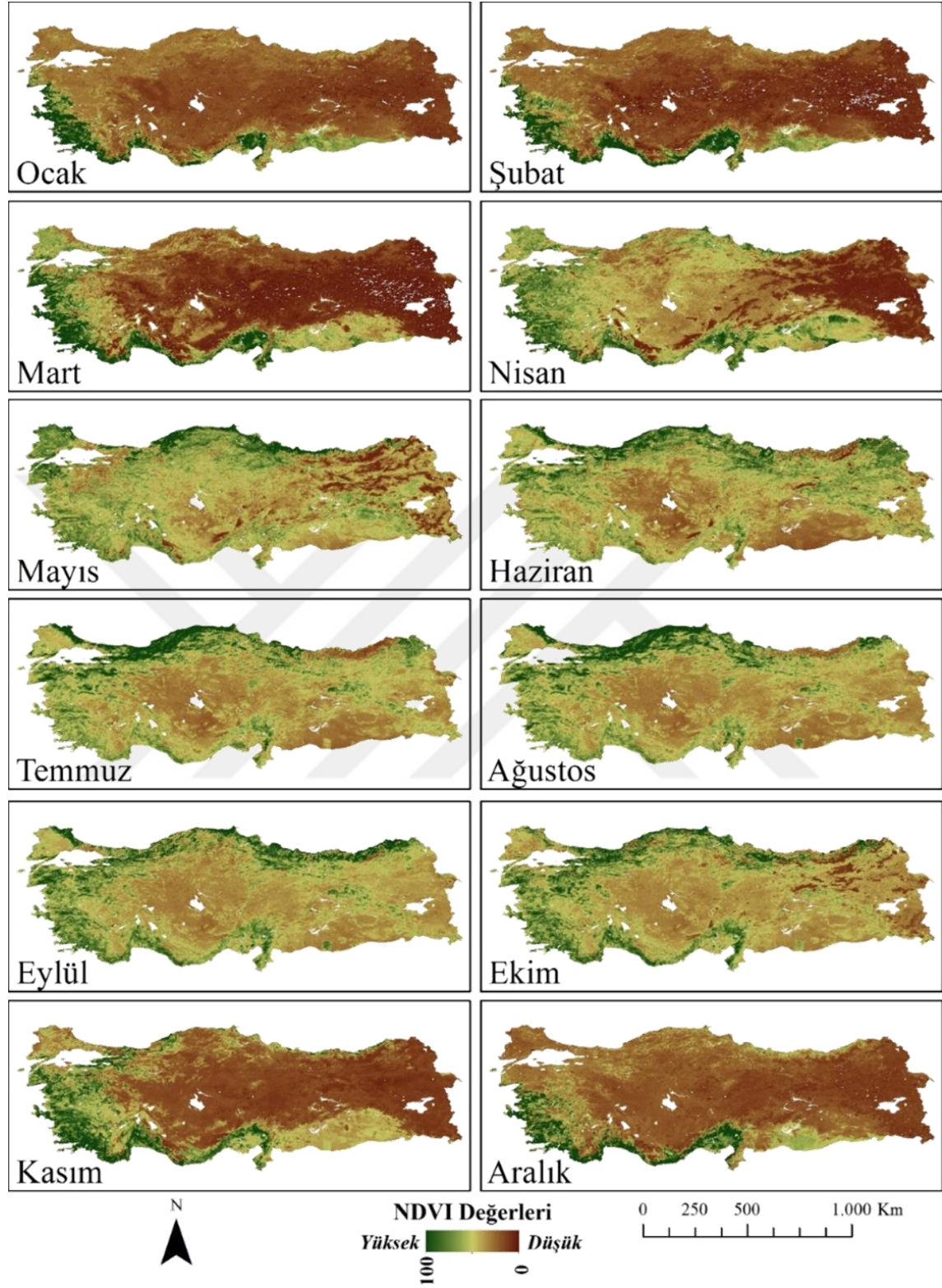
bitkilerin yaşamsal faaliyetini sınırlandıran faktörlerdir. Ayrıca, kar ve buzlanma gibi bilgiler özellikle ulaşım açısından da önemli veri kaynağı sağlayabilir.

Şekil 5.7’te yer alan minimum NDVI değerlerinin çalışma alanındaki mekânsal dağılımı genel olarak değerlendirildiğinde, Kasım ayı ile birlikte Türkiye’de özellikle iç kesimler ve Karadeniz kıyılarında büyük oranda bitki örtüsünün üzeri kar, buz veya bulut gibi faktörlerin etkisiyle kapanmış ya da vejetasyon aktivitesi en düşük seviyelere ulaşmıştır. Minimum NDVI değerlerinin en düşük seviyeye ulaştığı dönem ise Şubat ayıdır. Nisan ayı itibarıyla minimum NDVI değerleri artış göstermeye başlamış ve Ağustos ve Eylül aylarında vejetasyon aktivitesi yeniden düşüş göstermiştir. Bu dönemler aynı zamanda ülkemiz için bulutluluk ve kar/buz gibi yer yüzeyinin yansımaları etkileyecek parazitliliklerin en az bulunduğu dönemi kapsar. Şekil 5.7 her ne kadar bitkilerin fizyolojik ya da biyolojik durumları mekânsal olarak anlatılsa da, diğer bir taraftan ise turizm potansiyeli ya da güneş enerjisi santrallerinin kurulması gibi yüksek oranda güneşe ihtiyaç duyulan mekânların belirlenmesi ve yer seçiminde de bu analizlerden yararlanılabilir.

Çalışma alanına daha detaylı bakıldığında, Akdeniz bölgesinde özellikle her dem yeşil kalabilen orman alanlarının yıl boyunca yeşil biokütlenin olduğu görülmektedir. Akdeniz’in doğusunda yer alan Amanos (Nur/Gâvur) dağlarında (2262 metre) tüm yıl boyunca bitki örtüsü (batı yamaçları: karaçam ve kızılçam karışık; kuzey yamaçları: meşe ve kızılçam karışık) yeşil kalmaktadır. Akdeniz’in kuzeydoğusunda yer alan Aladağlar (3734)’da ise Akdeniz’in tipik kızılçam karışık ormanları ve Toros iğne yapraklı yaprak döken karışık ormanları yer almaktadır. Buradan doğuya doğru devam eden Orta Torosların güney eteklerinden kıyı kesimlerine kadar; Akdeniz kızılçam ormanları, Akdeniz kızılçam karışık ormanları, Toros iğne yapraklı yaprak döken karışık ormanları, Toros sediri-göknar karışık ormanları ve Toros ardı ardıç ormanları bulunur (Şekil 5.3). Bu alanlarda bitki örtüsünün yıl boyunca yeşil olduğu görülür.

Ege bölgesinde minimum NDVI değerleri Mayıs-Kasım ayları arasında en düşük seviyelerde yansıma gösterirken, Aralık-Nisan ayları arasında daha yüksek NDVI değerlerine sahiptir (Şekil 5.7).

Doğu Karadeniz’de yükseltisi fazla Kaçkarlar, Otlukbeli ve Yalnızçam dağlarının bulunduğu sıra dağlarda Kuzeydoğu Anadolu yüksek çayırları, Karadeniz ardı relikt Akdeniz bitki toplulukları, Doğu Anadolu meşe ormanları (yer yer ağaçlı bozkır şeklinde), Doğu Karadeniz göknar ormanı ve Karadeniz ardı meşe ormanı gibi bitki türlerinin varlığını sürdürdüğü alanlarda Aralık ayı ile birlikte bitkilerin üzeri kar ile örtülür ve yükseltinin 2500-3000 metreyi geçtiği alanlarda yıl boyunca kar örtüsü kalkmaz. Ayrıca bu durum, bölgenin uzun süre boyunca bulutluluk etkisi altında kalmaktadır (Şekil 5.7).



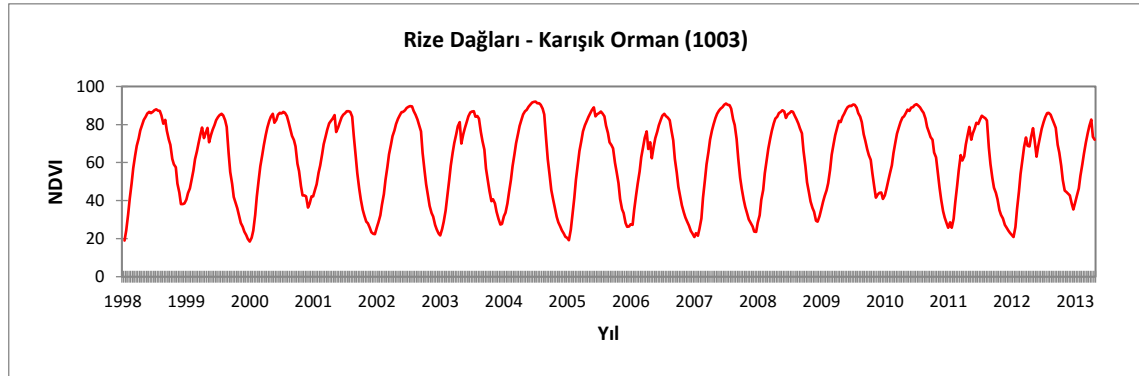
Şekil 5.7. Aylık Minimum NDVI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi (1998-2013)

5.2. NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi

5.2.1. Orman Alanlarının Zamansal Değişimi

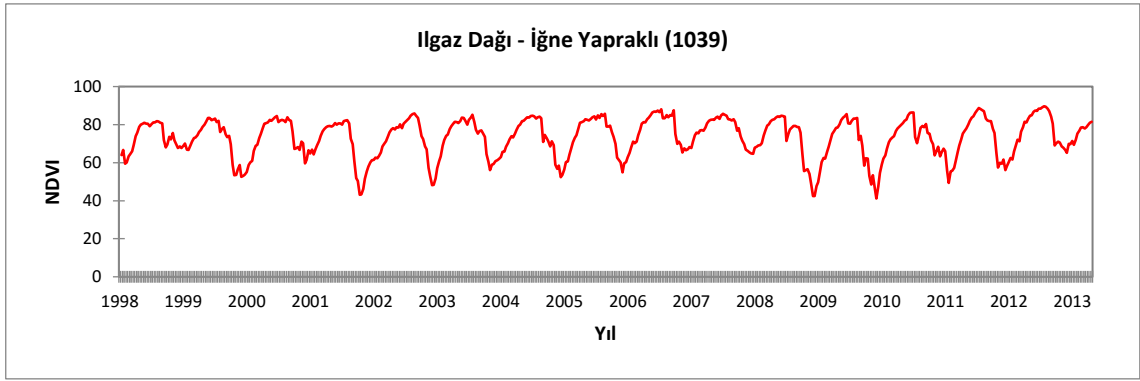
Çalışma alanında genel anlamda hemen hemen her bölgemizde doğal orman alanları bulunmaktadır. Bu alanlardan genişliği 4 km²'yi geçen doğal orman vejetasyonları kuzeyden güneye doğru test alanı olarak seçilmiştir. Seçilen test alanlarının S10 görüntüleri üst üste çakıştırılarak uzun zaman periyodunda seçilen alanların zamansal değişiminin NDVI değerleri elde edilmiştir. Kar, buz ya da bulut gibi faktörlerin etkisinin en aza indirilmesi amacıyla smoothing işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece veriler birçok gürültüden ayırt edilebilir hale getirilmiştir.

Doğu Karadeniz'de Rize Dağları'ndaki karışık orman alanları test alanı olarak seçilmiştir. Rize dağlarındaki orman vejetasyonunun 1998-2013 yılları arasındaki NDVI değerlerinin zamansal değişimi Şekil 5.8'de gösterilmiştir. Rize dağlarındaki karışık orman alanlarındaki NDVI değerleri incelendiğinde Eylül ayının başlangıcıyla birlikte NDVI değerleri maksimum düzeylere ulaşmaktadır ve bu durum Kasım ayı sonuna kadar devam eder. Ancak bitki örtüsü de iklimlerde olduğu gibi bazı dönemlerde ekstrem seviyelere ulaşır. Genellikle her yıl maksimum %80'ler civarında NDVI değerlerinin kaydedildiği görülürken; 2004 yılının Ekim ayının ilk 10 gününde NDVI değerlerinin %92'ye ulaştığı ve bitki örtüsü maksimum düzeyde yansıma değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Bu da, bitkinin bu dönemde en fazla biyolojik aktivite seviyesine ulaştığını göstermektedir. Genel olarak ise kar yağışının yüksek olduğu Şubat aylarında NDVI değerleri minimum seviyelere görülmektedir. Karadeniz bölgesindeki Şekil 5.8'de gösterilen test alanın yoğun orman alanı olması ve özellikle iğne yapraklı ağaçlar içerisinde bulunan geniş yapraklı ağaç formasyonlarının kanopisinin fazla olması NDVI değerlerinin daha yüksek seviyelerde görüntülenmesine neden olmaktadır.



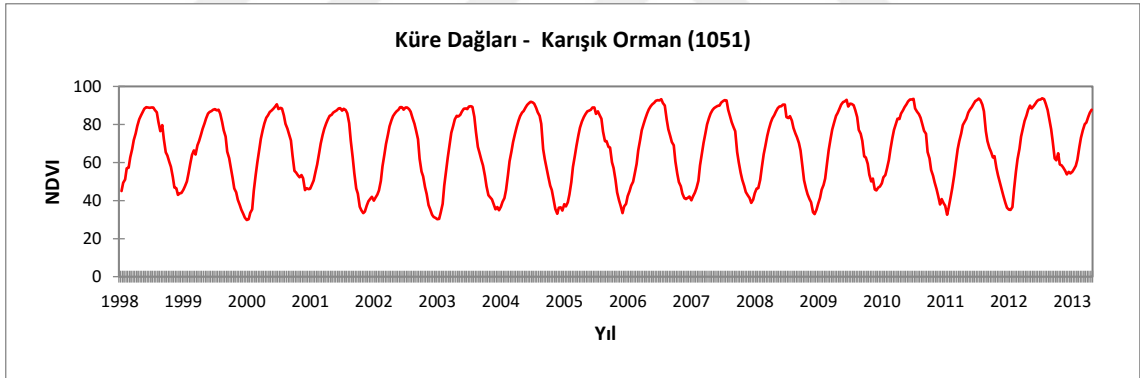
Şekil 5.8. Doğu Karadeniz Dağları Orman Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Orta Karadeniz'de test alanı olarak Kastamonu'nun güneybatısında yer alan iğne yapraklı ormanlar seçilmiştir. Burada yer alan Ilgaz dağları üzerindeki iğne yapraklı orman alanından seçilen test sahasının 1998-2013 yılları arasındaki NDVI değerleri 'da gösterilmiştir. Buna göre, Ilgaz dağlarından seçilen test alanındaki NDVI değerleri incelendiğinde Eylül ayı ortası ile Ekim ayı başlangıcında NDVI değerleri maksimum düzeye ulaşmaktadır. Genel olarak ise Mart ayı başında bulutlanma ve yağışın etkisiyle NDVI değerleri minimum seviyelere ulaşmaktadır.



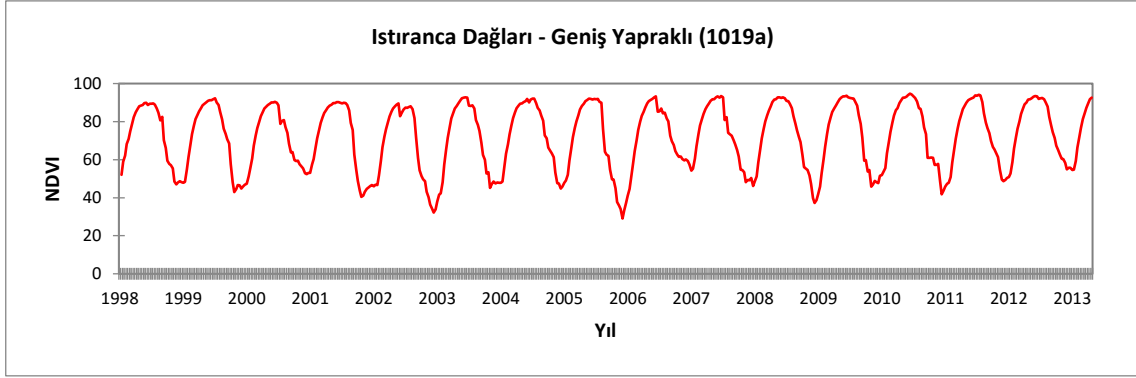
Şekil 5.9. Orta Karadeniz’deki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İnebolu’nun güneydoğusundaki karışık (iğne yapraklı ve geniş yapraklı) ormanlardan NDVI değerlerinin zamansal değişimi elde edilmiştir. İnebolu’nun güneyindeki Küre dağları üzerinde karışık yapıdaki orman alanından seçilen test sahasının 1998-2013 yılları arasındaki NDVI değerleri Şekil 5.10’da gösterilmiştir. Buna göre, Küre dağlarından seçilen test alanındaki NDVI değerleri incelendiğinde Eylül ayı ortası ile Ekim ayı başlangıcında NDVI değerleri maksimum düzeye ulaşmaktadır. Genel olarak ise Mart ayı sonu Nisan ayı başında bulutlanma ve yağışın etkisiyle NDVI değerleri minimum seviyelere ulaşmaktadır.



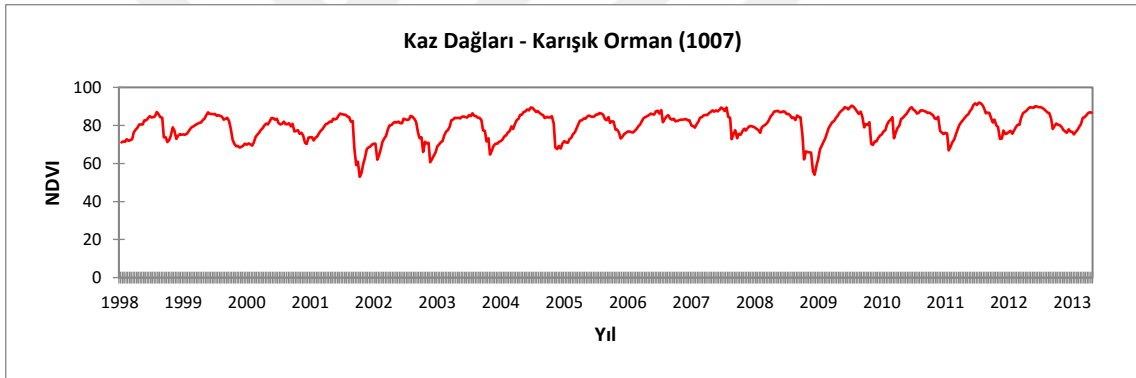
Şekil 5.10. Orta Karadeniz’deki Karışık Orman Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Marmara Bölgesi’nin kuzeyinde yer alan Istanca dağları, geniş yapraklı orman arazisine sahiptir. Istanca dağları üzerindeki karışık orman alanından seçilen test sahasının 1998-2013 yılları arasındaki NDVI değerleri Şekil 5.11’de gösterilmiştir. Buna göre, Ilgaz dağlarından seçilen test alanındaki NDVI değerleri incelendiğinde Eylül ayı ortasında NDVI değerleri maksimum düzeye ulaşmaktadır. Ayrıca, Şubat ayı başında bulutlanma ve yağışın etkisiyle NDVI değerleri minimum seviyelere ulaşmaktadır.



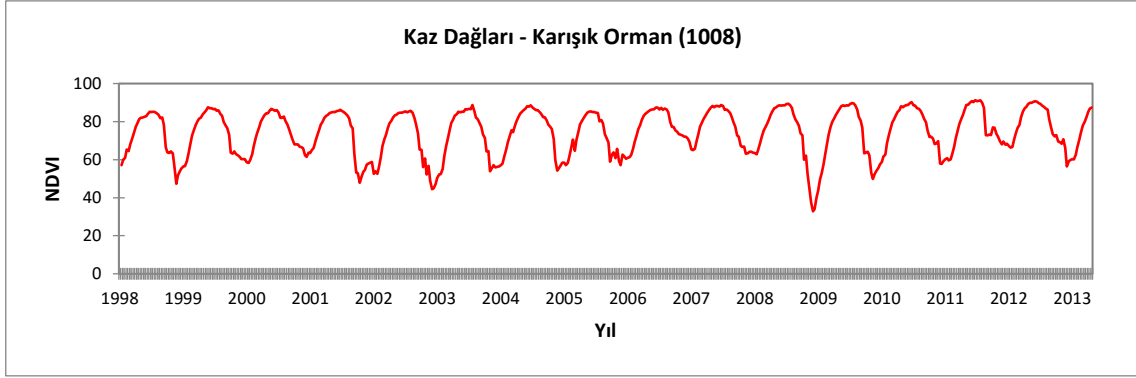
Şekil 5.11. Istıranca Dağlarındaki Geniş Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Kaz dağlarının kuzey doğusundaki geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman arazilerinin karışık olarak bulunduğu alan test alanı olarak seçilmiş ve Şekil 5.12’de gösterilmiştir. Çalışma periyodu boyunca izlenen NDVI değerlerine en düşük Ocak ayı sonu ile Şubat ayı başında; en yüksek değerlere ise Eylül sonu, Ekim ayı başında rastlanılmaktadır.



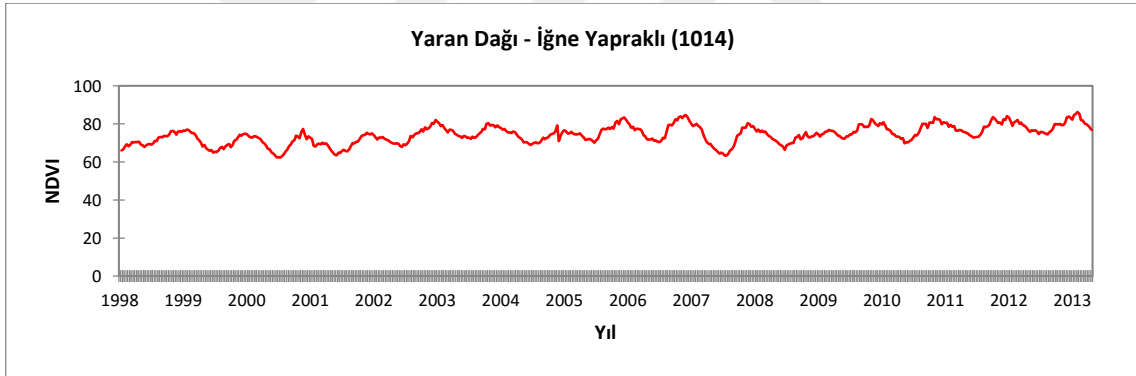
Şekil 5.12. Kaz Dağlarındaki Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Karışık ormanların yoğun olarak bulunduğu Kaz dağı test alanı olarak seçilmiş ve zamansal değişimi Şekil 5.13’de verilmiştir. Çalışma periyodu boyunca NDVI değerlerinin %60 ile %80 arasında olması ve NDVI değerlerinin yaklaşık %50’nin altına neredeyse hiç düşmemesi test alanda yıl boyunca yeşil kalabilen bitkiler ile yaprağını döken bitkilerin bir arada bulunduğunu göstermektedir. Uzun zaman periyodunda NDVI değerlerinin maksimum düzeye ulaştığı dönem Temmuz ile Kasım ayları arasındadır (%80’in üzerinde). Test alanında yıl boyunca fenoloji canlılık göstermektedir (yıl içerisinde Mart ayında en düşük %58 NDVI değerlerine ulaşılır). Ancak, 2009 yılının Mart ayının ilk 10 gününde NDVI değerleri %33’e kadar düşmüştür. Bu durumun sebebi ise 2009 yılının Mart ayının ilk 10 günündeki toplam yağış değeri 41,5 mm’dir. Bölgede meydana gelen yağış nedeniyle arazi yüzeyinin bu dönemde bulut örtüsü ile kaplanması, elektromanyetik spektrumun uydu algılayıcıları tarafından ışık dalgalarının algılanması büyük oranda engellenmiştir.



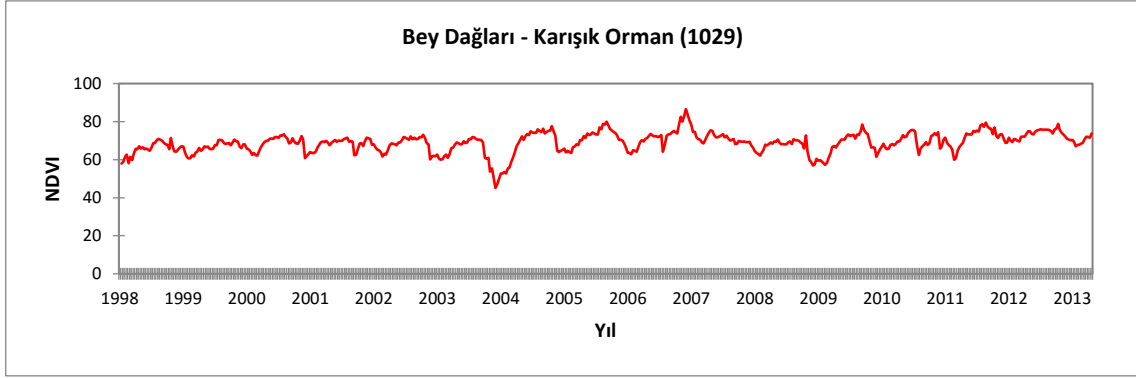
Şekil 5.13. Kaz Dağlarındaki Geniş Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Ege bölgesinde Ege'nin güneybatısında bulunan Bodrum'un doğusundaki Yaran dağları test alanı olarak seçilmiş olup, çalışma periyodu boyunca elde edilen NDVI değerlerinin zamansal değişimi Şekil 5.14'te gösterilmiştir. NDVI değerlerinin Şubat sonu ile Mart ayı başında en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Uzun zaman periyodunda NDVI değerleri %60'ın üzerinde yansımaya değerleri göstermiştir (Şekil 5.14). Böylece, yıl içerisinde çok fazla değişimin olmaması dikkati çekmiş ve bitkilerin fenolojik aktivitelerini yıl boyunca sürdürdüğü saptanmıştır.



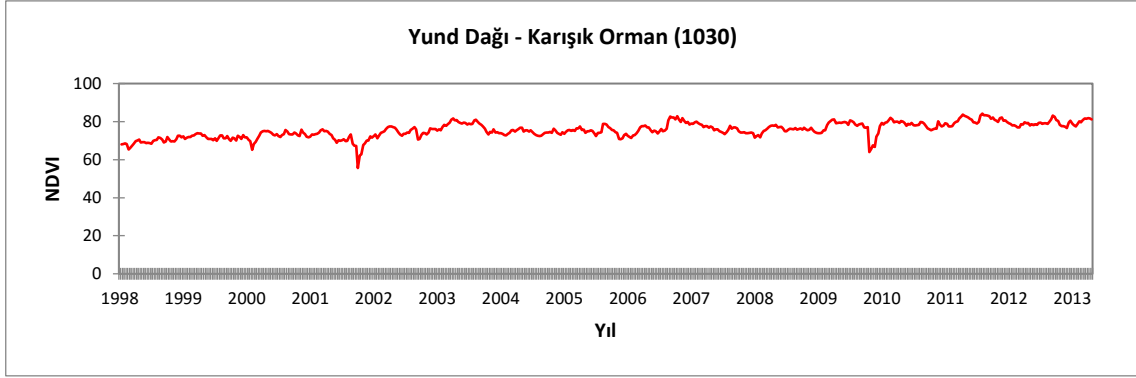
Şekil 5.14. Ege Bölgesi Yaran Dağı İğne Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Akdeniz'in batısında bulunan Bey dağlarının batı kısımlarında bulunan yoğun orman alanları test alanı olarak seçilmiştir ve Şekil 5.15'te gösterilmiştir. NDVI değerleri yılın iki farklı döneminde artış trendi göstermektedir. İlk maksimumunu NDVI değerleri Aralık-Ocak periyodunda, ikinci maksimumunu fotosentez aktivitesindeki artış ise Ağustos-Eylül döneminde yaşamaktadır. Ancak, Elde edilen bulgulara göre, çalışma periyodu boyunca neredeyse bütün zamanlarda NDVI değerleri yaklaşık %60'ın üzerindedir. Yalnızca 2004 yılının Mart ayında NDVI değeri çalışma periyodu boyunca en düşük seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir taraftan ise bu durum yıl boyunca bitki örtüsünün her dem yeşil kalabildiğinin kanıtıdır.



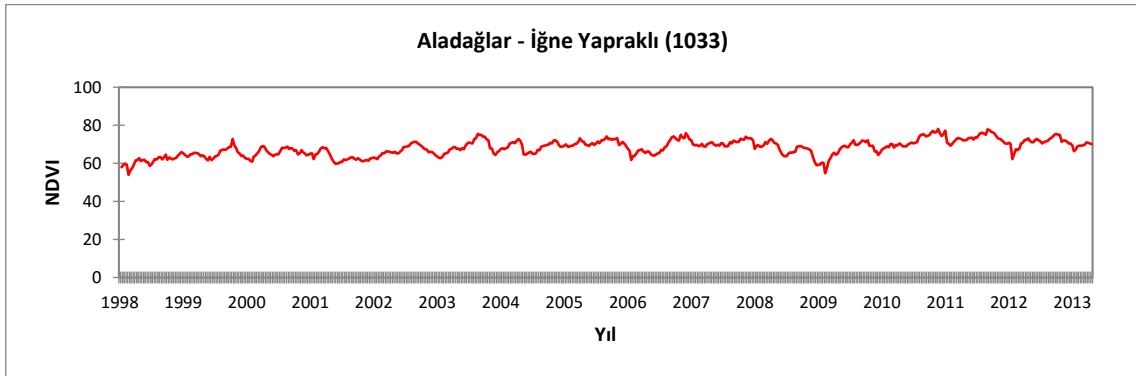
Şekil 5.15. Akdeniz Bölgesi Bey Dağları Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Akdeniz kıyılarında bulunan Taşeli yarımadasında Gazipaşa'nın doğusunda 250-500 metre yükseltide kızılçam ormanları ve her dem yeşil kalabilen geniş yapraklı ormanlar karışık olarak bulunmaktadır. Test alanı olarak seçilen bu alanın zamansal değişimi Şekil 5.16'da gösterilmiştir. Çalışma periyodu boyunca seçilen test alanındaki bitki örtüsü tüm mevsimlerde fotosentez aktivitesini yüksek oranda sürdürebildiği için NDVI değerleri neredeyse %60'ın altına hiç düşmemiştir. Ancak 2002 yılının Ocak ayının ilk 10 gününde (%56) NDVI değerleri en düşük değerlerine ulaşmıştır. Test alanında NDVI değerlerinin en yüksek olduğu dönem ise 2011 Kasım ayının ilk 10 gününde (%84) belirginleşmiştir. Tüm çalışma periyodu boyunca ise ortalama NDVI değerleri %76'dur. Uzun dönem boyunca aylık ortalama NDVI değerleri %75 iken; NDVI değerlerinin en fazla (%78) olduğu dönem Temmuz ayının ilk 10 günü; en düşük (%73) olduğu dönem ise Ocak ayının son 10 günü olarak saptanmıştır. Mevsimsel olarak NDVI değerleri incelendiğinde en yüksek dönem yaz mevsimi, en düşük dönem ise kış mevsimi dönemidir. Mevsimlik NDVI değerleri sonbahar mevsiminde %76; kış mevsiminde %75; ilkbaharda %75; yaz mevsiminde ise %77'tür. Bu durum yıl boyunca NDVI değerlerinin yüksek oranda yansıma verdiğini göstermektedir. Uzun zaman periyodunda sonbahar mevsiminde en yüksek (%81,43) NDVI değeri 2011 yılında, en düşük (%70) NDVI değerleri ise 1998 yılında yaşanmıştır. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek (%82) 2012 yılında, en düşük (%67) 2002 yılında meydana gelmiştir. Kış mevsimi ortalama NDVI değeri ise %75'tür. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek (%79) 2007 yılında, en düşük (%68) 1998 yılında meydana gelmiştir. İlkbahar mevsimi ortalama NDVI değeri ise %75'tir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek (%82) 2011 yılında, en düşük (%69) 1998 yılında meydana gelmiştir. Yaz mevsimi ortalama NDVI değeri ise %77'tür.



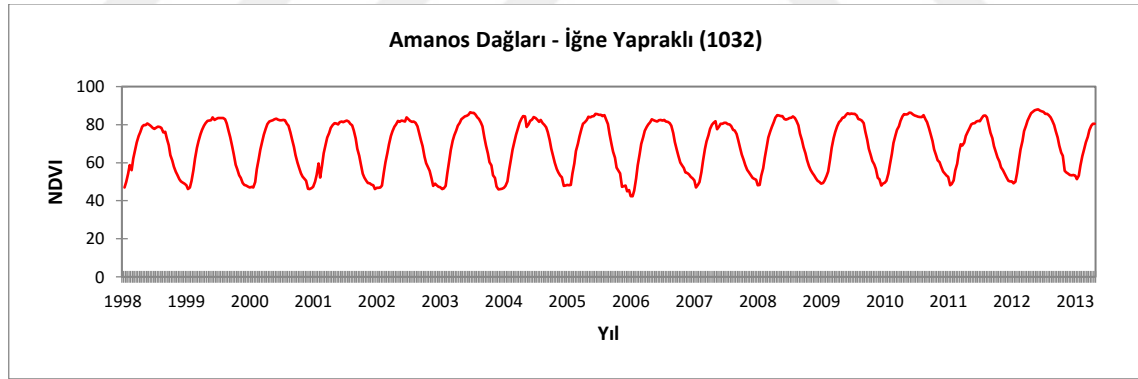
Şekil 5.16. Akdeniz Bölgesi Yund Dağında Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Adana'nın kuzeyinde yer alan Aladağlar'dan seçilen test alanında (Şekil 5.17) 250-500 metre arasında kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları saf arazi örtüsü olarak bulunmaktadır. Seçilen alanda NDVI değerleri 1998-2013 yılları arasında %50'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Çalışma periyodu boyunca en düşük NDVI değerleri 1998 yılında Mayıs ayının son 10 gününde (%54); en yüksek NDVI değerleri 2011 yılının Şubat ayının son 10 gününde (%78); ortalama NDVI değerleri ise %68 olarak saptanmıştır. Tüm çalışma periyodu boyunca ise yıllık ortalama NDVI değerleri %68'tür. Uzun dönem boyunca aylık ortalama NDVI değerleri %6 iken; NDVI değerlerinin en fazla (%71) olduğu dönem Aralık ayının son 10 günü; en düşük (%65) olduğu dönem ise Nisan ayının son 10 günü olarak saptanmıştır. Mevsimsel olarak NDVI değerleri incelendiğinde en yüksek dönem kış mevsimi, en düşük dönem ise ilkbahar mevsimidir. Mevsimlik ortalama NDVI değerleri sonbahar mevsiminde %68; kış mevsiminde %70; ilkbaharda %66; yaz mevsiminde ise %68'tür. Bu durum yıl boyunca burada yer alan bitkilerin yeşil kalabildiğini göstermektedir. Uzun zaman periyodunda sonbahar mevsiminde en yüksek (%74) NDVI değeri 2011 yılında, en düşük (%61) NDVI değerleri ise 1998 yılında yaşanmıştır. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek (%77) 2011 yılında, en düşük (%63) 1998 yılında meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek (%73) 2011 yılında, en düşük (%58) 1998 yılında meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek (%73) 2011 yılında, en düşük (%61) 1998 yılında meydana gelmiştir.



Şekil 5.17. Akdeniz Bölgesi Aladağlar'da Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

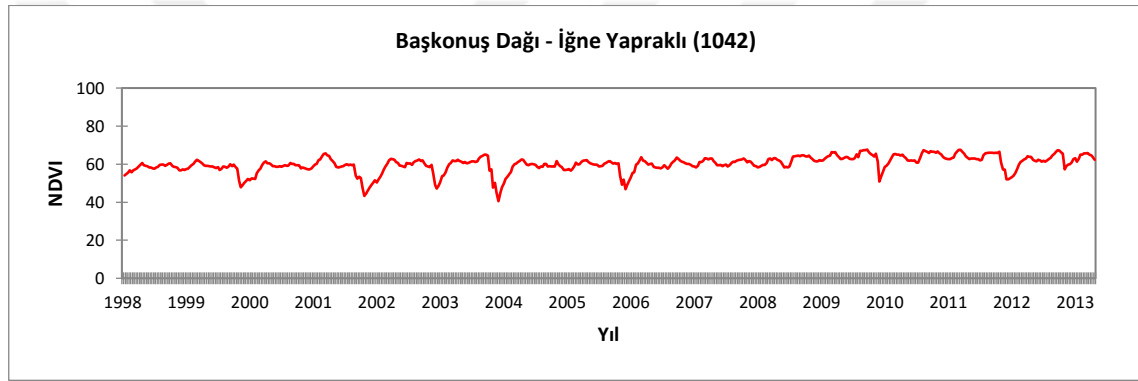
Akdeniz'in doğusunda bulunan Amanos (Nur/Gâvur) dağlarının batı kısımlarında bulunan yoğun orman alanları test alanı olarak seçilmiştir ve elde edilen veriler grafik üzerinde görselleştirilmek amacıyla Şekil 5.18'de gösterilmiştir. Seçilen test alanı 500-1000 metre arasında ve saf kızılçam (*Pinus brutia*) ormanlarından meydana gelmektedir. Test alanında NDVI değerleri 1998-2013 yılları arasında %40'ın üzerinde gerçekleşmiştir. Çalışma periyodu boyunca en düşük NDVI değerleri 2006 yılında Nisan ayının ikinci 10 gününde (%42); en yüksek NDVI değerleri 2012 yılının Eylül ayının ilk 10 gününde (%42) elde edilmiştir. Test alanından sağlanan tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değerleri ise %69 olarak saptanmıştır. Yıllık ortalama NDVI değerlerinin ortalama NDVI yansıma oranı %69,08'dir. Uzun dönem boyunca aylık ortalama NDVI değerleri %69 iken; NDVI değerlerinin en fazla (%83) olduğu dönem Eylül ayının son 10 günü; en düşük (%48) olduğu dönem ise Nisan ayının ikinci 10 günü olarak saptanmıştır. Mevsimsel olarak NDVI değerleri incelendiğinde NDVI değerlerinin en yüksek oranlara ulaştığı dönem sonbahar mevsimi, en düşük dönem ise ilkbahar mevsimidir. Mevsimlik ortalama NDVI değerleri sonbahar mevsiminde %82; kış mevsiminde %63; ilkbaharda %52; yaz mevsiminde ise %79'dir. Bu durum yıl boyunca fotosentez aktivitelerini sürdürdüğünü ve bitkilerin yeşil kalabildiğini göstermektedir. Uzun zaman periyodunda ise sonbahar mevsiminde en yüksek NDVI değeri 2012 yılında (%86), en düşük NDVI değerleri (%78) ise 1998 yılında yaşanmıştır. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 1998 yılında (%73), en düşük 2001 yılında (%59) meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2013 yılında (%56), en düşük 2006 yılında (%49) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2012 yılında (%84), en düşük 2011 yılında (%75) meydana gelmiştir.



Şekil 5.18. Akdeniz Bölgesindeki Amanos Dağında Karışık Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Akdeniz'in doğusunda, Kahramanmaraş şehir merkezinin ise kuzeybatısındaki Başkonuş dağlarında bulunan iğne yapraklı yoğun orman alanları test alanı olarak seçilmiştir ve elde edilen veriler grafik üzerinde görselleştirilmek amacıyla Şekil 5.19'de gösterilmiştir. Seçilen test alanı 500-750 metre arasında iğne yapraklı birçok türden meydana gelmektedir. Test alanında NDVI değerleri 1998-2013 yılları arasında genel anlamda %40'ın üzerinde gerçekleşmiştir. Çalışma periyodu boyunca en düşük NDVI değerleri 2004 yılında Mart ayının ilk 10 gününden (%41); en yüksek NDVI değerleri 2009 yılının Aralık ayının son 10 gününden (%68) elde edilmiştir. Test alanından sağlanan tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değerleri ise %60 olarak saptanmıştır. Uzun dönem boyunca aylık ortalama NDVI değerleri %60 iken; NDVI

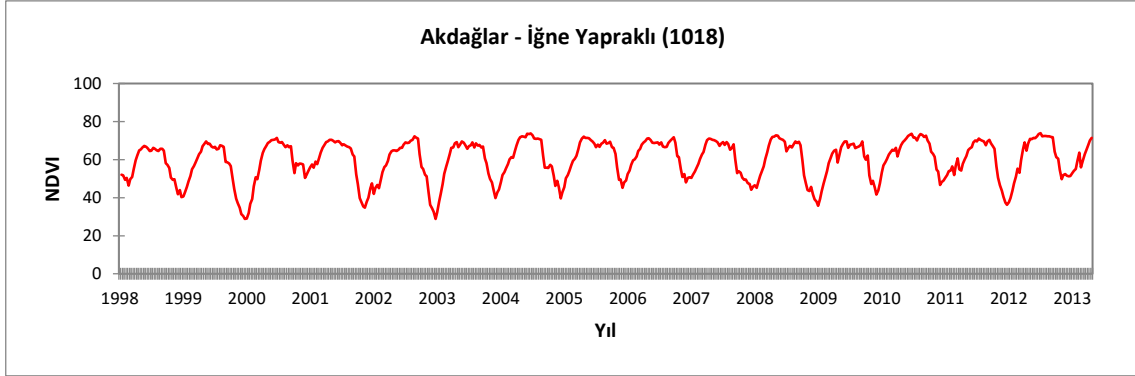
değerlerinin en fazla olduğu dönem Haziran ayının ikinci 10 günü (%62); en düşük olduğu dönem ise Mart ayının ilk 10 günü (%54) olarak saptanmıştır. Mevsimsel olarak NDVI değerleri incelendiğinde NDVI değerlerinin en yüksek oranlara ulaştığı mevsim yaz, en düşük mevsim ise ilkbahardır. Mevsimlere göre ortalama NDVI değerleri sonbaharda %61; kış mevsiminde %60; ilkbaharda %57; yaz mevsiminde ise %62'dir. Bu durum yıl boyunca fotosentez aktivitelerini sürdürdüğünü ve bitkilerin yeşil kalabildiğini göstermektedir. Uzun zaman periyodunda ise sonbahar mevsiminde en yüksek NDVI değeri 2009 yılında (%64), en düşük NDVI değerleri ise 1999 yılında (%58) yaşanmıştır. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2011 yılında (%66), en düşük 2002 yılında (%52) meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2011 yılında (%64), en düşük 2004 yılında (%51) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2011 yılında (%64), en düşük 1998 yılında (%59) meydana gelmiştir. Genel olarak bakıldığında NDVI değerlerinin yansıma oranları yılın iki (Mayıs-Ağustos ve Ekim-Ocak) döneminde artış göstermektedir.



Şekil 5.19. Akdeniz Bölgesi Başkonuş Dağında İğne Yapraklı Orman Yüzeyinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

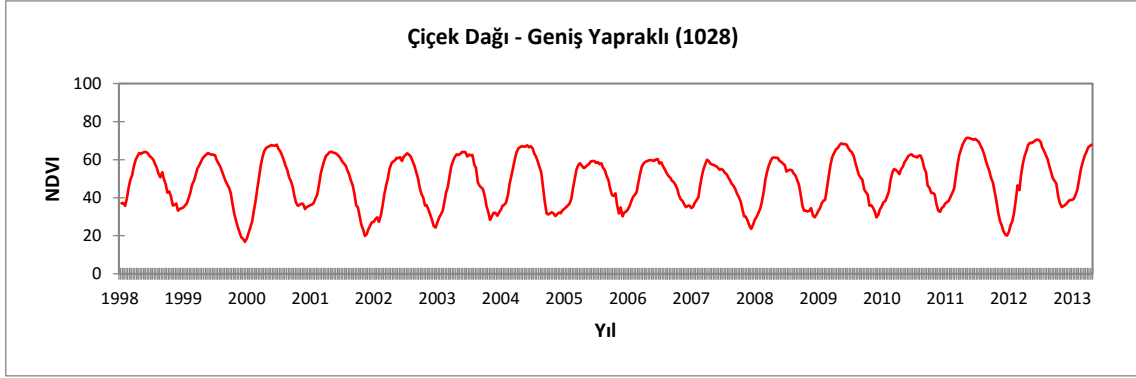
İç Anadolu Bölgesinin doğusunda bulunan Akdağlar, iğne yapraklı *sarıçam* (*Pinus sylvestris*) ormanları alanları test alanı olarak seçilmiştir ve elde edilen veriler Şekil 5.20'de grafik şeklinde gösterilmiştir. Seçilen test alanı İç Anadolu Bölgesinin en geniş doğal orman alanıdır. 1500-2000 metre arasında saf sarıçam (*Pinus sylvestris*) ormanlarından meydana gelmektedir. Test alanında 1998-2013 yılları arasında NDVI değerleri yaklaşık olarak %25'in üzerinde gerçekleşmiştir. Çalışma periyodu boyunca en düşük NDVI değerleri 2003 yılında Mart ayının son 10 gününden (%29); en yüksek NDVI değerleri 2012 yılının Ekim ayının son 10 gününden (%74) elde edilmiştir. Test alanından sağlanan tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değerleri ise %59 olarak saptanmıştır. Uzun dönem boyunca aylık ortalama NDVI değerleri %60 iken; NDVI değerlerinin en fazla olduğu dönem Eylül ayının ilk 10 günü (%69); en düşük olduğu dönem ise Mart ayının ilk 10 günü (%43) olarak saptanmıştır. Mevsimsel olarak NDVI değerleri incelendiğinde NDVI değerlerinin en yüksek oranlara ulaştığı mevsim sonbahar, en düşük mevsim ise ilkbahardır. Mevsimlere göre ortalama NDVI değerleri sonbaharda %69; kış mevsiminde %57; ilkbaharda %49; yaz mevsiminde ise %66'dır. Uzun zaman periyodunda ise sonbahar mevsiminde en yüksek (%72,49) NDVI değeri 2012 yılında, en düşük NDVI değerleri (%65) ise 1998 yılında yaşanmıştır. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2011 yılında (%64), en düşük 2002 yılında (%49) meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2001 yılında (%56),

en düşük 2004 yılında (%36) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2008 yılında (%70), en düşük 2011 yılında (%60) meydana gelmiştir. Genel olarak bakıldığında NDVI değerlerinin yansıma oranları yılın yalnızca bir (Haziran-Kasım) döneminde artış göstermektedir. Bitkiler kış döneminde de yeşil kalsalar dahi kar örtüsünün bitkinin üzerini kaplaması NDVI değerlerinin azalmasına neden olmaktadır.



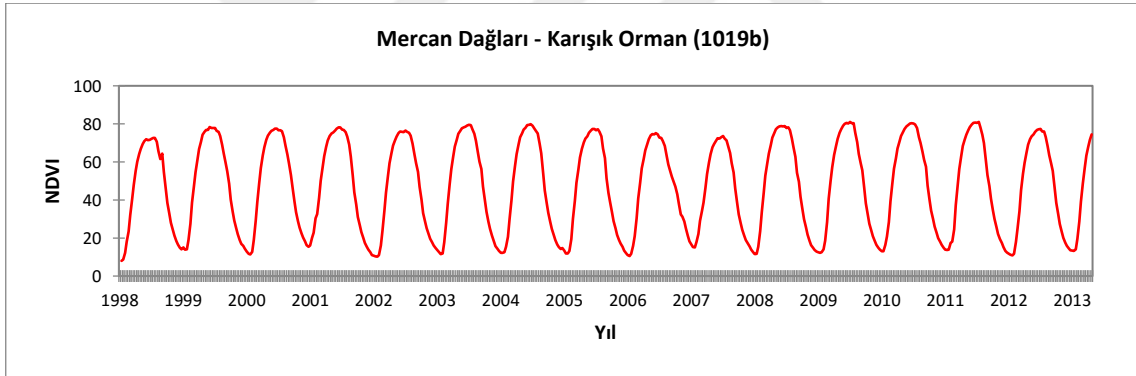
Şekil 5.20. İç Anadolu Bölgesi Akdağlar'da İğne Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İç Anadolu Bölgesinin yer alan Çiçekdağı, geniş yapraklı meşe (*Quercus ssp.*) ormanları alanları test alanı olarak seçilmiştir. Test alanından elde edilen NDVI değerleri Şekil 5.21'de gösterilmiştir. Seçilen test alanı 1250-1500 metre arasında saf meşe (*Quercus ssp.*) ormanı topluluğundan oluşmaktadır. Test alanında 1998-2013 yılları arasında, çalışma periyodu boyunca en yüksek NDVI değerleri 2011 yılında Ağustos ayının ikinci 10 gününden (%71); en düşük NDVI değerleri 2000 yılının Mart ayının son 10 gününden (%17) elde edilmiştir. Test alanından sağlanan tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değerleri ise %48 olarak saptanmıştır. Uzun dönem boyunca aylık NDVI değerleri en yüksek olduğu dönem Eylül ayının ilk 10 günü (%64); en düşük olduğu dönem ise Mart ayının ilk 10 günü (%30) olarak saptanmıştır. Mevsimsel olarak NDVI değerleri incelendiğinde NDVI değerlerinin en yüksek oranlara ulaştığı mevsim yaz, en düşük mevsim ise ilkbahardır. Mevsimlere göre ortalama NDVI değerleri sonbaharda %60; kış mevsiminde %40; ilkbaharda %35; yaz mevsiminde ise %61'dir. Uzun zaman periyodunda ise sonbahar mevsiminde en yüksek NDVI değeri 2011 yılında (%68), en düşük NDVI değerleri ise 2007 yılında (%53) yaşanmıştır. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 1998 yılında (%50), en düşük 2002 yılında (%34) meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2013 yılında (%43), en düşük 2000 yılında (%24) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2011 yılında (%67), en düşük 2010 yılında (%56) meydana gelmiştir. Genel olarak bakıldığında NDVI değerlerinin yansıma oranları yılın yalnızca bir (Temmuz-Ekim) döneminde artış göstermektedir. Bitkiler kış döneminde de yeşil kalsalar dahi kar örtüsünün bitkinin üzerini kaplaması NDVI değerlerinin azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 5.21. İç Anadolu Bölgesi Çiçek Dağı Geniş Yapraklı Orman Arazisinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Doğu Anadolu Bölgesinin Tunceli ile Erzincan arasında doğu-batı yönlü uzanan Mercan dağları, iğne yapraklı ve geniş yapraklı ormanların olduğu alan test alanı olarak seçilmiştir (Şekil 5.22). Mercan dağlarından seçilen test alanı 1500-1750 metre arasında yer almaktadır. Test alanında 1998-2013 yılları arasında NDVI değerleri yaklaşık olarak %8'in üzerinde gerçekleşmiştir. Çalışma periyodu boyunca en düşük NDVI değerleri 1998 yılında Nisan ayının ikinci 10 gününden (%8); en yüksek NDVI değerleri 2009 yılının Ekim ayının ilk 10 gününden (%81) elde edilmiştir.



Şekil 5.22. Doğu Anadolu Bölgesi Mercan Dağları Karışık Orman Arazisi Yüzeyinin NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

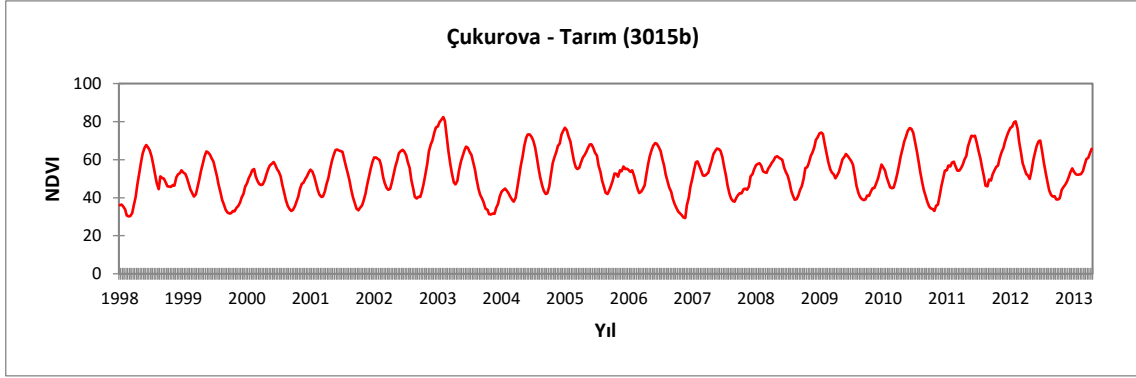
Şekil 5.22'de test alanından sağlanan tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değerleri ise %47 olarak saptanmıştır. NDVI değerlerinin en fazla (%77) olduğu dönem Eylül ayının son 10 günü; en düşük (%13) olduğu dönem ise Nisan ayının ikinci 10 günü olarak saptanmıştır. Mevsimsel olarak NDVI değerleri incelendiğinde NDVI değerlerinin en yüksek oranlara ulaştığı mevsim sonbahar, en düşük mevsim ise ilkbahardır. Mevsimlere göre ortalama NDVI değerleri sonbaharda %74; kış mevsiminde %36; ilkbaharda %17; yaz mevsiminde ise %66'dır. Uzun zaman periyodunda ise sonbahar mevsiminde en yüksek NDVI değeri 2009 yılında (%77), en düşük NDVI değerleri ise 2007 yılında (%70) yaşanmıştır. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek (%55) 1998 yılında, en düşük (%27) 2013 yılında meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2001 yılında (%24), en düşük 2002 yılında (%13) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2008 yılında (%72), en düşük 2007 yılında (%58) meydana gelmiştir. Genel olarak bakıldığında NDVI değerlerinin yansıma oranları yılın yalnızca bir (Temmuz-Kasım) döneminde artış

göstermektedir. Bitkiler kış döneminde de yeşil kalsalar dahi kar örtüsünün bitkinin üzerini kaplaması NDVI değerlerinin azalmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, aynı alandaki farklı bitki türlerinin farklı dönemlerde maksimum ve minimum seviyelere ulaştığı açıkça görülmektedir. Ayrıca Uzaktan Algılama ve metotları sayesinde çalışma alanının her noktasıyla ilgili veri elde edilebildiği, enlem ve yükselti farkına bağlı olarak NDVI değerlerindeki değişimlerinde belirgin bir şekilde farklılıklar gözlenmiştir.

5.2.2. Tarım Alanlarının Zamansal

Türkiye tarımsal üretim açısından büyük bir paya sahip olan Akdeniz bölgesindeki Çukurova bölgesi tarım arazilerine örnek alan olarak seçilmiştir (Şekil 5.23). Çukurova'dan seçilen test alanı 1-10 metre arasında yer almaktadır. Test alanında çalışma periyodu boyunca en düşük NDVI değerleri 2007 yılında Şubat ayının son 10 gününden (%29); en yüksek NDVI değerleri 2003 yılının Mayıs ayının ilk 10 gününden (%82) elde edilmiştir. Test alanından sağlanan tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değerleri ise %53 olarak saptanmıştır. Uzun zaman serilerinde aylık ortalama NDVI değerlerine bakıldığında olarak bakıldığında en fazla (%67) olduğu dönem Eylül ayının ilk 10 günü; en düşük (%40) olduğu dönem ise Aralık ayının son 10 günüdür. Mevsimsel NDVI değerleri incelendiğinde NDVI'nin en yüksek olduğu mevsim sonbahar, en düşük mevsim ise kıştır. Mevsimlere göre ortalama NDVI değerleri sonbaharda %56; kış mevsiminde %44; ilkbaharda %56; yaz mevsiminde ise %55'tir. Uzun zaman periyodunda ise sonbahar mevsiminde en yüksek NDVI değeri 2004 yılında (%63), en düşük NDVI değerleri ise 2008 yılında (%48) elde edilmiştir. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2005 yılında (%53), en düşük 2000 yılında (%34) meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2003 yılında (%77), en düşük 2004 yılında (%41) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2010 yılında (%63), en düşük 1998 yılında (%50) meydana gelmiştir. Genel olarak bakıldığında NDVI değerlerinin yansıma oranları yılda iki defa (Nisan ve Eylül aylarının ilk 10 gününde) maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Bu durum, bölgede yetiştirilen tarımsal desenin yılda en az iki defa değiştiğini göstermektedir. Diğer bir ifade ile Çukurova bölgesinde yılda iki ürün elde etme imkânının olduğu açıkça görülmektedir. Pik seviyelerinin ise her vejetasyon evresinde farklılık göstermesi, seçilen test alanında yetiştirilen tarım ürünlerinin kanopisine, fizyolojik ve biyolojik yapısına göre farklılıklar gösterdiği göze çarpmaktadır. Burada, farklı tarımsal ürünlerin birbirinden farklı oranlarda NDVI değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Yılda iki defa pik seviyesine ulaşan NDVI değerleri uzun zaman periyodunda incelendiğinde ilk pik seviyesi Nisan ayının ilk 10 gününe denk gelirken; ikinci pik seviyesi ise Eylül ayının ikinci 10 gününe denk gelmektedir.

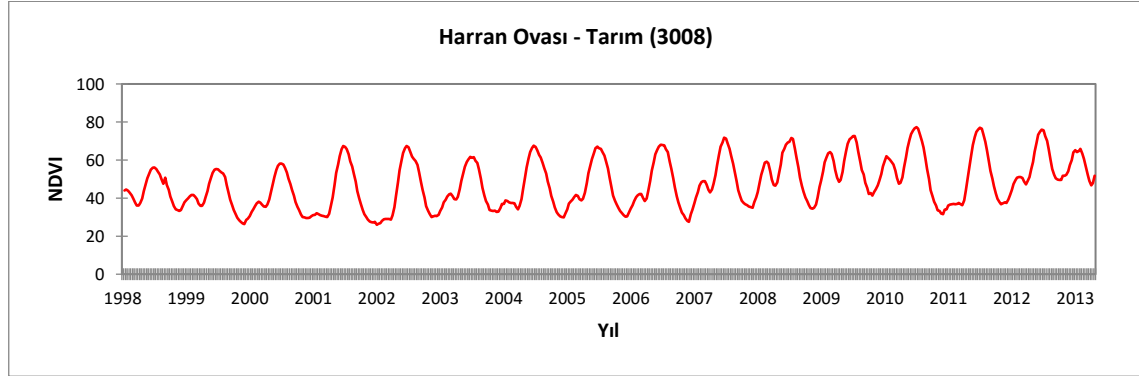


Şekil 5.23. Akdeniz Bölgesindeki Çukurova'da Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan Harran ovası, özellikle tahıl ve pamuk tarımı açısından ülke ekonomisine büyük katkılar sağlamaktadır. Bölgede GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) kapsamında gerçekleştirilen sulama faaliyetleri ile tarımsal üretimde artış olduğu birçok çalışma tarafından da desteklenmektedir (GAP Eylem Planı, 2008; TZOB, 03.08.2016, www.tzob.org.tr). GAP ile birlikte en büyük yatırımların yapıldığı Harran ovasından seçilen test alanın yükseltisi 550-600 metre arasında yer almaktadır. Harran ovasından seçilen test alanının zamansal değişimi Şekil 5.24'te verilmiştir. Test alanında çalışma periyodu boyunca en yüksek NDVI değerleri 2010 yılında Ekim ayının ilk 10 gününden (%77); en düşük NDVI değerleri 2002 yılının Nisan ayının ilk 10 gününden (%26) elde edilmiştir. Test alanındaki 1998-2013 yılları arasındaki tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değerleri ise %48 olarak saptanmıştır. Aylık olarak bakıldığında NDVI değerlerinin en fazla olduğu dönem Eylül ayının son 10 günü (%67); en düşük olduğu dönem ise Şubat ayının son 10 günüdür (%34). Mevsimsel NDVI değerleri incelendiğinde NDVI'nin en yüksek olduğu mevsim sonbahar, en düşük mevsim ise kışdır. Mevsimlere göre ortalama NDVI değerleri sonbaharda %63; kış mevsiminde %40; ilkbaharda %41; yaz mevsiminde ise %47'dir. Uzun zaman periyodunda yıllık ortalama ise sonbahar mevsiminde en yüksek NDVI değeri 2010 yılında (%72), en düşük NDVI değerleri ise 1999 yılında (%53) elde edilmiştir. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2010 yılında (%46), en düşük 2000 yılında (%33) meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2013 yılında (%62), en düşük 2002 yılında (%27) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2010 yılında (%56), en düşük 2000 yılında (%41) meydana gelmiştir.

Uzun zaman periyodunda Harran ovasının NDVI değerlerine bakıldığında yansıma oranları 2008 yılına kadar yılda bir defa pik seviyesine ulaşırken; 2008 ile 2011 yılları arasında ise yılda iki defa NDVI değerlerinin maksimum seviyelere ulaştığı görülmektedir. Harran ovasında 2007 yılına kadar her yıl bir ürün üretildiği ve 2008 yılı itibari ile ise yılda iki ürün üretildiği gözlemlenmektedir. Daha sonra 2011 yılı itibari ile tarımsal desenin yeniden tek tip ürüne düştü gözlemlenmektedir. Tarımsal desenlerde meydana gelen değişimleri Uzaktan Algılama verileri ile saptamak mümkündür. Ayrıca yılda bir defa tarımsal üretimin gerçekleştiği dönemlerde, bitkilerin vejetasyon sürelerinin daha uzun periyotta gerçekleştiği; buna karşın tarımsal üretimde yılda iki ürüne geçildiği yıllarda ise tarım ürünlerinin kısa sürede hasat edildiği saptanmıştır.

Harran ovasında 2008 yılına kadar NDVI değerlerinin yılda bir defa pik seviyesine ulaştığı dönemler uzun zaman periyodunda izlendiğinde Ekim ayının son 10 gününde yaşanmaktadır. Pik seviyesinin yıl içerisinde iki defa gerçekleştiği 2008-2010 yılları arasında ilk pik seviyesi Mayıs ayının ikinci ile son 10 gününde, ikinci pik seviyesi Ekim ayının ilk 10 gününde gerçekleşmektedir. Pik seviyesinin tekrar yılda bir defaya dönüştüğü 2011-2012 yılları arasında ise maksimum seviyeye Ekim ayında ulaşıldığı dikkat çekmektedir (Şekil 5.24).

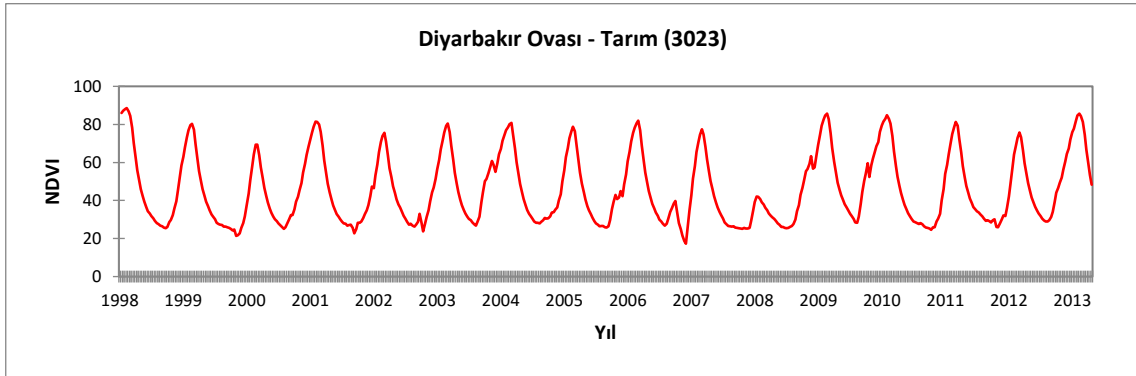


Şekil 5.24. Güneydoğu Anadolu’da Harran Ovasındaki Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Güneydoğu Anadolu bölgesindeki tarımsal alanlara örnek olarak, en az Harran ovası kadar tarımsal açıdan büyük öneme sahip (meyve, sebze ve tahıl üretiminde ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayan) Diyarbakır ovası test alanı olarak belirlenmiştir. Seçilen test alanın yükseltisi 550-650 metre arasındadır. Diyarbakır ovasından seçilen test alanının zamansal değişimi Şekil 5.25’te verilmiştir. Test alanında çalışma periyodu boyunca en yüksek NDVI değerleri 1998 yılında Mayıs ayının İkinci 10 gününden (%89); en düşük NDVI değerleri 2007 yılının Mart ayının ilk 10 gününden (%17) elde edilmiştir. Test alanındaki 1998-2013 yılları arasındaki tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değeri ise %46 olarak saptanmıştır. Aylık olarak bakıldığında NDVI değerlerinin en fazla olduğu dönem Mayıs ayının son 10 günü (%76); en düşük olduğu dönem ise Kasım ayının ikinci 10 (%28) günüdür. Mevsimsel NDVI değerleri incelendiğinde NDVI’nın en yüksek olduğu mevsim İlkbahar, en düşük mevsim ise sonbahardır. Mevsimlere göre ortalama NDVI değerleri sonbaharda %30; kış mevsiminde %35; ilkbaharda %63; yaz mevsiminde ise %51’dir. Uzun zaman periyodunda yıllık ortalama ise sonbahar mevsiminde en yüksek NDVI değeri 2011 yılında (%34), en düşük NDVI değerleri ise 2008 yılında (%27) elde edilmiştir. Kış mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2000 yılında (%26), en düşük 2000 yılında (%26) meydana gelmiştir. İlkbahar mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2013 yılında (%77), en düşük 2002 yılında (%37) meydana gelmiştir. Yaz mevsiminde NDVI değerleri en yüksek 2011 yılında (%57), en düşük 2008 yılında (%31) meydana gelmiştir.

Diyarbakır ovasındaki tarım alanlarına genel olarak bakıldığında (Şekil 5.25) NDVI değerlerinin sezon içerisindeki pik seviyeleri her yıl yaklaşık %80’lere ulaşırken, 2008 yılında ise yaklaşık %40’lık yansıma değerleri göstermiştir. Bu durumun nedeni 2008 yılında tarım alanının 2008 yılı içerisinde nadasa bırakılmasıdır. Ayrıca 2007 yılında Mart ayının ilk 10 gününde NDVI değerlerinin minimum seviyelere ulaşması, aynı tarihlerde bölgede yüksek oranda yağışların yaşanması ve buna bağlı uzun süre

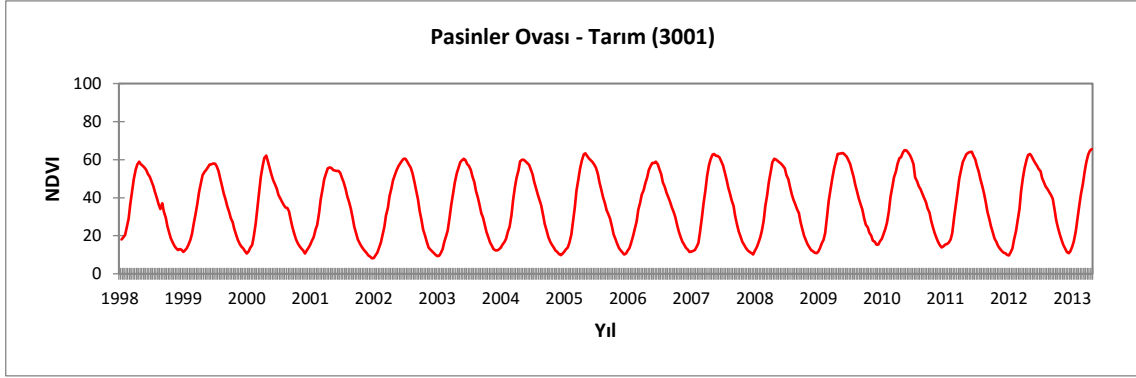
boyunca bulut örtüsü ile arazi yüzeyinin kapanması, elde edilebilecek yansımının büyük oranda engellenmesine neden olmuştur.



Şekil 5.25. Güneydoğu Anadolu’da Diyarbakır Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Doğu Anadolu bölgesinde tarımsal alanların yansıttığı NDVI değerlerini izlemek amacıyla yükseltisi yaklaşık olarak 1650-1700 metre arasındaki Pasinler ovası test alanı olarak belirlenmiş ve zaman içerisindeki değişim elde edilen uydu görüntüleri vasıtasıyla ortaya konulmuştur (Şekil 5.26). Buna göre, test alanında çalışma periyodu boyunca en yüksek NDVI değerleri 2013 yılında Temmuz ayının üçüncü 10 gününden (%66); en düşük NDVI değerleri 2002 yılının Ocak ayının ilk 10 gününden (%8) elde edilmiştir. Test alanındaki 1998-2013 yılları arasındaki tüm verilerin (10 günlük veriler için) ortalama NDVI değeri ise %35 olarak saptanmıştır. Aylık düzeyde NDVI değerlerine bakıldığında en fazla olduğu dönem Ağustos ayının ikinci 10 günü (%59); en düşük olduğu dönem ise Mart ayının ikinci 10 (%11) günüdür. Mevsimsel NDVI değerleri incelendiğinde NDVI’nin en yüksek olduğu mevsim yaz (%54), en düşük mevsim ise ilkbahardır (%16). Kış döneminde NDVI değerleri ortalaması %23, Sonbahar mevsiminde ise %50 seviyesindedir. NDVI değerlerinin en düşük olduğu yıl 2000 iken (%33); en yüksek olduğu yıl ise 2010’dur (%40).

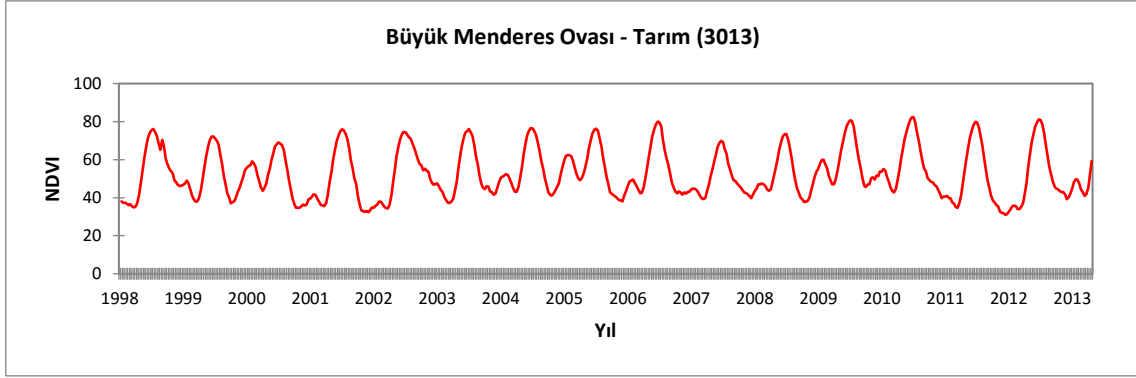
Pasinler ovasındaki tarım alanlarına genel olarak bakıldığında (Şekil 5.26) NDVI değerlerinin sezon içerisindeki pik seviyeleri yükseltinin daha düşük olduğu tarım alanlarında her yıl yaklaşık %80’lere ulaşırken, Pasinler ovasında maksimum pik seviyesi yaklaşık olarak %60 civarındadır. Minimum NDVI değerleri yine yükseltinin düşük olduğu yerlerle diğer bölgelere nazaran (Şekil 5.25) daha düşüktür. Bu durumda en büyük etkiyi yaratan bölgeye kış aylarında kar yağması ve arazi yüzeyinin kış ve ilkbahar mevsimlerinde büyük oranda bulut ile kaplı olmasıdır. Ayrıca yükseltinin düşük olması ve kuru tarım yapılan alanda bitkilerin yaşam sürelerinin daha uzun olduğunu; buna bağlı olarak, bitkilerin olgunlaşma ve hasat edilme dönemlerinin diğer bölgelerimize nazaran daha geç olduğunu söylemek mümkündür. Bölgede büyük oranda kuru tarım yapılmasına rağmen tarımsal alanların dar olmasına da bağlı olarak her yıl ürün yetiştirildiği Şekil 5.26’da açıkça görülmektedir. Pasinler ovasında NDVI değerlerinin zamansal değişimi incelendiğinde birbirine çok benzeyen ve benzer düzeyde dalgalanmaların gerçekleşmesi ve bitkinin benzer dönemlerde yaşam evresini sürdürmesi bölgedeki tarımsal ürün deseninin neredeyse her yıl aynı olduğunun en büyük göstergesidir.



Şekil 5.26. Doğu Anadolu’da Pasinler Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

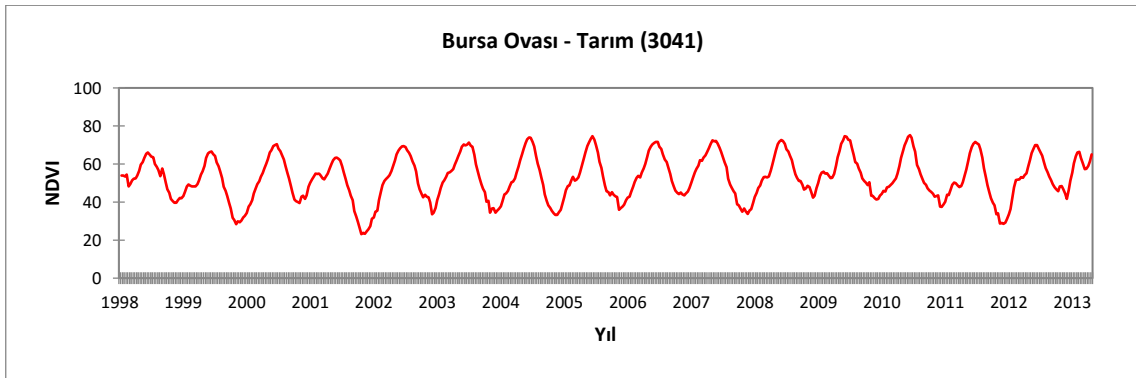
Menderes ovası test alanı olarak seçilmiştir (Şekil 5.27). Uzun zaman periyodu boyunca en yüksek NDVI değeri %82 ile 2010 yılının Ekim ayının ilk 10 gününde, en düşük 2012 yılının Mart ayının ikinci 10 gününde tespit edilmiştir. Uzun zaman periyodu boyunca ortalama NDVI değeri ise %53’tür. Aylık ortalama NDVI değerleri uzun zaman serilerinde incelendiğinde Haziran ayının ikinci 10 gününde %41 ile en düşük seviyesine ulaşırken; tarım ürünlerinin %76’lık NDVI değerleri ile Ekim ayının ilk 10 gününde maksimum seviyede yansıma değeri gösterirler. Yıllar içerisinde ise NDVI değerlerinin en yüksek gerçekleştiği yıl %58 ile 2010; en düşük olduğu yıl ise %49 ile 2002’dir. Seçilen test alanında, mevsimsel olarak fotosentetik aktivitenin en fazla yaşandığı mevsim ve buna bağlı olarak en fazla NDVI değerleri Sonbahar mevsiminde iken (%70); en düşük olduğu mevsim ise İlkbahar’dır (%45). Kış ve Yaz mevsimlerinde ise uzun zaman periyodundaki ortalama NDVI değerlerine daha yakın seviyelerde (kışın %46, yazın %51) fotosentez aktivitesinden söz edilebilir.

Şekil 5.27’te gösterilen Büyük Menderes ovasında genel olarak yıl içerisinde iki farklı dönemde NDVI değerlerinde artış gözlemlenmektedir. Bu durumun bazı yıllarda iki bazı yıllarda ise yılda sadece bir pik seviyesinin yaşanması tarımsal faaliyetlerin yıl içerisinde birden fazla ürün deseni üzerinden yapıldığı anlaşılmaktadır. Yılda iki defa tarımsal üretimin gerçekleştiği 2000, 2004, 2005, 2009 ve 2013 yıllarında iki pik seviyesi görülürken diğer yıllarda ise bariz bir şekilde yılda sadece bir ürünün elde edildiği belirlenmiştir. Türkiye’nin en batısında tarımsal aktivitenin sürdürüldüğü bu bölgede yükseltinin 0-100 metre arasında yer aldığı düşünülürse ve Doğu Anadolu’da bulunan Pasinler ovasında tarımsal üretimin yapıldığı alanlardan (1500-1750 metre) elde edilen NDVI değerleri karşılaştırıldığında Şekil 5.27’de %70’leri geçen pik seviyelerine rastlamak mümkündür.



Şekil 5.27. Ege Bölgesinde Büyük Menderes Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

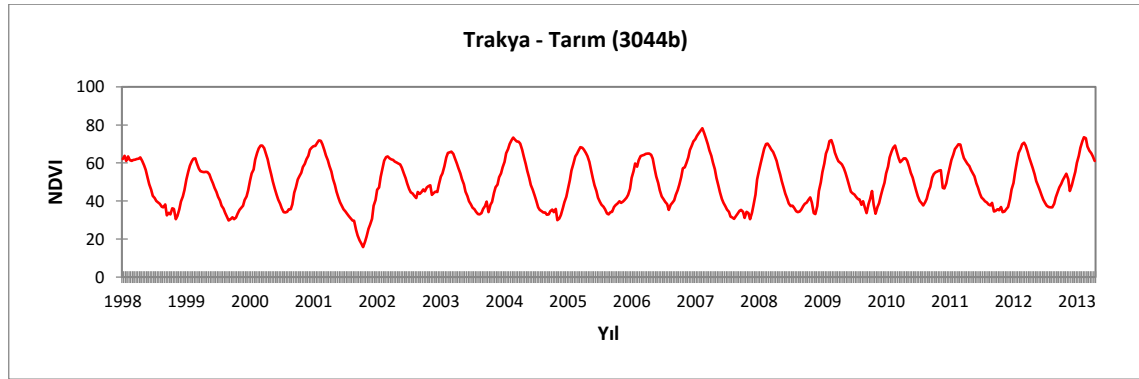
Marmara bölgesinde bulunan Bursa ovası tarımsal faaliyetlerin izlenebilmesi açısından önemli olduğu kadar, meyve, sebze ve tahıl üretimi açısından da Türkiye ekonomisinde önemli bir paya sahiptir. Test alanı olarak seçilen Bursa ovasının uzun zaman periyodunda NDVI değerlerinde gerçekleşen değişim Şekil 5.28’de ortaya konulmuştur. Buna göre uzun zaman periyodunda en yüksek NDVI değerlerinin gerçekleştiği ya da başka bir ifade ile bitki örtüsünün biokütlesinin en yüksek seviyeye ulaştığı dönem 2010 yılının Eylül ayının ikinci 10 günü (%75); en düşük biokütle aktivitesinin yaşandığı dönem ise 2002 yılının Ocak ayının üçüncü 10 günüdür (%23). Burada dikkat çeken nokta ise diğer bölgelere göre karşılaştırıldığında özellikle kış dönemlerinde kar yağışının gerçekleştiği alanlarda bu seviye daha alt seviyelerde NDVI yansımaları gösterirken, sürdürülen tarımsal aktivitenin yaşamsal faaliyetlerini sınırlandıran kar ya da don gibi hava olaylarının bölgede çalışma periyodu boyunca yaşanmadığını göstermektedir. Ayrıca Şekil 5.28 incelendiğinde yılda bir ürün üretildiği görülmektedir. Bursa ovasındaki test alanı ile Büyük Menderes ovasındaki tarımsal faaliyetlerin sürdürüldüğü test alanları birbirine yakın boylamda olmalarına ve benzer tarımsal ürünler üretilmesine rağmen bitkilerin yetiştirme evrelerinin farklı olduğu ve yansıma değerlerinin enlem farkına bağlı olarak daha farklı olduğu görülmektedir.



Şekil 5.28. Marmara Bölgesinde Bursa Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

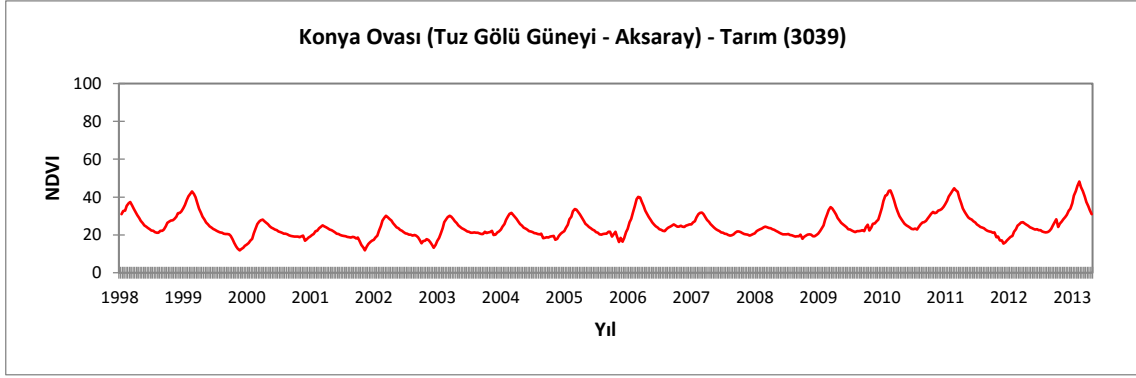
Marmara bölgesinin batısında geniş tarımsal düzlükler halinde bulunan Trakya’nın tarım alanları test alanı olarak seçilmiştir (Şekil 5.29). Uzun zaman periyodunda en yüksek fotosentez aktivitesi (NDVI) %78 ile 2007 yılının Mayıs ayının son 10 gününde; en düşük vejetatif aktivite ise %15 ile 2002 yılının Ocak ayının son 10

gününde gerçekleşmiştir. Çalışma periyodunun ortalama NDVI değeri ise %50'dir. Aylık NDVI değerleri incelendiğinde bitki örtüsünün maksimum seviyede biokütleyle ulaştığı ve fotosentez aktivitesini artırdığı dönem (aylık ortalama NDVI %68) Haziran ayının ilk 10 günüdür. Biokütleyle ulaştığı ve fotosentez aktivitesinin hiç olmadığı dönem ise Ekim ayının ikinci 10 günü ile Ocak ayının ikinci 10 günüdür. Bu dönem aynı zamanda bölgede bulutlanmanın en yüksek olduğu evreyi içermektedir. Ocak ayının son 10 gününde başlayan bitki örtüsü aktivitesi Ekim ayının ilk 10 gününe kadar sürmektedir. Uzun zaman periyodunda Şekil 5.29'daki Trakya'daki tarım alanları incelendiğinde genellikle yıl içerisinde bir defa tarımsal üretimin gerçekleştiği görülmektedir. Mevsimsel olarak bakıldığında Yaz mevsimi biokütlenin en yüksek olduğu dönem iken (%61); biokütlenin en az olduğu ya da hiç olmadığı dönem ise Kış mevsimidir (%39).



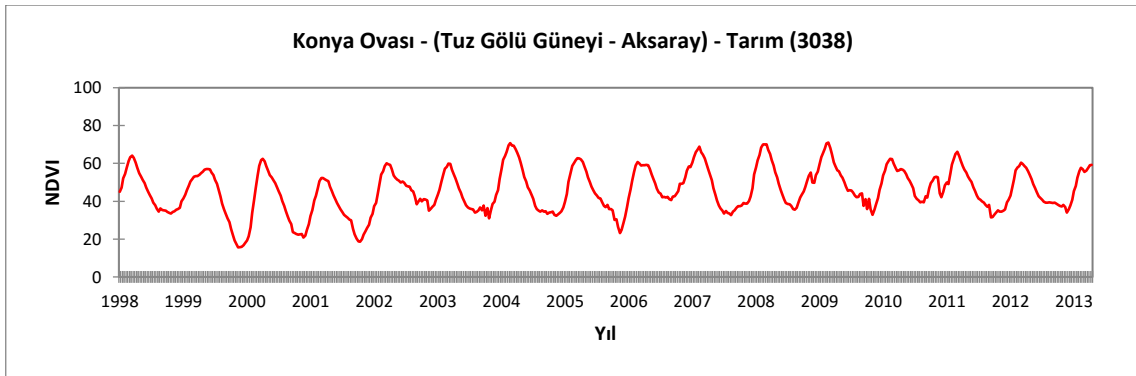
Şekil 5.29. Marmara Bölgesinde Trakya'daki Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İç Anadolu bölgesinde bulunan Tuz Gölü'nün güneyindeki kuru tarımın yapıldığı tarım alanları test alanı olarak seçilmiştir ve Şekil 5.30'da zamansal değişim gösterilmiştir. Buna göre uzun zaman periyodunda biyolojik aktivitenin diğer bölgelerdeki tarım alanlarına nazaran daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışma süresi boyunca biyolojik aktivitenin en yüksek olduğu dönem %48 NDVI değerlerinin belirlendiği 2013 yılında Mayıs ayının ikinci 10 gerçekleşirken; biyolojik aktivitenin en düşük olduğu dönem %12 ile 2000 yılının Şubat ayının son 10 günü gerçekleşmiştir. Yıl içerisinde bitkilerin yaşam süreleri aylık ölçekte oldukça düşük düzeylerde kalmaktadır. Şekil 5.30'da da görüldüğü üzere bitkilerin NDVI değerleri ortalama %25'tir. Mevsimlik olarak biokütlenin en yüksek aktivite gösterdiği dönem yaz mevsimidir. 2011 yılı ise NDVI değerlerinin en yüksek; 2000 yılı ise en düşük olduğu yıldır. Mayıs Ayının ilk 10 gününde başlayan vejetatif aktivite, Temmuz ayının ikinci 10 gününde ise tarım alanlarında hasadın başladığı görülmektedir. Tuz gölünün güneyinde bulunan kuru tarımın yapıldığı test alanı 970-1020 metre yükseltiye sahiptir.



Şekil 5.30. İç Anadolu Bölgesinde Tuz Gölü Çevresinde (Aksaray) Tarım Alanlarının (Kuru Tarım) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

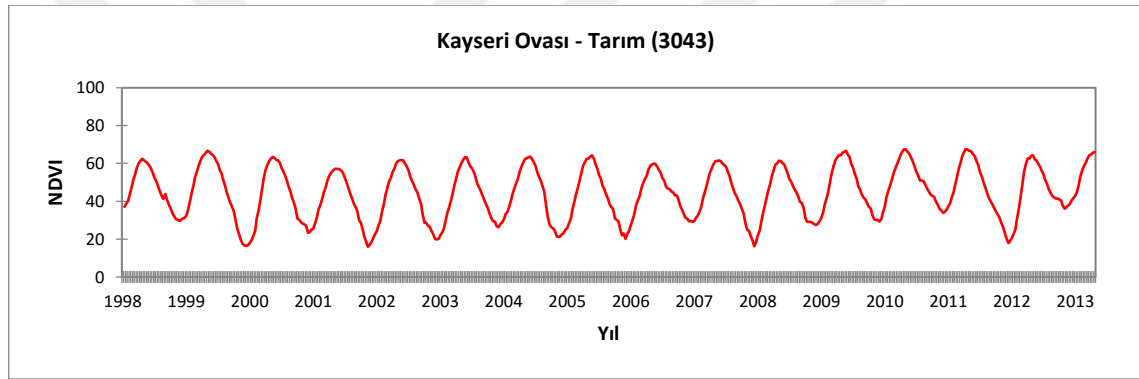
Şekil 5.30’da Tuz Gölü çevresinde bulunan Aksaray’daki kuru tarım arazilerinin zamansal değişimi anlatılmıştır. Buranın hemen kuzeyindeki sulu tarım alanlarının zamansal değişimi ise Şekil 5.31’de gösterilmiştir. Bu bulgulara göre, sulu tarım yapılan arazinin biokütle üretimi kuru tarım alanına istinaden daha yüksek sevide NDVI değerleri üretmiştir. Uzun zaman periyodunda sulu tarım yapılan arazide ortalama NDVI değerinin %45 olduğu düşünülürse kuru tarım alanına komşu bu alanın iki kat daha fazla biokütle ürettiğinden bahsedilebilir. Seçilen test alanında en yüksek biokütle üretimi (%71) 2009 yılının Haziran ayının ilk 10 gününde, en düşük biokütle üretimi (%16) ise 2000 yılının Şubat ayının son günlerinde meydana gelmiştir. Bölgedeki tarım alanlarındaki vejetatif aktivite Nisan ayının ilk 10 gününde başlarken Haziran ayının ikinci 10 gününde maksimum seviyeye ulaşmakta, Ekim ayının ikinci 10 gününde bitkiler hasat dönemine girmektedir. Yaz mevsiminde biokütle maksimum seviyeye ulaşırken, kar ve bulut örtüsünün etkisi ve bu dönemde toprakta ürünlerin henüz çimlenmemiş olması nedeniyle en düşük seviyede yansıma düzeyine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 5.31. İç Anadolu Bölgesinde Tuz Gölü Çevresinde (Aksaray) Tarım Alanlarının (Sulu Tarım) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İç Anadolu bölgesinde Kayseri ovasında yetiştirilen tahıl ürünlerinin bulunduğu sulu tarım alanları test alanı olarak seçilmiştir. Buna göre elde edilen zamansal değişim Şekil 5.32’de gösterilmiştir. Seçilen test alanında yıllar arasındaki farklılığın çok fazla olmadığı ve bitkilerin her yıl düzenli şekilde, birbirine benzer yansı değerleri gösterdiği görülmektedir. Bu durum, her yıl benzer türlerde tarımsal bitkilerin ekildiğini ve bu bitkilerinde yetiştirme ve hasat dönemlerinin birbirlerine paralel oldukları görülmektedir. Ayrıca zamansal değişime bağlı olarak gerçekleşen dalgalanmaların yılda bir kez

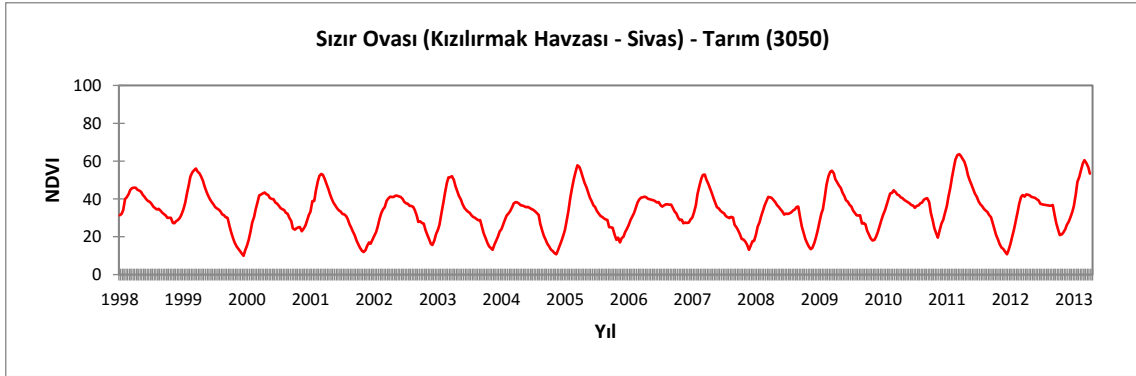
maksimum seviyeye ulaşması yıl içerisinde tek tarım ürününün yetiştirildiği göstermektedir. Ayrıca, bu Şekil 5.32’de Kayseri ovasındaki tarım arazilerinin nadasa bırakılmadığı görülmüştür. Elde edilen zamansal değişim sonuçlarına göre, uzun zaman periyodunda maksimum dönemler Ağustos ayının ilk 10 gününde meydana gelirken yaz aylarının da en fazla biokütle üretimin gerçekleştiği mevsim olduğunu görürüz. Kış ve ilkbahar ayları ise gerek kar yağışları, gerekse bulutluluğun etkisiyle en düşük yansımaların elde edildiği dönemlerdir. Ayrıca seçilen test alanında 2009 yılı ve sonrasında bitkilerin yaşam dönemlerinin daha da uzun olduğunu ve biokütle üretimlerinin de daha yüksek gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Mayıs ayının ilk 10 gününde başlayan tarımsal aktivite, genel anlamda Kasım ayına kadar sürmektedir. Test alanında çalışma periyodu boyunca en düşük yansıma ise genel anlamda Mart ayı içerisinde, yani kar yağışının bölgede en fazla meydana geldiği döneme denk etmektedir. Bitki örtüsünün ekstrem değerlere ulaştığı maksimum dönem %68 ile 2011 yılının Temmuz ayının ikinci 10 günü iken, en düşük dönem %16 ile 2002 yılının Şubat ayının ikinci 10 günüdür.



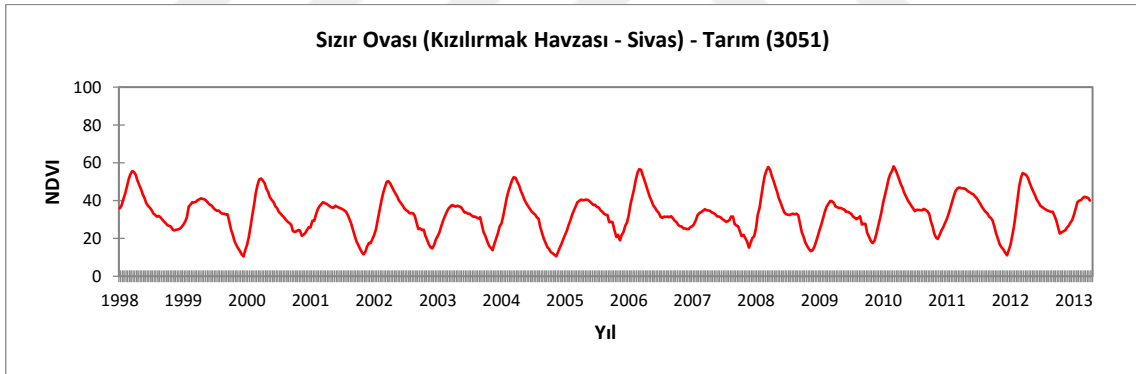
Şekil 5.32. İç Anadolu Bölgesinde Kayseri Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Kurak bölgelerde yetişen bitkiler her ne kadar belirli oranda kuraklığın etkilerini tolere etse de, özellikle İç Anadolu Bölgesi gibi yerlerde kuraklık geniş alanlarda etkili olur ve uzun süreli olarak da devam eder. İç Anadolu bölgesinde Kızılırmak havzası içerisinde bulunan Sızır ovası yıllar içerisinde tarımsal aktivitenin ne denli iklimsel değişimlere bağlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, birinci yıl ekilen tarım ürünü ertesi yıl arazinin nem kapasitesini yeniden kazanabilmek ve buna bağlı verimliliği artırabilmek amacıyla günümüzdeki teknolojik gelişmelere rağmen nadasa bırakılmaktadır. Tarım alanlarının küçük ve parçalı olması elde edilen ürünlerin ekonomik getirisini azaltması ve tarımsal verimliliği artırmaya yönelik çalışmaların elde edilen tarımsal ürünün ekonomik getirisinden daha fazla olması nedeni de nadasa bırakmanın ekonomik açıdan gerekliliğini anlatmaktadır. Zamansal değişim içerisinde nadasa bırakılan alanların ortaya konulması amacıyla seçilen test alanına ait grafik Şekil 5.33 ve Şekil 5.34’te gösterilmiştir. Tarımsal üretim üzerinde çevresel faktörlerinin etkinliği olduğu kadar insan faktörünün de etkisi unutulmamalıdır. Kızılırmak havzası içerisinde bulunan Sızır ovası yaklaşık olarak 1350-1470 metre yükseltiye sahiptir. Şekil 5.33 ve Şekil 5.34’de birbirine komşu iki tarımsal alan ele alınmıştır. Buna göre, Şekil 5.33’te 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010 ve 2012 yılları tarımsal alanların nadasa bırakıldığı dönemlere işaret ederken; Şekil 5.34’te 1999, 2001, 2003, 2005, 2007,

2009, 2011 ve 2013 yılları nadasa bırakılan dönemleri işaret eder. Diğer yıllarda ise %40 geçen NDVI değerleri tarımsal aktivitenin varlığını yani seçilen test alanı içerisinde tarımsal ürün yetiştirildiğini anlatır. Burada değinilmesi gereken nokta ise birbirine komşu iki alanda farklı dönemlerde insanlar tarafından tarımsal aktivite gerçekleştirilirken; insanlar bir yıl bir bölgede ekip-biçme faaliyetlerini gerçekleştirirken, aynı yıl içerisinde diğer bölgedeki tarım arazisini nadasa bırakmaktadır. Ayrıca yükseltinin ve iklim faktörlerinin etkisiyle bölgede vejetasyon süresinin oldukça kısa olduğu ve NDVI değerlerinin Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki tarım alanlarına nazaran daha düşük seviyede yansıma özellikleri gösterdiği belirlenmiştir.



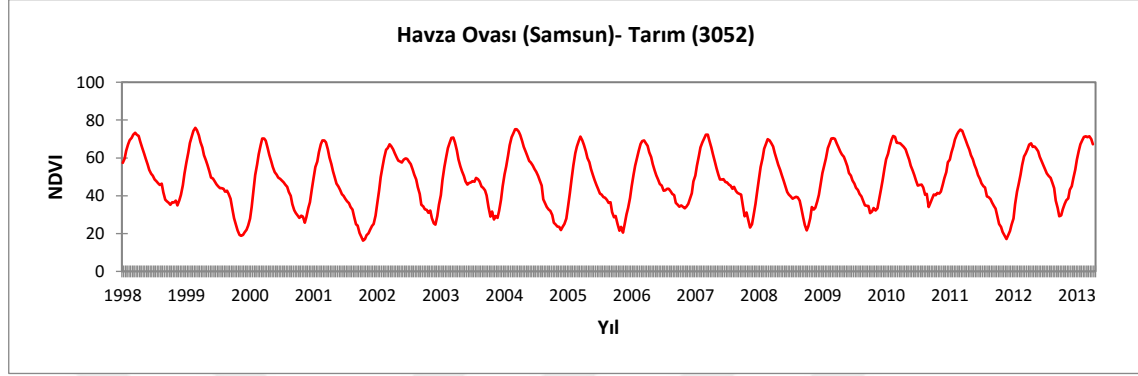
Şekil 5.33. İç Anadolu Bölgesinde Sızır Ovasında (Kızılırmak Havzası - Sivas) Tarım Alanlarının (Nadas – Çift Yıllar) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)



Şekil 5.34. İç Anadolu Bölgesinde Sızır Ovasında (Kızılırmak Havzası - Sivas) Tarım Alanlarının (Nadas – Çift Yıllar) NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Karadeniz bölgesi geniş tarımsal alanların 1 km'lik mekânsal çözünürlüğe sahip uydular ile görüntülenmesi ve analiz edilmesi açısından büyük bir problem oluşturmaktadır. Karadeniz bölgesi arazisinde orman, yerleşme ve tarım gibi alanların birbirine çok yakın olması ve karışık şekilde bulunması geniş alanları tarayabilen uydu sistemlerinde arazi deseninin ayırt edilmesinde önemli sorun oluşturur. Bu nedenle Karadeniz bölgesinden saf tarım arazilerinin elde edilmesi oldukça sınırlıdır. Karadeniz bölgesindeki tarım arazilerinin zaman içerisindeki değişimini belirlemek amacıyla Samsun'un Havza ilçesinde bulunan tarım arazileri test alanı olarak seçilmiş ve zamansal değişim Şekil 5.35'te gösterilmiştir. Uzun zaman periyodunda bitki örtüsünün ekstrem seviyeye ulaştığı dönemler belirlenmiştir. Buna göre NDVI değerlerinin en yüksek seviyeye ulaştığı dönem (NDVI değeri %76) 1999 yılının Haziran ayının ikinci 10 günü; en düşük seviyeye ulaştığı dönem (NDVI değeri %16) ise 2002 yılının Şubat ayının ilk

10 günüdür. Aylık olarak biokütlenin maksimum değerlere ulaştığı dönem ise uzun zaman periyodunda %70 NDVI yansıma değerlerine ulaşılan Haziran ayının son 10 günü iken, en düşük seviyeye ulaşılan ay ise %28 oranında NDVI yansıma değerine sahip Mart ayının ilk 10 günüdür. Seçilen test alanında vejetasyon Nisan ayında başlarken yaz aylarında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır ve tarımsal aktivite Aralık ayına kadar devam etmektedir.



Şekil 5.35. Karadeniz Bölgesinde Havza Ovasında (Samsun) Tarım Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

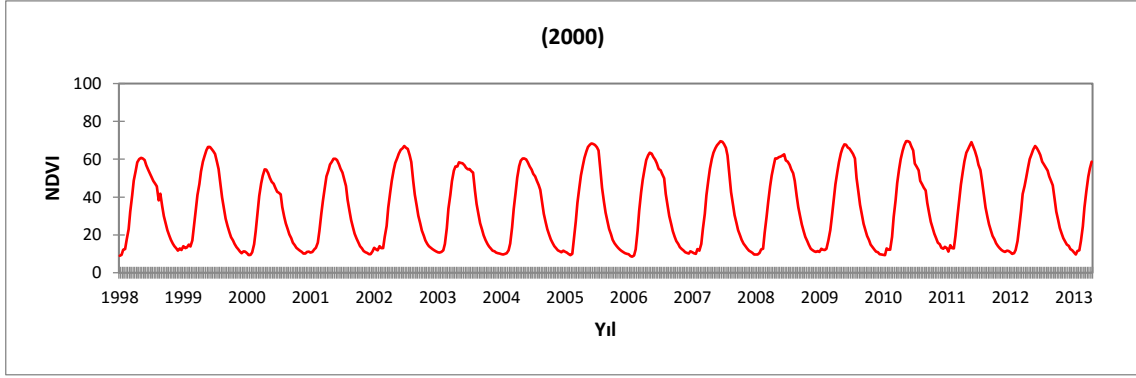
5.2.3. Çayır ve Mera Alanlarının Zamansal

Mera ve çayır alanları doğal vejetasyon içerisinde bitki çeşitliliğinin yanı sıra habitat çeşitliliğinin de fazla olduğu alanlardır. Mera ve çayır gibi alanlardaki fauna ve flora alemleri çevresel etkenlere karşı oldukça hassastır. Çayır ve mera alanlarının içerisindeki unsurlar (bitki türleri ve diğer canlılar) çevresel faktörlerden kısa sürede etkilenmektedir ve çok kısa sürede tepki gösterirler. Bu nedenle mera ve çayır alanlarına *kırılğan* ya da *çok hassas ekolojik platformlar* demek yanlış olmayacaktır.

Ülkemizde kamu kurum ve kuruluşlarının desteklediği mera ve çayır alanlarının ıslah edilmesine yönelik çalışmalar yeterli düzeyde değildir ya da bu alanların korunmasının gerekliliğinin farkındalığı henüz oluşmamıştır. Özellikle step vejetasyonunun geniş alanlar kapladığı ülkemizde, bu tür koruma ve ıslah çalışmalarını ekolojik olarak getiri sağladığı kadar ekonomik olarak da getiri sağlayacaktır.

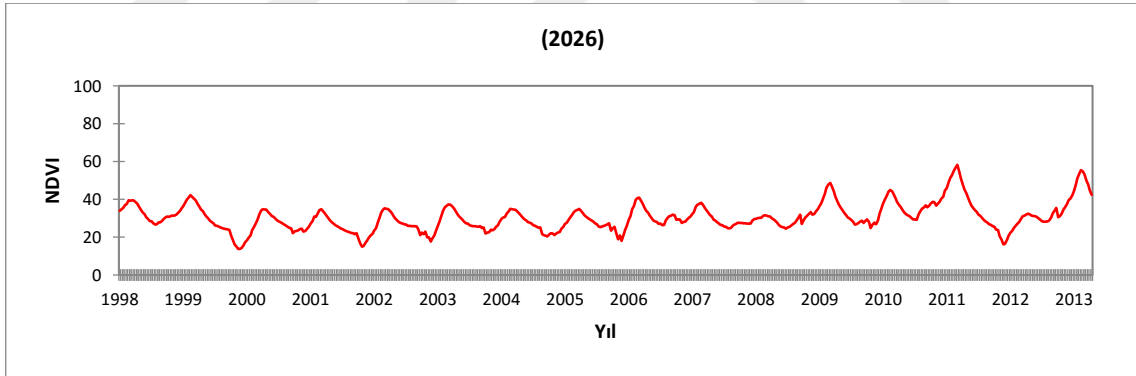
Mera alanlarının zamansal değişiminin belirlenmesi amacıyla çalışma alanının farklı yerlerinden (7 bölgeden) mera ve çayır alanı olarak örnek test alanları seçilmiştir. Böylece mera ve çayır alanlarındaki vejetasyonun hangi dönem ve periyotlarda nasıl tepki verdiği ölçülmeye çalışılmıştır.

Doğu Anadolu bölgesi çayır ve mera alanlarındaki türlerin biyolojik aktivitesinin en yüksek olduğu bölgemizdir. Doğu Anadolu bölgesinde 2500-2550 metre yükseltiden seçilen çayır alanının zamansal değişimi Şekil 5.36'da verilmiştir. Test alanına ait NDVI değerleri uzun zaman periyodunda izlendiğinde biokütlenin maksimum seviyeye ulaştığı dönem (NDVI değeri %63) Eylül ayının ilk 10 günüdür. Yıl içerisinde NDVI değerlerinin %60'lara ulaşması biyolojik aktivitenin bir çayır alanına göre oldukça yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.



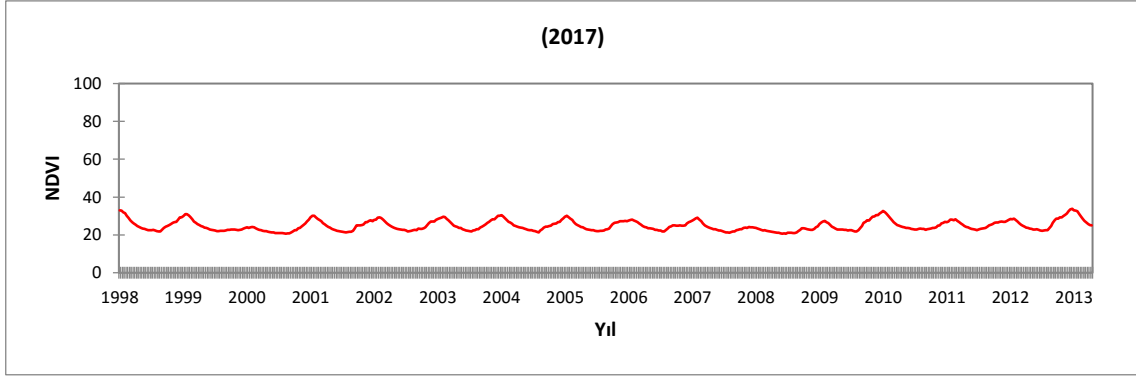
Şekil 5.36. Doğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İç Anadolu bölgesinde çayır ve mera alanları oldukça fazla yer kaplar. İç Anadolu bölgesinde test alanı olarak seçilen mera alanı Hasan dağı eteklerinden, yağış değerlerinin oldukça düşük olduğu, yaklaşık 1000 metre yükseltiye sahip araziden seçilmiştir ve seçilen mera alanının zamansal değişimi Şekil 5.37’de gösterilmiştir. Test alanına ait NDVI değerleri uzun zaman periyodunda izlendiğinde biokütlenin maksimum seviyeye ulaştığı dönem (NDVI değeri %58) 2011 yılının Haziran ayının ikinci 10 günüdür. Şekil 5.37 incelendiğinde bitki örtüsünün yıl içerisinde oldukça kısa sürede vejetatif devresini tamamladığı ve Doğu Anadolu bölgesindeki çayır alanlarına nazaran daha düşük seviyede biokütle ürettiği belirlenmiştir. İç Anadolu bölgesinden seçilen test alanında yıl içerisindeki en yüksek biokütleyle Mayıs ayı sonu ile Haziran ayı başında rastlanmaktadır.



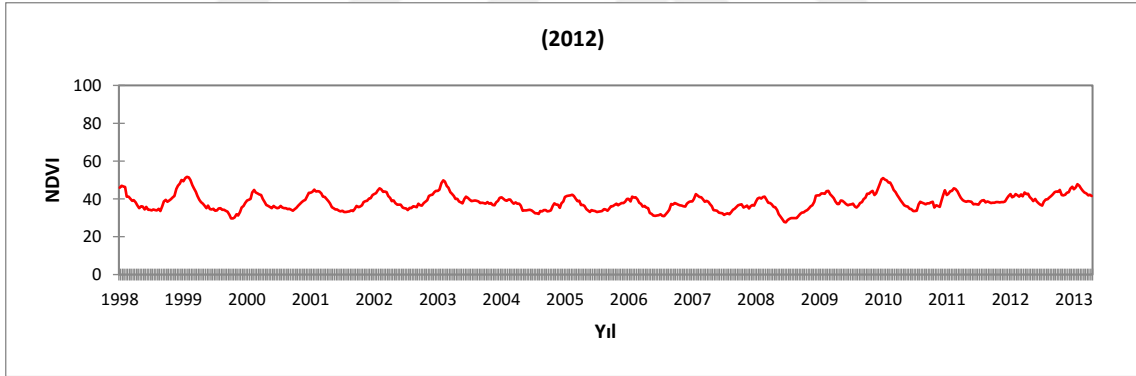
Şekil 5.37. İç Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Güneydoğu Anadolu bölgesinde mera alanları daha çok küçükbaş hayvancılık için önemlidir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde test alanı olarak seçilen mera alanı Harran ovası çevresinden seçilmiştir. Bölgede yağış değerlerinin oldukça düşüktür. Yükselti 550-600 metre arasındadır. Seçilen mera alanının zamansal değişimi Şekil 5.38’de gösterilmiştir. Test alanına ait NDVI değerleri uzun zaman periyodunda izlendiğinde biokütlenin maksimum seviyeye ulaştığı dönem (NDVI değeri %33) 2013 yılının Nisan ayının ilk 10 günüdür. Şekil 5.38 incelendiğinde NDVI değerlerinin oldukça düşük olması, bitki örtüsünün yıl içerisinde oldukça kısa sürede vejetatif devresini tamamladığı ve biokütlenin oldukça cılız bitki türlerinden oluştuğu görülmektedir. Güneydoğu Anadolu bölgesinden seçilen test alanında yıl içerisindeki en yüksek biokütleyle Nisan ayında meydana gelmektedir.



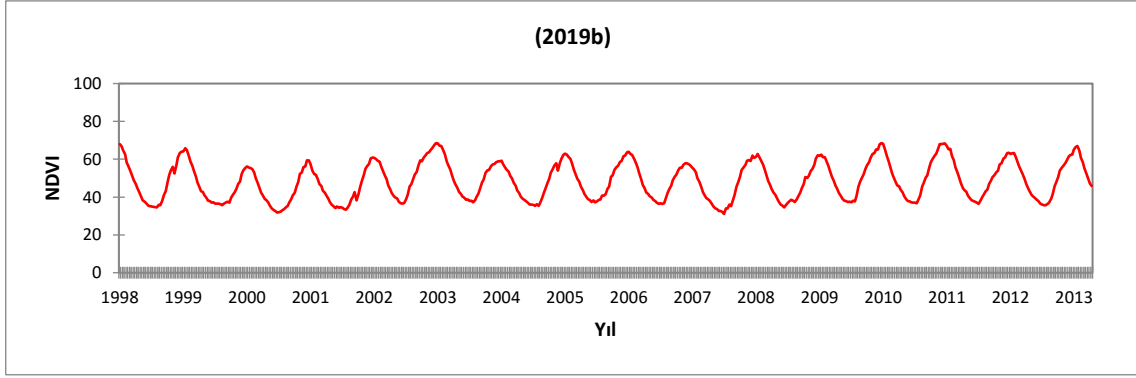
Şekil 5.38. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Akdeniz bölgesinden seçilen mera alanının zamansal değişimi Şekil 5.39’da gösterilmiştir. Akdeniz bölgesindeki mera alanlarında biyolojik aktivitenin Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgesine göre daha yüksek değerlere sahiptir. Bu durum bölgenin sıcaklık değerlerinin ve iklim koşullarının diğer bölgelere nazaran nemli olmasından kaynaklanmaktadır. Bölgeye düşen yağış oranı ile bu durum yakından ilintilidir. Vejetasyonun diğer bölgelerdeki mera alanlarına oranla daha uzun sürdüğü görülmektedir. Bitki örtüsü Mart ve Temmuz ayları arasında biyolojik aktivitesini yüksek oranda sürdürmektedir.



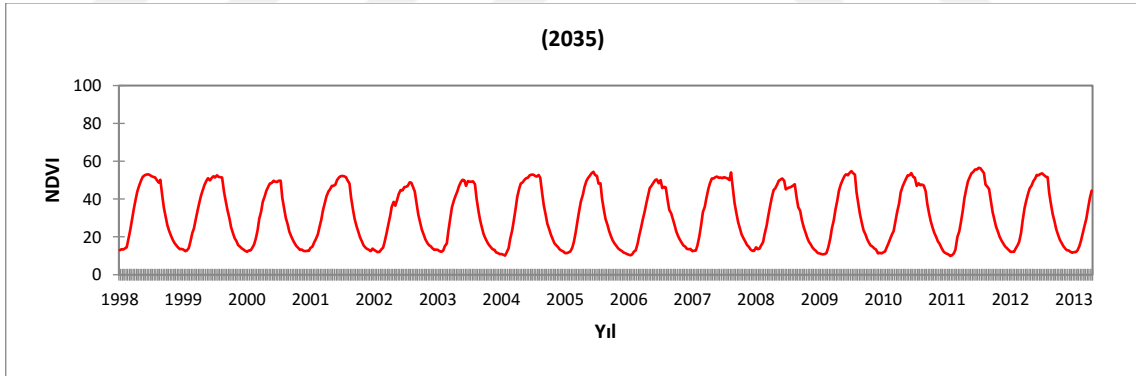
Şekil 5.39. Akdeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Ege bölgesi çayır ve mera alanı bakımından diğer bölgelerimize nazaran fakir bölgelerimizdendir. Bunun başlıca sebebi, bölgenin yükseltisinin çok yüksek olmaması ve çoğunlukla arazinin tarım alanı olarak kullanılması bunda temel sebeptir. Ege bölgesinden seçilen mera alanı Şekil 5.40’da gösterilmiştir. Şekilde, bölgedeki mera alanlarının oldukça yüksek NDVI değerlerine sahip olduğunu ve yılın büyük bölümünde de vejetatif aktivitenin sürdüğünü göstermektedir. Kasım ayı itibari ile yeşillenmeye başlayan meralar Mart, Nisan ve Mayıs aylarında maksimum düzeyde biyolojik aktivite sürdürürken yazın başlayan sıcak hava ve yağışın azalmasına bağlı olarak biyolojik aktivite yavaşlamaktadır.



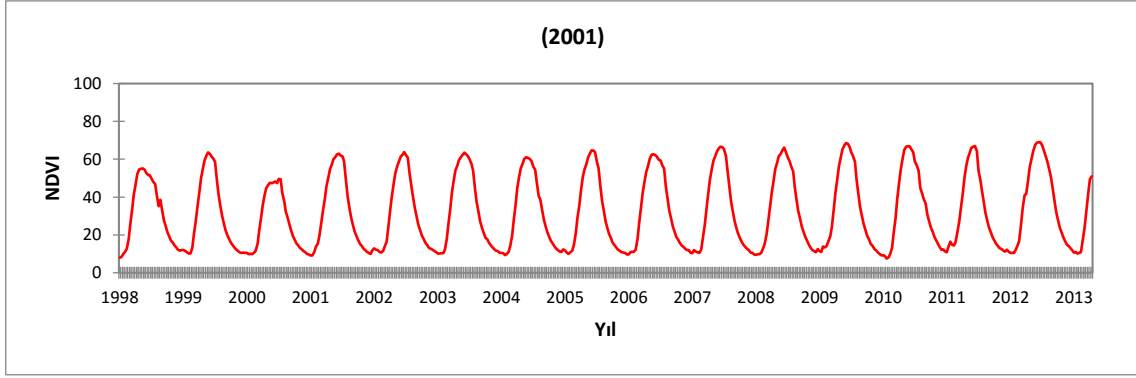
Şekil 5.40. Ege Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Marmara bölgesi mera ve çayır alanlarının en az düzeyde yer kapladığı bölgemizdir. Bölgenin büyük bir çoğunluğunda mera alanlarında tarım faaliyetlerinin sürdürülebilmesi nedeniyle mera alanları tahrip edilmiştir. Uludağ zirvesinden seçilen çayır arazileri test alanı olarak seçilmiştir ve seçilen alanın vejetasyon aktivitelerinin zamansal değişimini gösteren NDVI değerleri Şekil 5.41’de gösterilmiştir. Buna göre, NDVI değerlerinin %50’nin üzerinde maksimum değerlere ulaştığı görülür. Bu durum biokütlenin oldukça fazla olduğunun göstergesidir. Ancak seçilen test alanının 2000 metre yükseltiye sahip olması vejetatif evreyi kısaltmış ve kış dönemlerinde kar yağışları nedeniyle NDVI değerleri oldukça düşük seviyelerde izlemiştir. Uludağ zirvesindeki çayır alanları karların geç erimesine bağlı olarak oldukça geç vejetasyona başlamış ve Ağustos-Kasım ayları arasında vejetasyon yüksek oranda aktivitesini sürdürmüştür.



Şekil 5.41. Marmara Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Karadeniz bölgesinden seçilen çayır alanına ait NDVI değerlerinin zamansal değişimi Şekil 5.42’de verilmiştir. Seçilen test alanı yaklaşık 2900 metre yükseltiye sahiptir. Ağustos ve Ekim ayları arasında NDVI değerlerinin %60-70 kısa sürede seviyelerine ulaşması çayır alanındaki bitkilerin biokütlelerinin Temmuz-Ağustos aylarında yetiştirme döneminin çok hızlı gerçekleştiğini ve sıcaklıkların bölgede büyük oranda azalış göstermesiyle kısa sürede vejetasyonun varlığını tamamladığı görülür.



Şekil 5.42. Karadeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

5.3. NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki

Yeryüzünde bitki örtüsünün mekânsal dağılımı atmosferik, hidrolojik, iklimik, topografik vb. birçok parametre ile doğrudan ya da yakından yeryüzü-atmosfer enerji dengesi içerisinde bir ilişkiye sahiptir (Aslan vd., 1994). Bitki örtüsü atmosfer ve litosfer arasında enerjinin birbiri arasında taşınmasında önemli rol oynayan etmenlerden biridir. Bitkilerin fotosentez yapması ve bitkide gerçekleşen evapotranspirasyon enerji taşınımında etkin faktörlerdendir. Bitki ve iklim arasındaki ilişkilerin anlaşılabilmesi için belirli teknik ve modellerle bu karmaşık ilişki anlamlandırılmaya çalışılmaktadır. Çeşitli araştırmalarda bitki örtüsü ile iklim arasındaki ilişkilerin yüksek olduğu saptanmıştır (Henderson-Seller, 1990; Deblonde ve Cihlar, 1993; Davenport ve Nicholson, 1993; Karabulut, 2002, 2006; Kogan ve Guo, 2011; Göksu vd, 2015; Karabulut vd., 2015).

Bitki örtüsünün iklim ile modellenmesi, meteoroloji istasyonlarının bölgesel olarak alanı temsil etmesi ya da yerel ya da küresel ölçekte meteoroloji istasyon ağının sık olmaması, aradaki ilişkinin kurulması ve tahmin modellerinin oluşturulmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle Türkiye gibi kısa mesafede iklim özelliklerinin farklılık gösterdiği coğrafyalarda meteoroloji istasyonlarının sayısının az olması ya da günlük veri kaydının tutulmaması bitkinin ekolojisini etkileyen iklim faktörleri ile aradaki ilişkisinin belirlenmesini zorlaştırmaktadır.

Bitki örtüsünün haritalanması bitkilerin mekânsal dağılışının belirlenmesi, peyzajın ortaya konulması ve bitki ekosistemlerinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Bitki örtüsünün zaman içerisindeki değişimi ve diğer birçok parametreyle olan bağlantısının saptanması bitki davranışlarının belirlenmesinde etkin rol oynar. Vegetasyonun karakterini etkileyen fizyolojik, biyolojik ve çevresel faktörlerin birden çok parametreyle ilişkilendirilmesi karmaşık bir yapıya sahip bitki ekolojisinin anlamlandırılmasına büyük katkı sağlar.

Vegetasyon çalışmalarında geçmişten günümüze kadar çeşitli yaklaşımlar ve metotlar izlenerek bitki örtüsünün fenolojisi, habitatı ve ekolojisi incelenmiştir. Geçmiş dönemlerde bitki örtüsüyle ilgili çalışmalar dünya literatüründe *klasik yaklaşım* olarak adlandırılan araziye gidilerek örneklemelerin toplandığı veya arazide bitki örtüsünün gelişiminin görsel olarak gözlemlendiği yöntemler, 1980'lerden sonra yerini büyük oranda Uzaktan Algılama verileriyle parametrelerin elde edildiği *modern yaklaşımlara* bırakmıştır. Özellikle 1980 sonrası görüntü alınmaya başlanan AVHRR sensörü

sayesinde bitki çalışmaları yeni bir boyut kazanmıştır. Zaman içerisinde bitki örtüsünün değişimi izlenebildiği gibi, aynı zamanda da ulaşılması zor yerlerden de bitki örtüsüyle ilgili bilgilen toplanması kolaylaşmıştır. Uydu sistemlerinin gelişmesi ile sadece bitki örtüsünün gözlemlenmesine yönelik VGT gibi sensörlerde 1998'den itibaren görüntü almaya başlamıştır. Uydu görüntülerinin sayısal halde olması ve standart olarak toplanması arazide yapılan çalışmalara nazaran daha analiz edilmesi kolay ve daha doğru bilgiler sağlamıştır. Ancak AVHRR ve VGT gibi sensörlerin mekânsal çözünürlüklerinin düşük olması daha küçük (yerel) karakterdeki bitkilerin özelliklerinin ortaya konulmasında dezavantaj sağlamaktadır. Bu nedenle uydu görüntülerinden elde edilen verilerin doğruluklarının test edilmesi ya da daha detaylı parametrelerin ölçülmesi amacıyla yersel ölçümler ile Uzaktan Algılama verilerinin entegrasyonu bu aşamada önem kazanmaktadır.

Bitkiler çevresel faktörlerin etkilerine anında tepki göstermezler. Bu nedenle çevresel faktörlerin etkileri belki birkaç dakika, birkaç saat, gün, ay, yıl ya da birkaç yılı bulan zaman sonrasında bu etkiyi yaşarlar. Bu etki bitki üzerinde geçici süreliğine stres oluşturabildiği gibi kalıcı ya da bitkinin yaşamını ve alanını kısıtlayıcı bir duruma da dönüşebilmektedir. Türkiye'nin birçok yerinden test alanı olarak seçilen orman alanlarının zamansal değişimini daha önce bu çalışma içerisinde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Bu bölümde ise bitkilerin iklim faktörlerinden birisi olan yağışa ne kadar sürede tepki verdikleri saptanmaya çalışılmıştır.

Farklı bitki formasyonları ve farklı türler arasındaki NDVI değerleri ile yağış değerleri arasındaki ilişkinin ortaya konulabilmesi için, iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü ölçmek amacıyla korelasyon analizleri kullanılmıştır. Tüm çalışma periyodu boyunca meydana gelen 10'ar günlük yağışlar ile NDVI değerleri arasında birçok tür için bir ilişki bulunamamıştır. Bu durum, bitki indekslerinin hesaplandığı dönem ile 10 gün içerisinde ölçülen yağışların bitkiye henüz ulaşmadığını ve yağışların bitkiyi etkileyebilmesi için aradan belirli bir sürenin geçmesi gerekliliğinin göstergesidir. Bu nedenle, NDVI değerlerinin hesaplandığı periyot ile düşen yağışa ek olarak daha önceki zaman dilimlerinde meydana gelen kümülatif yağış değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu çalışmada, 10 günlük NDVI değerlerinin 10 günlük toplam yağışlar ve 10'ar günlük (sırasıyla 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360 günlük) kümülatif yağış değerlerine vermiş olduğu tepkiyi belirlemek için Pearson metoduna göre korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, en son NDVI değerlerinin (Temmuz 2013) hesaplandığı tarihten itibaren geriye yönelik kümülatif yağışlar hesaplanmıştır.

Bitki örtüsünün spektral yansımalarının incelenmesi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar, bitki örtüsünün yağışa hemen tepki vermediğini ve yaklaşık 1 ve ya 2 ay sonra daha güçlü bir etki ile bitkinin tepki verdiğini ortaya koymuştur (Davenport ve Nicholson, 1993; Eklundh, 1998; Karabulut, 2003; Çelik ve Karabulut, 2013). Bu çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmış olup farklı bitki formasyonları ve türleri üzerinde bitkilerin yağış faktörüne vermiş oldukları tepki ölçülmüştür.

Tezin bu bölümünde VGT sensöründen elde edilen sayısal uydu verilerinin S10 bileşke NDVI değerleri kullanılarak yağış ile farklı karakterlerde ve desenlerdeki arazi yüzeylerinin (orman, mera ve tarım) arasındaki ilişki elde edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca

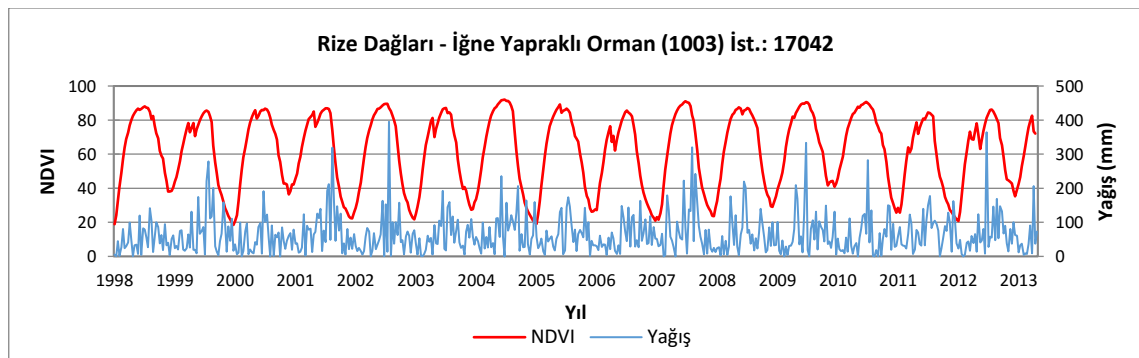
arazi yüzeyinden örneklem olarak seçilen NDVI değerleri ile yağış verileri arasındaki lineer ilişkiler saptanmıştır.

Orman, tarım, çayır ve mera alanlarından test alanı olarak seçilen yerlere kodlar verilmiştir. Orman, tarım, çayır ve mera örneklem alanlarına ait verilen kodlar ve meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler Ek'te yer almaktadır. Ayrıca test alanlarının lokasyonları harita üzerinde gösterilmiştir.

5.3.1. Orman Örtüsü NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki

Farklı bölgelerden seçilen orman alanlarına ait test alanları belirlenmiştir. Seçilen test alanları birbirinden farklı eğim, bakı, yükselti, iklim karakteri, jeoloji, jeomorfoloji ve toprak yapısına sahiptir. Bu faktörlerin bitki örtüsünün gelişimi üzerine olan etkilerini çalışmak bitkilerin fizyolojik ve biyolojik karakterlerinin ne derece çevresel faktörlerden etkilendiğini elde etmek canlı yaşamı için önemli bir paya sahiptir. Ancak, bitki ekosistemlerinin karmaşık yapısı ve birçok faktörün bitki ekolojisi üzerinde etkili olması, bitki yaşamını etkileyen faktörlerin tek tek ya da bir kaçının ele alınarak incelenmesini mümkün kılmaktadır. Ebetteki teknolojinin ilerlemesi ile günümüzde ekosistemlere olan bakış açısını büyük oranda değiştirmiş ve bitki yaşamına ilişkin yeni parametrelerin ölçülebilmesi ve analiz edilmesi bu sayede daha da mümkün hale gelmiştir. Son yıllarda bu teknolojilerin Uzaktan Algılama yöntemleri ile uydu sistemleri ya da hava araçları ile verilerin elde ediliyor olması, bitki ekolojisinin de anlaşılmasını kolaylaştırdığı gibi aynı zamanda hızlandırmaktadır.

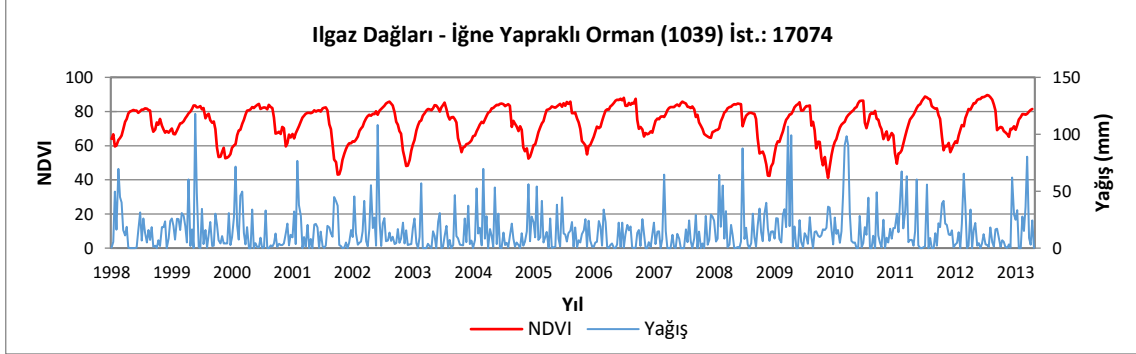
Doğu Karadeniz'den test alanı olarak seçilen Rize dağlarının yağışa verdiği tepki Şekil 5.43'te gösterilmiştir (1003). Test alanına ait NDVI ve 10 günlük yağış değerlerinin uzun zaman periyodundaki değişim Şekil 5.43'te verilmiştir. Rize dağlarından seçilen test alanı istatistiklerine göre 10 günlük NDVI değerleri ile test alanına en yakın (Meteoroloji İstasyon Kodu: 17042 - Hopa) meteoroloji istasyonunun bir yıl içerisindeki yağış değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmemiştir. Bu durum bölgedeki orman alanları ile meteoroloji istasyonunun yağış verileri arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkinin olmadığını göstermektedir.



Şekil 5.43. Doğu Karadeniz Bölgesinde Rize Dağlarındaki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ve 10 Günlük Yağış Verilerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

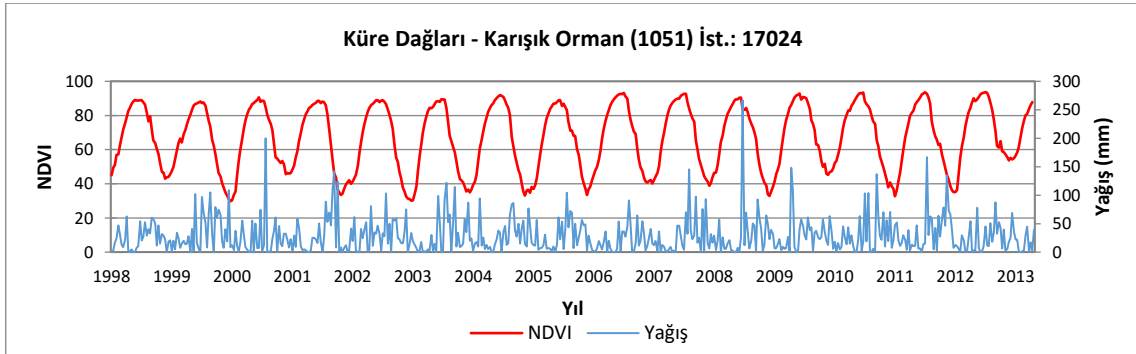
Orta Karadeniz bölümünde yer alan Ilgaz dağı eteklerindeki iğne yapraklı orman alanları test alanı olarak seçilmiş ve yağışa verdiği tepki Tablo 5.3'te gösterilmiştir (1039). Test alanına ait NDVI ve 10 günlük yağış değerlerinin uzun zaman periyodundaki değişimi Şekil 5.44'te verilmiştir. Ilgaz dağlarından seçilen test alanı istatistiklerine göre 10 günlük NDVI değerleri ile test alanına en yakın meteoroloji istasyonuna ait yağış

verileri (17074 - Kastamonu) arasında istatistiksel olarak 50 gün önceki yağışlardan itibaren anlamlılık tespit edilmiştir. NDVI değerleri ile yağış değerleri arasındaki en güçlü ilişki 120 gün önce meydana gelen yağışlarla ilişkili bulunmuştur (%99 güven aralığında, $r = 0,25$).



Şekil 5.44. Orta Karadeniz Bölgesinde Ilgaz Dağlarındaki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ve 10 Günlük Yağış Verilerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

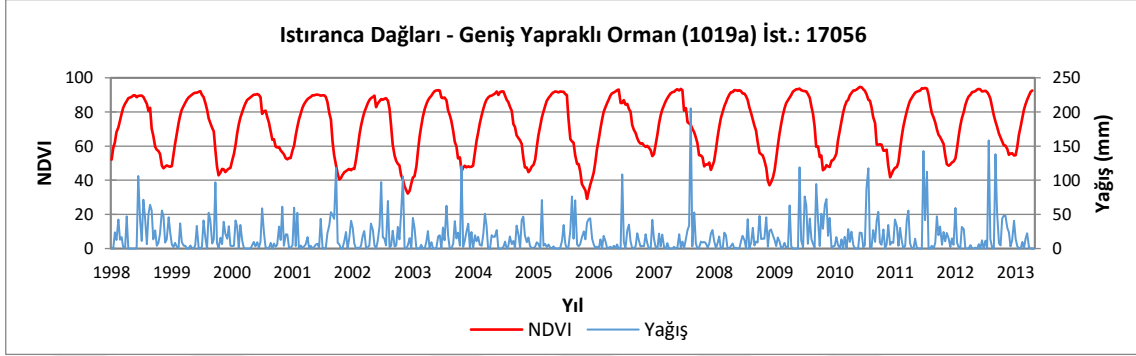
Küre dağlarındaki iğne yapraklı ve geniş yapraklı ormanların bir arada bulunduğu alanlar test alanı olarak belirlenmiştir ve yağışa verdiği tepki Tablo 5.3'te gösterilmiştir (1051). Ölçüm periyoduna ait NDVI ve 10 günlük yağış değerlerinin uzun zaman periyodundaki değişimi Şekil 5.45'de verilmiştir. Küre dağlarından seçilen test alanı istatistiklerine göre 10 günlük NDVI değerleri ile test alanına en yakın meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri (17024 - Kastamonu) arasında istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edilememiştir.



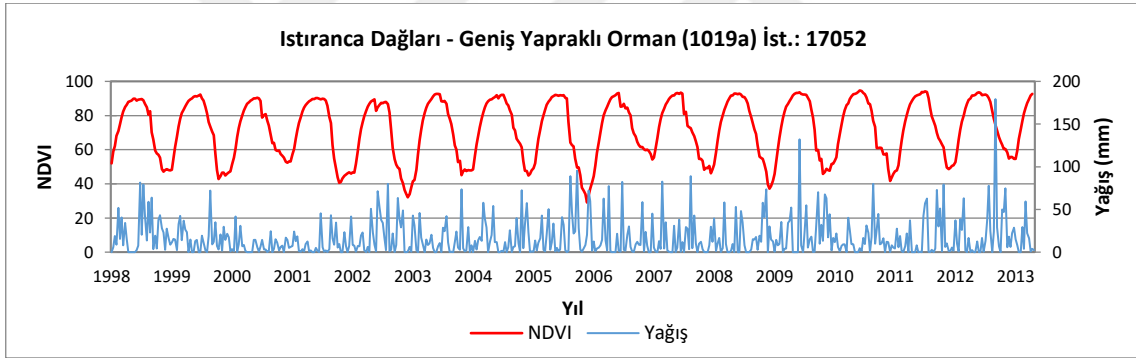
Şekil 5.45. Küre Dağlarındaki İğne ve Geniş Yapraklı Karışık Yapıdaki Orman Alanlarının NDVI Değerleri ve 10 Günlük Yağış Verilerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Marmara bölgesinin kuzeybatısında yer alan Istanca dağlarındaki geniş yapraklı ormanlarının bulunduğu alanlar test alanı olarak seçilmiş ve yağışa verdiği tepki Tablo 5.3'te gösterilmiştir (1019a). Ölçüm periyoduna ait NDVI ve 10 günlük yağış (kümültif) değerlerinin uzun zaman periyodundaki değişimi Şekil 5.46, Şekil 5.47 ve Şekil 5.48'de verilmiştir (1019a). Istanca dağlarından seçilen test alanına komşu olan üç meteoroloji istasyonu (17056: Tekirdağ; 17052: Kırklareli ve 17059: Kumköy meteoroloji istasyonu) ile NDVI değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. NDVI değerleri ile Tekirdağ (17056) meteoroloji istasyonu yağış verileri Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre Istanca

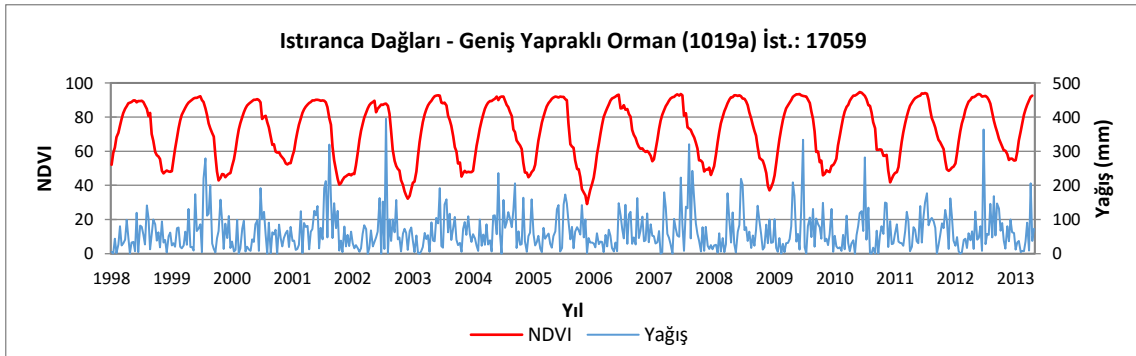
dağlarındaki geniş yapraklı ormanlarında 280 ile 330 gün önce meydana gelen yağış değerleri ile anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Ancak elde edilen ilişki çok kuvvetli değildir. Orman alanlarının en güçlü yağışlara en güçlü tepkiyi Tekirdağ meteoroloji istasyonundan elde edilen 310 günlük toplam yağışlara vermiştir (%99 güven aralığında, $r = 0,105$). Kırklareli ve Kumköy meteoroloji istasyonları ile gerçekleştirilen analizlerde ise herhangi bir ilişki elde edilememiştir.



Şekil 5.46. Marmara Bölgesindeki Işıranca (Yıldız) Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

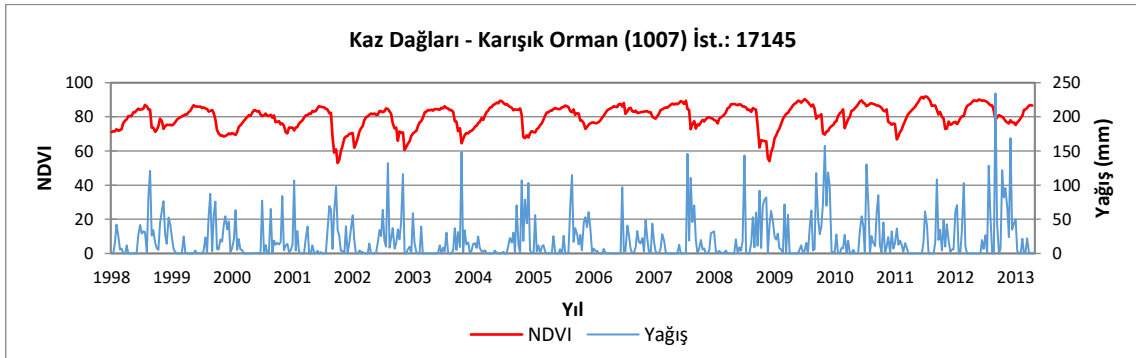


Şekil 5.47. Marmara Bölgesindeki Işıranca (Yıldız) Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)



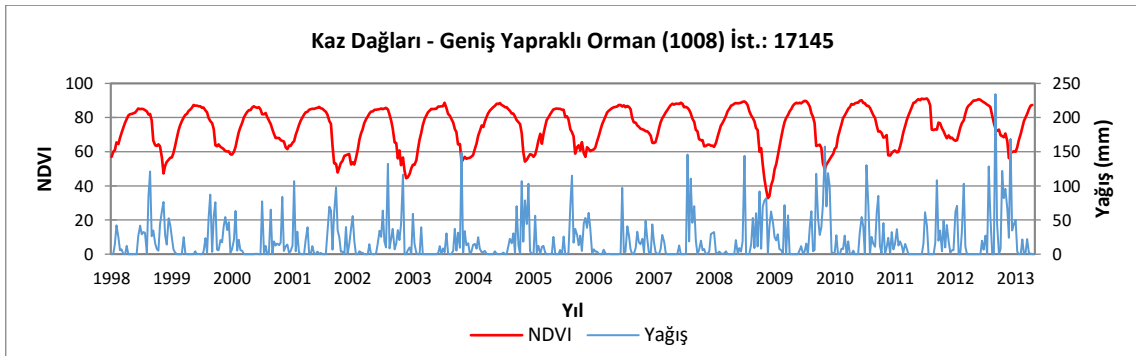
Şekil 5.48. Marmara Bölgesindeki Işıranca (Yıldız) Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Ege bölgesi ile Marmara bölgesinin sınır hattında yer alan ve geniş yapraklı orman alanları ile iğne yapraklı ormanların karışık olarak bulunduğu Kaz dağlarının 10 günlük yağış verileri ile elde edilen NDVI değerleri Şekil 5.49 (1007)'de gösterilmiştir. Günlük yağış verilerinin düzenli olarak kaydedildiği Edremit meteoroloji istasyonu yağış verileri ile NDVI değerleri arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Tablo 5.4'te gösterilen korelasyon analizleri sonuçlarına göre 290 ile 350 gün önceden NDVI değerinin ölçüldüğü güne kadarki olan süreçteki yağışlara bitkiler tepki göstermektedir. Bu süreç yaklaşık olarak bir yıl önce meydana gelen yağışlarla ölçülen NDVI değerlerinin ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak en yüksek ilişki 310 günlük kümülatif yağış değerleri ile elde edilmiştir (%95 güven aralığında, $r = 0,104$).



Şekil 5.49. Kaz Dağlarının Geniş ve İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

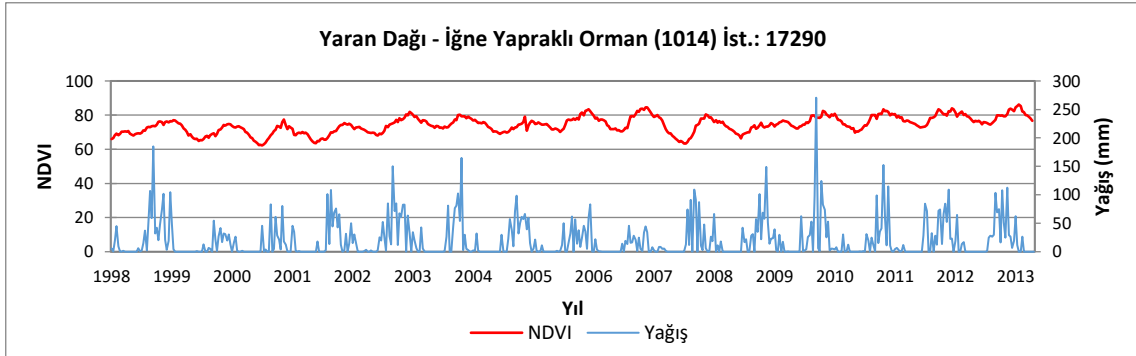
Kaz dağlarından (1008) geniş yapraklı ormanların saf olarak bulunduğu alanlar test alanı olarak seçilerek 10 günlük yağışlar ve NDVI değerlerinin zamansal değişimi Şekil 5.50'te verilmiştir. Test alanına ait NDVI değerleri ile yağış değerleri (10'ar günlük kümülatif) arasındaki ilişki Tablo 5.4'te gösterilmiştir. Buna göre, Kaz dağlarındaki geniş yapraklı bitkilerin 260 günlük kümülatif yağış değerlerine istatistiksel olarak anlamlı tepkiler verdiği; 300-310 günlük kümülatif yağışlar ile daha yüksek düzeyde ilişkilerin olduğu belirlenmiştir (%99 güven aralığında, $r = 0,13$). Ancak, karışık Kaz dağlarından seçilen karışık orman (Şekil 5.49) alanlarındaki bitki formasyonlarına göre geniş yapraklı ormanlar yağışlara daha erken tepki vermektedir.



Şekil 5.50. Kaz Dağlarının Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

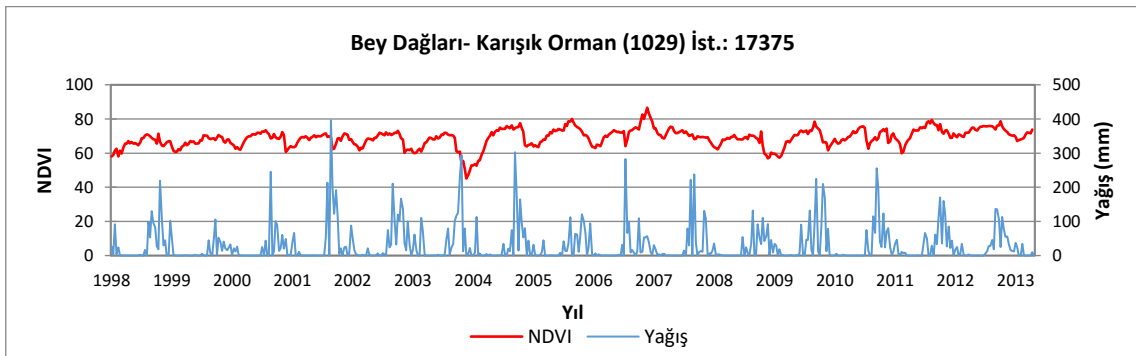
Şekil 5.51'te Yaran dağındaki iğne yapraklı orman alanlarına ait NDVI değerleri ile 10 günlük yağış değerlerinin zamansal değişimi gösterilmiştir. Yaran dağındaki iğne

yapraklı bitkiler ile Bodrum meteoroloji istasyonunun (17290) yağış değerleri analiz edilmiştir. NDVI değerleri ile yağış değerleri (kümülatif) arasındaki ilişkinin ve bitki örtüsünün yağışa verdiği tepkinin anlaşılabilmesi için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçlarına göre (Tablo 5.4) test alanındaki iğne yapraklı bitkilerin ilk 10 günlük yağışlara tepki verdiği saptanmıştır. Ancak Yaran dağındaki iğne yapraklı orman vejetasyonunun en yüksek tepki verdiği dönem 90 günlük kümülatif yağışlardır (%99 güven aralığında, $r = 0,460$). Test alanındaki orman alanından elde edilen NDVI değerlerinden 250 gün öncesine kadar gerçekleşen toplam yağışlarla da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuştur (%95 güven aralığında, $r = 0,090$).



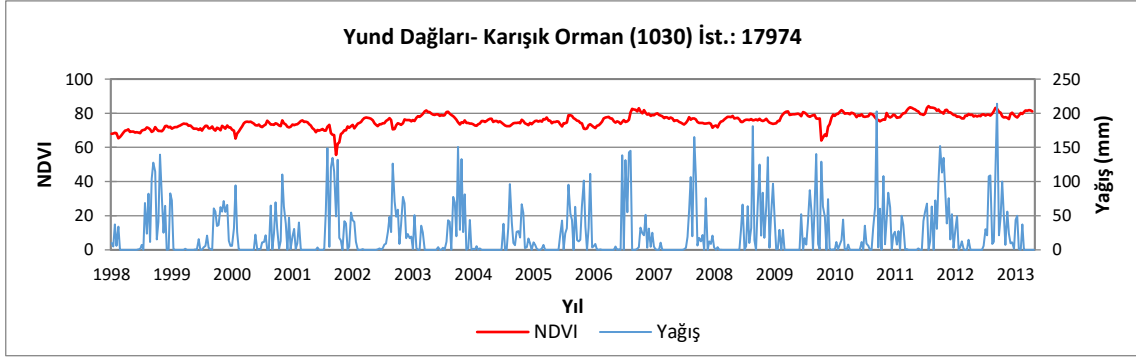
Şekil 5.51. Ege Bölgesindeki Yaran Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Şekil 5.52’te Akdeniz bölgesindeki Bey Dağları Karışık orman alanlarının NDVI değerleri ile Finike meteoroloji, istasyonunun yağış değerleri arasındaki ilişki değerlendirilmiş ve zamansal değişimi Şekil 5.52’te gösterilmiştir. Analizlerin sonucunda iki değişken arasında uzun vadede bitkilerin yağışa anlamlı düzeyde tepki göstermediği anlaşılmıştır.



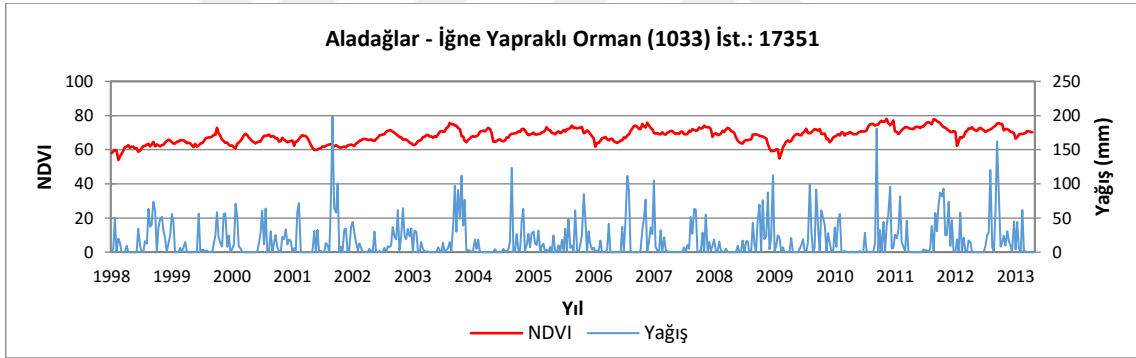
Şekil 5.52. Bey Dağları Üzerindeki İğne ve Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.4’te Akdeniz bölgesinde bulunan Yund dağlarındaki karışık ormanların (1030) NDVI değerleri ile bölgeye düşen yağış arasında korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir ve değişkenlerin zamansal değişimi Şekil 5.53’de verilmiştir. Test alanında bitkiler 210 günlük yağışlara tepki vermeye başlamıştır ancak yağış ile NDVI değerleri arasındaki en yüksek ilişki 280 günlük toplam yağışlardır (%99 güven aralığında, $r = 0,118$). Bitkiler 330 günlük kümülatif yağışlara tepki vermektedir.



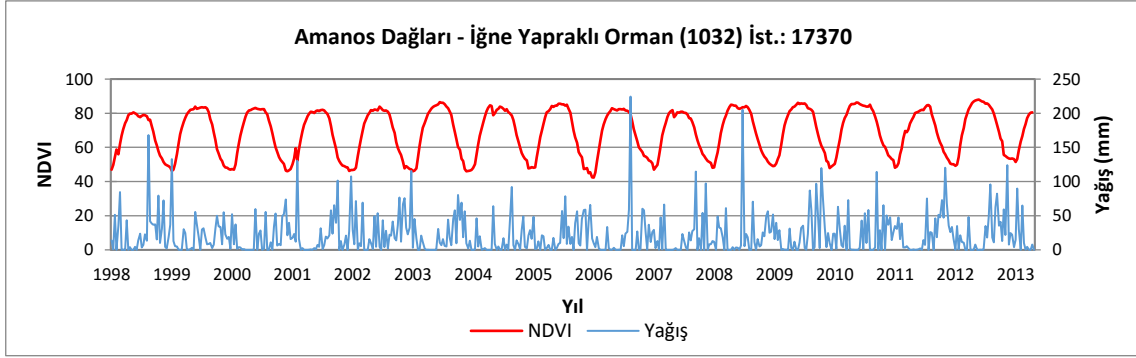
Şekil 5.53. Akdeniz Bölgesindeki Yund Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Akdeniz bölgesinde Aladağlar'dan seçilen test alanının NDVI değerleri ile yağış (kümülatif) arasındaki ilişkinin seviyesi Tablo 5.4'te verilmiştir. Ayrıca Aladağlardaki iğne yapraklı orman formasyonunda test alanı olarak seçilen mekânın NDVI değerleri ile Adana meteoroloji istasyonunun (17351) 10 günlük toplam yağış verileri Şekil 5.54'te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığını belirlenmiştir.



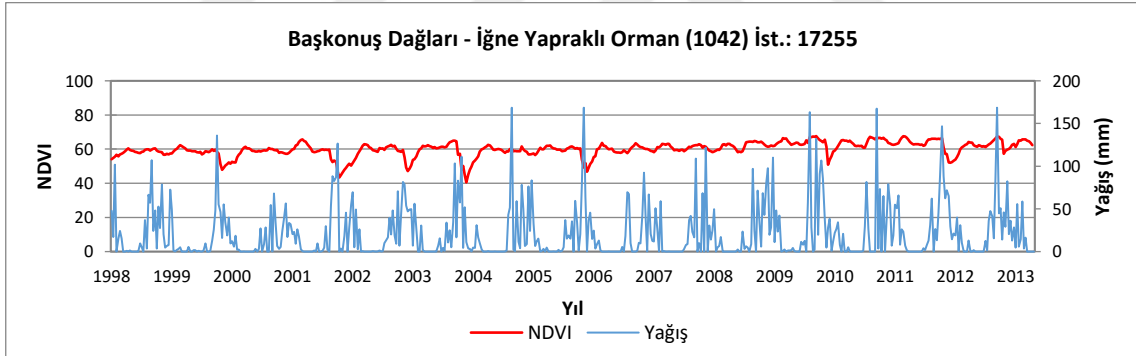
Şekil 5.54. Aladağlar Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Şekil 5.55'te Amanos dağlarındaki iğne yapraklı kızılçam ormanlarının NDVI değerleri ile İskenderun meteoroloji istasyonuna (17370) ait 10 günlük yağış değerleri gösterilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda istatistiksel olarak iki değişken arasında 290 gün önce gerçekleşen yağışlarla en anlamlı ilişkinin olduğu görülmüştür (%99 güven aralığında, $r = 0,252$). Ölçülen NDVI değerinden 240 ile 340 gün öncesinden itibaren gerçekleşen yağışlarla NDVI değerleri arasında anlamlı sonuçlar elde edilmiş. Amanos dağlarından seçilen iğne yapraklı ormanların yağış ile olan ilişkisi Tablo 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.55. Amanos (Nur) Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

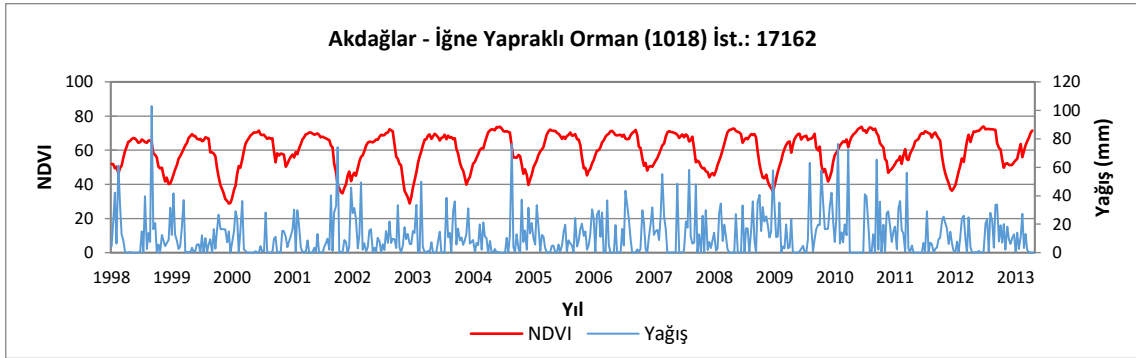
Akdeniz bölgesinin kuzeybatısı ile İç Anadolu bölgesinin birbirinden ayrıldığı sınıra yakın bölgede bulunan ve bitki örtüsünün tür sayısınca da çeşitli olduğu Başkonuş dağlarından (Kahramanmaraş) seçilen test alanının NDVI değerleri ile Kahramanmaraş meteoroloji istasyonunun yağış değerlerinin zamansal değişimi Şekil 5.56’da verilmiştir. Ayrıca elde edilen NDVI değerleri ile yağış (kümülatif) verilerinin korelasyon analizi sonuçları Tablo 5.4’te (1042) gösterilmiştir. Elde edilen bulgular, Başkonuş dağındaki orman formasyonunun 240 ile 340 günlük kümülatif yağışlara tepki verdiğini, ancak en anlamlı ilişkinin 300 günlük kümülatif yağış değerleri ile olduğunu göstermiştir (%99 güven aralığında, $r = 0,146$).



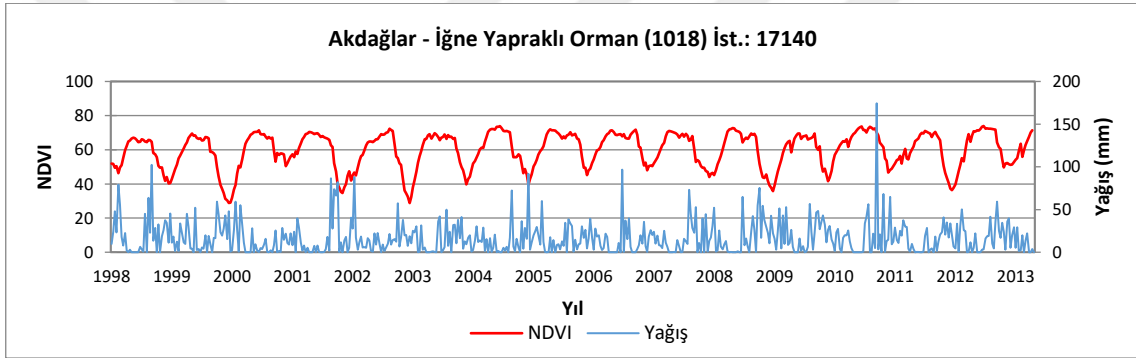
Şekil 5.56. Akdeniz Bölgesindeki Başkonuş Dağları Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İç Anadolu bölgesi topografik yapısı ve iklim koşullarının etkisiyle nedeniyle orman formasyonlarının yaygın olmadığı bir bölgemizdir. İç Anadolu bölgesinden seçilen Akdağlardaki sarıçam ormanlarının korunması ekolojik ve kültürel anlamdan büyük önem taşır. Şekil 5.57 ve Şekil 5.58’de Akdağlar’dan seçilen test alanının zamansal değişimi gösterilmiştir. Akdağlar’dan seçilen test alanına ait NDVI değerleri ile Yozgat (17140) ve Gemerek (17162) meteoroloji istasyonlarına ait yağış verileri korelasyon analizlerine tabi tutulmuştur ve Tablo 5.5’te korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Elde edilen bulgular seçilen test alanındaki biyolojik aktivite ile en ilişkili istasyonun Gemerek (17162) meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerinin olduğu tespit edilmiştir (%99 güven aralığında, $r = 0,214$). Akdağlar’daki iğne yapraklı orman vejetasyonu istatistiksel olarak 190 ile 310 gün arasındaki kümülatif yağış değerlerine tepki vermektedir. Yozgat (17140) istasyonu ile ise istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ancak Gemerek

istasyonuna nazaran ilişkinin düzeyi daha düşük seviyelerdedir (%99 güven aralığında, $r = 0,120$).

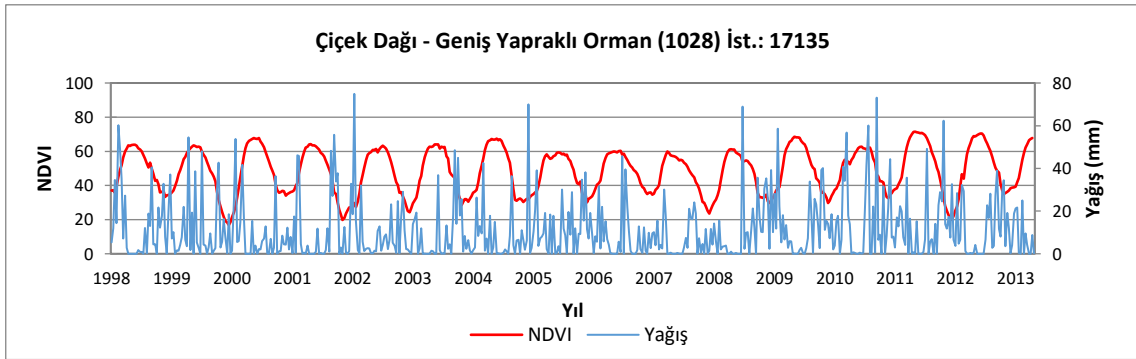


Şekil 5.57. İç Anadolu Bölgesindeki Akdağlar Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)



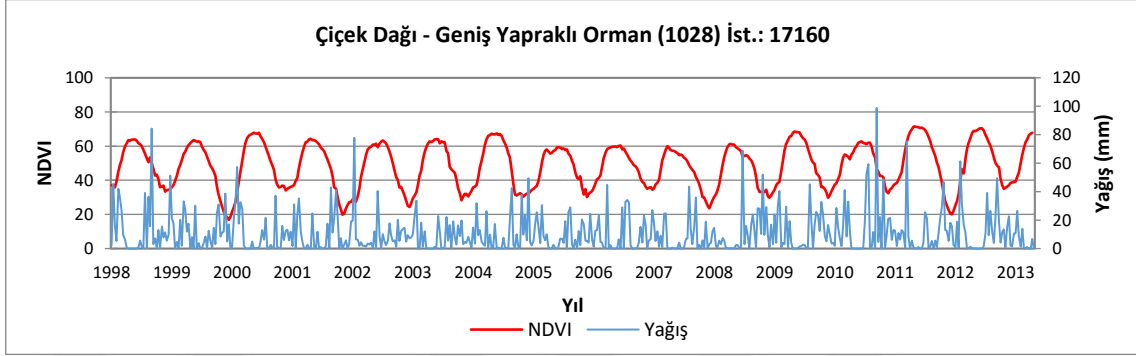
Şekil 5.58. İç Anadolu Bölgesindeki Akdağlar Üzerindeki İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İç Anadolu bölgesinde bulunan Çiçek dağı geniş yapraklı orman alanlarının bulunduğu sahalardan elde edilen NDVI değerleri (1028) ile Kırıkkale (17135), Kırşehir (17160), Yozgat (17140) meteoroloji istasyonlarının yağış değerlerinin zamansal değişimi sırası ile Şekil 5.59, Şekil 5.60 ve Şekil 5.61’de gösterilmiştir ve iki değişken arasındaki istatistik sonuçları Tablo 5.5’te verilmiştir.

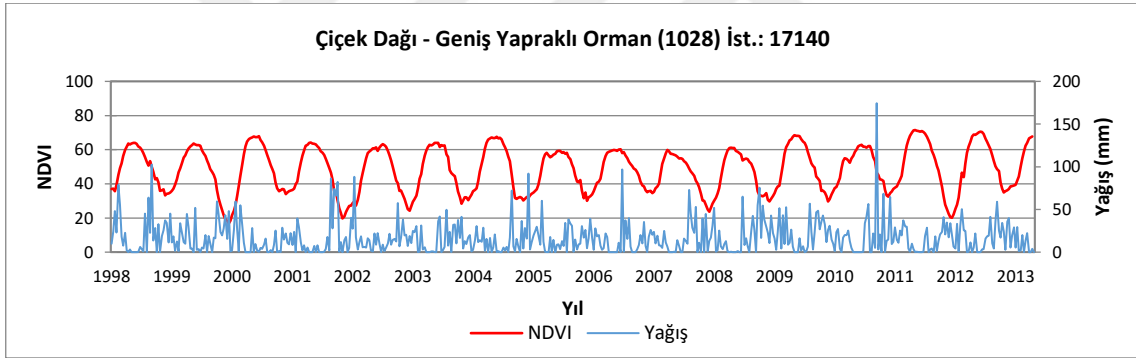


Şekil 5.59. İç Anadolu Bölgesindeki Çiçek Dağı Üzerindeki Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Sonuç olarak, Çiçek dağındaki geniş yapraklı bitki formasyonu ile Yozgat istasyonu ile en kuvvetli ilişki çıkarken, istatistiksel olarak kümülatif yağış değerlerinin uzun vadede bitki örtüsü üzerindeki tesirinin en uzun sürdüğü istasyon ise 160 ile 350 günlük kümülatif yağışlarla ilişkili çıkan Kırıkkale ve Kırşehir meteoroloji istasyonu yağış değerleridir. Ancak bitkilerin en güçlü tepki verdiği kümülatif yağış değerleri 240-250 günlüktür (%99 güven aralığında, $r = 0,360$).

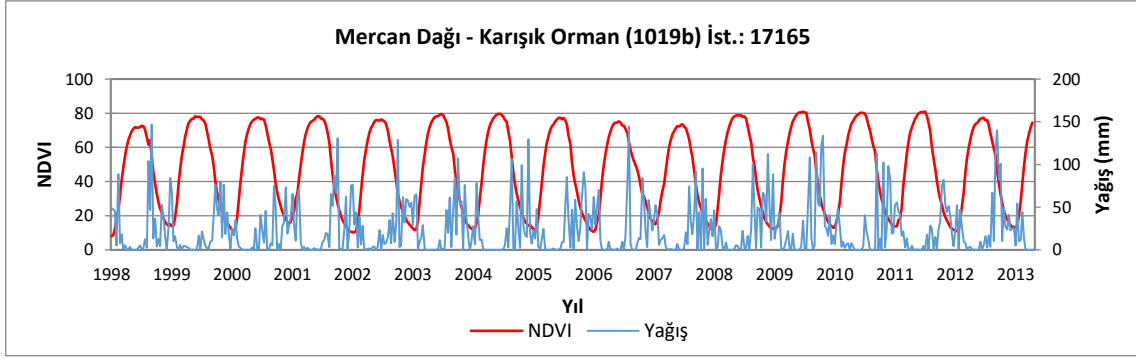


Şekil 5.60. İç Anadolu Bölgesindeki Çiçek Dağı Üzerindeki Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)



Şekil 5.61. İç Anadolu Bölgesindeki Çiçek Dağı Üzerindeki Geniş Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Mercan dağlarından seçilen test alanında Geniş ve İğne yapraklı orman alanları karışık halde bulunmaktadır. Test alanından alınan NDVI örnekleri ve Tunceli Meteoroloji İstasyonuna (17165) ait yağış verilerinin zamansal değişimi Şekil 5.62’de gösterilmiştir. İki değişken (NDVI ve kümülatif yağış) arasında gerçekleştirilen korelasyon analizleri sonucunda (Tablo 5.5) 220 ile 350 günlük kümülatif yağışlara bitki örtüsünün istatistiksel olarak anlamlı düzeyde tepki verdiği ve ilişkinin en yüksek olduğu dönemin ise 290 günlük kümülatif yağış değerlerinin olduğu görülmüştür (%99 güven aralığında, $r = 0,430$).



Şekil 5.62. Doğu Anadolu Bölgesi Mercan Dağları Üzerindeki Geniş ve İğne Yapraklı Orman Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.3. Orman Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)

Yağış (Kümülatif/Gün)	S_1003	S_1039	S_1051	S_1019a_1	S_1019a_2	S_1019a_3
10	-,005	-,140**	-,247**	-,213**	-,090*	-,276**
20	-,031	-,053	-,345**	-,271**	-,122**	-,357**
30	-,074	,007	-,412**	-,329**	-,172**	-,425**
40	-,132**	0,058	-,477**	-,381**	-,223**	-,470**
50	-,189**	,090*	-,543**	-,424**	-,250**	-,516**
60	-,245**	,139**	-,597**	-,464**	-,279**	-,544**
70	-,297**	,172**	-,645**	-,496**	-,305**	-,577**
80	-,353**	,200**	-,685**	-,517**	-,328**	-,603**
90	-,404**	,225**	-,711**	-,526**	-,332**	-,623**
100	-,458**	,236**	-,738**	-,522**	-,329**	-,641**
110	-,504**	,239**	-,757**	-,513**	-,328**	-,645**
120	-,555**	,250**	-,771**	-,497**	-,310**	-,647**
130	-,602**	,239**	-,783**	-,485**	-,292**	-,647**
140	-,640**	,241**	-,777**	-,463**	-,274**	-,638**
150	-,671**	,233**	-,765**	-,438**	-,254**	-,619**
160	-,700**	,225**	-,750**	-,401**	-,225**	-,590**
170	-,721**	,225**	-,725**	-,365**	-,198**	-,557**
180	-,738**	,212**	-,696**	-,323**	-,172**	-,520**
190	-,741**	,203**	-,658**	-,275**	-,147**	-,476**
200	-,734**	,185**	-,613**	-,223**	-,120**	-,425**
210	-,718**	,156**	-,560**	-,170**	-,091*	-,374**
220	-,691**	,123**	-,506**	-,118**	-,065	-,320**
230	-,658**	,089*	-,450**	-,068	-,038	-,265**
240	-,616**	0,064	-,389**	-,024	-,012	-,211**
250	-,566**	0,032	-,329**	,012	,008	-,158**
260	-,514**	0,018	-,268**	,045	,019	-,107*
270	-,463**	-0,006	-,213**	,070	,027	-,062
280	-,419**	-0,029	-,165**	,084*	,030	-,030
290	-,372**	-0,049	-,119**	,091*	,034	-,007
300	-,325**	-0,066	-,079	,101*	,034	,017
310	-,279**	-0,083	-,045	,105*	,035	,032
320	-,229**	-,093*	-,015	,100*	,033	,038
330	-,181**	-,102*	-,002	,093*	,033	,033
340	-,140**	-,104*	-,002	,081	,029	,020
350	-,085*	-,109*	,010	,072	,029	,015
360	-,042	-,108*	,010	,059	,025	,003

Tablo 5.4. Orman Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)

Yağış (Kümülatif/Gün)	S_1007	S_1008	S_1014	S_1029	S_1030	S_1033	S_1032	S_1042
10	-,320**	-,376**	,261**	-,220**	-,104*	-,071	-,336**	-,163**
20	-,354**	-,424**	,359**	-,209**	-,095*	-,035	-,412**	-,175**
30	-,401**	-,489**	,400**	-,187**	-,075	-,012	-,482**	-,226**
40	-,415**	-,542**	,419**	-,215**	-,104*	-,036	-,534**	-,253**
50	-,419**	-,563**	,449**	-,230**	-,076	-,064	-,568**	-,275**
60	-,404**	-,553**	,454**	-,236**	-,076	-,082	-,600**	-,260**
70	-,391**	-,544**	,460**	-,262**	-,060	-,087*	-,619**	-,234**
80	-,374**	-,542**	,465**	-,288**	-,058	-,108*	-,625**	-,230**
90	-,365**	-,537**	,470**	-,297**	-,041	-,117**	-,617**	-,207**
100	-,354**	-,511**	,460**	-,308**	-,030	-,117**	-,599**	-,184**
110	-,341**	-,481**	,449**	-,314**	-,026	-,125**	-,575**	-,166**
120	-,320**	-,454**	,433**	-,323**	-,017	-,136**	-,550**	-,156**
130	-,305**	-,431**	,418**	-,329**	-,010	-,137**	-,508**	-,136**
140	-,284**	-,400**	,401**	-,337**	-,001	-,138**	-,464**	-,111**
150	-,263**	-,363**	,378**	-,339**	,012	-,134**	-,415**	-,090*
160	-,244**	-,323**	,352**	-,335**	,027	-,128**	-,364**	-,065
170	-,220**	-,282**	,327**	-,330**	,038	-,124**	-,310**	-,041
180	-,191**	-,238**	,301**	-,318**	,050	-,114**	-,249**	-,017
190	-,163**	-,192**	,268**	-,300**	,067	-,114**	-,190**	,003
200	-,132**	-,149**	,234**	-,285**	,081	-,112**	-,131**	,020
210	-,100*	-,101*	,202**	-,268**	,091*	-,103*	-,067	,039
220	-,072	-,057	,171**	-,252**	,100*	-,098*	-,008	,050
230	-,042	-,017	,143**	-,235**	,104*	-,093*	,051	,067
240	-,014	,021	,110**	-,217**	,105*	-,083	,104*	,084*
250	,009	,052	,090*	-,199**	,112**	-,076	,152**	,099*
260	,038	,085*	,066	-,184**	,111**	-,071	,191**	,110**
270	,061	,108*	,050	-,162**	,114**	-,057	,221**	,122**
280	,076	,119**	,038	-,152**	,118**	-,041	,242**	,133**
290	,089*	,127**	,040	-,131**	,114**	-,023	,252**	,137**
300	,100*	,130**	,049	-,114**	,107*	-,010	,250**	,146**
310	,104*	,130**	,060	-,099*	,106*	,000	,233**	,141**
320	,098*	,113**	,083	-,083	,111**	,022	,205**	,141**
330	,097*	,091*	,112**	-,070	,096*	,040	,162**	,130**
340	,088*	,071	,154**	-,061	,092*	,049	,114**	,100*
350	,085*	,049	,178**	-,044	,073	,065	,067	,083
360	,075	,029	,213**	-,032	,065	,071	,021	,050

Tablo 5.5. Orman Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)

Kümülatif Yağış (Gün) / r değeri	S_1018_1	S_1018_2	S_1028_1	S_1028_2	S_1028_3	S_1019b
10	-,330**	-,382**	-,233**	-,218**	-,328**	-,543**
20	-,329**	-,425**	-,271**	-,250**	-,385**	-,654**
30	-,293**	-,437**	-,276**	-,269**	-,416**	-,707**
40	-,296**	-,467**	-,272**	-,258**	-,421**	-,737**
50	-,304**	-,472**	-,259**	-,251**	-,417**	-,744**
60	-,285**	-,459**	-,241**	-,242**	-,405**	-,742**
70	-,268**	-,444**	-,220**	-,228**	-,389**	-,732**
80	-,269**	-,442**	-,204**	-,215**	-,371**	-,715**
90	-,251**	-,420**	-,178**	-,194**	-,337**	-,688**
100	-,230**	-,398**	-,149**	-,164**	-,297**	-,650**
110	-,220**	-,380**	-,112**	-,133**	-,256**	-,608**
120	-,206**	-,357**	-,076	-,096*	-,215**	-,558**
130	-,175**	-,328**	-,042	-,058	-,171**	-,503**
140	-,135**	-,289**	-,001	-,013	-,122**	-,443**
150	-,091*	-,246**	,043	,038	-,067	-,377**
160	-,053	-,210**	,087*	,084*	-,012	-,306**
170	-,007	-,161**	,133**	,133**	,047	-,230**
180	,040	-,114**	,176**	,180**	,102*	-,153**
190	,089*	-,076	,216**	,224**	,155**	-,075
200	,125**	-,033	,251**	,267**	,211**	,001
210	,159**	,003	,277**	,303**	,257**	,075
220	,183**	,041	,301**	,332**	,297**	,145**
230	,200**	,069	,312**	,350**	,323**	,210**
240	,212**	,092*	,320**	,360**	,348**	,269**
250	,214**	,106*	,321**	,360**	,359**	,324**
260	,212**	,116**	,317**	,356**	,368**	,369**
270	,192**	,120**	,306**	,345**	,366**	,401**
280	,173**	,110**	,292**	,331**	,358**	,421**
290	,156**	,105*	,273**	,311**	,340**	,430**
300	,130**	,091*	,250**	,287**	,318**	,426**
310	,104*	,072	,221**	,254**	,286**	,403**
320	,080	,051	,190**	,218**	,247**	,360**
330	,051	,027	,155**	,182**	,202**	,293**
340	,029	,003	,125**	,150**	,157**	,206**
350	,000	-,020	,090*	,111**	,108*	,121**
360	-,020	-,041	,061	,079	,063	,030

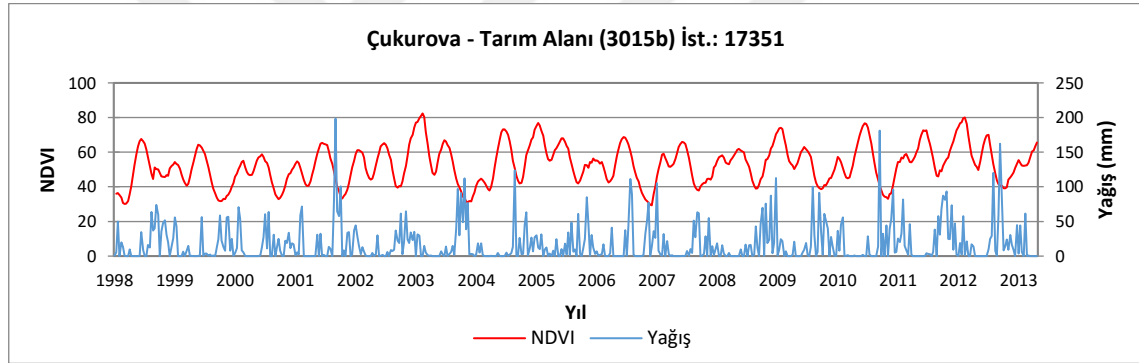
5.3.2. Tarım Arazilerinin NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki

Bu bölümde çalışma alanı içerisindeki önemli tarım alanlarından seçilen test alanlarına ait NDVI değerleri ile önceki günlerde meydana gelen kümülatif yağış arasındaki ilişki incelenmiştir. Geriye yönelik 10 günlük yağışlar ile yıl (360 gün) içerisindeki geriye yönelik yağış, toplamaları alınmak suretiyle korelasyon analizlerinde kullanılmıştır. Daha önce NDVI ile yağış ilişkisi arasındaki durumu ortaya koyan bir çok çalışmada kümülatif yağış değerlerinin daha iyi sonuçlar ortaya çıkardığını göstermiştir (Richard ve Pocard, 1998: 2914; Damizadeh vd., 2001: 4; Karabulut, 2003: 97; Çelik ve Karabulut, 2013: 364). Tarım alanlarından seçilen her test alanı için NDVI ile yağış arasındaki korelasyon analizi sonuçları Tablo 5.6 ve Tablo 5.7’de gösterilmiştir. Her test alanı için en yüksek korelasyon değerleri kalın harflerle belirtilmiştir. Her bir sütun yukarıdan aşağıya doğru 10’ar günlük aralıklarla kümülatif yağış değerleri ile NDVI arasındaki ilişkinin seviyesini göstermektedir.

Çalışma alanındaki tarım alanlarına ait NDVI değerleri ile yağış değerleri arasındaki ilişki test alanları arasında bölgesel ve ya iklimsel olarak farklılıklar gösterse de, genel olarak en yüksek ilişki 140 ila 320 günlük (5 ila 11 aylık) periyotta

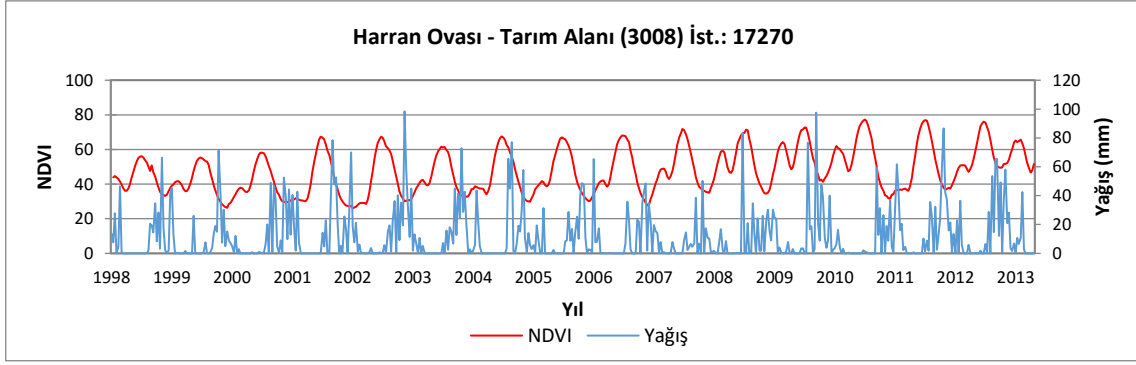
gerçekleşmektedir. Bitkilerin yağışlara bu derece geç tepki vermesindeki başlıca faktör, bu gecikmenin sebebinin toprakta biriken su miktarı ile açıklamaktadır. Başka bir ifade ile tarım alanlarındaki bitkiler meydana gelen yağışlara anında tepki göstermemektedir. Topraktaki nem miktarının belirli bir düzeye ulaşması ile bitkiler belirli düzeyde tepki göstermeye başlamaktadır.

Tablo 5.6’da test alanı olarak seçilen Çukurova’daki tarım arazilerinin NDVI ile belirli zaman aralıklarındaki 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verilerinin logaritması arasındaki ilişki gösterilmiştir. Çukurova’dan seçilen tarım alanının NDVI değerleri ile 10 günlük toplam yağış değerlerinin zamansal değişimi ise Şekil 5.63’te verilmiştir. Çukurova’dan seçilen tarım alanına (3015b) ait NDVI değerleri ile Adana Meteoroloji İstasyonunun (17351) uzun zamanlık kümülatif yağış değerleri arasındaki korelasyon analizi sonucunda bitkiler 280 günlük (10 aylık) kümülatif yağış değerlerine en güçlü tepkiyi vermektedir (%99 güven aralığında; $r = 0,219$). Bitkilerin ilk tepki dönemi 150 günlük (5 ay) kümülatif yağışlara (%95 güven aralığında $r = 0,09$) gerçekleşirken; bitkilerin en maksimum seviyeye ulaştığı dönem ile yağışın en ilişkili olduğu periyot 280 günlük geriye yönelik yağışlarla gerçekleşmektedir. Bu durum ise bitkinin yağışlara en kuvvetli tepkisini 10 ay gecikmeli olarak verdiğini göstermektedir (Tablo 5.6).



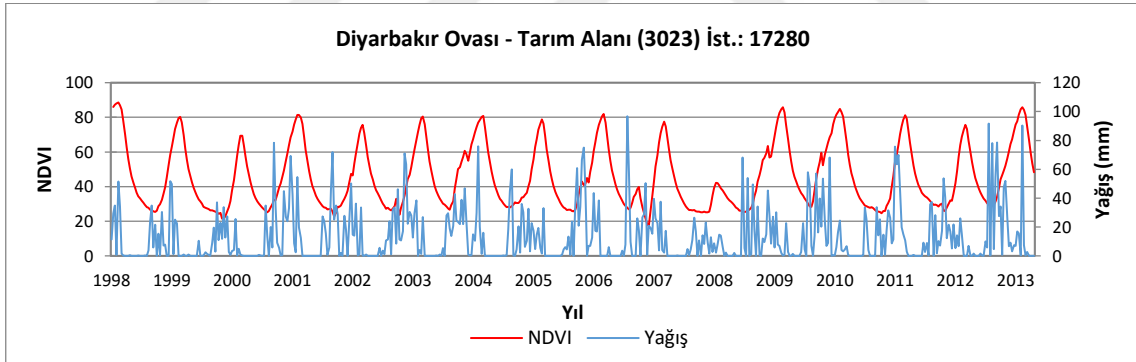
Şekil 5.63. Çukurova’da Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.6’da test alanı olarak seçilen Harran ovasındaki tarım arazilerinin NDVI ile belirli zaman aralıklarındaki 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verilerinin logaritması arasındaki ilişki gösterilmiştir. Harran ovasından seçilen tarım alanının NDVI değerleri ile 10 günlük toplam yağış değerlerinin zamansal değişimi ise Şekil 5.64’te verilmiştir. Harran ovasından seçilen tarım alanına (3008) ait NDVI değerleri ile Şanlıurfa Meteoroloji İstasyonunun (17270) uzun zamanlık kümülatif yağış değerleri arasındaki korelasyon analizi sonucunda bitkiler 300 günlük (10 aylık) kümülatif yağış değerlerine en güçlü tepkiyi vermektedir (%99 güven aralığında; $r = 0,264$). Bitkilerin ilk tepki dönemi 240 günlük (8 ay) kümülatif yağışlara (%99 güven aralığında $r = 0,110$) tepki verdiği saptanmıştır.



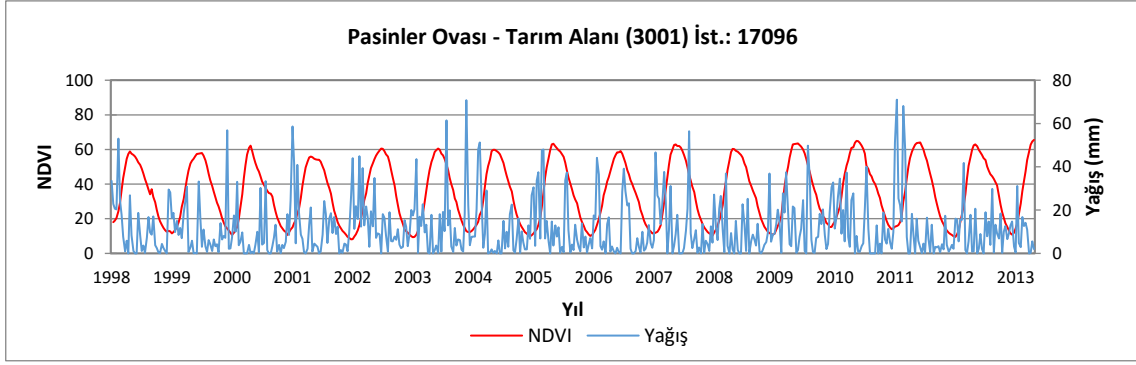
Şekil 5.64. Harran Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.6’da test alanı olarak seçilen Diyarbakır ovasındaki tarım arazilerinin NDVI ile belirli zaman aralıklarındaki 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verilerinin logaritması arasındaki ilişki gösterilmiştir. Diyarbakır ovasından seçilen tarım alanının NDVI değerleri ile 10 günlük toplam yağış değerlerinin zamansal değişimi ise Şekil 5.65’te verilmiştir. Diyarbakır ovasından seçilen tarım alanına (3023) ait NDVI değerleri ile Diyarbakır Meteoroloji İstasyonunun (17280) uzun zamanlık kümülatif yağış değerleri arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına göre; bitkiler, 140 günlük (5 aylık) kümülatif yağış değerlerine en güçlü tepkiyi vermektedir (%99 güven aralığında; $r = 0,693$). Bitkilerin ilk 10 günlük yağışlara da (%99 güven aralığında $r = 0,247$) kısa sürede tepki verdiği görülmüştür.



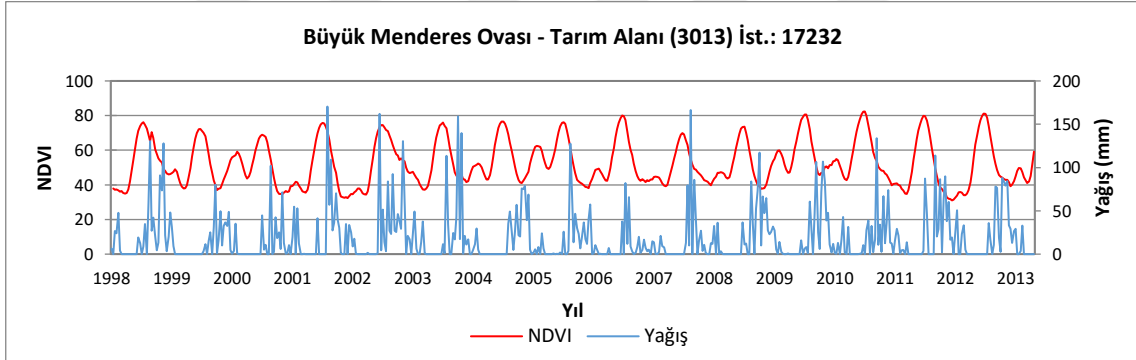
Şekil 5.65. Diyarbakır Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.6’da test alanı olarak seçilen Pasinler (Erzurum) ovasındaki tarım arazilerinin NDVI ile belirli zaman aralıklarındaki 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verilerinin logaritması arasındaki ilişki gösterilmiştir. Pasinler ovasından seçilen tarım alanının NDVI değerleri ile 10 günlük toplam yağış değerlerinin zamansal değişimi ise Şekil 5.66’da verilmiştir. Pasinler ovasından seçilen tarım alanına (3001) ait NDVI değerleri ile Erzurum Meteoroloji İstasyonunun (17096) uzun zamanlık kümülatif yağış değerleri arasındaki korelasyon analizine bakıldığında; bitkilerin, 150 günlük (5 aylık) gecikme ile yağışlara tepki verdiği saptanmıştır (%99 güven aralığında; $r = 0,646$). Ayrıca bitkiler kümülatif yağış değerlerine ilk tepkiyi 30 günlük süre içerisinde göstermektedir (%99 güven aralığında; $r = 0,153$).



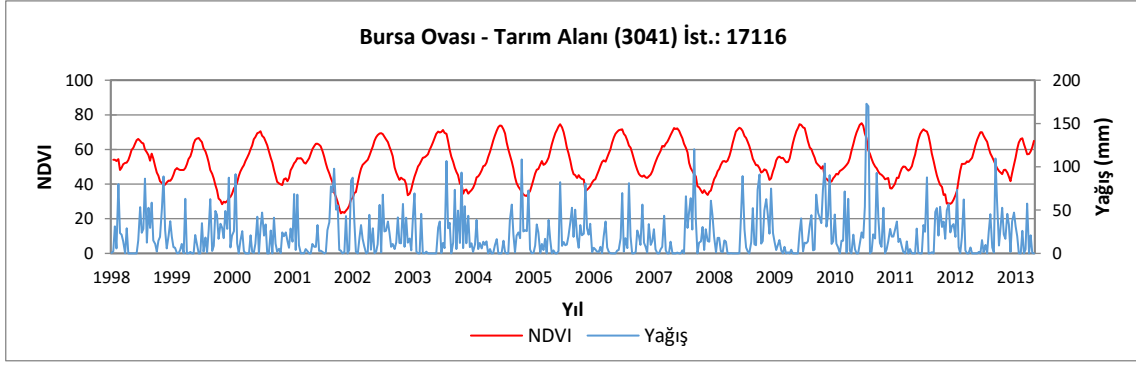
Şekil 5.66. Pasinler Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.6’da test alanı olarak seçilen Büyük Menderes ovasındaki tarım arazilerinin NDVI (3013) ile Kuşadası Meteoroloji İstasyonunun (17232) belirli zaman aralıklarındaki 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verileri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Büyük Menderes ovasından seçilen tarım alanının NDVI değerleri ile 10 günlük toplam yağış değerlerinin zamansal değişimi ise Şekil 5.67’de verilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; bitkilerin, 320 günlük (11 aylık) gecikme ile yağışlara tepki verdiği saptanmıştır (%99 güven aralığında; $r = 0,166$). Ayrıca bitkiler kümülatif yağış değerlerine ilk tepkiyi 290 günlük süre içerisinde göstermektedir (%99 güven aralığında; $r = 0,116$).



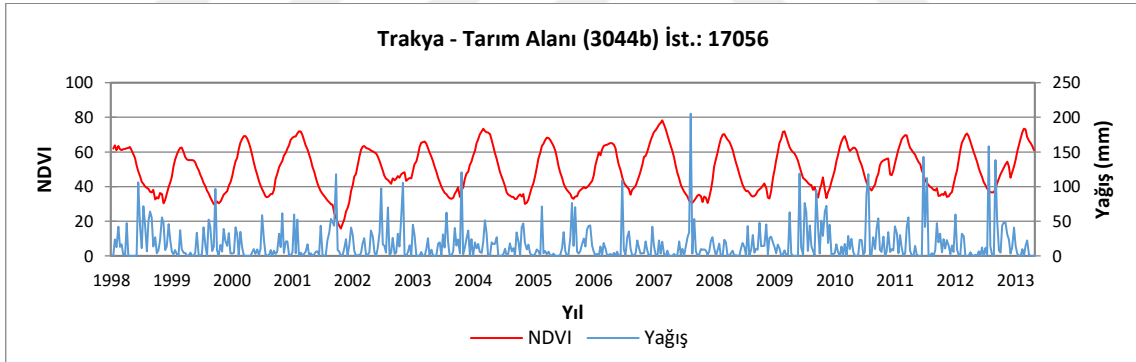
Şekil 5.67. Büyük Menderes Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Toplam Günlük Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.6’da test alanı olarak seçilen Bursa ovasındaki tarım arazilerinin NDVI (3041) ile Bursa Meteoroloji İstasyonunun (17116) belirli zaman aralıklarındaki 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verileri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Analizi sonuçlarına göre; bitkilerin 300-310 günlük (10-11 aylık) gecikme ile yağışlara tepki verdiği saptanmıştır (%99 güven aralığında; $r = 0,195$). Bursa ovasından seçilen tarım alanının NDVI değerleri ile 10 günlük toplam yağış değerlerinin zamansal değişimi ise Şekil 5.68’de verilmiştir.

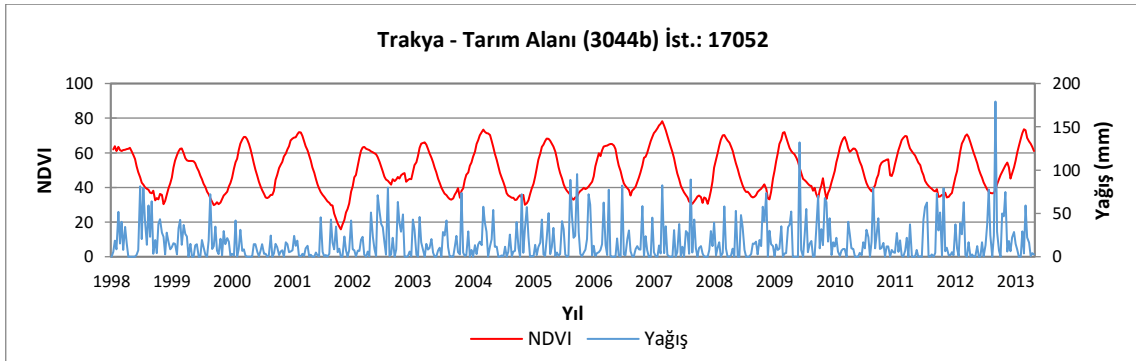


Şekil 5.68. Bursa Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.6’da test alanı olarak seçilen Trakya’daki tarım arazilerinin NDVI (3044b) ile Trakya tarım arazileri içerisinde bulunan Tekirdağ (17056) ve Kırklareli (17052) Meteoroloji İstasyonlarının 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verileri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Trakya’daki tarım arazilerindeki bitkilerin Tekirdağ meteoroloji istasyonundan elde edilen yağış verileri ile daha yüksek düzeyde ilişki seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir (Tekirdağ: %99 güven aralında, $r = 0,363$; Kırklareli: $r = 0,218$). Test alanındaki yağışlara bitkilerin 230 günlük gecikme ile en yüksek tepkiyi gösterdiği belirlenmiştir (%99 güven aralında, $r = 0,363$). Trakya’daki test alanına ait NDVI değerleri ile yağış değerlerinin zamansal değişimi Şekil 5.69 ve Şekil 5.70’te verilmiştir.

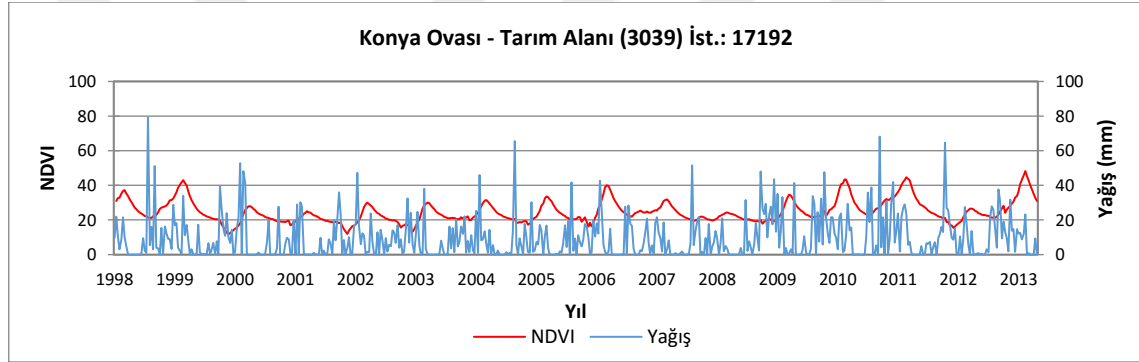


Şekil 5.69. Trakya’da Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

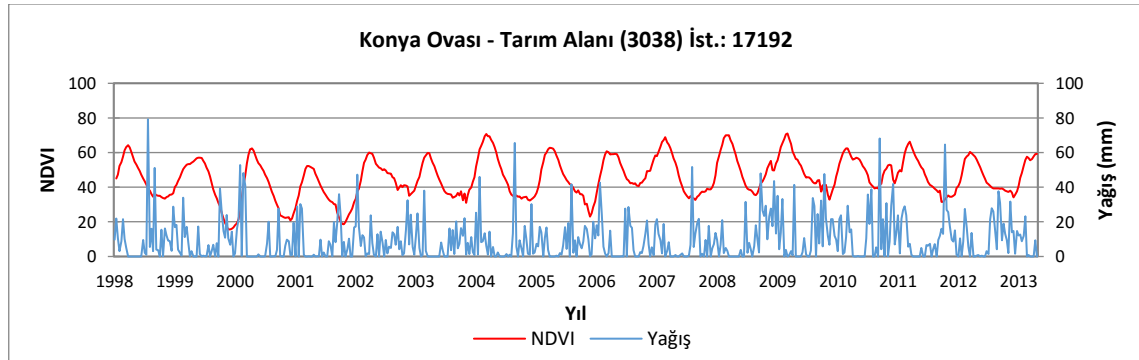


Şekil 5.70. Trakya’da Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.7’de Konya ovasında (3039) kuru tarım için test alanı olarak seçilen arazi yüzeyinin NDVI değerleri ile Trakya tarım arazileri içerisinde bulunan Aksaray (17192) Meteoroloji İstasyonunun 10 günlük yağış (kümülatif/birikmiş) verileri arasındaki ilişki gösterilmiştir ve bu değerlerin zamansal değişimi Şekil 5.71’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kuru tarım yapılan alanda bitkilerin kısa sürede (10 günlük) yağışlara tepki verdiği, ancak istatistiksel olarak en güçlü ilişkinin (%99 güven aralığında; $r = 0,599$) 200 günlük birikmiş yağışlarla gerçekleştiği görülmüştür. Konya ovasından seçilen kuru tarım arazisinin iklime ne derecede bağımlı olarak gerçekleştirildiği Tablo 5.7’de korelasyon analizi sonuçlarında görülmektedir. Şekil 5.72’de NDVI ve yağış değerlerinin zamansal değişimleri de gösterilen Konya ovasındaki sulu tarım arazilerinin ise Tablo 5.7’de de görüleceği gibi bitkilerin en kuvvetli tepki verdiği yağışların 190-200 günlük kümülatif yağışlar olduğu görülmektedir (%99 güven aralığında; $r = 0,578$). Ancak kuru tarım alanları yağışlara kısa sürede tepki gösterirken; seçilen kuru tarım arazisine komşu olan sulu tarım (3038) arazisinde ise ilk tepkinin 20 günden sonraki yağışlarla birlikte olduğu saptanmıştır.

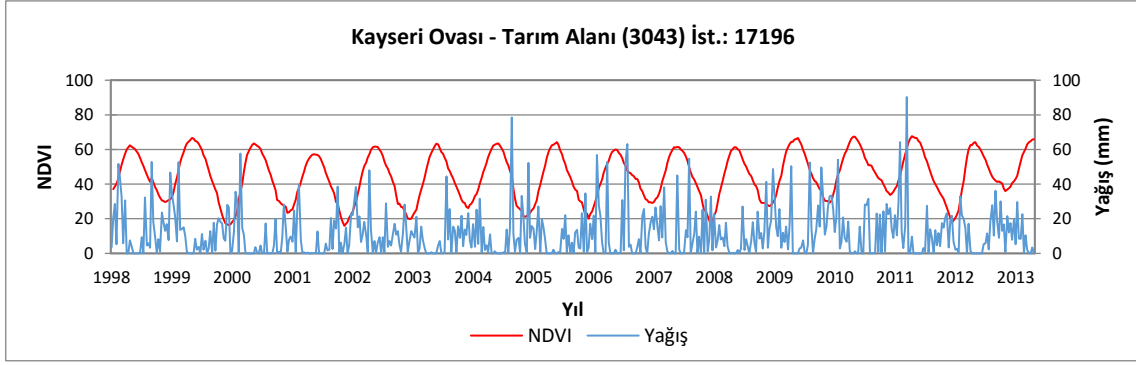


Şekil 5.71. Konya Ovasında Kuru Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)



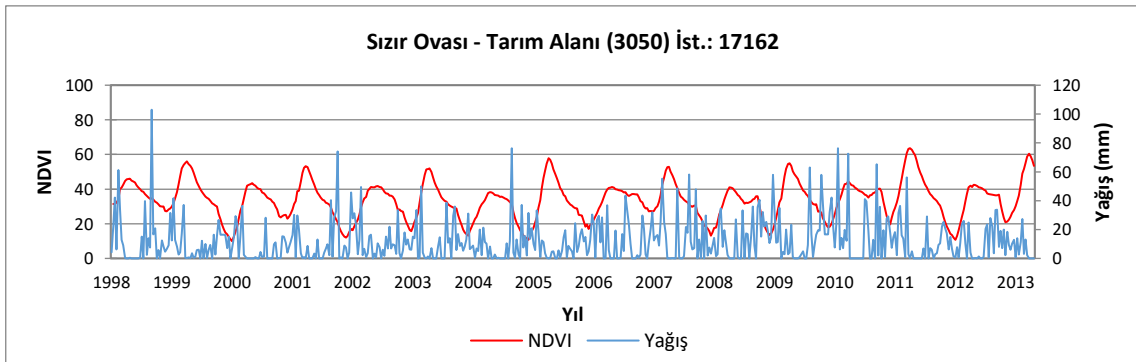
Şekil 5.72. Konya Ovasında Sulu Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Kayseri ovasından seçilen tarım arazilerinin (3043) NDVI değerleri ile Kayseri Meteoroloji istasyonuna (17196) ait yağış (kümülatif) değerleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları Tablo 5.7 gösterilmiş ve iki değişkenin zamansal değişimi Şekil 5.73 verilmiştir. Test alanından edinilen bulgular, bitkilerin 70 günlük yağışlara ilk tepkiyi verdiğini (%99 güven aralığında; $r = 125$); ancak en güçlü ilişkinin 210 günlük (7 aylık) kümülatif yağışlar ile gerçekleştiğini göstermektedir.

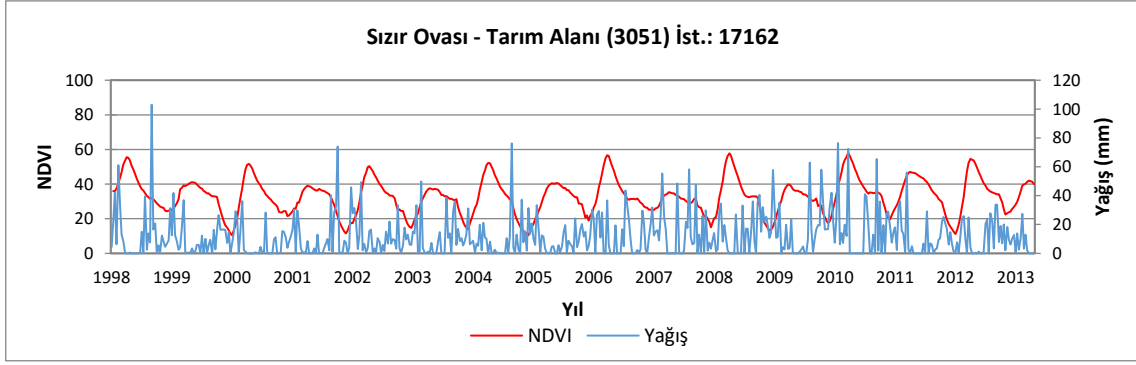


Şekil 5.73. Kayseri Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

İç Anadolu bölgesi iklim ve toprak yapısı gibi çevresel faktörlerin etkisiyle tarımsal verimliliğin en düşük olduğu bölgemizdir. Bölge geniş tarım arazilerine sahip olmasına rağmen topraktaki su neminin düşük seviyede olması tarım arazilerinde nadası zorunlu hale getirmektedir. Bu durumun en önemli sebeplerinden birisi olan iklim değişkenleri ve buna bağlı olarak yağış faktörü özellikle kurak dönemlerde tarımsal verimliliği büyük ölçüde etkilemesidir. Yağış düzeyinin az olması ve topraktaki nemin kısa sürede toprak altına sızması ya da buharlaşması tarımsal aktivitenin gerçekleştirildiği bölgelerde tarım kültürü üzerinde de etkiler yaratmaktadır. Kızılırmak havzası içerisinde seçilen test alanında (3050) birbirine komşu iki alanda farklı yıllarda nadaslı tarım yapılmaktadır. Seçilen alanın nadasa bırakıldığında (Şekil 5.74'te sonu çift rakam olan yıllar nadaslı iken; Şekil 5.75'te son rakamı tek olan yıllar nadaslı döneme tekabül etmektedir) NDVI değerlerinin zamansal süreç içerisindeki değişimi incelenerek Uzaktan Algılama metotları ile belirlenebilmektedir (Şekil 5.74 ve Şekil 5.75). Seçilen test alanının korelasyon analizi sonucunda yağış (Gemerek Meteoroloji istasyonu: 17162) ve NDVI değerleri arasındaki ilişki Tablo 5.7'de gösterilmiştir. Buna göre, bitkilerin her iki test alanında da yağışlara ilk tepkiyi 90 günlük (3 aylık) süre zarfında verdiği ve en yüksek ilişkinin ise her iki alan içinde 230 günlük kümülatif yağışlarla gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 5.74'teki değişkenlere göre: %99 güven aralığında, $r = 0,480$; Şekil 5.75'teki değişkenlere göre: $r = 0,471$).

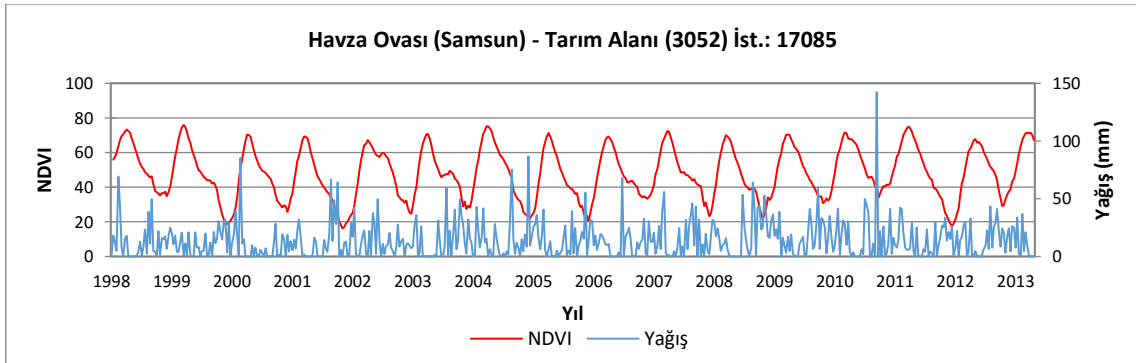


Şekil 5.74. Sızır Ovasında Nadaslı Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

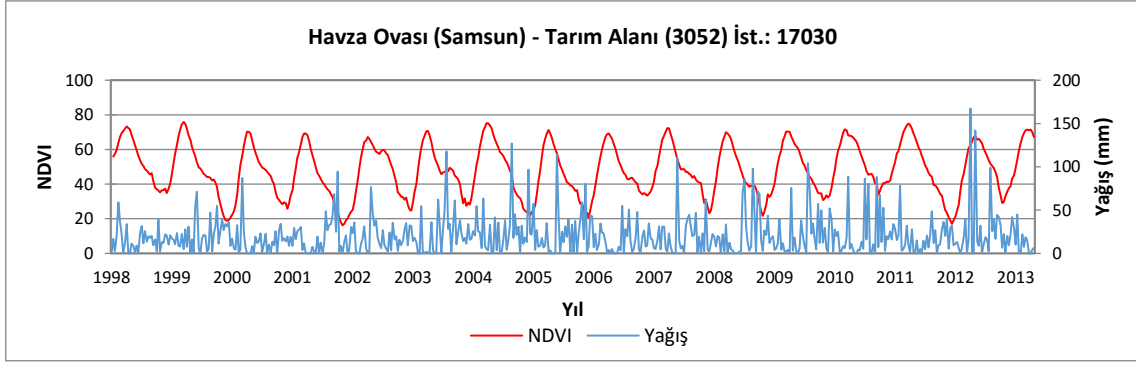


Şekil 5.75. Sızır Ovasında Nadaslı Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Karadeniz bölgesinden seçilen Havza ovasındaki tarım arazilerinin (3052) NDVI değerlerinin ve yağış verilerinin zamansal değişimi Şekil 5.76 ve Şekil 5.77’de gösterilmiş olup; iki değişken arasındaki ilişki Tablo 5.7’de verilmiştir. Seçilen tarım alanında hangi meteoroloji istasyonuna ait verilerin tarım bitkileri üzerinde biyolojik aktiviteyi daha çok etkilediğini belirlemek amacıyla, iki farklı meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri ile NDVI değerleri arasında korelasyon analizleri gerçekleştirilmiş ve bitkilerin verdiği tepkiyle hangi istasyon verisinin daha ilişkili olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna nedenle, test alanına yakın olan Amasya (17085) ve Samsun (17030) meteoroloji istasyonları seçilmiştir. Sonuç olarak, Amasya meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerinin NDVI değerleri ile daha ilişkili sonuçlar ürettiği görülmüştür (Amasya Meteoroloji İstasyonu için: %99 güven aralığında, $r = 0,540$; Samsun Meteoroloji İstasyonu için: %99 güven aralığında, $r = 0,278$). NDVI değerlerinin Amasya Meteoroloji İstasyonu yağış verilerine ilk tepkiyi 70 günlük (3 aylık) süreçte verdiğini ancak istatistiksel olarak en güçlü ilişkinin 210 günlük yağışlarla gerçekleştiğini söylemek mümkündür (%99 güven aralığında, $r = 0,540$).



Şekil 5.76. Havza Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)



Şekil 5.77. Havza Ovasında Tarım Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.6. Tarım Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)

Yağış (Kümülatif) / r Değeri	3015b 17351	3008 17270	3023 17280	3001 17096	3013 17232	3041 17116	3044b 17056	3044b 17052
10 Günlük	-,179**	-,352**	,247**	,022	-,267**	-,348**	-,184**	-,065
20 Günlük	-,191**	-,426**	,347**	,081	-,347**	-,405**	-,205**	-,086*
30 Günlük	-,199**	-,461**	,431**	,153**	-,398**	-,457**	-,189**	-,070
40 Günlük	-,195**	-,492**	,487**	,223**	-,433**	-,490**	-,175**	-,066
50 Günlük	-,175**	-,508**	,534**	,295**	-,449**	-,513**	-,158**	-,057
60 Günlük	-,148**	-,514**	,577**	,360**	-,457**	-,527**	-,127**	-,039
70 Günlük	-,119**	-,511**	,604**	,421**	-,461**	-,533**	-,102*	-,032
80 Günlük	-,082	-,493**	,625**	,475**	-,462**	-,533**	-,074	-,021
90 Günlük	-,042	-,468**	,646**	,520**	-,465**	-,525**	-,042	-,010
100 Günlük	-,008	-,440**	,664**	,559**	-,468**	-,510**	-,011	,008
110 Günlük	,021	-,412**	,680**	,591**	-,469**	-,479**	,030	,032
120 Günlük	,041	-,384**	,687**	,617**	-,467**	-,446**	,062	,061
130 Günlük	,061	-,357**	,690**	,635**	-,460**	-,404**	,096*	,085*
140 Günlük	,078	-,328**	,693**	,644**	-,450**	-,359**	,135**	,108*
150 Günlük	,090*	-,296**	,692**	,646**	-,436**	-,315**	,168**	,129**
160 Günlük	,097*	-,259**	,687**	,640**	-,419**	-,264**	,208**	,147**
170 Günlük	,103*	-,217**	,676**	,628**	-,396**	-,209**	,245**	,167**
180 Günlük	,107*	-,174**	,660**	,607**	-,370**	-,154**	,279**	,185**
190 Günlük	,110**	-,129**	,636**	,578**	-,339**	-,099*	,308**	,199**
200 Günlük	,117**	-,083	,606**	,544**	-,303**	-,045	,332**	,210**
210 Günlük	,126**	-,034	,570**	,505**	-,264**	,003	,352**	,218**
220 Günlük	,142**	,015	,528**	,467**	-,220**	,045	,361**	,217**
230 Günlük	,158**	,063	,482**	,429**	-,171**	,083	,363**	,213**
240 Günlük	,175**	,110**	,433**	,395**	-,120**	,116**	,355**	,202**
250 Günlük	,194**	,154**	,381**	,361**	-,065	,139**	,339**	,189**
260 Günlük	,208**	,195**	,326**	,325**	-,012	,160**	,316**	,173**
270 Günlük	,216**	,227**	,275**	,286**	,036	,173**	,287**	,151**
280 Günlük	,219**	,250**	,226**	,246**	,080	,181**	,252**	,129**
290 Günlük	,210**	,262**	,183**	,205**	,116**	,189**	,216**	,114**
300 Günlük	,194**	,264**	,148**	,163**	,145**	,195**	,184**	,100*
310 Günlük	,170**	,255**	,120**	,124**	,163**	,195**	,156**	,093*
320 Günlük	,141**	,234**	,101*	,087*	,166**	,182**	,122**	,087*
330 Günlük	,102*	,202**	,091*	,058	,155**	,162**	,088*	,081
340 Günlük	,061	,163**	,094*	,034	,129**	,130**	,058	,078
350 Günlük	,018	,123**	,081	,003	,111**	,105*	,024	,071
360 Günlük	-,021	,081	,082	-,020	,081	,072	-,003	,067

Tablo 5.7. Tarım Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)

Yağış (Kümülatif) / r Değeri	3039 17192	3038 17192	3043 17196	3050 17162	3051 17162	3052 17085	3052 17030
10 Günlük	,093*	,028	-,135**	-,090*	-,072	-,094*	-,171**
20 Günlük	,176**	,077	-,117**	-,072	-,053	-,051	-,184**
30 Günlük	,238**	,143**	-,076	-,040	-,022	-,021	-,196**
40 Günlük	,276**	,184**	-,030	-,018	,002	,012	-,196**
50 Günlük	,308**	,222**	,018	-,003	,016	,038	-,198**
60 Günlük	,343**	,252**	,072	,028	,043	,068	-,195**
70 Günlük	,368**	,286**	,125**	,053	,063	,089*	-,188**
80 Günlük	,385**	,311**	,176**	,068	,075	,117**	-,181**
90 Günlük	,412**	,343**	,228**	,087*	,094*	,149**	-,172**
100 Günlük	,432**	,374**	,281**	,110**	,118**	,170**	-,162**
110 Günlük	,458**	,407**	,330**	,132**	,138**	,202**	-,142**
120 Günlük	,484**	,437**	,377**	,155**	,159**	,240**	-,118**
130 Günlük	,511**	,464**	,419**	,183**	,189**	,280**	-,090*
140 Günlük	,533**	,493**	,460**	,217**	,227**	,321**	-,055
150 Günlük	,556**	,520**	,500**	,258**	,267**	,366**	-,016
160 Günlük	,575**	,540**	,534**	,297**	,306**	,410**	,018
170 Günlük	,587**	,558**	,566**	,337**	,348**	,450**	,061
180 Günlük	,597**	,570**	,593**	,376**	,385**	,484**	,101*
190 Günlük	,598**	,578**	,615**	,414**	,419**	,511**	,136**
200 Günlük	,599**	,578**	,628**	,444**	,445**	,533**	,172**
210 Günlük	,593**	,570**	,637**	,465**	,463**	,540**	,206**
220 Günlük	,577**	,557**	,636**	,479**	,470**	,538**	,232**
230 Günlük	,556**	,531**	,628**	,480**	,471**	,526**	,247**
240 Günlük	,525**	,506**	,613**	,475**	,464**	,506**	,260**
250 Günlük	,494**	,472**	,589**	,458**	,447**	,481**	,273**
260 Günlük	,463**	,440**	,559**	,434**	,423**	,450**	,278**
270 Günlük	,425**	,398**	,518**	,395**	,384**	,408**	,272**
280 Günlük	,391**	,354**	,471**	,353**	,343**	,362**	,263**
290 Günlük	,360**	,309**	,422**	,311**	,299**	,318**	,250**
300 Günlük	,331**	,264**	,367**	,269**	,255**	,273**	,231**
310 Günlük	,309**	,228**	,310**	,229**	,211**	,232**	,211**
320 Günlük	,295**	,194**	,258**	,193**	,171**	,196**	,188**
330 Günlük	,287**	,164**	,207**	,160**	,134**	,167**	,163**
340 Günlük	,285**	,144**	,164**	,136**	,106*	,140**	,131**
350 Günlük	,269**	,111**	,110**	,102*	,068	,108*	,103*
360 Günlük	,260**	,090*	,068	,077	,042	,080	,070

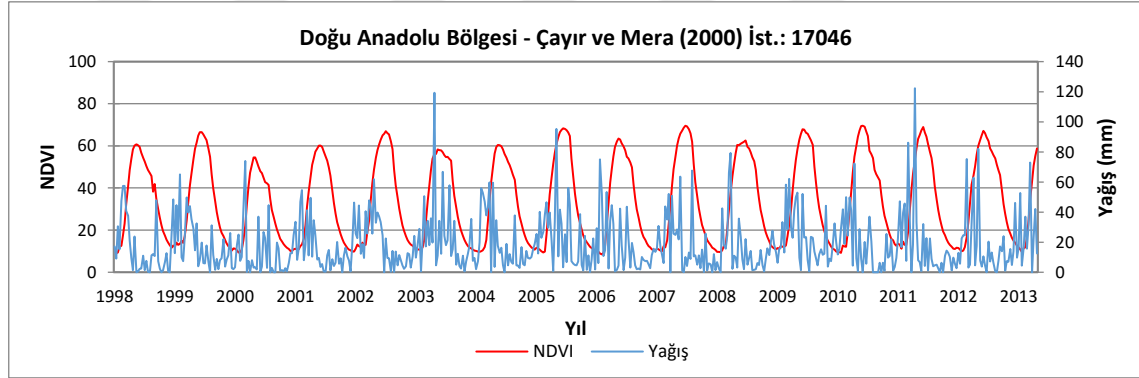
Genel anlamda tarım arazileri değerlendirildiğinde kuru tarımın yapıldığı (İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu bölgesi gibi) alanlarda bitkilerin yağışlara daha kısa sürede tepki verdiği görülmüş ve istatistiksel olarak elde edilen bulgular yağış ile NDVI değeri arasındaki ilişkinin bu alanlarda daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca kurak bölgelerde bitkilerin r değerinin diğer bölgelerden daha da yüksek olması yağışa tarım alanlarının ne derece bağımlı olduğunu göstermektedir.

5.3.3. Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişki

Çayır ve mera alanları ekosistemin tür çeşitliliği anlamında en zengin alanları olsa da aynı zamanda mekân içerisinde en kırılgan alanlar da yine çayır ve mera

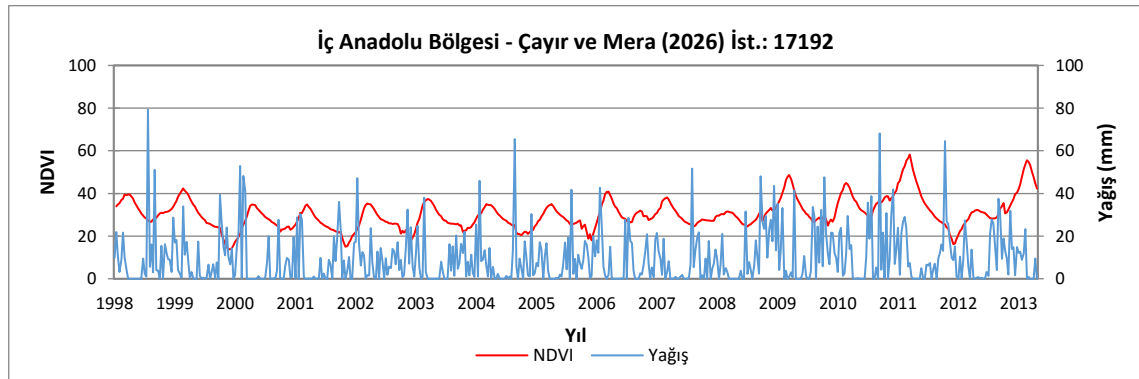
ekosistemleridir. Bu nedenle, çayır ve mera alanlarının ekosistem özelliklerinin. Çevresel faktörlerin ekosistemlere olan etkisinin anlaşılması önemlidir. Bu bölümde Türkiye'nin farklı bölgelerinden seçilen çayır ve mera alanlarının NDVI ve yağış değerlerinin zamansal değişimi gösterildiği gibi, bu iki parametre arasındaki ilişkide ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle, Doğu Anadolu (2000), İç Anadolu (2026), Güneydoğu Anadolu (2017), Akdeniz (2012), Ege (2019b), Marmara (2035) ve Karadeniz (2001) Bölgesinden çayır ve mera alanları seçilerek, seçilen test alanının NDVI değerleri ile yağış (kümülatif) değerleri arasında Pearson korelasyon analizi sonuçları Tablo 5.8'de gösterilmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesinden seçilen mera alanının 10 günlük yağış verileri ve NDVI değerleri Şekil 5.78'de gösterilmiştir. Daha önce çayır ve mera alanlarının kırılganlığından ve çevresel faktörlere kısa sürede tepki verdiğinden bahsedilmişti (bkz. "Çayır ve Mera Alanlarının Zamansal ve Mekânsal Değişimi" başlığı). Seçilen test alanında bitkilerin kısa sürede tepki verdiği görülmüştür (ilk 10 günlük yağışlar, %99 güven aralığında, $r = 0,301$). Ancak istatistiksel olarak biokütle, 100 günlük gecikme ile yağışa tepki vermektedir (%99 güven aralığında, $r = 0,799$).



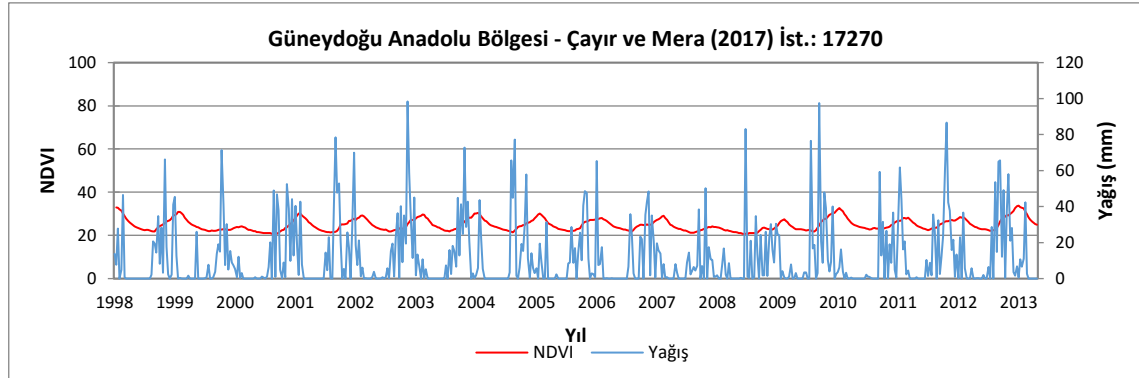
Şekil 5.78. Doğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Şekil 5.79'da ise İç Anadolu bölgesinden seçilen çayır ve mera alanına ait NDVI ve yağış değerlerini göstermektedir. İki parametre arasında gerçekleştirilen korelasyon analizleri, seçilen test alanındaki çayır ve mera bitkilerinin 20 gün gecikmeli olarak yağışlara tepki verdiği ancak en yüksek ilişkinin 210 günlük kümülatif yağışlarla gerçekleştiği göstermiştir (%99 güven aralığında, $r = 0,653$).



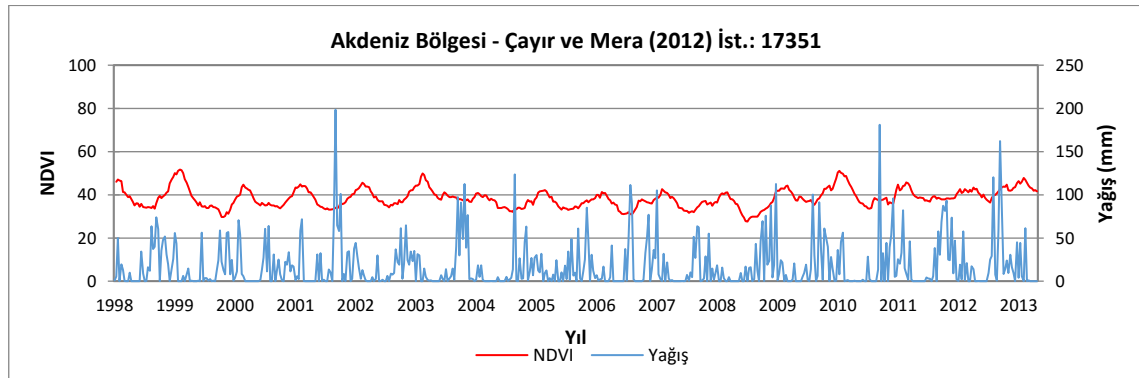
Şekil 5.79. İç Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Güneydoğu Anadolu bölgesinden seçilen çayır ve mera alanına ait NDVI ve yağış değerleri Şekil 5.80’de verilmiştir. Bölgedeki biokütlenin meydana gelen yağışlarla doğrudan tepki gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak istatistiksel olarak 100 gün (%99 güven aralığında, $r = 0,781$) öncesinden NDVI değerinin ölçümüne kadar olan süreçteki yağışların biokütlenin artışıyla doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir.



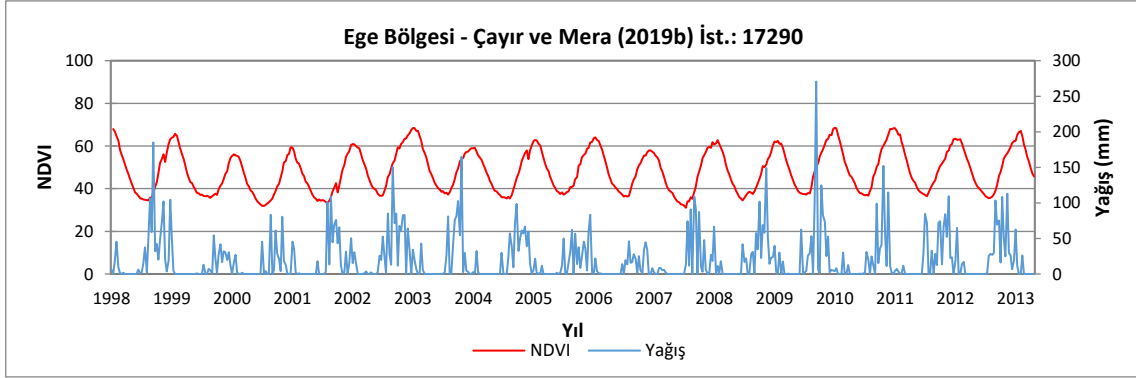
Şekil 5.80. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Tablo 5.8’te de görüldüğü gibi Akdeniz Bölgesindeki çayır ve mera alanlarının kısa sürede yağışlara tepki verdiği görülmüştür. Korelasyon analizi gerçekleştirilen her iki parametreye ait veriler ise Şekil 5.81’de verilmiştir. Sonuç olarak ise Akdeniz bölgesindeki mera alanının 160 (6 ay) günden NDVI değerinin ölçüm gününe kadar meydana gelen yağışlar ile istatistiksel olarak (%99 güven aralığında $r = 0,544$) yüksek oranda ilişkili bulunmuştur.



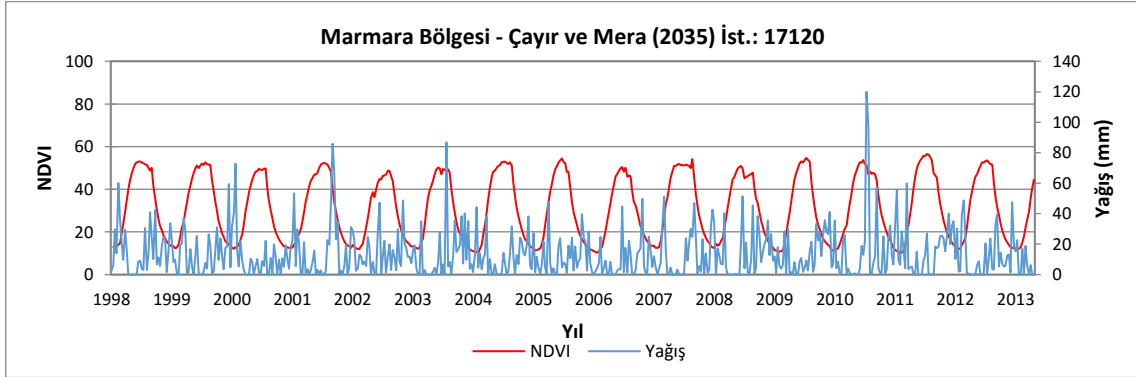
Şekil 5.81. Akdeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Şekil 5.82’de Ege bölgesindeki mera alanına ait bölgenin NDVI değerleri ve Bodrum istasyonuna ait yağış verileri gösterilmiştir. NDVI ve yağış (kümülatif) değerleri arasında korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre Ege bölgesinden seçilen test alanındaki mera bitkilerinin yağışlara anında tepki verdiği ve diğer mera alanlarına oranla istatistiksel olarak NDVI ve kümülatif yağış değerlerinin daha yüksek ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. NDVI değerlerinin en yüksek düzeyde ilişkiye sahip olduğu periyot ise 0-110 günlük kümülatif yağış değerleridir (%99 güven aralığında, $r = 0,840$).



Şekil 5.82. Ege Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

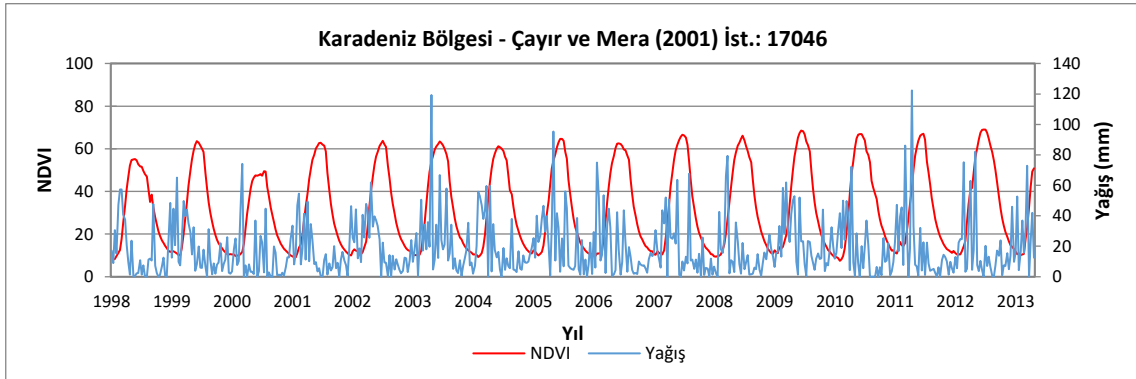
Marmara bölgesi mera ve çayır alanı bakımından oldukça fakirdir. Şekil 5.83'te ise Marmara bölgesinde Uludağ'ın yaklaşık 2000 metre yükseltisinden çayır alanın NDVI değerlerinin zamansal değişimi ve bölgedeki yağış değerleri gösterilmiştir. Bu iki parametre arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda bitkilerin 0-220 günlük yağışlara tepki vermediğini; ölçülen NDVI değerinden geçmişe yönelik 0-290 günlük toplam yağış değerleri ile (%99 güven aralığında. $r = 213$) daha ilişkili olduğu saptanmıştır. Ancak bu durumun başlıca sebebi, ülkemizdeki meteoroloji istasyon ağının sık olmaması ve günlük veri kaydının tutulmamasıdır. Maalesef ülkemizdeki çoğu meteoroloji istasyonunun şehir içlerinde bulunması ve şehir yapılarının istasyon ölçümlerini etkilemesi bu çalışmada da olduğu gibi özellikle ekolojik çalışmaların iklim parametreleri ile ilişkilendirilmesini zorlaştırmaktadır. Seçilen test alanının NDVI değerlerinin ölçüldüğü alana uzak olması yağış ile biokütle arasındaki ilişkinin düşük seviyede çıkmasının en önemli sebebi olarak düşünülmektedir.



Şekil 5.83. Marmara Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Karadeniz bölgesi mera alanlarından ziyade çayır alanlarının daha fazla olduğu bölgemizdir. Bu durumun başlıca nedeni bölgenin dağlık olması ve yükseltinin fazla olduğu dağlık kesimlerin zirveleri büyük çoğunlukla çayır alanlarını teşkil etmektedir. Karadeniz bölgesindeki çayır alanından seçilen bölgenin NDVI değerleri ve seçilen bölgeye en yakın meteoroloji istasyonuna ait veriler Şekil 5.84'te gösterilmiştir. İstatistiksel olarak seçilen test alanına ait NDVI değerleri ile yağış değerleri arasında sıkı bir ilişki bulunmuştur. Karadeniz bölgesinden seçilen çayır alanının yağışlara anında tepki verdiği görülmüştür (Tablo 5.8). Ayrıca seçilen çayır alanının 0-110 günlük

birikmiş yağışlarla daha ilişkili olduğu istatistiksel olarak ortaya konulmuştur (%99 güven aralığında, $r = 0,792$).



Şekil 5.84. Karadeniz Bölgesinde Çayır ve Mera Alanlarının NDVI Değerleri ile 10 Günlük Toplam Yağış Değerlerinin Zamansal Değişimi (1998-2013)

Sonuç olarak çayır ve mera alanlarının orman ve tarım alanlarına oranla yağışlara daha kısa sürede tepki verdiği ve istatistiksel olarak elde edilen ilişkilerin orman ve tarım alanlarına nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.8. Çayır ve Mera Alanlarına Ait Test Alanlarının NDVI Değerleri ile Yağış Arasındaki İlişkisi (*: %95 Güven Aralığı, **: %99 Güven Aralığı)

Kümülatif Yağış (Gün) / r değeri	2000 17046	2026 17192	2017 17270	2012 17351	2019b 17290	2035 17120	2001 17046
Y10	,301**	,048	,335**	,094*	,368**	-,297**	,247**
Y20	,435**	,136**	,465**	,200**	,512**	-,350**	,375**
Y30	,541**	,216**	,543**	,273**	,611**	-,393**	,480**
Y40	,618**	,258**	,599**	,302**	,673**	-,413**	,562**
Y50	,684**	,303**	,650**	,323**	,723**	-,426**	,634**
Y60	,728**	,341**	,690**	,357**	,757**	-,434**	,689**
Y70	,758**	,380**	,726**	,387**	,788**	-,443**	,730**
Y80	,782**	,403**	,759**	,421**	,814**	-,442**	,761**
Y90	,794**	,432**	,778**	,451**	,831**	-,433**	,780**
Y100	,799**	,456**	,781**	,477**	,838**	-,419**	,790**
Y110	,792**	,479**	,778**	,495**	,840**	-,396**	,792**
Y120	,778**	,498**	,763**	,500**	,831**	-,365**	,784**
Y130	,759**	,525**	,743**	,514**	,816**	-,329**	,768**
Y140	,735**	,552**	,722**	,534**	,794**	-,289**	,745**
Y150	,702**	,577**	,696**	,543**	,764**	-,243**	,714**
Y160	,663**	,600**	,665**	,544**	,726**	-,198**	,676**
Y170	,618**	,620**	,630**	,540**	,684**	-,152**	,632**
Y180	,572**	,637**	,585**	,535**	,639**	-,108*	,587**
Y190	,521**	,646**	,540**	,515**	,589**	-,070	,537**
Y200	,465**	,652**	,492**	,492**	,536**	-,028	,483**
Y210	,406**	,653**	,441**	,468**	,482**	,014	,426**
Y220	,349**	,646**	,394**	,439**	,426**	,055	,369**
Y230	,293**	,631**	,350**	,412**	,371**	,093*	,313**
Y240	,237**	,605**	,307**	,384**	,315**	,129**	,258**
Y250	,185**	,576**	,263**	,360**	,262**	,156**	,207**
Y260	,134**	,546**	,224**	,324**	,210**	,180**	,158**
Y270	,085*	,507**	,188**	,296**	,163**	,199**	,109*
Y280	,041	,471**	,157**	,270**	,124**	,212**	,066
Y290	,001	,437**	,132**	,243**	,094*	,213**	,026
Y300	-,030	,402**	,122**	,222**	,072	,207**	-,007
Y310	-,051	,376**	,123**	,204**	,060	,190**	-,034
Y320	-,061	,355**	,138**	,201**	,063	,165**	-,052
Y330	-,061	,339**	,160**	,200**	,073	,138**	-,055
Y340	-,047	,327**	,194**	,196**	,101*	,103*	-,048
Y350	-,044	,303**	,207**	,187**	,108*	,074	-,049
Y360	-,029	,284**	,230**	,175**	,131**	,039	-,041

5.4. VCI Değerleri ve Kuraklığın Karşılaştırılması

Türkiye bulunduğu coğrafi konum itibari ile farklı flora alemlerinin karşılaşma alanı olarak dikkate değer ölçüde bitkisel çeşitliliğe sahip bir ülke durumundadır. Orman, çalı ve otsu bitkiler ana bitkisel formasyonları oluştururken, diğer birçok bitkisel oluşumun da yetişme ortamıdır. Farklı karakterdeki bitki ortamları ülke genelinde iklim, topografya ve diğer coğrafi faktörlerin kontrolünde mekânsal olarak çeşitlilik göstermiştir (Atalay, 1994). Ancak ülkemizde özellikle orman alanları, makilikler ve otsu formasyon alanları beşeri faaliyetlerin yaratmış olduğu baskı nedeniyle önemli ölçüde tahrip edilmiş yada yaşam koşulları bozulmuştur. Özellikle tarım, yerleşme, sanayi ve madencilik gibi insan aktiviteleri bu alanların doğallıklarının bozulmasına ve kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır. Negatif yönde ortaya çıkan duruma örnek olarak çayır alanlarındaki aşırı otlatmaya bağlı otsu bitkilerin habitat kalitelerinin düşmesi verilebilir. Bulunduğu ortamda doğal veya yarı doğal özellik gösteren alanlardaki bitkilerin ekolojik karakterlerinin ortaya konması ve arazi kullanımında zaman içerisinde ortaya çıkan değişikliklerin etkilerinin değerlendirilmesi gerekir. Benzer şekilde bu alanların gelecekte nasıl kullanım şekline dönüşecekleri konusunda tahminlerin yapılması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca bu alanların koruma stratejilerinin neler olabileceğinin tartışılması sürdürülebilir bir gelecek için gereklidir (Karabulut, 2006).

Önemli oranda biyolojik çeşitliliğe sahip Türkiye’de çağın gerektirdiği yeni ve üretken teknolojileri kullanarak detaylı bölgesel bitki örtüsü haritalarının üretimi gecikmiş bir konudur. Özellikle bitkilerin çağdaş yöntemlerle ekolojik özelliklerinin, fenolojik karakterlerinin ve üretkenliklerinin ortaya konulması ile ilgili çalışmalar coğrafyacı ve diğer ilgili bilim dalları için yeterli düzeyde değildir (Karabulut, 2006). İklimsel olarak kırılgan ve riskli bir bölgede yer alan Türkiye’nin doğal bitki örtüsü hızlı ve devamlı bir şekilde tahrip edilmesine rağmen bu konunun yeterince dikkat çekmemesi geleceğimiz adına üzücüdür. Bu denli öneme sahip bir durumun ilgili literatürde beklenen seviyede yer alamaması aciliyeti olan bir konunun göz ardı edilmesi ya da önemsenmemesi anlamın gelmektedir.

Çağın sağladığı gelişmiş teknolojileri kullanarak yukarıda sözü edilen olumsuzlukların ortadan kaldırılması mümkündür. Bu bağlamda dünyanın birçok bölgesinde benzer hedeflere yönelik araştırmalarda Uzaktan Algılama yöntemleri tercih edilmektedir (Karabulut, 2006). Çünkü bu yöntemle elde edilen uydu vb. veriler kullanılarak yapılan bitki örtüsü çalışmaları herhangi bir alanın ekolojik karakterinin bilinmesi ve arazi kapasitelerinin belirlenmesi için ihtiyaç duyulan temel bilgileri kapsamaktadır. Bütün dünyada Uzaktan Algılama yoluyla elde edilen verilerinin benzer araştırmalarda oldukça yaygın olarak kullanıldığı gözlenirken, Türkiye’de bu teknolojiiden yararlananların sayısı son dönemlerde artış göstermiş olsa da henüz yeterli seviyede değildir.

Güncel bitki örtüsü çalışmaları çoğu zaman klasik örneklem metotları kullanılarak yapılmaktadır. Bu tür yöntemler ve yaklaşımlar doğru ve güvenilir olmalarına karşın bazı dezavantajları da bünyelerinde barındırmaktadır. Özellikle geniş alanlarda örnek toplamanın zor oluşu ve bitki örtüsünde kısa süre zarfında meydana gelebilecek değişimleri izleyememeleri bu dezavantajlardan bazılarını oluşturmaktadır (Karabulut, 2006). Mekânsal ölçeklerinin sağladığı avantajla geniş alanlardaki bitki örtüsü çalışmalarında kullanılan NOAA-AVHRR, SPOT VEGETATION (SPOT VGT) ve MODIS verileri bu güne kadar birçok araştırmacı tarafından dünyanın çeşitli bölgelerin

de kullanılmıştır (Goward vd., 1991; Cihlar vd., 1991; Marsh vd, 1992; De Buers vd, 2004; De Buers vd, 2005; Karabulut, 2008; Çelik ve Karabulut, 2013a; Çelik ve Karabulut, 2013b; Rodrigues, 2013 vd., 2013; Çelik ve Karabulut, 2014, Hou vd., 2015). Çünkü Uzaktan Algılama verileri ve yöntemleri, yukarıda ifade edilen dezavantajları daha ucuz, geniş alanlarda daha az iş gücüyle kolaylıkla sağlanabilmeleri ve geniş alanda kısa süreli değişimleri kaydedebilmelerinden dolayı avantaja çevirmektedir. Uzaktan Algılama verileri sayısal olmalarının sağladığı avantajla matematiksel modellere dönüştürülebilmekte ve böylece bitkilerin biyolojik aktivite (fotosentez) durumuyla ilgili pratik bilgilere ulaşılabilir. Özellikle yüksek temporal çözünürlüğe sahip verilerden elde edilen bitki indeks modelleri, bitki aktivitelerin izlenmesi, ölçülmesi ve haritalanması sırasında önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Tucker, 1979; Goward vd., 1991; Marsh vd., 1992; Campbell, 1997; Yang vd., 1997; Zhang vd, 2003; Xie vd., 2008; Atzberger ve Eilers, 2011; Yin vd., 2012).

Çalışmamızın ana amacını günlük düzeyde elde edilen ve bitki izleme amaçlı yörüngeye yerleştirilmiş olan SPOT VEGETATION uydusuna ait verileri kullanarak Türkiye'deki bitki örtüsü durumunun (özellikle biyolojik aktivite seviyesi ve fenolojik özellikler) analiz edilmesi oluşturmaktadır. Bu amaçla makalemizde ülkemizin farklı bölgelerinden seçilmiş, çeşitli bitki formasyonlarının 1998-2013 yılları arasındaki biyolojik aktivite durumları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Türkiye'nin tamamını gösteren bitki örtüsü durum haritaları oluşturularak biyolojik aktivite seviyesi detaylı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca bitkisel gelişim ve olgunlaşma süreçlerini belirlemek amacıyla bitki durum modelleri (VCI) üretilmiş ve Türkiye genelinde fenolojinin izlediği seyir incelenmiştir. Bu sayede Türkiye'nin bitki örtüsü durum haritaları oluşturulmuş ve rölatif yeşillenme durumunun aylık düzeyde değişimleri ortaya konmuştur. Akdeniz bölgesi, Adana bölümünden seçilen test alanlarında tarım, orman ve çayır alanlarının çalışma periyodu boyunca gösterdiği biyolojik aktivite durumu detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bütün bunlara ilave olarak yükselti faktörünün bitki örtüsü aktiviteleri üzerindeki etkisi seçilen test alanı bağlamında analiz edilmiştir.

Çalışmada kullanılan bir diğer bitki indeks modeli ise Bitki Durum İndeksi (VCI)'dir. Kogan (1995) tarafından geliştirilen VCI, bitkinin inceleme periyodu içerisinde yaşamsal aktivitesinde meydana gelen değişimleri daha belirgin bir hale dönüştürmek için kullanılır. Bu dönüşüm NDVI değerleri kullanılarak yapılır (*Formül 1*):

$$VCI = (NDVI_j - NDVI_{min} / NDVI_{max} - NDVI_{min}) * 100 \quad (1)$$

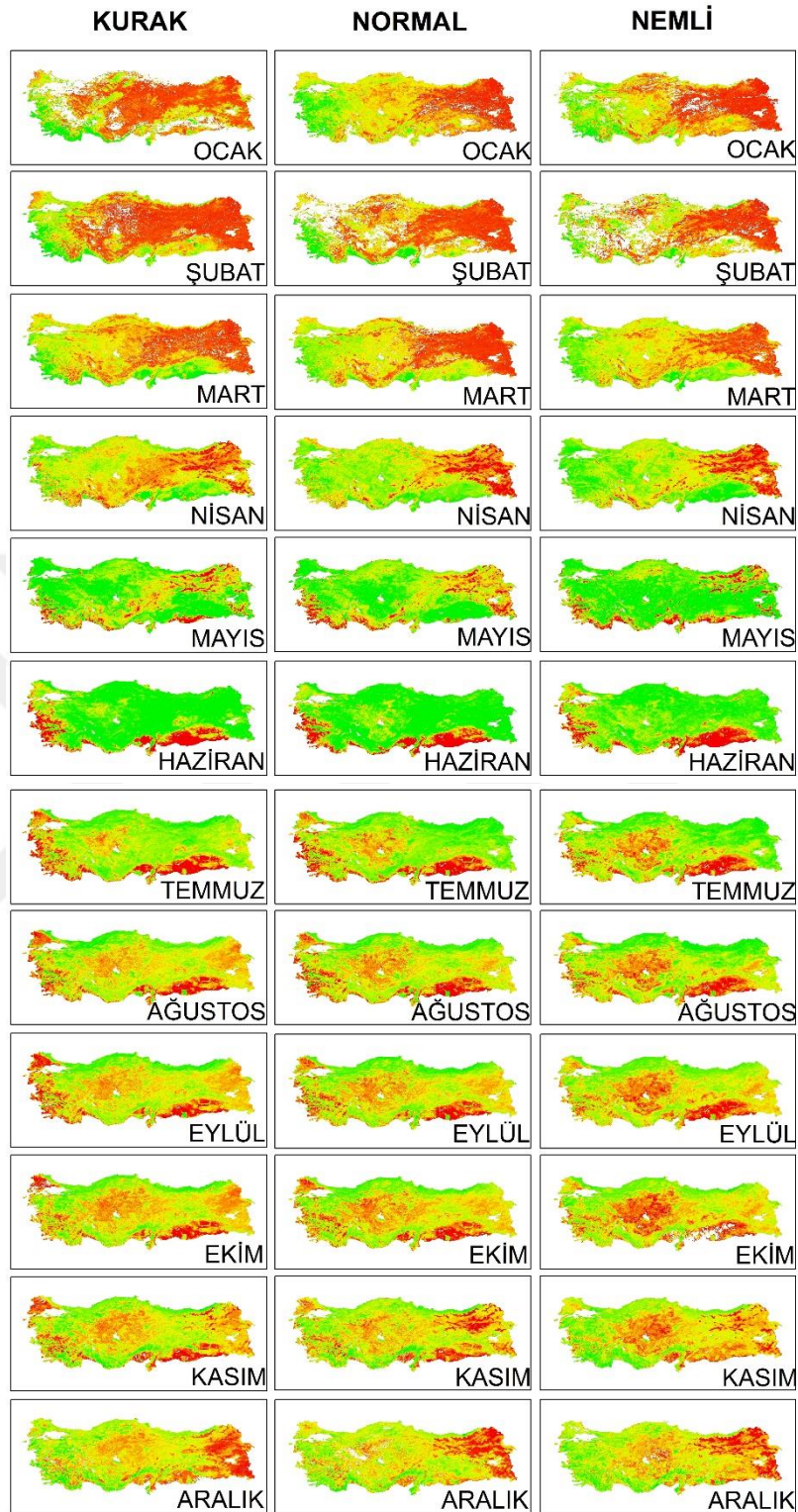
Burada NDVI_j, aylık maksimum bileşke NDVI değerine; NDVI_{max}, uzun zaman periyodu içerisindeki maksimum NDVI değerine; NDVI_{min} uzun zaman periyodu içerisindeki minimum NDVI değerine karşılık gelmektedir. Formül sonucunda 0-100 arasında bir değer aralığı oluşturmaktadır. Bu aralık yüzdeyi ifade etmektedir (Çelik ve Karabulut, 2014).

Bu çalışmada SPOT VGT uydu verileri kullanılarak hem Türkiye ölçeğinde hem de belirli test alanlarında bitki örtüsünün yıl içerisinde ve uzun yıllar boyunca gösterdiği değişimler incelenmeye çalışılmıştır. İlk aşamada NDVI yöntemi ile Türkiye'deki bitki örtüsünün 1998-2013 yılları arasında minimum ve maksimum aktivite gösterdiğinde ortaya çıkan vejetasyon deseni araştırılmış, daha sonra ortaya çıkan bu desenin seçilmiş bir yıl içerisindeki aylık değişimi analiz edilmiştir. Ayrıca NDVI kullanılarak farklı yükseltilerde ve arazi kullanım/arazi örtüsü tiplerinde piksel düzeyinde analizler yapılmıştır. Bu analizlerde amaç seçilen pikseli temsil eden bitki formasyonlarının hem

uzun yıllar hem de yıl içerisindeki fenolojik aktivite durumları ve fenoloji süreleri hakkında çıkarımlar yapmaktır. Öte yandan VCI kullanılarak Türkiye'deki bitki örtüsünün seçilen yıllar içerisindeki göreceli yeşillenme durumu incelenmiştir. Göreceli yeşillenmede yılın kurak ya da nemli geçmesinin etkili olacağı düşüncesiyle seçilen test yılları Türkiye için kurak, normal ve nemli dönemi temsil edecek şekilde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar farklı grafik ve haritalarla ortaya konmuştur.

Bitki Durum İndeksi, bitkilerin inceleme periyodu içerisindeki göreceli yeşillenme durumlarını ortaya koyan en etkili metotlardan birisidir. Özellikle bitkilerin iklim ile ilişkisini ortaya koymak için araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilir. Bu çalışmada da Türkiye'deki bitki örtüsünün farklı yağış koşullarının yaşandığı yıllardaki göreceli yeşillenme durumlarını izlemek için VCI yöntemi kullanılmıştır. Bu amaç için uzun yıllar ortalamasının altında yağış alan 2000 yılı (kurak yıl), uzun yıllar ortalamasına yakın değerlerde yağış alan 2003 yılı (normal yıl) ve uzun yıllar ortalamasının üzerinde yağış alan 2009 yılı (nemli yıl) test yılları olarak seçilmiştir (MGM, 2016, www.mgm.gov.tr).

Şekil 5.85'te kırmızı alanlar yıl içerisinde biyolojik aktivitenin çok fazla değişmediği alanları gösterirken; yeşil alanlar yıl içerisinde biyolojik aktivitenin çok değişken olduğu alanları temsil etmektedir. VCI değerleri nemli (2009), normal (2003) ve kurak (2000) yıllarla karşılaştırıldığında nemli geçen yılın etkisi önemli ölçüde izlenebilmektedir. Bu dönemde iç kesimlerden başlayarak Doğu Anadolu'ya doğru göreceli yeşillenmenin Mart ayında belirginleştiği söylenebilir. Başka bir anlatımla kuru tarım ve otsu türlerin hâkim olduğu alanlarda daha erken yeşillenmeden söz edilebilir. Bu anlamda dikkat çeken bir başka alan da İç Anadolu Bölgesidir. Bu bölgede nemli yılda vejetasyon aktivitesinin daha erken sona ermesinin temel sebebinin bitkilerin biyolojik aktiviteye daha erken başlamasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Hem kuru hem de sulu tarımın yapıldığı Güneydoğu Anadolu ile Çukurova'da da benzer bir durum gözlenmektedir.



Şekil 5.85. Kurak, normal ve nemli yıllarda VCI Değerlerinin Mekânsal Dağılımı ve Değişimi

6. SONUÇ

Bu çalışmada ilk olarak, Türkiye’de meydana gelen bitki aktivite seviyelerinin en düşük ve en yüksek olduğu dönemler belirlenmiştir. Böylece, tarım, çayır ve orman alanlarındaki bitki desenleri, değişen pik seviyeleri ve zamanları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Buna göre orman alanları yıl boyunca yüksek bitki aktivitesi gösterirken, daha otsu cılız bitkilerin daha düşük biyolojik aktivite gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Kıyı bölgelerimiz daha erken bitkisel aktiviteye başlarken, yükseltiye bağlı olarak iç bölgeler daha geç bitkisel aktivite göstermektedir. Ayrıca otsu bitkilerin daha yaygın olduğu iç bölgelerde hasatla birlikte bitkisel aktivitesinin azaldığı saptanmıştır. Yükseltiye ve enlemin etkisine bağlı olarak bölgeler arasında bitkisel canlılık anlamında farklılıklar olduğu izlenmiştir. Ayrıca yıl içerisinde meydana gelen rölatif yeşillenme dönemleri belirlenerek; kurak, normal ve nemli yıllarda bitki örtüsünün göstermiş olduğu rölatif yeşillenme durumu incelenmiştir. Bu incelemede nemli dönemlerde bitkilerin göreceli yeşillenme oranının kurak dönemine göre daha yüksek değerler gösterdiği belirlenmiştir.

Farklı test alanlarında yapılan analizlerde hem vejetasyonun niteliğinin hem de yükselti faktörünün bitki aktivitesi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Çukurova’da 2007 yılına kadar yılda iki pik dönemi ile karakterize olan bitki aktivitesi 2007 sonrasında yılda tek bir maksimum değer göstermeye başlamıştır. Farklı yükselti basamaklarındaki çayır alanları da hem fenoloji süreleri hem de bitkisel aktiviteye başlama zamanları arasında farklılık göstermiştir. Bu durum yükselti basamakları değiştikçe bitkilerin biyokütle ve kanopi özelliklerinin değişimini ortaya koymaktadır. Ayrıca nemli yıllarda Türkiye’deki vejetasyon örtüsünün çok daha güçlü biyolojik aktivite gösterdiği ve özellikle iç bölgelerde normal ve kurak yıllara göre fenolojinin erken başlayıp erken sona erdiği tespit edilmiştir.

Geniş alanlarda ve Türkiye gibi oldukça kompleks vejetasyon deseninin bulunduğu bölgelerde bitki araştırmaları yapmak ve detaylı sonuçlar elde etmek geleneksel yöntemlerle çok büyük bir zaman, maliyet ve işgücü gerektirir. Uydu teknolojilerinin giderek gelişmesi, yaygınlaşması ve ucuzlaması sayesinde artık birçok araştırmacı bölgesel ve küresel vejetasyon araştırmalarında bu teknolojiyen faydalanmaktadır. Türkiye’deki vejetasyonun gerek doğal gerekse antropojen etkilere oldukça hızlı tepki verdiği bu çalışma da dahil olmak üzere birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Bu tür vejetasyon izleme çalışmalarının sıklıkla yapılması geleceğe yön verecektir.

Türkiye’de meydana gelen kuraklıkların şiddeti bitki örtüsü üzerinden tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla farklı metotlar kullanılarak vejetasyon dönemlerini ve kuraklığın bitkilerde meydan getirdiği etkinin başarıyla sağlanmıştır. Ayrıca Uzaktan Algılama metotlarından NDVI ve VCI kullanılarak 1998 ile 2013 yılları arasında bitki aktivitelerinin fizyolojik durumlarının belirlenebileceğini ortaya konulmuştur. Bu metotlar sayesinde kuraklığın küresel ve lokal ölçekte belirlenebileceği ve farklı iklim karakterlerine sahip ortamlarda bile kuraklığın durumunun ortaya konulabileceği ve meydana gelen tahribatın belirlenebileceği anlaşılmıştır.

Sonuç olarak, fenolojinin başlangıç ve bitiş tarihlerinin kurak ve nemli dönemlerde nasıl bir farklılık gösterdiği Uzaktan Algılama verileri sayesinde kolayca elde edilebilmektedir. Bu veriler, kuraklık tahmin modellerinin oluşturulması ve kuraklığın yaratacağı etkinin ve etki derecelerinin belirlenmesi için veri alt yapısı sağlar.

Bu çalışmanın diğer bir sonucu olarak; politikacılar, planlamacılar ve karar vericiler tarafından Uzaktan Algılama metotları kullanılarak kuraklık dinamiklerinin belirlenmesi ve bunun sonucunda planlamaların bu doğrultuda yapılması gerekliliği büyük önem arz etmektedir. Kuraklığın meydana getirdiği etki ve etki alanları belirlenerek tarımsal açıdan çiftçilerin desteklenmesi ve oluşabilecek kaybın en aza indirilmesi ya da devlet bütçelerinin bu doğrultuda hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca sulama projeleri desteklenerek tarım alanlarında su yoksunluğuna bağlı kuraklığın etkileri azaltılmış olacaktır. Ekolojik açıdan ise var olan doğal bitki alanlarının korunması ve ıslah edilmesi ile bitki örtüsünün varlığını sürdürülebilir kılmak ve özellikle çayır, mera ve orman gibi büyük ekosistemlerin içerisinde var olan birçok canlı türlerinin yaşamsal aktivitelerinin de sürdürülebilir kılınması sağlanmış olacaktır. Ülkemizde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından kuraklıkla mücadele için herhangi bir bütçe ayrılmadığı, geçmişten günümüze kadar birçok canlı ve cansız ekolojiyi kolayca değişikliğe uğratabilmiş kuraklık afeti için planlamaların maalesef yapılmadığı kurum yetkilileri tarafından bizzat tarafımıza iletilmiştir. olan planlamalara rehberlik etmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Bu çalışma dünyada birçok örneği olan bitki ile iklim ilişkisinin ülkemizde henüz gerekli yeri bulamaması ve bitki ekolojisi ile ilgili akademik çalışmaların özellikle Coğrafyacıların temel konusu olmasına rağmen az çalışılmasına yönelik olan açığı kapatmaktadır. Çalışma, tarafıma çok büyük katkılar sağladığı gibi gelecekte bu tür çalışmaların yapılmasına da temel bir kaynak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- AKBAŞ, A. (2014). Türkiye’de klimatolojik kuraklık olasılıklarının dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 63, ss. 1-7.
- AKKARTAL, A., TÜRÜDÜ, O., ERBEK, F. S. (2005). Çok zamanlı uydu görüntüleri ile bitki örtüsü değişim analizi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, s. 28.
- AKMAN, Y., KETENOĞLU, O., KURT, L., YİĞİT, N. (2012). *Ekolojik sentez*. Palme Yayıncılık, Ankara, ss. 645.
- ALLEN, J.D. (1990). A look at the remote sensing applications program of the National Agricultural Statistics Service. *Journal of Official Station*. 6(4), ss. 393-409.
- ANYAMBA, A., TUCKER, C. J. (2005). Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981–2003. *Journal of Arid Environments*, 63(3), 596-614.
- ARICI, H. (1981). *İstatistik (3. Baskı)*. Meteksan Baskı Tesisleri, Ankara, ss. 244.
- ASLAN, Z., NATARAJAN, K., TANKUT, M. (1994). Vegetation pattern of Istanbul from the Landsat data and the relationship with meteorological parameters. İçinde: *Annales Geophysicae, Springer-Verlag* 12(6), ss. 574-584
- ATALAY, İ. (1994). *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası*. Ege Üniversitesi Yayınları, ss. 352, İzmir.
- ATALAY, İ. (2008a). *Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık, Cilt I, ss. 328.
- ATALAY, İ. (2008b). *Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık, Cilt II, ss. 824.
- ATALAY, İ., Efe, R., Öztürk, M. (2014). Ecology and classification of forests in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 120, 788-805.
- ATZBERGER, C., EILERS, P. H. C. (2011) A time series for monitoring vegetation activity and phenology at 10-daily time steps covering large parts of South America. *International Journal of Digital Earth*, 4 (5), 365-386.
- AVCI, M. (1996). Endemik bir meşe türü, kasnak meşesi (*Quercus volcanica* (Boiss. Heldr. ex). Kotschy)’nin Türkiye’deki yeni bir yayılış alanı. *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 31: 283-289.
- AVCI, M. (2005). Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü. *İstanbul: Coğrafya Dergisi*, Sayı 13: 27-55.
- BADECK, F. W., BONDEAU, A., BOTTCHEK, K., DOKTOR, D., LUCHT, W., SCHABER, J., SITCH, S. (2004). *Responses of Spring Phenology to Climate Change*. The New Phytologist, 162: 295–309.
- BALAGHI, R., TYCHON, B., EERENS, H., JLIBENE, M. (2008). Empirical regression models using NDVI, rainfall and temperature data for the early prediction of wheat grain yields in Morocco. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10(4), 438-452.
- BARTALEV, S., BELWARD, A.S., ERCHOV, D., ISAEV, A.S. (2003). A new SPOT 4-VEGETATION derived land cover map of Northern Eurasia. *International Journal of Remote Sensing*, 24: 1977–1982.
- BARTHOLOMÉ, E., BELWARD, A.S., ACHARD, F., BARTALEV, S., CARMONA-MORENO, C., EVA, H., FRITZ, S., GREGOIRE, J.-M., MAYAUX, P., STIBIG, HJ. (2002). GLC 2000-Global Land Cover Mapping for the Year 2000-project Status November 2002. Publications of the European Commission, EUR 20524 EN (Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities).

- BAYKUL, Y., GÜZELLER, C.O. (2014). *Sosyal bilimler için istatistik (İkinci Baskı)*. Pegem Akademi, Ankara, ss. 710.
- BEAUBIEN, E. G., FREELAND, H. J. (2000). Spring phenology trends in Alberta, Canada: links to ocean temperature. *International Journal of Biometeorology*, 44(2), 53-59.
- BETTS, A.K., BALL, J.H., BELJAARS, A.C.M., MILLER, M.J., VITERBO, P.A. (1996). The landsurface atmosphere interaction: a review based on observational and global modelling perspectives. *Journal of Geophysical Research*, 101, ss. 7209-7225.
- BLACKMAN, F. F. (1905). Optima and Limiting Factors. *Annals of Botany*, 19(2), ss. 281.
- BM (2004). World population to 2300. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division, ss. 254.
- BOŞGELMEZ, A., BOSGELMEZ, I.I., SAVAŞCI, S., PASLI, N., KAYNAŞ, S. (2000). *Ekoloji I*. Başkent Klişe Yayınevi, Ankara.
- BOUNOUA, L., COLLATZ, G. J., LOS, S. O., SELLERS, P. J., DAZLICH, D. A., TUCKER, C. J., RANDALL, D. A. (2000). Sensitivity of climate to changes in NDVI. *Journal of Climate*, 13(13), 2277-2292.
- BRASWELL, B.H., HAGEN, S.C., FROLKING, S.E., SALAS W.A. (2003). A multivariable approach for mapping sub-pixel land cover distributions using MISR and MODIS: Application in the Brazilian Amazon region. *Remote Sensing of Environment*, 87, ss. 243-256.
- CAMPBELL, J. B. (1987). *Introduction to Remote Sensing*, The Guilford Press, New York.
- CAMPBELL, J. B., WYNNE, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing*. Guilford Press.
- CARLSON, T. N., GILLIES, R. R., PERRY, E. M. (1994). A method to make use of thermal infrared temperature and NDVI measurements to infer surface soil water content and fractional vegetation cover. *Remote Sensing Reviews*, 9(1-2), 161-173.
- CARLSON, T. N., RIPLEY, D. A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote sensing of Environment*, 62(3), 241-252.
- CECCATO, P., FLASSE, S., TARANTOLA, S., JACQUEMOUD, S., GRÉGOIRE, J.M. (2001). Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain. *Remote Sensing of Environment*, 77 (1), ss. 22-33.
- CHAHINE, M. T. (1992). The hydrological cycle and its influence on climate. *Nature*, 359(6394), 373-380.
- CHAPIN, F. S. III, ZAVALA, E. S., EVINER, V. T., NAYLOR, R. L., VITOUSEK, P. M., REYNOLDS, H. L., HOOPER, D. U., LAVOREL, S., SALA, O. E., HOBBI, S. E., MACK, M. C., DIAZ, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234-242.
- CHEN, J., JÖNSSON, P., TAMURA, M., GU, Z., MATSUSHITA, B., EKLUNDH, L. (2004). A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter. *Remote sensing of Environment*, 91(3), 332-344.
- CHEN, X., YU, R. (2007). Spatial and temporal variations of the vegetation growing season in warm-temperate eastern China during 1982 to 1999. *ACTA Geographica Sinica-Chinese Edition*, 62(1), 41.

- CIHLAR, J. (2000). Land cover mapping of large areas from satellites: status and research priorities. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7), ss. 1093-1114.
- CIHLAR, J. ST. LAURENT, L., DYER, J. A. (1991). Relation between the normalized difference vegetation index and ecological variable. *Remote Sensing of Environment*, 35, 279-298.
- COCHRAN, W.G. (1977). Sampling techniques. John Wiley & Sons, New York, NY.
- COSTA, M. H., FOLEY, J. A., 2000. Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO₂ concentrations on the climate of Amazonia. *Journal of Climate*, 13 (1), ss. 18– 34.
- CRACKNELL, A. P. (2001). The exciting and totally unanticipated success of the AVHRR in applications for which it was never intended. *Advances in Space Research*, 28(1), 233-240.
- CUSHMAN, S. A., MCKENZIE, D., PETERSON, D. L., LITTELL, J., MCKELVEY, K. S. (2007). *Research agenda for integrated landscape modeling*. Missoula: Rocky Mountain Research Station, ss. 66, ABD (USA).
- ÇELİK M. A., KARABULUT, M. (2013a). Ahır Dağı (Kahramanmaraş) ve çevresinde bitki örtüsü ile yağış koşulları arasındaki ilişkilerin MODIS verileri kullanılarak incelenmesi (2000-2010). *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6 (1), 123-133.
- ÇELİK M. A., KARABULUT, M. (2013b). Yağış koşullarının Antep Fıstığı (*Pistacia vera* L.) biomas aktivitesi ve fenolojik özelliklerine etkisinin uzaktan algılama verileri kullanılarak incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 60, 37-48.
- ÇELİK M. A., KARABULUT, M. (2014). Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) orman alanları ile yağış arasındaki ilişkilerin MODIS verileri (2000-2010) kullanılarak incelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12 (1), 49-68.
- ÇELİK, M., KARABULUT, M. (2013). Farklı jeolojik formasyonlar üzerinde orman ve mera alanlarının yağış ile ilişkisinin Uzaktan Algılama ile incelenmesi. *Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı 19-21 Haziran 2013*, Fatih Üniversitesi, s 364-372.
- ÇELİK, M. A., GÜLERSOY, A. E. (2013). Işıklı gölü (Çivril-Denizli) çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin göl üzerine etkilerinin incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 29.
- ÇELİK, M. A., SÖNMEZ, M. E. (2013). Kızıltepe ilçesinin tarımsal yapısındaki değişimlerin MODIS NDVI verileri kullanılarak izlenmesi ve incelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 262-281
- DAMIZADEH, M., SAGHAFFAN, B., GRESKE, A. (2001). Studying vegetation responses and rainfall relationship based on NOAA AVHRR images. Singapore: Paper presented at the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, ss. 1-6. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiF9vL17tTOAhVCuhQKHV06B38QFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.crisp.nus.edu.sg%2F~acrs2001%2Fpdf%2F040damiz.pdf&usq=AFQjCNGWYGY3E_5h3ZUPPWUDgfiLSJG6jQ&sig2=aS-DB-1WagqytXqpA6i5tQ.
- DAVENPORT, M. L., NICHOLSON, S. E. (1993). On the relation between rainfall and the Normalized Difference Vegetation Index for diverse vegetation types in East Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 14(12), 2369-2389.

- DE BUERS, K. M., HENEGBRY, G. M. (2004). Land surface phenology and climatic variation and institutional change; Analyzing agricultural land cover change in Kazakhstan. *Remote Sensing of Environment*, 89 (4), 497-509.
- DE BUERS, K. M., HENEGBRY, G. M., (2005). Land surface phenology and temperature variation in the International Geosphere- Biosphere Program high-latitude transects, *Global Change Biology*, 11, 779-790.
- DEBLONDE, G., CİHLAR, J. (1993). A multiyear analysis of the relationship between surface environmental variables and NDVI over the Canadian landmass. *Remote sensing reviews*, 7(2), 151-177.
- DEFRIES, R. S., TOWNSHEND, J. R. G. (1994a). Global land cover: comparison of groundbased data sets to classifications with AVHRR data, in *Environmental Remote Sensing from Regional to Global Scales* (Editör: G. Foody ve P. Curran, Eds.), Wiley, Chichester, ss. 84-110.
- DEFRIES, R. S., TOWNSHEND, J. R. G. (1994b). NDVI-derived land cover classifications at a global scale. *International Journal of Remote Sensing*, 15(17), 3567-3586.
- DEFRIES R., HANSEN M., TOWNSHEND J. (1995). Global Discrimination of Land Cover Types from Metrics Derived from AVHRR Pathfinder Data. *Remote Sensing of Environment*, 54, ss. 209-222.
- DEFRIES, R. S., BELWARD, A. S. (2000). Global and regional land cover characterization from satellite data: an introduction to the Special Issue. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7), 1083-1092.
- DELÉCOLLE, R., MAAS, S. J., GUÉRİF, M., BARET, F. (1992). Remote sensing and crop production models: present trends. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 47(2-3), 145-161.
- DING, M., ZHANG, Y., LIU, L., ZHANG, W., WANG, Z., BAI, W. (2007). The relationship between NDVI and precipitation on the Tibetan Plateau. *Journal of Geographical Sciences*, 17(3), 259-268.
- DICKINSON R. E., HENDERSON-SELLERS A. (1988). Modelling tropical deforestation: a study of GCM land-surface parameterizations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 114, ss. 439-462.
- DOĞANAY, H. (2011). Türkiye ekonomik coğrafyası (5. Baskı). Pegem Akademi, Ankara, ss. 835.
- DYMOND, J. R., BEGUE, A., LOSEEN, D. (2001). Monitoring land at regional and national scales and the role of remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 3(2), 162-175.
- EASTWOOD, J. A., PLUMMER, S. E., WYATT, B. K., STOCKS, B. J. (1998). The potential of SPOT-Vegetation data for fire scar detection in boreal forests. *International Journal of Remote Sensing*, 19(18), 3681-3687.
- EIDENSHINK, J. C., FAUDEEN, J. L. (1994). The 1-km AVHRR global land data set: first stages in implementation. *International Journal of Remote Sensing*, 15, 443-462.
- EKİM, T., GÜNER, A. (1986). The Anatolian Diagonal: fact or fiction?. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences*, 89, ss 69-77. doi:10.1017/S0269727000008915.
- EKLUNDH, L. (1998). Estimating relations between AVHRR NDVI and rainfall in East Africa at 10-day and monthly time scales. *International Journal of Remote Sensing*, 19(3), 563-570.

- EKLUNDH, L. (1998). Estimating relations between AVHRR NDVI and rainfall in East Africa at 10-day and monthly time scales. *International Journal of Remote Sensing*, 19 (3), 563-568.
- ELSNER, M. M., CUO, L., VOİSİN, N., DEEMS, J. S., HAMLET, A. F., VANO, J. A., MICKELSON, K. E. B., LEE, S. Y., LETTENMAIER, D. P. (2010). Implications of 21st century climate change for the hydrology of Washington State. *Climatic Change*, 102(1-2), 225-260.
- EM-DAT (2016). Disaster Profile for Droughts. http://www.emdat.be/disaster_profiles/index.html (04.04.2016).
- ERİNÇ, S. (1977). *Vejetasyon Coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi Yayınları. No: 2276, İstanbul, ss 181.
- EYLES, G.O., JESSEN, M.R., SHEPHERD, T.G., BROWN, L.J., STEPHENS, P.R. (1993). Land monitoring guidelines for Environment Waikato. Landcare Research contract report LC9394/26. Landcare Research, Christchurch.
- FAO, 1946. Forestry and forest products: World situation 1937-1946. FAO, Rome.
- FAO, 1947. The growth of the world's forests. *Unasylva* 1, 1, 27-36.
- FAO, 1960. The world's forest resources. *Unasylva* 14, 3.
- FAO, 1963. World Forest Inventory. FAO, Rome.
- FAO, 2005. Global Forest Resources Assessment 2005. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/A0400E/A0400E00.pdf> (30 Ekim 2015).
- FENSHOLT, R., NIELSEN, T. T., STISEN, S. (2006). Evaluation of AVHRR PAL and GIMMS 10-day composite NDVI time series products using SPOT-4 vegetation data for the African continent. *International Journal of Remote Sensing*, 27(13), 2719-2733.
- FRASER, R. H., LATİFOVİC, R. (2003). Coarse resolution satellite mapping of insect-induced tree defoliation and mortality. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003. IGARSS'03. Proceedings. 2003 IEEE International*, 2, ss. 978.
- FRIEDL, M.A., MCIVER, D.K., HODGES, J.C.F., ZHANG, X. Y., MUCHONEY, D., STRAHLER, A.H., WOODCOCK, C.E., GOPAL, S., SCHNEIDER, A., COOPER, A., BACCINI, A., GAO, F., SCHAAF, C. (2002). Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 83, 1-2, ss. 287-302.
- GALINDO, I., LOPEZ-PEREZ, P., EVANGELISTA-SALAZAR, M. (2003). Real-time AVHRR forest fire detection in Mexico (1998-2000). *International Journal of Remote Sensing*, 24(1), 9-22.
- GALLEGO, F.J. (1995). Sampling frames of square segments. Report EUR 16317. Joint Research Centre, European Commission, Brussels.
- GALLEGO, F.J. (1998). On the feasibility of diachronic regression estimators with groundösurvey and Landsat TM data. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 19, n. 8, ss. 1621-1625.
- GALLEGO, F.J. (1999). Crop area estimation in the mars project. Conference on ten years of the MARS Project, Brussels.
- GAP EYLEM PLANI (2008). Güneydoğu Anadolu Projesi eylem planı (2008-2012). <http://www.gapep.gov.tr/download.php?file=storage/catalogue/pages/00000006-0024.pdf&title=gap-ep-kitapçigi>, ss 72 (03.08.2016).
- GAUSMAN, H. W. (1974). Leaf reflectance of near-infrared. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 10, 183-191.
- GEMİCİ, Y., SEÇMEN, Ö., EKİM, T., LEBLEBİCİ, E. (1992). Türkiye'de endemizm ve İzmir yöresinin bazı endemikleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6, 61-84.

- GISAT, (2016). Low and Medium Resolution. <http://www.gisat.cz/content/en/satellite-data/supplied-data/low-and-medium-resolution?senzor=552> (28.06.2016).
- GIOVACCHINI, A., BRUNETTI, A. (1992). Agricultural Statistics by Remote Sensing in Italy: an Ultimate Cost Analysis. Conference on the application of remote sensing to agricultural statistics. Belgirate. Office for Publications of the E.C. Luxembourg.
- GOETZ, S. J., BUNN, A. G., FISCHE, G. J., HOUGHTON, R. A. (2005). Satellite-observed photosynthetic trends across boreal North America associated with climate and fire disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(38), 13521-13525.
- GOODCHILD, M. F. (1994). Integrating GIS and remote sensing for vegetation analysis and modeling: methodological issues. *Journal of Vegetation Science*, 5(5), 615-626.
- GOWARD, S. N., DYE, D. G. (1987). Evaluating North American net primary productivity with satellite observations. *Advances in Space Research*, 7, 165-174.
- GOWARD, S. N., MARKHAM, B., DYE, D. G., DULANEY, W., YANG, J. (1991). Normalized difference vegetation index measurements from the advanced very high resolution radiometer. *Remote Sensing of Environment*, 35 (2-3), 257-277.
- GÖKSU, G., KARABULUT, M., KARAKOÇ, A. (2015). Türkiye’de Bitki Örtüsünün Spot Vegetation Verileri İle İncelenmesi. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi, 21-23 Mayıs, Ankara, ss. 55-65.
- GUO, Z. X., ZHANG, X. N., WANG, Z. M., FANG, W. H. (2010). Responses of vegetation phenology in Northeast China to climate change. *Chinese Journal of Ecology*, 29(3), 578-585.
- GÜNDEŞ, S., PEŞTEMALCI, V. (2008). “Türkiye’nin bitki örtüsü değişiminin NOAA uydu verileri ile belirlenmesi”. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü, 83 ss.
- HACK, B., ENGLISH, R. (1996). National land cover Mapping by remote sensing. *World Development*, 24, 5, ss. 845-855.
- HAN, G., XU, J. (2007). Vegetation classification in eastern China using time series NDVI images. In *International Symposium on Multispectral Image Processing and Pattern Recognition* (pp. 67901N-67901N). International Society for Optics and Photonics.
- HE, H. S., MLADENOFF, D. J., GUSTAFSON, E. J. (2002). Study of landscape change under forest harvesting and climate warming-induced fire disturbance. *Forest Ecology and Management*, 155(1), 257-270.
- HENDERSON-SELLERS, A. (1990). Evaluation for the Continent of Australia of the simulation of the surface climate using the Biosphere/Atmosphere Transfer Scheme (BATS) coupled to a GCM. *Clim. Res.*, 1, 43-62.
- HENRY, P., GENTET, T., ARNAUD, M., ANDERSSON, C. (1996). The VEGETATION system: A global Earth monitoring from SPOT satellites. *Acta Astronautica* Vol. 38, No 4-8, ss. 487-492.
- HIELKEMA, J. U., PRINCE, S. D., ASTLE, W. L. (1986). Rainfall and vegetation monitoring in the savanna zone of the Democratic Republic of Sudan using the NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer. *International Journal of Remote Sensing*, 7(11), 1499-1513.

- HOLME, A.MCR., BURNSIDE, D.G. MITCHELL, A.A. (1987). The development of a system for monitoring trend in range condition in the arid shrublands of Western Australia. *Australian Rangeland Journal* 9:14-20.
- HOU, X., GAO, S., NIU, Z., XU, Z. (2014). Extracting grassland vegetation phenology in North China based on cumulative SPOT-VEGETATION NDVI data. *International Journal of Remote Sensing*, 35(9), 3316-3330.
- HOUGHTON, R. A., SKOLE, D. L., NOBRE, C. A., HACKLER, J. L., LAWRENCE, K. T., CHOMENTOWSKI W. H. (2000). Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Science*, 403, 301– 304.
- İNANDIK, H. (1955). Adapazarı bölgesinin iklimi ve bitki örtüsü. *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14, 125-140.
- JENSEN, J. R. (1986). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. University of South Carolina, Columbus.
- JIAO, W., ZHANG, L., CHANG, Q., FU, D., CEN, Y., TONG, Q. (2016). Evaluating an Enhanced Vegetation Condition Index (VCI) based on VIUPD for drought monitoring in the Continental United States. *Remote Sensing*, 8(3), 224.
- KAÇAR, B., KATKAT, V., ÖZTÜRK, Ş. (2013). Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınları, 5. Baskı, ss. 558.
- KARABULUT, M. (2002). Ekstrem iklim koşulları ile bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin Uzaktan Algılama yöntemleri ile incelenmesi. *Klimatoloji Çalıştay* (11-13 Nisan 2002), İzmir Ege Üniversitesi, s. 49-59.
- KARABULUT, M. (2003). An examination of relationships between vegetation and rainfall using maximum value composite AVHRR-NDVI data. *Turkish Journal of Botany*, 27(2), 93-101.
- KARABULUT, M. (2006). NOAA AVHRR Verilerini kullanarak Türkiye'de bitki örtüsünün izlenmesi ve incelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 29-42.
- KARABULUT, M. (2008). An examination of relationships between vegetation and climate conditions using SPOT-VEGETATION data. 5th International Conference on Geographic Information Systems (ss. 543-550), İstanbul, 2-5 Haziran.
- KARABULUT, M., KÜÇÜKÖNDER, M., KARAKOÇ, A. (2015). Kurak Koşulların Bitki Üzerindeki Etkilerinin Yakın Mesafe Uzaktan Algılama Yöntemleri ile İncelenmesi: Ön Bulgular. TÜCAUM 2015, Ankara.
- KARAOĞLU, M. (2013). Meteoroloji Klimatoloji Zirai Meteoroloji. Nobel Yayınları, ss. 290.
- KEANE, R. E., MORGAN, P., WHITE, J. D. (1999). Temporal patterns of ecosystem processes on simulated landscapes in Glacier National Park, Montana, USA. *Landscape Ecology*, 14(3), 311-329.
- KILINÇ, M., KUTBAY, G. (2007). Bitki Coğrafyası. Palme Yayıncılık, Ankara, ss. 303.
- KIZILELMA, Y., KARABULUT, M. (2011). Şanlıurfa ili'nde kuraklık analizi. İçinde: *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu (26-28 Ekim 2011)*, ss. 1141-1151, Kahramanmaraş.
- KLEINN, C., CORALLES, L., MORALES, D. (2002). Forest area in Costa Rica: a comparative study of tropical forest cover estimates over time. *Environmental Monitoring and Assessment* 73, ss. 17–40.
- KOGAN, F. N. (1995). Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*, 15(11), 91-100.

- KOGAN, F., GUO, W. (2011). "Early detection and monitoring droughts from NOAA environmental satellites." In *Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability*, 11-18. Netherlands: Springer, 2011.
- KUMMER, D.M. (1992). *Deforestation in the Postwar Philippines*. University of Chicago, Chicago (Geography Research Paper 234).
- LIANG, S. (2001). Land-cover classification methods for multi-year AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 22, No 8, ss. 1479-1493
- LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W. (2000). *Remote Sensing and Image Interpretation*, 4th ed. Wiley, New York, 721 ss.
- LINDERHOLM, H. W. (2006). Growing season changes in the last century. *Agricultural and Forest Meteorology*, 137(1), 1-14.
- LIOUBİMTSEVA, E. (2003). An evaluation of VEGETATION-1 imagery for broad-scale landscape mapping of Russia: effects of resolution on landscape pattern. *Landscape and Urban Planning* 65, pp187-200.
- LITTELL, J. S., MCKENZİE, D., KERNS, B. K., CUSHMAN, S., SHAW, C. G. (2011). Managing uncertainty in climate-driven ecological models to inform adaptation to climate change. *Ecosphere*, 2(9), 1-19.
- LOPRESTI, M. F., DI BELLA, C. M., DEGİOANNİ, A. J. (2015). Relationship between MODIS-NDVI data and wheat yield: A case study in Northern Buenos Aires province, Argentina. *Information Processing in Agriculture*, 2(2), 73-84.
- LOVELAND, T. R., MERCHANT, J. W., OHLEN, D. O., BROWN, J. F. (1991). Development of a land-cover characteristics database for the conterminous U.S., *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 57, 11, ss. 1453-1463.
- LUO, Y. Q., WENG, E. S., WU, X. W., GAO, C., ZHOU, X. H., ZHANG, L. (2009). Parameter identifiability, constraint, and equifinality in data assimilation with ecosystem models. *Ecological Applications*, 19, 571-574.
- LUPO, F., REGİSTER, I., LAMBİN, E.F. (2001). Monitoring natural disasters and "hot spots" of land-cover changes with SPOT VEGETATION data to assess regions at risks, *Proceedings of the 21st EARSeL Symposium "Observing Our Environment from Space: New Solutions for A New Millennium"*, Paris, 14-16 May 2001; Ed. G. Bégni, AA. Balkema Publishers, Lisse, ss. 333-336/429 MA, 118ss.
- MARSH, S. E., WALSH, J. L., LEE, C. T., BECK, L. R., HUTCHINSON, C. F. (1992). Comparison of multi-temporal NOAA- AVHRR and SPOT-XS satellite data for mapping land cover dynamics in the west African Sahel. *International Journal of Remote Sensing*, 13(16), 2997-3016.
- MATHER, A. S. (2005). Assessing the world's forests. *Global Environmental Change* 15, ss. 267-280.
- MAYAUX, P., GOND, V., BARTHOLOMÉ, E. (2000). A near-real time forest-cover map of Madagascar derived from SPOT-4 VEGETATION data. *International Journal of Remote Sensing*, 21(16), 3139-3144.
- MAYAUX, P., LAMBİN, E. (1995). Estimation of tropical forest area from coarse spatial resolution data: a two-step correction function for proportional errors due to spatial aggregation. *Remote Sensing of Environment*, 53, ss. 1-16.
- MENZEL, A. (2002). Phenology: its importance to the global change community. *Climatic change*, 54(4), 379-385.
- MEYER-ROUX J., VOSSEN P. (1994). The first phase of the MARS Project, 1988-1993: overview, methods and results, *The Mars Project: overview and perspectives*, Office for Publications of the EC. Luxembourg, ss. 33-81.

- MGM (2016). Türkiye'nin yıllık toplam alansal yağış verileri. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx#sfU> (28.06.2016).
- MOLAVIZADEH, N. (2014). "Determination of drought conditions in Turkey between 2004 and 2013 using indices derived from remotely sensed data". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, ss. 121.
- MORGOUNOV, A., GUMMADOV, N., BELEN, S., KAYA, Y., KESER, M., MURSALOVA, J. (2014). Association of digital photo parameters and NDVI with winter wheat grain yield in variable environments. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(5), 624-632.
- MOULIN, S., KERGOAT, L., VIOVY, N., DEDIEU, G. (1997). Global-scale assessment of vegetation phenology using NOAA/AVHRR satellite measurements. *Journal of Climate*, 10(6), 1154-1170.
- MYNENI, R. B., KEELING, C. D., TUCKER, C. J., ASRAR, G., NEMANI, R. R. (1997). Increased Plant Growth in the Northern High Latitudes from 1981 to 1991. *Nature*, 386, 698-702.
- MYNENI, R. B., WILLIAMS, D. L. (1994). On the relationship between FAPAR and NDVI. *Remote Sensing of Environment*, 49(3), 200-211.
- MYNENI, RB, HOFFMAN, S, KNYAZIKHIN, Y, PRIVETTE, JL, GLASSY, J, TIAN, Y, WANG, Y, SONG, X, ZHANG, Y, SMITH, GR, LOTSCH, A, FRIEDL, M, MORISETTE, JT, VOTAVA, P, NEMANI, RR, RUNNING, SW (2002). Global products of vegetation leaf area and fraction absorbed PAR from year one of MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 83 (2 Ocak), 214-231.
- NEMANI, R., RUNNING, S. (1997). Land cover characterization using multitemporal red, near-IR, and thermal-IR data from NOAA/AVHRR. *Ecological Applications*, 7, ss. 79-90.
- NING, T., LIU, W., LIN, W., SONG, X. (2015). NDVI variation and its responses to climate change on the northern loess plateau of China from 1998 to 2012. *Advances in Meteorology*, 2015.
- NOBRE, C. A., SELLERS, P. J., SHUKLA, J. (1991). Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of Climate*, 4, ss. 957-988.
- NOURELDIN, N. A., ABOELGHAR, M. A., SAUDY, H. S., ALI, A. M. (2013). Rice yield forecasting models using satellite imagery in Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 16(1), 125-131.
- O'BRIEN, K. L. (1996). Tropical deforestation and climate change. *Progress in Physical Geography*, 20, ss. 311-332.
- ORHAN, O. (2012). "Konya Kapalı Havzası'nda Uzaktan Algılama ve CBD Teknolojileri ile iklim değişkenliği ve kuraklık analizi". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ss. 110.
- ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (OGM) (2014). Türkiye Orman Varlığı. Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 115, ss 28.
- OZER, P., TYCHON, B., TOURÉ, S. (2000). SPOT-4 VEGETATION potentialities for food early warning systems and famine reduction in the Sahel. 1st Earsel workshop on remote sensing for developing countries Ghent (B) ss. 167-172.
- PARMESAN, C., YOHE, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421(6918), 37-42.
- PENNER, J. E. (1994). Atmospheric chemistry and air quality. İçerisinde: W. B. Meyer, B. L. Turner II (Eds.), Changes in land use and land cover: a global perspective (ss. 175- 209). Cambridge: Cambridge University Press.

- PERSSON, R. (1974). World Forest Resources: Review of the World's Forest Resources in the Early 1970s, Research Note 17. Royal College of Forestry, Stockholm.
- PETTORELLI, N., VIK, J. O., MYSTERUD, A., GAILLARD, J. M., TUCKER, C. J., STENSETH, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(9), 503-510.
- PHULPIN, T., LAVENU, F., BELLAN, M. F., MOUGENOT, B., BLASCO, F. (2002). Using SPOT-4 HRVIR and VEGETATION sensors to assess impact of tropical forest fires in Roraima, Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, 23(10), 1943-1966.
- PIAO, S., FANG, J. (2003). Seasonal Changes in Vegetation Activity in Response to Climate Changes in China between 1982 and 1999. *Acta Geographica Sinica*, 58: 119-125.
- PIAO, S., FANG, J., ZHOU, L., GUO, Q., HENDERSON, M., JI, W., LI, Y., TAO, S. (2003). Interannual variations of monthly and seasonal normalized difference vegetation index (NDVI) in China from 1982 to 1999. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108(D14).
- POTTER, C., DAVIDSON, E., NEPSTAD, D., DE CARVALHO, C. R. (2001). Ecosystem modeling and dynamic effects of deforestation on trace gas fluxes in Amazon tropical forests. *Forest Ecology and Management*, 152, ss. 97-117.
- PRICE, J.C. (2003). Comparing MODIS and ETM+ data for regional and global land classification. *Remote Sensing of Environment*, 86, ss. 491-499.
- PRINCE, S. D. (1991). Satellite remote sensing of primary production: comparison of results for Sahelian grassland 1981-1988. *International Journal of Remote Sensing*, 12, 1301-1312.
- RICHARD, Y., POCCARD, I. (1998). A statistical study of NDVI sensitivity to seasonal and interannual rainfall variations in Southern Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 19(15), 2907-2920.
- RODERICK, M., R. C. G. SMITH, G. LUDWICK. (1996). Calibrating long term AVHRR derived NDVI imagery. *Remote Sensing of Environment*, 58: 1-12.
- RODRIGUES A., MARÇAL A. R. S., CUNHA M. (2013). Identification of potential land cover changes on a continental scale using NDVI time-series from SPOT VEGETATION. *International Journal of Remote Sensing*, 34 (22), 8028-8050.
- ROSENTAL, W. D., BLANCHARD, B. J., BLANCHARD, A. J. (1985). Visible/Infrared Microwave Agriculture Classification, Biomass, And Plant Height Algorithms. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, GE-23, 84-90.
- ROUSE, J. W., HAAS, R. H., SCHELL, J. A., DEERING, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309-317.
- RUNNING, S.W., LOVELAND, T.R., PIERCE, L.L., NEMANI, R.R., HUNT, JR. E.R., (1995). A remote sensing based vegetation classification logic for Global Land cover Analysis. *Remote Sensing of Environment*, 51, ss. 39-48.
- SAINT, G. (1997). The VEGETATION Programme, CNES-JRC/SAI.
- SAKAMOTO, T., GITELSON, A. A., ARKEBAUER, T. J. (2013). MODIS-based corn grain yield estimation model incorporating crop phenology information. *Remote Sensing of Environment*, 131, 215-231.
- SCHMULLIUS, C.C., PLUMMER, S., QUEGAN, S. (2003). The SIBERIA-II Project, Greenhouse Gas Accounting and the Global Project Context 2003 *IEEE*

- International Geoscience and Remote Sensing Symposium* July 21-25, 2003 Toulouse, France, Vol. I, ss. 485 – 487.
- SELLERS, P. J., BERRY, J. A., COLLATZ, G. J., FIELD, C. B., HALL, F. G. (1992). Canopy reflectance, photosynthesis, and transpiration. III. A reanalysis using improved leaf models and a new canopy integration scheme. *Remote sensing of environment*, 42(3), 187-216.
- SELLERS, P. J. (1985). Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 1335–1372.
- SELLERS, P. J. (1987). Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. II. The role of biophysics in the linearity of their interdependence. *International Journal of Remote Sensing*, 8, 143–183.
- SELLERS, P. J., BOUNOUA, L., COLLATZ, G. J., RANDALL, D. A., DAZLICH, D. A., LOS, S. O., BERRY, J. A., FUNG, I., TUCKER, C. J., FIELD, C. B., JENSEN, T. G. (1996). Comparison of radiative and physiological effects of doubled atmospheric CO₂ on climate. *Science*, 271, ss. 1402–1406. DOI: 10.1126/science.271.5254.1402.
- SPOT-4 CNES (2006). The Vegetation instrument. http://spot4.cnes.fr/spot4_gb/vegetati.htm (24 Nisan 2015)
- SPOT-5 CNES, (2006a). Technical features of SPOT 5 system. http://www.cnestv.net/dossiers/spot5/va/pdf/technique_va.pdf (24 Şubat 2015).
- SPOT-5 CNES, (2006b). SPOT-5 Observing Earth. <http://spot5.cnes.fr/gb/satellite/satellite.htm> (4 Mayıs 2014).
- SPOT-VEGETATION, (2006a). VEGETATION Programme. <http://spotvegetation.com/vegetationprogramme/index.htm> (6 May 2015).
- SPOT-VEGETATION, 2006b. User guide. <http://www.spotvegetation.com/vegetationprogramme/Pages/TheVegetationSystem/userguide/userguide.htm> (6 Mayıs 2015).
- STIBIG, H. J., BEUCHLE, R., ACHARD, F. (2003). Mapping of the tropical forest cover of insular Southeast Asia from SPOT4-Vegetation images. *International Journal of Remote Sensing*, 24(18), 3651-3662.
- STRAHLER, A., MUCHONEY, D., BORAK, J., FRIEDL, M., GOPAL, S., LAMBIN, E. MOODY, A. (1999a). MODIS Land Cover Product Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Version 5.0. MODIS Land Cover and Land-Cover Change, Boston University Boston, MA.
- SUNAR, F., ÖZKAN, C., OSMANOĞLU, B. (2011). Uzaktan algılama (Editör: Filiz SUNAR). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, ss. 210.
- TAIZ, L., ZEIGER E. (2008). Bitki Fizyolojisi (Çeviri: İsmail TÜRKAN). Palme Yayıncılık, ss. 690.
- TAYLOR, J., SANNIER, C., DELINCÉ, J, GALLEGO, F.J. (1997). Regional Crop Inventories in Europe Assisted by Remote Sensing: 1988-1993, Synthesis Report. Office for Publications of the EC. Luxembourg.
- TOUKILOGLOU, P. (2007). Comparison of AVHRR, MODIS and VEGETATION for land cover mapping and drought monitoring at 1 km spatial resolution. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Cranfield University, Integrated Earth System Sciences Institute, s. 489, İngiltere.
- TOUSEK, P. M. (1994). Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, 75(7), 1861-1876.
- TOWNSHEND, J. R. G. (1981). Spatial resolution of satellite images. *Progress in Physical Geography*, 5, ss. 33–55.

- TOWNSHEND, J. R. G. (1992). Improved Global Data for Land Applications: A Proposal for a New High Resolution Data Set, Report No. 20, International Geosphere-Biosphere Program, Stockholm.
- TOWNSHEND, J. R. G., JUSTICE, C. O., KALB, V.T, (1987). Characterization and classification of South American land cover types using satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 8, ss. 1189-1207.
- TOWNSHEND, J., GOFF, T., TUCKER, C. (1985). Multitemporal dimensionality of images of Normalized Difference Vegetation Index at Continental Scales. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 23, ss. 888–895.
- TOWNSHEND, J.R.G., JUSTICE, C., LI W., GURNEY C. MCMANUS J. (1991). Global land cover classification by remote sensing: Present capabilities and future possibilities. *Remote Sensing of Environment*, 35, ss. 243-255
- TOWNSHEND, J.R.G., JUSTICE, C.O. (1988). Selecting the spatial resolution of satellite sensors required for global monitoring of land transformations. *International Journal of Remote Sensing*, 9, ss. 187-236.
- TOWNSHEND, J.R.G., JUSTICE, C.O. (2002). Towards operational monitoring of terrestrial systems by moderate-resolution remote sensing, *Remote Sensing of Environment*, 83, ss. 351-259.
- TUCKER C.J., TOWNSHEND J.R.G., GOFF T. E. (1985). African land cover classification using satellite data, *Science*, 227, ss. 233-250.
- TUCKER, C. J., SELLERS, P. J. (1986). Satellite remote sensing of primary production. *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1395–1416.
- TUCKER, C. (1979). Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*. 8, 127-150.
- TUCKER, C. J., PINZON, J. E., BROWN, M. E., SLAYBACK, D. A., PAK, E. W., MAHONEY, R., EL SALEOUS, N. (2005). An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(20), 4485-4498.
- TUCKER, C.J., TOWNSHEND, J.R.G. (2000). Strategies for monitoring tropical deforestation using satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 21 No. 7, ss. 1461-1471.
- TURLEY, M. C., FORD, E. D. (2009). Definition and calculation of uncertainty in ecological process models. *Ecological Modelling*, 220, 1968–1983.
- TÜRKEŞ, M. (2011). Akhisar ve Manisa yörelerinin yağış ve kuraklık indisi dizilerindeki değişimlerin hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümlemesi ve sonuçların çölleşme açısından coğrafi bileşimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(1), 79-99.
- TZOB (2013). <http://www.tzob.org.tr/Bas%C4%B1n-Odas%C4%B1/Haberler/ArtMID/470/ArticleID/779/GAP-devreye-girdik231e-tar%C4%B1msal-252retim-patl%C4%B1yor> (03.08.2016).
- UN (2004). World Population to 2300, United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division, New York.
- UYANIK, M., KARA, Ş.M., GÜRBÜZ, B., ÖZGEN, Y. (2013). Türkiye’de bitki çeşitliliği ve endemizm. Ekoloji 2013 Sempozyumu: Tekirdağ.
- ÜNVER, Ö., GAMGAM, H., ALTUNKAYNAK, B. (2013). *Temel istatistik yöntemler (Yedinci Baskı)*. Seçkin Yayıncılık, Ankara, ss.488.
- VALOR, E., CASELLES, V. (1996). Mapping land surface emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American areas. *Remote sensing of Environment*, 57(3), 167-184.

- WALKER, G. K., SUD Y. C., ATLAS, R. (1995). Impact of the ongoing Amazonian deforestation on local precipitation—A GCM simulation study. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 76, 3, ss. 346–361.
- WOODCOCK, C.E., STRAHLER A.H. (1987). The factor of scale in remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 21, ss. 311–332.
- XIANGMING, X., BRASWELL, B., ZHANG, O., BOLES, S., FROLKING, S., MOORE, B. (2003). Sensitivity of vegetation indices to atmospheric aerosols: continental-scale observations in Northern Asia. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 84, 3, ss. 385-392.
- XIAO, X., BOLES, S., FROLKING, S., SALAS, W., MOORE III, B., LI, C., HE, L., ZHAO, R. (2002a). Observation of flooding and rice transplanting of paddy rice fields at the site to landscape scales in China using VEGETATION sensor data. *International Journal of Remote Sensing*, 23(15), 3009-3022.
- XIAO, X., MOORE III, B., QIN, X., SHEN, Z., BOLES, S. (2002b). Large-scale observations of alpine snow and ice cover in Asia: using multi-temporal VEGETATION sensor data. *International Journal of Remote Sensing*, 23(11), 2213-2228.
- XIAO, X., SHEN, Z., QIN, X. (2001). Assessing the potential of VEGETATION sensor data for mapping snow and ice cover: a Normalized Difference Snow and Ice Index. *International Journal of Remote Sensing*, 22(13), 2479-2487.
- XIE Y., SHA, Z., YU, M. (2008). Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of Plant Ecology*, 1 (1), 9-23.
- XUE, Y. (1996). The impact of desertification in the Mongolian and the Inner Mongolian Grassland on the regional climate. *Journal of Climate*, 9, ss. 2173–2189.
- YALTIRIK, F. (1975). Türkiye’de garig vejetasyonunun floristik kompozisyonu. *Biyoloji Dergisi*. 24, 9-14.
- YANG, W.; YANG, L.; MERCHANT, J. M. (1997). An assessment of AVHRR/NDVI-ecoclimatological relations in Nebraska, USA. *International Journal of Remote Sensing*, 18 (10), 2161-2180.
- YILDIZ, H., MERMER, A., ÜNAL, E., AKBAŞ, F. (2012). Türkiye bitki örtüsünün NDVI verileri ile zamansal ve mekânsal analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 50-56.
- YIN, H., UDELHOVEN, T., FENSHOLT, R., PFLUGMACHER, D., HOSTERT, P. (2012) How Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) trends from Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) and Système Probatoire d’Observation de la Terre VEGETATION (SPOT VGT) time series differ in agricultural areas: an inner Mongolian Case Study. *Remote Sensing*, 4 (11), 3364-3389.
- YUKUAN, S., LONGXUN, C., MIN, D. (1994). Numerical simulation for the impact of deforestation on climate in China and its neighboring regions. *Advances in Atmospheric Sciences*, 11, ss. 212–234.
- ZHAN, X., DEFRIES, R., TOWNSHEND, J.R.G., DIMICELI C., HANSEN M., HUANG C., AND SOHLBERG R. (2000). The 250m global land cover change product from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer of NASA’s Earth Observing System. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 21, 6 ve 7, ss. 1433-1460.

- ZHANG, F., WU, B., LIU, C. (2003). Using time series of SPOT VGT NDVI for crop yield forecasting. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003. IGARSS'03. Proceedings. 2003 IEEE International, 1*, ss. 386-388.
- ZHANG, X., FRIEDL, A. M., SCHAAF, C. B., STRAHLER, A. H., HODGES, J. C. F., GAO, F., REED, B. C., HUETE, A. (2003). Monitoring vegetation phenology using MODIS. *Remote Sensing of Environment, 84* (3), 471-475.
- ZON, R., SPARHAWK, W.W. (1923). *Forest Resources of the World*. McGraw-Hill, New York.

İnternet Sayfaları

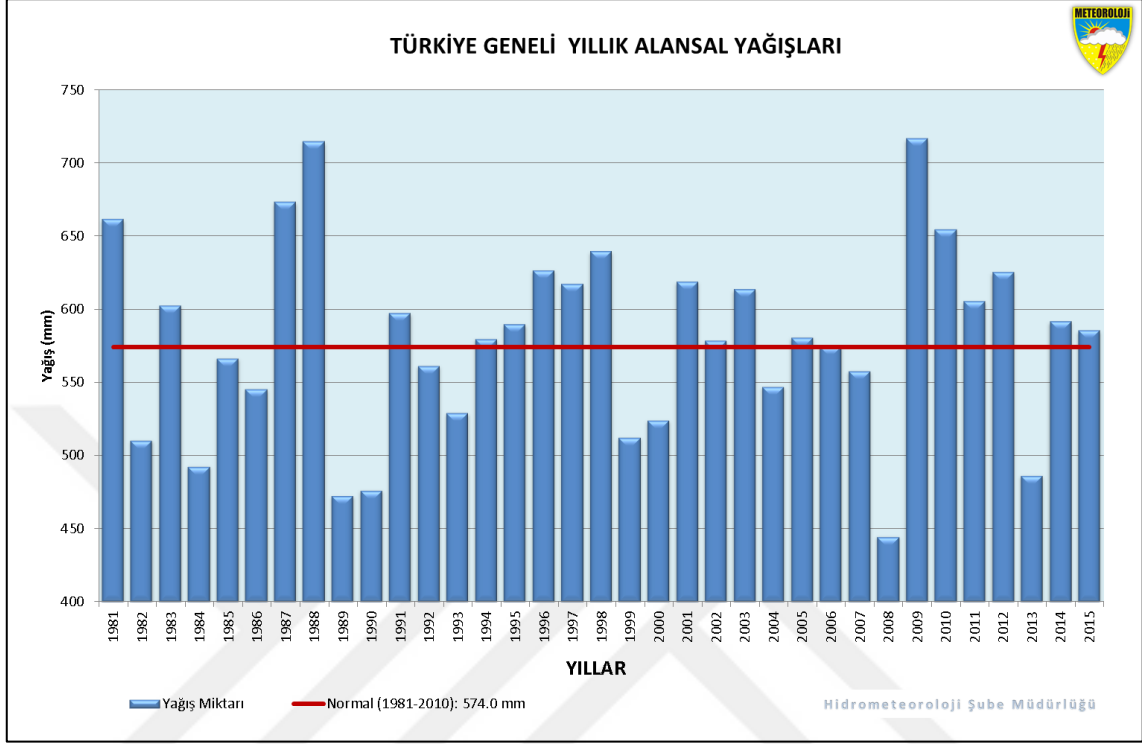
<http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx#sfU> (26.06.2016)

<http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>
(17.02.2016)

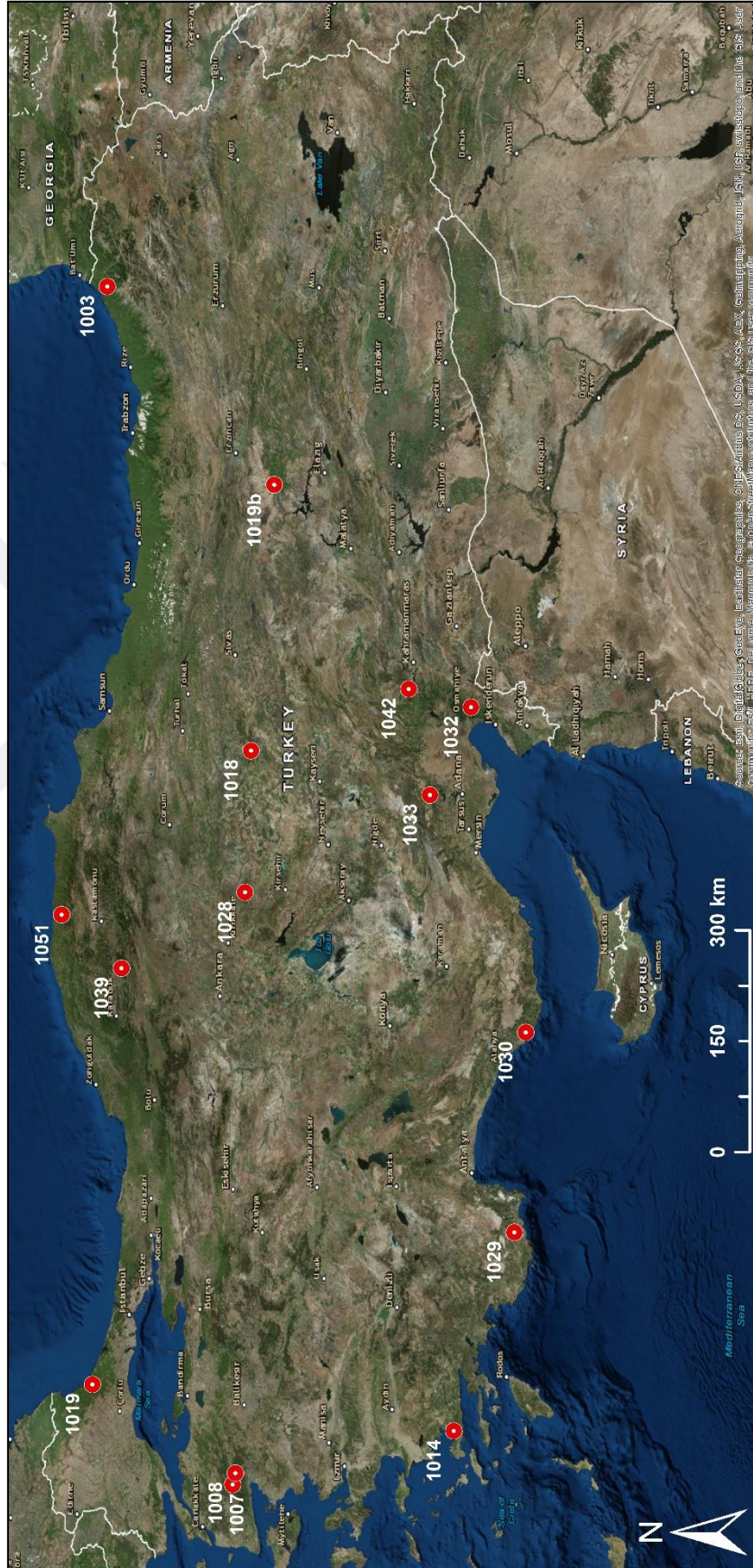
<http://www.vito-eodata.be/PDF/portal/Application.html#Browse;Root=2;Collection=102;Time=NORMAL,NORMAL,-1,-1> (11.05.2016)

EKLER

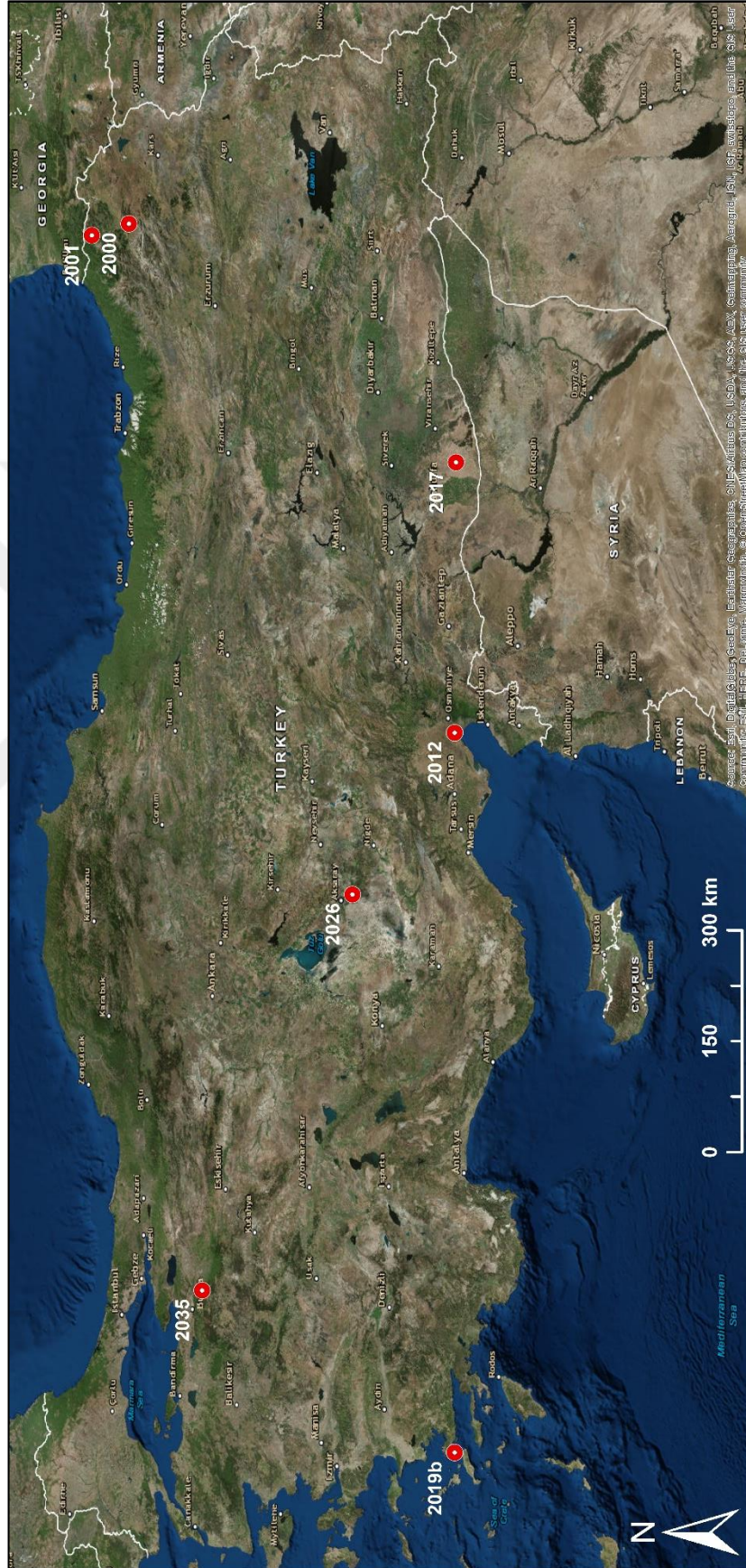
EK 1: Türkiye Geneli Yıllık Alansal Yağış Değerleri (MGM, 2016, www.mgm.gov.tr)



EK 2: Orman Alanlarına Ait Seçilen Test Alanları



EK 4: Çayır ve Mera Alanlarına Ait Seçilen Test Alanları



ÖZ GEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Adı – Soyadı : Gökay GÖKSU
Doğum Yeri ve Tarihi : Kocasinan – 28.02.1990

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri :

- **GÖKSU, G., KARABULUT, M.** (2014). Kahramanmaraş şehir merkezinde gürültü kirliliğinin değerlendirilmesi. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, 4-6 Haziran 2014: Muğla, s 859-866.
- **ÖZMAL, M., KÜÇÜKÖNDER, M., KARABULUT, M., GÖKSU, G.** (2014). Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Kahramanmaraş trafik kaza analizi. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, 4-6 Haziran 2014: Muğla, s 867-875.
- **GÖKSU, G., KARABULUT, M., KARAKOÇ, A.** (2015). Türkiye’de bitki örtüsünün SPOT VEGETATION verileri ile incelenmesi. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, 21-23 Mayıs 2015, Gazi Üniversitesi, Ankara, s 56-66.

Projeler

:

- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniver-sitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (2015-2016). Araştırmacı.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları Müzeleri Genel Müdürlüğü, Kahramanmaraş Afşin-Elbistan İlçeleri Arkeolojik Yüzey Araştırması (2016-Devam Ediyor). Araştırmacı.

İletişim

E-Posta Adresi

: gokaygoksu@gmail.com

Tel.

: +90 (554) 692 31 58

Tarih

: 25.08.2016