



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ
İLE TÜRKİYE ÖLÇEĞİNDE ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN SINIFLANDIRILMASI

ÖNDER GÜLBAYAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTAKYA/HATAY

EKİM - 2007



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ
İLE TÜRKİYE ÖLÇEĞİNDE ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN SINIFLANDIRILMASI

ÖNDER GÜLBAYAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY


EKİM/2007


MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

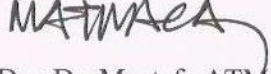
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE
TÜRKİYE ÖLÇEĞİNDE ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN SINIFLANDIRILMASI

ÖNDER GÜLBAYAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Kamuran GÜÇLÜ danışmanlığında hazırlanan bu tez 09/10/2007 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Kamuran GÜÇLÜ Başkan


Doç. Dr. Fatih EVRENDİLEK Üye


Yrd. Doç. Dr. Mustafa ATMACA Üye

Bu tez Enstitümüz Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Necat AĞCA

Enstitü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK Projesi ile Desteklenmiştir.

Proje No: KARİYER-TOVAG-1040550

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelgelerin, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1. Araştırma Alanı.....	7
3.1.2. İklim Bölgeleri ve Orman Yapısı.....	8
3.1.3. MODIS Uydu Verileri ve Özellikleri.....	9
3.1.3.1. MODIS Görüntülerinin Bant Özellikleri.....	13
3.1.4. Sayısal Yükseklik Modeli.....	15
3.1.5. Bakı.....	17
3.1.6. Enlem-Boylam.....	17
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Ön Çalışma.....	20
3.2.2. Analiz.....	20
3.2.2.1. Eğitimsiz Sınıflandırma.....	22
3.2.2.2. Maksimum Olabilirlik (MO) Sınıflaması.....	22
3.2.3. Türkiye'nin IGBP'ye göre Arazi Örtüsü Sınıfları.....	27
3.2.3.1. Herdem Yeşil İğne Yapraklı Ormanlar.....	27
3.2.3.2. Karışık Ormanlar.....	27
3.2.3.3. Yaprğını Döken Geniş Yapraklı Ormanlar.....	27
3.2.3.4. Tarım Alanları.....	28
3.2.3.5. Açık Alanlar.....	28
3.2.3.6. Su Yüzeyleri.....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Ön Çalışmalar.....	29

4.1.1. MODIS Verilerinin Hazırlanması.....	29
4.1.2. SYM Hazırlanması.....	32
4.1.3. Enlem ve Boylam Verileri.....	33
4.1.4. Bakı.....	35
4.1.5. Doğru Veri Setinin Oluşturulması.....	36
4.1.6. Orman Haritalarının Hazırlanması.....	44
4.2. Analiz.....	46
4.2.1. Sayısal Verilerin Birleştirilmesi.....	46
4.2.2. Ön Sınıflama Çalışması.....	46
4.2.3. Eğitimsiz Sınıflamanın Orman Haritaları ile Karşılaştırılması.....	47
4.3. Eğitimli Sınıflama (Maksimum Olabilirlik).....	48
4.4. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR.....	54
TEŞEKKÜR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	59

ÖZET

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE TÜRKİYE ÖLÇEĞİNDE ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN SINIFLANDIRILMASI

Arazi örtüsü değişimlerinin oldukça yoğun ve hızlı olarak geliştiği bu dönemde, ekolojik verilerin daha hızlı ve sürekli elde edilebilir olması, sürdürülebilir kalkınma yönünde daha akılcı ve dinamik kararların alınmasını kolaylaştırmıştır. Bu çalışmada, uzaktan algılama yöntemleri, MODIS uydu görüntüleri ve coğrafî bilgi sistemleri bütünleştirilerek, Türkiye'nin arazi örtüsü sınıfları ve haritası çıkarılmıştır. Arazi örtüsü sınıflandırılmasına ait kararlar IGBP (International Geospher Biospher Program) sınıflandırma sistemine dayandırılmıştır. Kendi alanında bir ilke imza atan bu çalışma, Türkiye'ye ait arazi örtüsü sınıflarını başarı ile tespit etmiş ve sayısallaştırmıştır. Türkiye'nin orman haritaları, yapılan sınıflandırmanın güvenilirliğini iyileştirmede kullanılırken, aynı zamanda ileriki çalışmalara veri tabanı oluşturacak şekilde koordinatlı hale çevrilmiştir.

2007, 59 sayfa

Anahtar Kelimeler: Arazi Örtüsü, Arazi Kullanımı, Ekosistem Sınıflandırma, MODIS Uydu Görüntüleri.

ABSTRACT**CLASSIFICATION OF LAND COVER ON THE SCALE OF TURKEY USING
GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND REMOTE SENSING
TECHNIQUES**

In the current era when changes in land cover are rather rapid and intense, the fact that ecological data are able to be acquired rapidly and continuously has facilitated rational and dynamic decision-making towards sustainable development. In this study, land cover classification and map of Turkey was derived by integrating remote sensing techniques, geographical information systems, and MODIS images. Algorithms for the land cover classification of Turkey were based on the IGBP (International Geosphere Biosphere Program) land cover classification system. This study, which made the first attempt in this respect, successfully identified and quantified land cover classes of Turkey. In using Turkish forest map as ground-truthing for the verification of land cover map, Turkish forest map was also positioned to a coordinate system so as to form the basis for further ecological studies

2007, 59 sayfa

Anahtar Kelimeler: Land Cover, Land Use, Ecosystem Classification, MODIS
Satellite Images.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Türkiye'nin ormanlarının bölgelere göre dağılımı	9
Çizelge 3.2. IGBP Arazi Örtü Sınıflandırması	23
Çizelge 3.3. IGBP arazi örtüsü sınıflaması ve tanımları.....	24
Çizelge 4.1. MRT'nin desteklediği harita projeksiyonları.....	30
Çizelge 4.2. Ortalama yağış değerlerine ait tahminlerin istatistiksel değerlendirmesi.....	42
Çizelge 4.3. Sınıfların alan içerisinde sahip oldukları büyüklükler.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Türkiye'nin konumu ve komşuları	8
Şekil 3.2. MODIS uydu verilerinin araştırmacıya ulaştırılması süreci.....	10
Şekil 3.3. Atmosferik düzeltme çalışmasının öncesinde ve sonrasında uydu görüntülerinin durumları (a) atmosferik düzeltmeden önceki ve (b) sonraki görüntüler.....	11
Şekil 3.4. Landsat uydusunun 2., 3. ve 4. bantlarına ait bir RGB (Red-Green-Blue) Kompoziti.....	12
Şekil 3.5. MODIS uydusuna ait 16 günlük verilerin kompoziti (EOS, 2007).....	12
Şekil 3.6. IFSAR (a) ve LIDAR (b) verilerinin işlenerek çıplak alanları temsil eden yükseklik modellerinin oluşturulması.....	15
Şekil 3.7. Eşyükselti verilerine ait bir örnek.....	16
Şekil 3.8. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'ne ait bir örnek	16
Şekil 3.9. Bakı verisine ait bir örnek	17
Şekil 3.10. Türkiye'deki enlem ve boylam değişimlerini gösteren bir örnek; (a) enlem ve (b) boylam sayısal modelleri.....	17
Şekil 3.11. Türkiye'nin orman haritasına ait örnek bir	19
Şekil 3.12. Çalışmada izlenen sürece ait akış diyagramı.....	21
Şekil 3.13. X ve Y ortalamalarına piksellerin uzaklıkları (Maksimum olabilirlik sınıflaması sürecine bir örnek)	23
Şekil 4.1. MODIS verilerinin MRT yazılımı ile işlenmeden önceki durumu.....	31
Şekil 4.2. Türkiye'ye ait aylık MODIS görüntülerinin MRT yazılımı ile işlenmesinden sonraki durumu.....	31
Şekil 4.3. Türkiye'ye ait eşyükselti eğrilerine bir örnek (eğriler 100'er m aralıktır)...	32
Şekil 4.4. Türkiye'ye ait sayısal yükseklik (SYM) modeli.....	33
Şekil 4.5. Türkiye'ye ait SYM'nin, MODIS görüntülerinin projeksiyonuna uydurulmuş durumu.....	34
Şekil 4.6. Türkiye'ye ait sayısal enlem katmanı.....	34
Şekil 4.7. Türkiye'ye ait sayısal boylam katmanı.....	35
Şekil 4.8. Türkiye'ye ait sayısal ait bakı katmanı.....	36
Şekil 4.9. Türkiye'nin CBS ortamında iklim verilerine dayalı ilk IGBP	

sınıflandırması.....	37
Şekil 4.10. Türkiye'ye ait sayısal yıllık yağış haritası.....	38
Şekil 4. 11. Türkiye'ye ait sayısal yıllık minimum sıcaklık haritası.....	38
Şekil 4.12. Türkiye'ye ait sayısal yıllık maksimum yağış haritası.....	39
Şekil 4.13. Türkiye'ye ait sayısal yıllık ortalama yağış haritası.....	40
Şekil 4.14. Maksimum sıcaklığa ait dağılımın histogramı.....	40
Şekil 4.15. Minimum sıcaklığa ait eğilim grafiği.....	41
Şekil 4.16. Yıllık toplam yağış verisine ait semivariogram modeli.....	41
Şekil 4.17. Holdridge Yaşam Zonları piramidi.....	42
Şekil 4.18. Alana ait evopotranspirasyon durumu haritası.....	43
Şekil 4.19. İklim istasyonları ve konumları.....	43
Şekil 4.20. Türkiye'nin denizden uzaklık haritası.....	44
Şekil 4.21. Yapay koordinat sistemine oturtulmuş orman haritası.....	45
Şekil 4.22. Pafta üzerindeki fazla kısımları alınmış harita örneği.....	45
Şekil 4.23. Türkiye'nin 1963–1972 yıllarında belirlenmiş ormanlarına ait haritası; IGBP sınıflandırmasında temel alınacak örnek alanların belirlenmesinde Kullanılmıştır.....	46
Şekil 4.24. Alanın eğitimsiz sınıflandırılması. Renkler, benzer piksellerin gruplanmasını ortaya koymaktadır.....	47
Şekil 4.25. Eğitilmiş sınıflama ile yapılmış deneme görüntüsü.....	48
Şekil 4.26. Eğitilmiş sınıflama ile yapılmış 1. deneme kontrol görüntüsü.....	49
Şekil 4.27. Eğitilmiş sınıflama ile yapılmış 2. kontrol görüntüsü.....	49
Şekil 4.28. Eğitilmiş sınıflama ile yapılmış 3. kontrol görüntüsü.....	50
Şekil 4.29. Türkiye'ye ait arazi örtüsü haritası.....	51

1.GİRİŞ

Doğal kaynakların yönetimi ve planlanmasındaki temel ilk adım, ekolojik yönden benzer veya homojen alanların sınıflandırılması ve sınırlarının belirlenmesidir. Enlemsel kuşaklar, Köppen (1931) ve Thornthwaite'e (1941) ait iklim sınıflandırma sistemleri, Holdridge Yaşam zonları (Holdridge 1967), Krajina'nın Biyocoğrafikliksel ekosistem sınıflandırması (1965), yüksekliğe bağlı sınıflandırma sistemleri, Bailey'in Biyocoğrafik sınıflandırma sistemi (1976), IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) arazi örtüsü sınıflandırma sistemleri ve biyom sınıflandırmaları (Loveland ve ark., 2000), geçmişte gerçekleştirilen ve halen geçerliliğini sürdüren bazı ekosistem sınıflandırma ve haritalama yöntemleridir. Coğrafik olarak referanslı büyük veritabanları ile uğraşma ve yönetme yönünde bilgisayar tekniklerinin gelişmesi ve yaygınlaşması, doğal ve kültürel peyzajları sınıflandırma ve haritalama imkan ve kabiliyetini kolaylaştırmaktadır (Kohei, 2004; Thenkabail ve ark., 2004). Örneğin, arazi örtüsü ve arazi kullanımına ait çeşitli çözünürlükteki uydu görüntüleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama teknikleri ve mekanistik (süreç-temelli) modeller, arazilerin sınıflandırılması ve arazilerin durumu hakkında güncel bilgi sağlama konusunda mükemmel araçlar olarak günümüzde karşımıza çıkmaktadır (DeFries ve ark., 1998; de Colstoun ve Walthall; Dash ve ark., 2007).

Bu araçlar vasıtasıyla gerek belirli bir zaman ve mekan ölçeğinde gerekse de sürekli olarak arazinin durumu hakkında bilgi alımı ile izleme yapılması olanaklı hale gelmektedir (Pokrovskya ve ark., 2003; Running ve ark., 2004). Bu bilgiler, bir ülkenin doğal kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve planlanması için temel envanter bilgileri niteliğindedir. Bu araçlar sayesinde, antropojenik (beşeri kökenli) çevresel bozulmaların büyüklüğü, hızı, miktarı, sıklığı ve ciddiyeti hakkında yerel ölçekten küresel ölçeğe kadar değişen mekansal ölçeklerde ekolojik değerlendirmeler etkin bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Ekosistem sınıflandırma ve haritalama sistemlerinin etkinliğinin sağlanması genellikle aşağıdaki on temel ilkeye uyum ile doğru orantılıdır: (1) coğrafi referanslı verilerin olması ve bu verilerin kolayca sayısallaştırılabilir olması; (2) sınıflandırma kurallarının açık ve objektif olması; (3) ekosistem sınıflandırma sistemlerinin, ekosistemin temel yapı taşlarını ve süreçlerini göz önünde bulundurması; (4) ekosistemlerin hiyerarşik kompleksliği ve yapısını yansıtması; (5) çevresel

süreçlerin işleyişindeki zaman ve mekan ölçeklerine uyumlu hale getirilebilecek esneklikte olması; (6) değişimin sağlıklı tespiti için referans niteliğindeki çevre ve özellikle iklim koşullarının iyi tanımlanması; (7) sınıflandırma sistemi, enlem ve yüksekliğe bağlı olarak farklılaşan zonları açıklayabilir ve genele uygulanabilir olması; (8) bağımsız veri setleri ile geçerliliğinin test edilebilir olması; (9) iklim faktörlerinin, ekosistemlerin dağılımı, yapısı ve fonksiyonlarında temel itici güç olması nedeniyle, sınıflandırma sisteminin, iklim ve vejetasyon sınıflandırma ilkeleri ile uyumlu olması; ve (10) gelişen teknoloji ve bilgi birikimi karşısında kendini yenileyebilir ve yeni şartlara uyarlanabilir olmasıdır (Thomlinson ve ark., 1999; Zhan ve ark., 2000; Xiao ve ark., 2004; Sedano ve ark., 2005; Zhao ve ark., 2006).

Dünya vejetasyonun ilk haritaları, 1855 yılında Fransız bitki fizyoloğu Augustin de Candolle tarafından çizilmiştir ve bu haritalarda orman tipleri, yaşam kuşakları olarak belirtilmiştir. Günümüzde yaşam kuşakları terimi yerine sıklıkla biyom kavramı kullanılmaktadır. Biyomlar, baskın vejetasyonun veya kommünitelerin (toplulukların) fenolojisi, yaşam formu ve fizyonomisine (dış görünümüne) göre teşhis edilen küçük (kaba) ölçekli ekolojik birimlerdir. Biyomların dağılımı ve oluşumu, iklim, jeoloji, jeomorfoloji, vejetasyon ve toprak ile ilgili değişkenlerin bir fonksiyonudur. Dünyadaki biyomların sayısı hususunda farklı araştırmacılar farklı sayılar telaffuz etmişlerdir. Finch ve Trewarthe (1949) 11 biyom; Cox ve Moore (1980) 10 biyom; Ricklefs ve Miller (1990) 9 biyom; Walter (1964, 1968), Bazilevich (1973, 1993) ve Svirezhev (2002) 30 biyom rapor etmiştir. CBS araçlarının mevcudiyeti ve küresel ölçekte iklim veritabanlarının tesis edilmesi, biyomların daha hassas bir şekilde haritalanması için önemli bir imkan yaratmıştır. Örneğin, CBS araçlarını kullanmak suretiyle, Prentice ve ark. (1992) 17 biyom ve istatistiki bir modelleme tekniği ile Zhang ve Wu (2002) ise 22 biyom teşhis etmiştir.

AVHRR (Advanced Very High-Resolution Radiometer) ile kıyaslandığında, MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) küresel arazi örtüsünün tespitinde, zenginleştirilmiş bantsal, yersel, radyometrik ve geometrik kalitesi ile daha güçlü olanaklar sunmaktadır. MODIS ile kullanılan algoritmalar işlevsel haritalama çalışmaları için tasarlanmıştır. MODIS ile kaliteli arazi örtüsü haritaları üretilebilmekte ve bu konudaki bölgesel ve küresel ölçekli bilgi gereksinimini önemli ölçüde giderilebilme olanağına sahip olunmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye için arazi örtüsü haritalama çalışması 2005 yılına ait aylık MODIS veri seti ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, MODIS temelli arazi örtüsü sınıflandırması ile ilgili bilgi sunmak, sınıflandırma yöntemlerini değerlendirmek ve aylık MODIS verilerine istinaden Türkiye'nin arazi örtüsünü ilk defa sınıflandırmaktır. Bu bağlamda, doğrulama ve değer verme algoritmaları hakkında bilgi sunulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

MODIS uydusuna ait uydu görüntüleri kullanılarak yapılan ilk arazi örtüsü sınıflandırma çalışması olarak Friedl ve ark. tarafından 2000 ve 2002 yıllarında yapılan çalışmalar gösterilebilir. Çalışmada henüz bir yıllık veri setine sahip olmayan MODIS görüntüleri kullanılarak, daha sonra yapılacak çalışmalara temel olabilecek algoritmalar oluşturulmuştur. Sonuç olarak, Friedl ve ark. (2000; 2002) küresel ölçekte arazi örtüsü sınıflarını belirlemişlerdir.

1994 yılında DeFries ve Townshend tarafından yapılan haritalama çalışmasında, maksimum likelihood yöntemi kullanılmış, veri seti olarak NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) serisi uydusuna ait AVHRR algılayıcısına ait aylık NDVI kompozitleri kullanılmıştır. Daha sonra DeFries ve ark. 1998 yılında karar ağacı yöntemi kullanılarak 8 km yersel çözünürlüğe sahip AVHRR verilerinden yararlanmıştır. Loveland ve ark. (2000) AVHRR algılayıcısına ait Nisan 1992 ve Mart 1993 tarihleri arasındaki aylık NDVI kompozitleri ile eğitimsiz sınıflandırma kullanmak suretiyle küresel ölçekte arazi örtüsü sınıflandırması yapmıştır. DeFries ve ark. 2000 yılında aynı veri setini kullanarak; ancak, bu kez eğitilmiş sınıflandırmayı karar ağacı yöntemi ile birleştirerek arazi örtüsü sınıflandırmasını gerçekleştirmiştir. Ancak, AVHRR veri setinin sınırlayıcı birçok özelliğinden dolayı, bu veri seti ile oluşturulmuş haritalarda belirsizlik içeren birçok husus bulunmaktadır.

AVHRR ile kıyaslandığında, MODIS küresel arazi örtüsünün tespitinde, zenginleştirilmiş bantsal, yersel, radyometrik ve geometrik kalitesi ile daha güçlü olanaklar sunmaktadır (Tucker ve ark., 1985; Bastiaanssen ve Ali, 2002). MODIS ile kullanılan algoritmalar işlevsel haritalama çalışmaları için tasarlanmıştır. MODIS ile üretilebilecek zaman sınırsız ve kaliteli arazi örtüsü haritaları ile bu konudaki bölgesel ve küresel ölçekli bilgi gereksinimi önemli ölçüde giderilebilme olanağına sahiptir.

Tucker ve ark. 1985 yılında Afrika'nın arazi örtü sınıflarını NOAA-AVHRR platformundan kaydedilen görüntülerden yararlanılarak tahmin edilmiştir. Sonuç olarak Afrika'ya ait 14 farklı arazi örtüsü türü tespit edilmiştir. Muchoney ve ark. 2000 yılında MODIS için geliştirilen yaklaşımlar ve sınıflama teknikleri aynı zamanda NOAA-AVHRR verilerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca, VLC (Vejetasyon ve Arazi Örtüsü-Vegetation and Land Cover) sınıflandırması bu çalışmada kullanılmıştır.

Sınıflamayı yapmak için yapay sinir ağlarına ve karar ağacı yöntemine ait teknikler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda birbirlerine yakın ve başarı oranları yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

Bagan ve ark. 2004 yılındaki çalışmalarında ilk olarak Çin’de vejetasyonun aktif olduğu dönemlere ait MODIS verilerinden alınan 16 günlük kompozitleri ve EVI değerlerini kullanarak 17 farklı boyutta veri seti oluşturmuştur. Etiketlenmemiş nöronları belirlemek suretiyle elde ettikleri sonuçları en çok benzerlik sınıflandırması ile karşılaştırmışlardır. Loveland ve Belward (1997) ve Loveland ve ark. (2000) IGBP sınıflandırma sistemini kullanarak küresel ölçekte bir sınıflama çalışmasını NOAA-AVHRR görüntüleri ile gerçekleştirmişlerdir. Bu verilere dayanılarak tüm dünyanın arazi örtüsü sınıflaması yapılmıştır.

Fritz ve See 2004 yılında bulanık (fuzzy) sınıflama teknikleri kullanarak arazi sınıflamalarını karşılaştırmıştır. Kohei (2004), Hansen (2000) ve de Colstoun ve Walthall (2005) çalışmalarında karar ağacı yöntemleri ile küresel ve bölgesel ölçeklerde sınıflama ve karşılaştırma çalışmaları yapılmışlardır. Lunetta ve ark. 2006 yılında arazi örtüsü değişim tespitini MODIS uydusundan alınan NDVI verilerine dayanarak gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda Kuzey Carolina ve Virginia çevresinde bulunan 52000 km²’lik bir alana sahip olan Albemarle–Pamlico nehir ağzı (haliç) sistemi (APES)’ne ait değişimler sayısal olarak verilmiştir. Hegede ve ark. 2003 yılında Landsat TM ve 1999 IRS uydu görüntülerini kullanarak Hindistan’ın Shimla bölgesindeki değişimi tespitiye yönelik bir modelleme çalışması yapmışlardır. 1998 yılında Pan ve ark., maksimum olabilirlik eğitilmiş sınıflama tekniği ile Ana Bileşenler Analizi (PCA) yöntemlerini entegre ederek yaptıkları çalışmada bu tarz bir entegrasyonun sınıflamada doğruluk oranını artırıcı sonuçları ulaşmada iyi bir yöntem olduğunu gözlemlemiştir. Silapaswan ve ark. 2001 yılındaki çalışmalarında, değişim vektör analizi (CVA), eğitimsiz sınıflama ve hava fotoğraflarının görsel yorumuna dayalı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucu olarak CVA’ nın değişim tespitine yönelik oldukça etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır. Petit ve Lambin 2001 yılında değişimin yönünün tespitine yönelik yaptıkları çalışmalarda farklı yöntemlerin birbirleri ile entegrasyonunu denemişlerdir. Çalışma sonucu olarak hibrit tekniklerin yüksek doğrulukta sonuç verdiğini ortaya koymuşlardır.

Atkinson ve ark. 1997 yılında yaptıkları çalışmada NOAA-AVHRR uydu verilerini kullanarak 3 farklı sınıflama yöntemi ile İngiltere New Forest'taki arazi sınıflarını belirlemişlerdir. Çalışmada en iyi sonucu yapay sinir ağları ile almışlardır. Bagan ve ark. 2005 yılında Çinin kuzey kesimlerinde yapay sinir ağlarını kullanarak bir çalışma yapmış ve çalışma sonucunda kullandıkları yöntemin arazi örtüsü sınıflarını yüksek doğrulukta tahmin ettiğini rapor etmişlerdir. Mills ve ark. 2006 yılında Welsh National Parks alanında yaptıkları çalışmada yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Yapay sinir ağları sonucunda çalışmada, doğruluk oranı oldukça yüksek bir sınıflama ortaya koymuşlardır. Cohen ve ark. 2003 yılındaki bir çalışmalarında Lansat ETM+ ve MODIS verilerini kullanarak Kuzey Amerika'ya ait yaprak alan indekslerini tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda özellikle MODIS verilerinin yüksek başarı oranına sahip sonuçların çıkarılmasındaki önemi belirtilmiştir.

Vejetasyonun dağılımını haritalama ve sınıflandırma ile ilgili çalışmalarda en fazla üzerinde durulan iklim verileri, sıcaklık ve yağışa ait verilerdir ve bu verilere istinaden elde edilen sonuçlardır. Vejetasyon dağılımına yönelik olarak bu veriler, Holdridge (1967)'in Yaşam Zonu sınıflandırmasının da temel girdileridir. Holdridge, bu çalışmasında sıcaklık, yağış ve evapotranspirasyon verilerine dayanarak küresel ölçekte bir yaşam alanları haritası oluşturmuştur. Benzer çalışmalar; Belotelov ve ark. (1994), Yates ve ark. (2000), Isaac ve Bourque (2001), Pan ve ark. (2002) ve Yue ve ark. (2005) tarafından da örnekler ile ortaya konulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Araştırma Alanı

Çalışma alanı olarak Türkiye'nin tamamı seçilmiştir. Türkiye, Eski Kara Kütleleri adı verilen, Asya-Avrupa ve Afrika kıtalarının birbirlerine iyice yaklaştıkları bölgede yer alır. Topraklarının büyük çoğunluğu Anadolu yarımadası olarak Asya'da, Trakya yarımadası olarak Avrupa'da bulunmaktadır.

Matematik konum olarak Türkiye, baş meridyene (Greenwich) göre 26-45 doğu meridyenleri, ekvatora göre ise 36-42 kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Kuş uçuşu kuzey-güney doğrultusunda 6 enlem farkı vardır, bu da yaklaşık 666 km.lik ($6 \times 111 = 666$) bir mesafe etmektedir. Doğudan batıya ise, 19 boylam farkı vardır ve bu da yaklaşık 76 dakikalık ($19 \times 4 = 76$) bir zaman farkına eşittir. Baş meridyene göre doğu, ekvatora göre ise kuzey yarı kürede yer almaktadır.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda ülkenin izdüşüm alanı (harita üzerinde yapılan hesaplama) 779.452 km², gerçek alanı ise 814.578 km²'dir. Türkiye toplam yüzölçümünün (814578 km²), % 97'si (790200 km²) Anadolu yarımadasında ve %3'ü (24378 km²) ise Trakya yarımadasında yer almaktadır. Türkiye yüzölçümü bakımından komşu ülkelerden İran (1.648.196 km²) hariç diğerlerinin hepsinden büyüktür. Acaristan-Gürcistan 69.700 km² (2.911 km²), Ermenistan 29.800 km², Nahçıvan-Azerbaycan 86.600 km² (Nahçıvan 5.530 km²), Irak 438.446 km², Suriye 185.180 km², Yunanistan 131.944 km², Bulgaristan 110.912 km² yüzölçümüne sahiptir. Ülkenin kuzeyinde; Karadeniz, kuzeydoğusunda; Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan-Nahçıvan, doğusunda; İran, güneyinde; Irak, Suriye ve Akdeniz, batısında; Ege Denizi (Adalar Denizi), kuzeybatısında ise; Yunanistan ve Bulgaristan bulunmaktadır. Topraklarının kuzeybatı kısmının ortasında Marmara denizi vardır. Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ile Ege denizine, İstanbul Boğazı ile de, Karadeniz'e bağlıdır. Türkiye, coğrafi konumu ve komşu ülkeler Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Türkiye'nin konumu ve komşuları (<http://maps.google.com>, 2007)

3.1.2. İklim Bölgeleri ve Orman Yapısı

Türkiye, iklimsel özellikleri ve bitki coğrafyasının dağılımı göz önünde bulundurulduğunda 5 temel iklim bölgesine genellikle ayrılmaktadır. Bunlar; yıllık yağışı kıyı bölgelerinde 750-950 mm, daha yükseklerde ise 500-1000 mm'den fazla olmayan, kışları ılık ve yazları kurak geçen Akdeniz bölgesi; yıllık sıcaklık ortalaması 16°C'den az olan ve genel olarak Akdeniz iklim kuşağının 800 m'den sonraki yükseltilerinde görünen Submedeteran kuşak; yıllık yağış ortalaması 850-2500 mm arasında değişen (2500 mm - Rize) ve yılın büyük kısmının yağışlı geçtiği Karadeniz'in kıyı bölgeleri; mevsimler ve gece gündüz arasındaki sıcaklık farkının fazla olduğu ve yıllık yağışın 450 mm'yi geçmediği (Tuz gölü ve çevresi 250 mm) İç Anadolu'nun karasal iklimi; ve düşük sıcaklık nedeniyle bitki gelişiminin oldukça sınırlı olduğu, özellikle Doğu Anadolu'da ve İç Anadolu'nun bazı kesimlerinde görülen Dağ İklim bölgeleridir.

Sahip olduğu coğrafya nedeni ile %85'inin orman olması gereken Türkiye'nin bugün Ancak %25'i ormanlarla kaplıdır. Tahribatın başlıca nedenleri, tarla açmak, hayvan otlatmak ve yakacak ihtiyacı olsa da, tarihi süreç içerisinde meydana gelen savaşlar ve göçler sırasındaki tahribatlar ile orman yangınları da diğer ana etmenlerdir. Türkiye'nin ormanlarının Bölgelere göre dağılımı Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Türkiye'nin ormanlarının bölgelere göre dağılımı (<http://tr.wikipedia.org>, 2007)

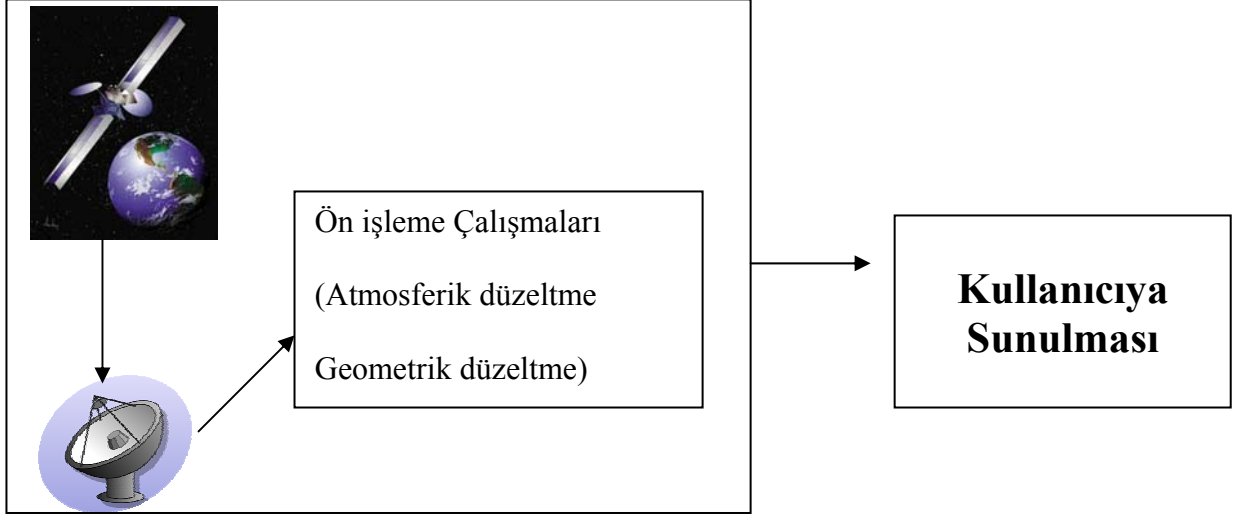
Bölgeler	Barındırdığı orman miktarı (%)
Karadeniz Bölgesi	27
Akdeniz Bölgesi	22
Ege Bölgesi	17
Marmara Bölgesi	13
Doğu Anadolu Bölgesi	10
İç Anadolu Bölgesi	8
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	3

Bu çalışmada, Türkiye'nin arazi örtüsünün haritası çıkarılmaya çalışıldığı için bu konulara ileriki bölümlerde detaylı olarak değinilecektir. Çalışmada temel alınan veri seti, NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda 1999 yılında fırlatılan ve 2000 yılında görüntüleme çalışmalarına başlayan MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) isimli uydusunun TERRA olarak tanımlanan ve karasal ekosistemlere ait verileri toplayan ünitesinden elde edilen uydu görüntüleridir. MODIS uydusu 250, 500 ve 1000 m yersel çözünürlüğe sahip görüntüler almaktadır. Görüntüler 1000 m'lik bir alan kaplamakla birlikte, bu görüntülerden her gün elde edilmektedir. Diğer görüntüler ise 2 günde bir alınmaktadır. 1000 m'de 27 adet bant aralığı içeren uydunun 500 m'de 5 ve 250 m'de 2 bantı bulunmaktadır. Uydunun bant aralığı 0.4 μm ile 14.4 μm 'dir. Bu da uydunun görülebilir ışık bölgesi ile uzak kızılötesi arasındaki verileri kaydedebildiğini göstermektedir. Bu çalışmada 7 Nisan - 18 Aralık 2005 tarihleri arasındaki MODIS uydusuna ait 500 m yersel çözünürlüğe sahip aylık uydu görüntüleri kullanılmıştır.

3.1.3. MODIS Uydu Verileri ve Özellikleri

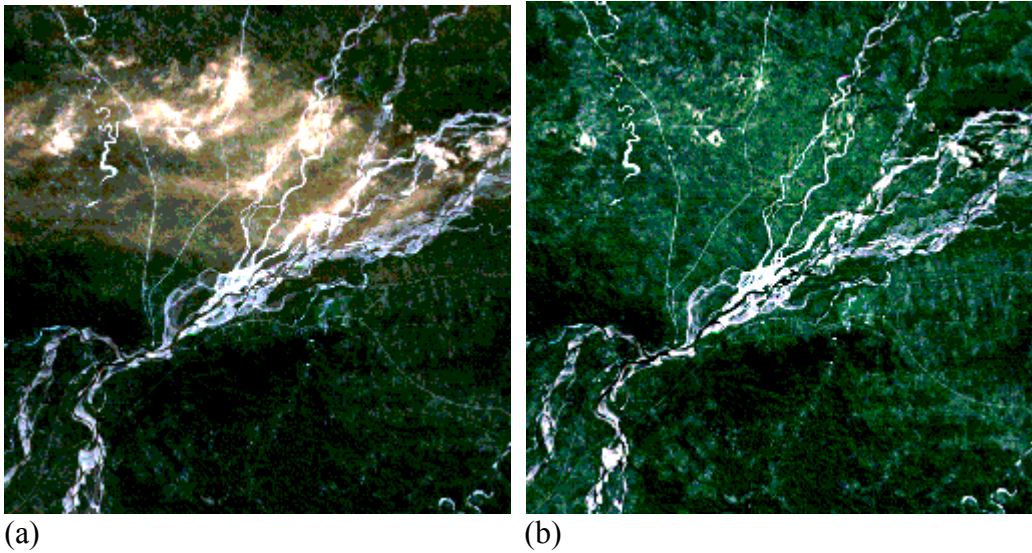
MODIS uydusuna ait veriler NASA'nın kurduğu bir program olan yeryüzü gözetim sistemi (EOS-Earth Observation System) ve bu programda bulunan çalışma ekibi tarafından ön işlemlerden geçirilmektedir. Veriler bu işlemlerden geçtikten sonra internet üzerinde ücretsiz olarak kullanıcıya sunulmaktadır (<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>) (Şekil 3.2.). Bu çalışma ekibi tarafında gerçekleştirilen ön işlemler ise temelde atmosferik düzeltme, geometrik

düzeltilme, maskesi ve kompozit oluşturulmasından ibarettir. MODIS görüntüleri bu işlemlerden geçtikten sonra araştırmacıların kullanımına sunulmaktadır.



Şekil 3.2. MODIS uydu verilerinin araştırmacıya ulaştırılması süreci

Atmosferik Düzeltme: Uydu görüntülerinin atmosferik düzeltilmesi, yeryüzü şekilleri, bu şekillerdeki bazı yansıma bozuklukları, ışınların atmosferde düzensiz yayılımı ve atmosferde bulunan diğer aerosolların neden olduğu bozuklukların giderilmesi işlemidir (Şekil 3.3.)

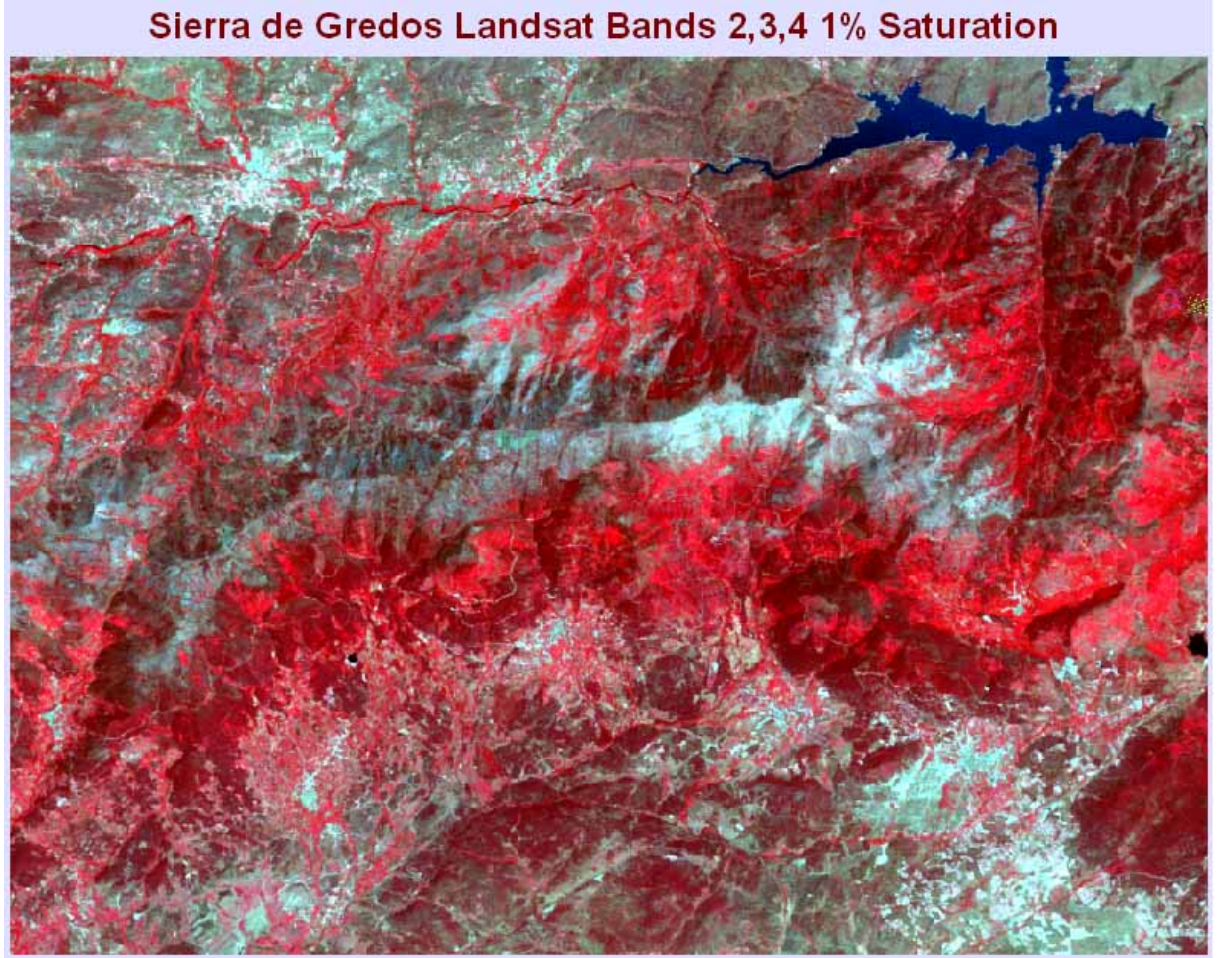


Şekil 3.3. Atmosferik düzeltme çalışmasının öncesinde ve sonrasında uydu görüntülerinin durumları (a) atmosferik düzeltmeden önceki ve (b) sonraki görüntüler (<http://www.umiacs.umd.edu/research/GC/atmo/index.html>, 2007)

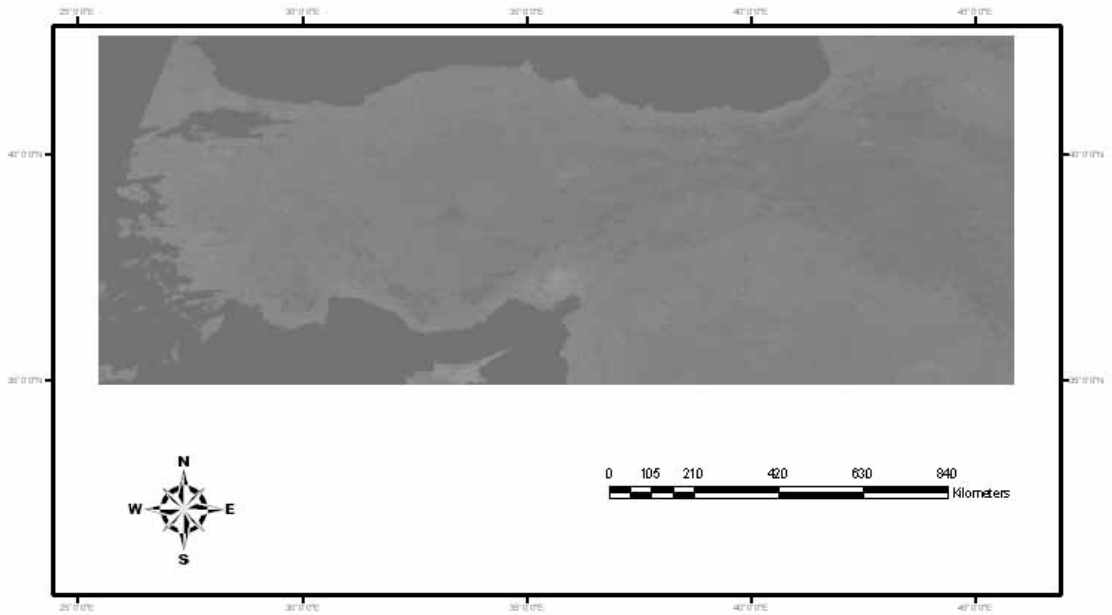
Geometrik Düzeltme: MODIS görüntüleri, yukarıda sözü edilen çalışma grubu tarafından, daha önceden oluşturulan ve MODIS'e özgü ISIN (Integerized Sinusoidal) adı verilen bir izdüşüme oturtulma sürecidir. MODIS'e özel sabit bir sistemin oluşturulmasının en önemli nedeni ise tüm görüntülerin birbirleri ile tam olarak ilişkilendirme imkanının olmasıdır.

Maskeleme: Maskeleme temelde bir alanın hesaplama işleminden çıkarılması veya yokmuş gibi gösterilmesidir. Çeşitli doğal ve/veya alıcı kaynaklı nedenlerden dolayı tahrip olmuş alanların veya bulut gibi arazinin üzerini örten alanların maskelenerek (üzerlerinin örtülerek değersiz hale getirilmesi) işlemlere katılmamasının sağlanmasıdır.

Kompozitler: Kompozitler, birleştirilerek oluşturulmuş görüntüler anlamına gelmektedir. Görüntüler alanların daha iyi ayırt edilebilmeleri için renk kompozitleri oluşturacak biçimde de birleştirilmektedir (Şekil 3.4.) veya veri kalabalığını engellemek, kötü durumdaki piksellerden kaynaklanan sonuçları ortadan kaldırmak amaçlı olarak zamansal kompozitler oluşturulmaktadır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.4. Landsat uydusunun 2., 3. ve 4. bantlarına ait bir RGB (Kırmızı-Yeşil-Mavi) kompoziti



Şekil 3.5. MODIS uydusuna ait 16 günlük verilerin kompoziti (EOS, 2007)

3.1.3.1. MODIS Görüntülerinin Bant Özellikleri

Kullanılan 500 m yersel çözünürlükteki görüntüler 5 adet bant bulundurmaktadır. Bunlardan birincisi özellikle önışleme çalışmaları sırasında doğruluk oranını artırma amacı ile kullanılan ve bulut ile aerosol özelliklerinin değerlendirilmesini sağlayan banttır. Bu bant bu tez çalışması içerisinde kullanılmamıştır. Diğer bantlar ise aşağıda belirtilmektedir.

Mavi Bant: 400 nm ile 500 nm arasındaki dalga boyu olarak tanımlanan mavi dalga boyu görünür bölge olarak ta bilinen ve insan gözü ile algılanan bölgede bulunmaktadır. Mavi dalga boyu görünür bölgedeki en küçük dalga boyudur. MODIS mavi dalga boyunu 459 – 479 nm arasında kaydetmektedir.

Kırmızı Bant: Temel olarak 600 nm ve 700 nm arasında bulunmaktadır. Görünür bölgedeki en büyük dalga boyudur. Yani görünür bölgenin bitimidir. MODIS bu dalga boyunu 662-672 nm ve 673-683 nm olmak üzere iki farklı bantta kaydetmektedir.

Yakın Kızılötesi (NIR): Bu dalga boyu görünür bölgenin bitimi ile başlamaktadır. 700 nm ve 800 nm aralığını temsil etmektedir. Özellikle vejetasyonun tespiti amaçlı kullanılmaktadır. MODIS yakın kızılötesi içerisinde 743-753 nm aralığında kayıt yapmaktadır.

Orta Kızılötesi (MIR): Yakın kızılöttesinden hemen sonra gelen bu frekans 800-900 nm aralığındadır. 862-877 nm aralığında kayıt yapmaktadır.

Bunların yanı sıra MODIS ile birlikte gönderilen veri seti içerisinde vejetasyonun sağlıklılık düzeyinin belirlenmesinde yardımcı olan Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) ve MODIS için geliştirilen Zenginleştirilmiş Vejetasyon İndeksi (EVI, Enhanced Vegetation Index) bulunmaktadır.

Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index): Bu indeks bitkilerin klorofil miktarlarını ve buna bağlı olarak sağlıklılık derecelerini tahmin etmek amacı ile oluşturulmuştur. İndeksin temel prensibi bitkinin fotosentez sırasında kullandığı araç olan klorofilin yansıtma özelliklerinin kullanılmasıdır. Sağlıklı bir bitki kırmızıyı yüksek oranda soğururken (fotosentezde kullanmak amacı ile), yeşil ve yakın kızılöttesini de yansıtmaktadır (bu nedenle bitkiler

yeşil renktedirler). Bu farktan yararlanılarak bitki örtüsünün sağlık durumu ile ilişkilendirilmiş ve aşağıdaki formül elde edilmiştir (3.1.);

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (3.1.)$$

NIR: yakın kızılötesi bandındaki yansımaya; RED: kırmızı dalga boyu bandındaki yansımaya

Eğer kırmızı bant yok ise

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (3.2.)$$

VIS: görünür ışık dalga boyundaki yansımaya

Zenginleştirilmiş Vejetasyon İndeksi (EVI, Enhanced Vegetation Index):

EVI, EOS tarafından, aerosol etkisini asgariye indirmek ve biyokütle miktarının daha doğru tahmin etme ile vejetasyonun daha rahat gözlemlenmesi amaçlı üretilmiştir. EVI aşağıdaki gibi formüle edilmiştir;

$$EVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + C_1 R_{RED} - C_2 R_{BLUE} + L} \times G \quad (3.3.)$$

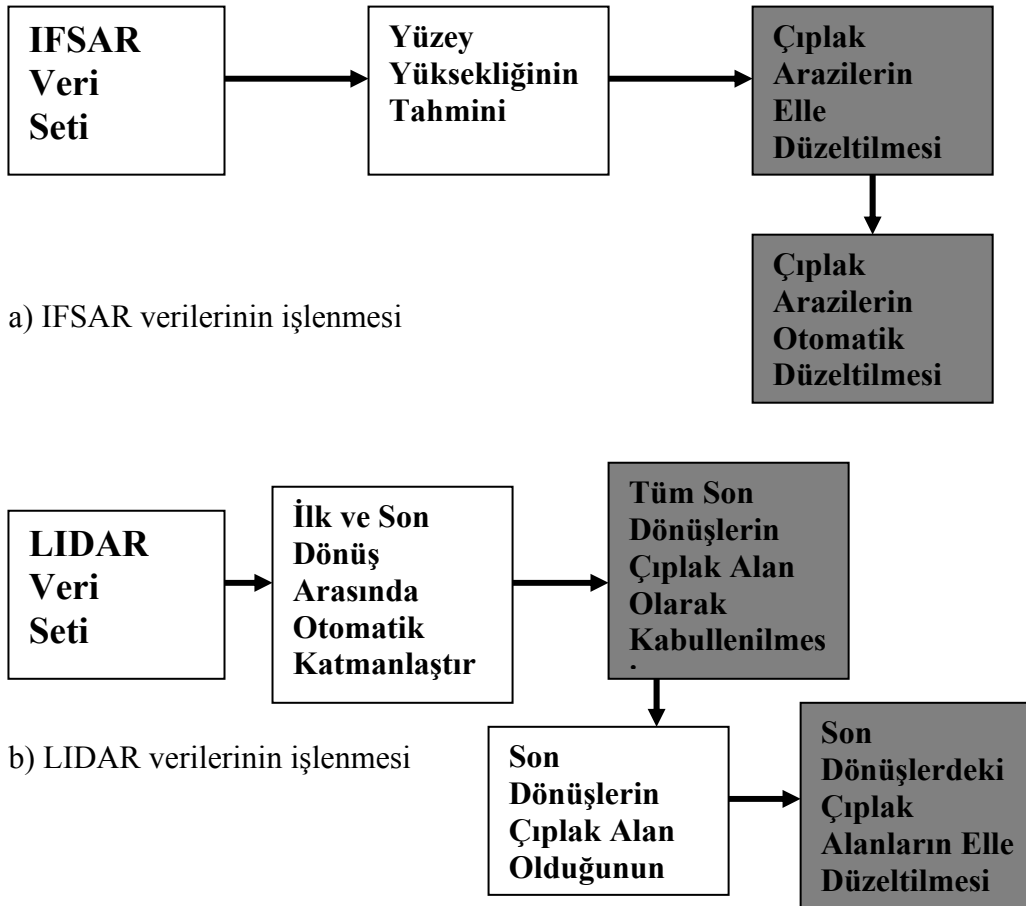
R_{NIR} , atmosferik olarak düzeltilmiş yakın kızılötesi bant; R_{RED} , atmosferik olarak düzeltilmiş kırmızı bant; C_1 , C_2 , ait oldukları bantların aerosol katsayıları ($C_1=6$, $C_2=7,5$); L , bitki örtüsü kapallığı düzeltme katsayısı ($L=1$); ve G , kazanç faktörü. ($G=2,5$)

NDVI ve EVI özellikle vejetasyon sınıflandırmasına yönelik çalışmaların ayrılmaz parçalarından birisidir.

3.1.4. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)

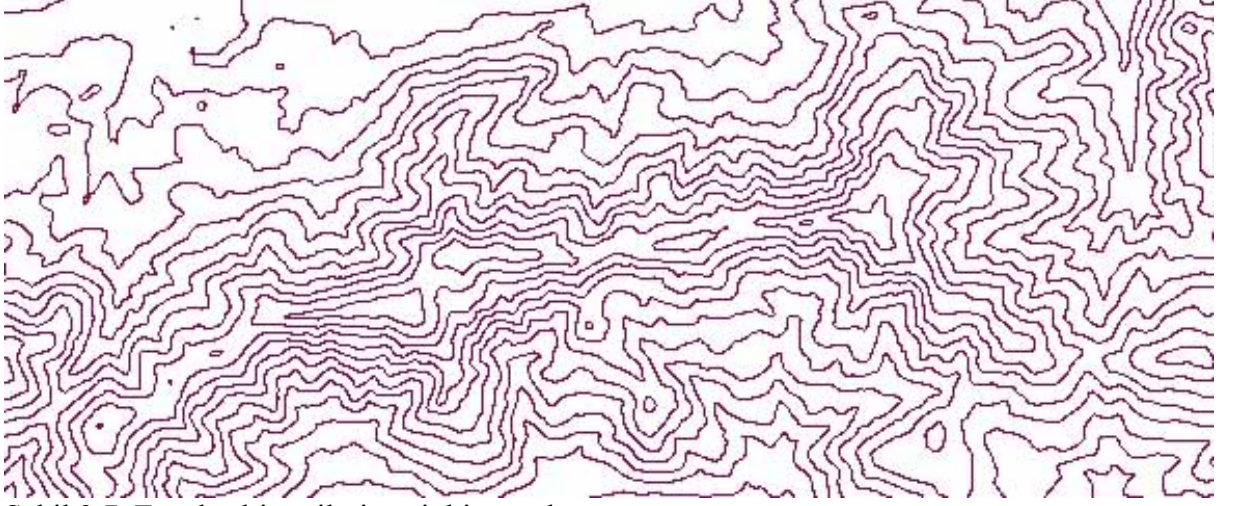
SYM'ler hidrolojik, ekoloji ve çevre bilimi, peyzaj ve kent planlama gibi bir çok bilim dalında sıklıkla kullanılmaktadırlar (Hodgson ve ark., 2002). Özellikle yüzeyin yükselti yapısını net bir biçimde ortaya koymaları, kullanım yaygınlığını zenginleştirmektedir (Jensen, 2000). SYM'ler, yerinde ölçüm veya stereo-ilişkilendirme ile fotogrametrik olarak ta hesaplanabilmektedir. Ancak SYM'lerin üretilmesi 1960'lı yıllardan bu yana uydu verileri ve uçaklar tarafından taşınan radarla ile de gerçekleştirilmektedir (Jensen, 2000).

Hodgson ve ark. (2002) LIDAR (Light Detecting and Ranging) ve IFSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) verilerini kullanarak SYM üretirken, yaptıkları çalışmaları Şekil 3.6.'da belirtildiği gibi açıklamışlardır.



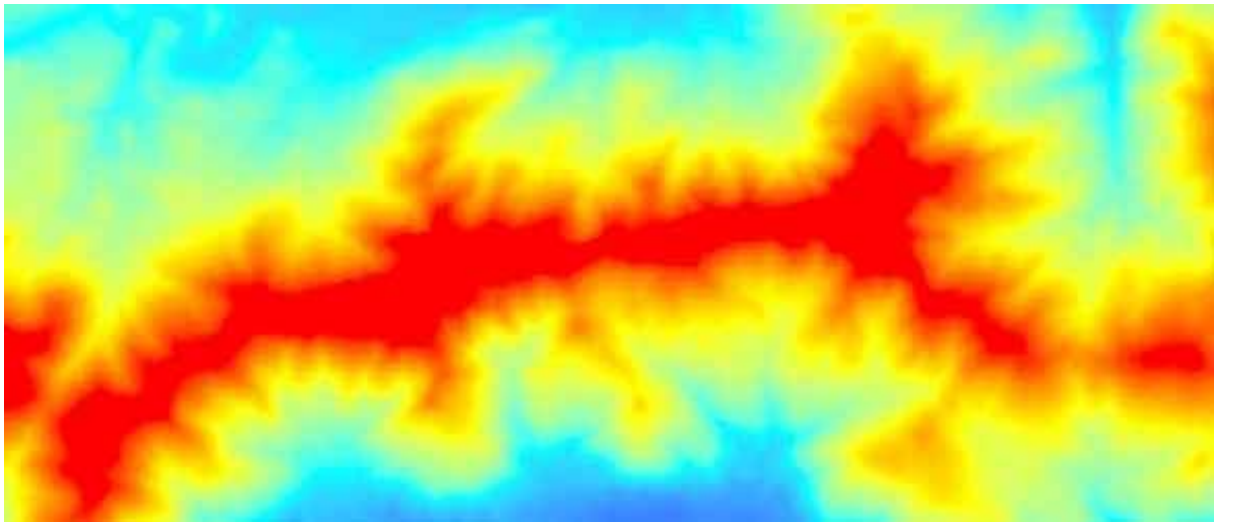
Şekil 3.6. IFSAR (a) ve LIDAR (b) verilerinin işlenerek çıplak alanları temsil eden yükseklik modellerinin oluşturulması. (gri tonlanmış kutular çalışma sırasında yapılan işlemleri belirtmektedir.) (Hodgson ve ark., 2003)

Bu çalışma süresince kullanılan Türkiye'ye ait SYM görüntüleri, Evrendilek ve ark. (2007) tarafından Harita Genel Komutanlığından sağlanan eşyüksekti eğrileri kullanılarak üretilmiştir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Eşyüksekti verilerine ait bir örnek

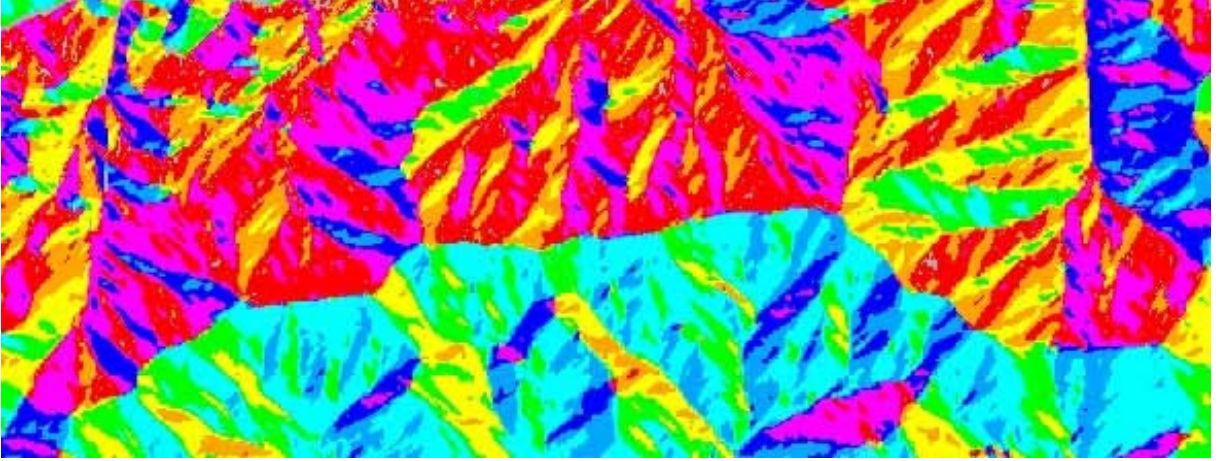
Elde edilen bu eşyüksekti eğrileri daha sonra yüzey haritalarına dönüştürülerek SYM olarak kullanılmaktadırlar. (Şekil 3.8.)



Şekil 3.8. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'ne ait bir örnek

3.1.5. Bakı

Çalışma alanı içerisinde bakı etkisine göre bitki yayılımlarının tespiti ve doğruluk oranının arttırılması amaçlı bakı verisi eklenmiştir (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Bakı verisine ait bir örnek

3.1.6. Enlem ve Boylam

Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki değişiklikleri tespit etmek amacı ile veri setine enlem ve boylam değerleri eklenmiştir (Şekil 3.10.).



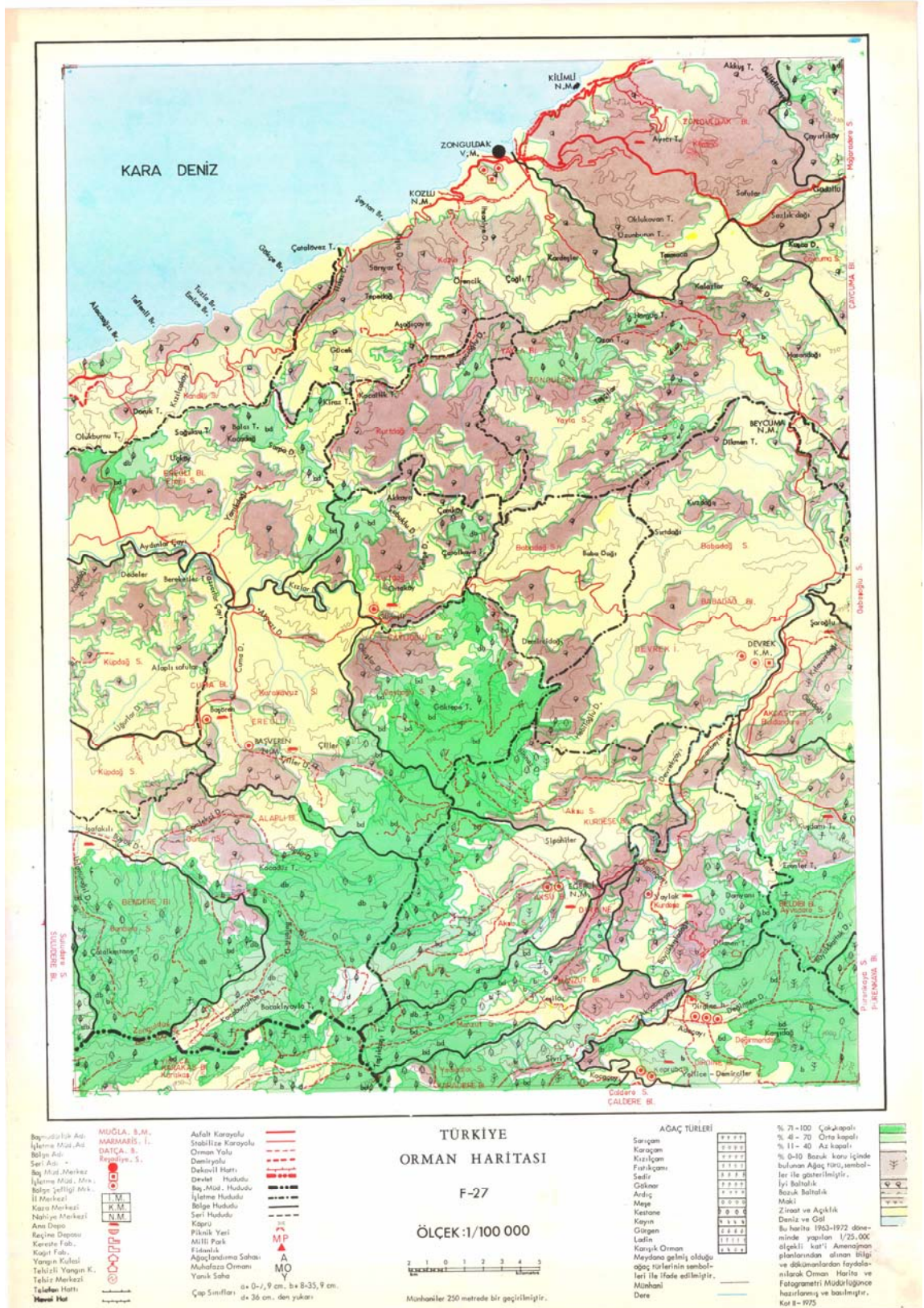
(a)



(b)

Şekil 3.10. Türkiye’deki enlem ve boylam değişimlerini gösteren bir örnek; (a) enlem ve (b) boylam sayısal modelleri

Sayısal olarak elde edilen bu verilerin dışında Çevre ve Orman bakanlığından elde edilen, 1963–1972 dönemleri arasında oluşturulmuş 1/25000 ölçekli kesin amenajman planlarına dayanılarak hazırlanmış ve hazırlandığı dönemlerdeki Türkiye’nin orman yapısını gösteren haritalar yer gerçeğine yakınlığı nedeni ile yardımcı veri seti olarak kullanılmıştır (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Türkiye'nin orman haritasına ait örnek bir pafta (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005)

Elde edilen bu veri setleri ışığında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri temelindeki programlar yardımı ile Türkiye'nin arazi örtüsü sınıflandırılmıştır. Çalışma süresince en sık şekilde kullanılan program Leica Geosystems yazılım tarafından üretilen ve bir uzaktan algılama programı olan ERDAS IMAGINE^R yazılımının 9.1 sürümüdür. Bunun dışında bir CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yazılımı olan ve ESRI firması tarafından üretilen ArcGIS Desktop 9.2 kullanılmıştır. Ayrıca MODIS görüntülerinin genel bir formata dönüştürülmesi için EOS tarafından hazırlanan bir yazılım olan MRT (MODIS reprojection Tools) kullanılmıştır. Bu araç internet üzerinden kullanıcılara <http://lpdaac.usgs.gov/landdaac/tools/modis/index.asp> adresinden ücretsiz olarak sunulmaktadır.

3.2.Yöntem

Bu çalışma süresince uygulanan yöntemler, ön çalışmalar, analiz ve sonuç ve öneriler olarak 3 kısımda değerlendirilmektedir (Şekil 3.12).

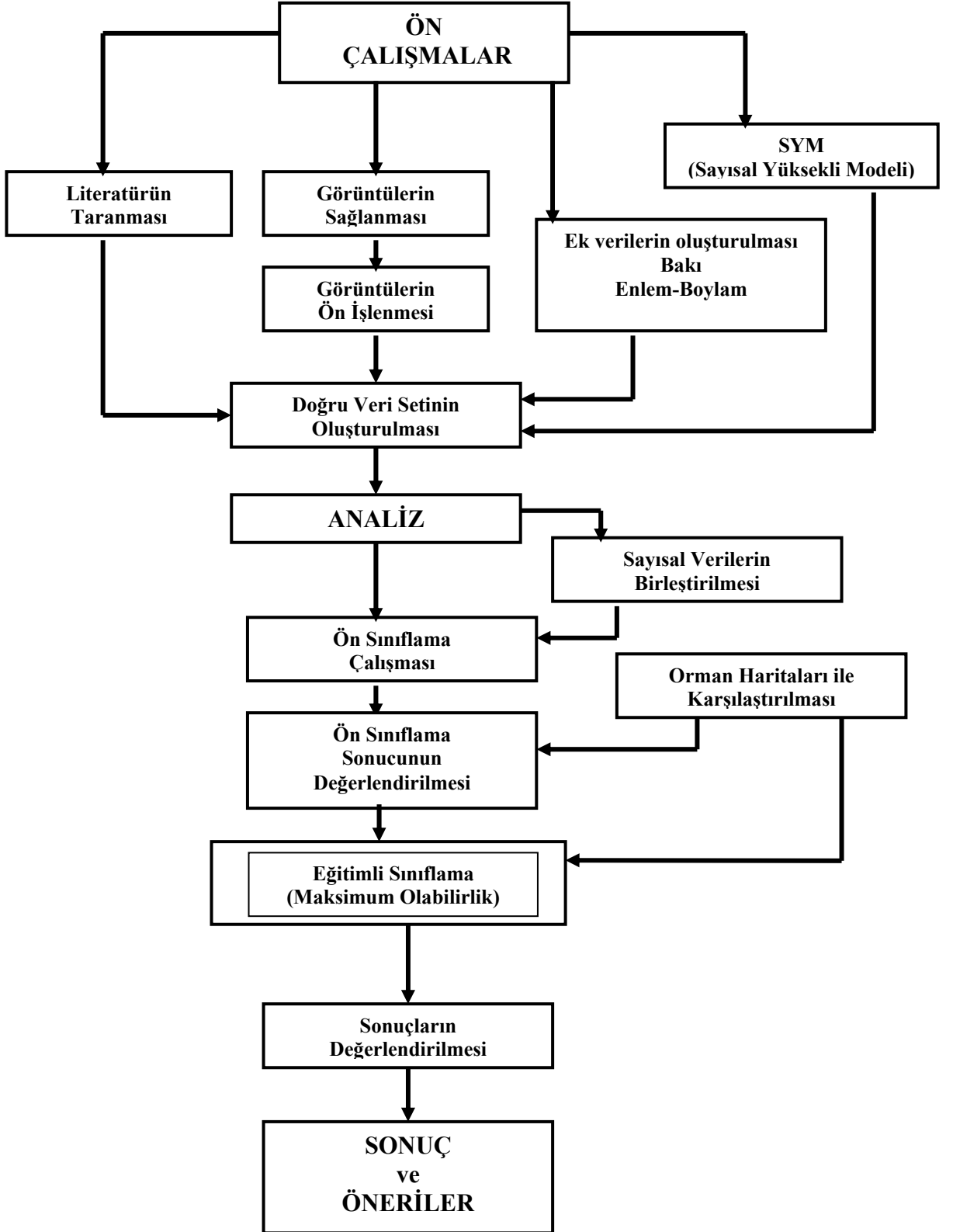
3.2.1. Ön Çalışma

Literatür tarama, MODIS verilerinin alınması ve kullanıma en uygun veri setinin seçilmesi, SYM ve diğer yardımcı verilerin hazırlanması, MODIS verilerinin geometrik düzeltmelerinin yapılması ve tüm verilerin uygun koordinatlara getirilerek birbirleri ile uyumlarının sağlanması süreçlerinden oluşmaktadır. Ayrıca yer gerçeği olarak kullanılacak orman haritalarının hazırlanarak koordinat sistemine oturtulması da bu süreçte gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda son olarak, veri seti bir bütün haline getirilmiştir.

3.2.2. Analiz

Çalışmanın analiz bölümü, sınıflandırmaya dayalı çeşitli bölümlerden oluşmaktadır. Çalışmanın bu kısmında daha önceden belirlenen MODIS görüntüleri,

eğitimsiz sınıflama, MO (Maksimum Olabilirlik) ve karar ağacı yöntemleri kullanılarak sınıflandırılmıştır.



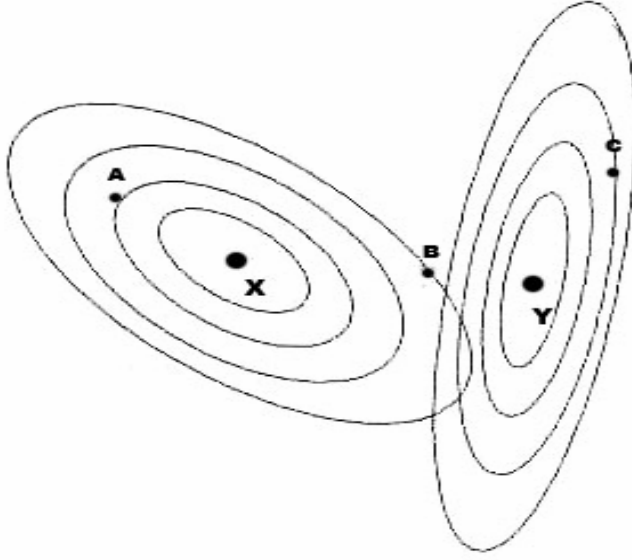
Şekil 3.12. Çalışmada izlenen sürece ait akış diyagramı

3.2.2.1. Eğitimsiz Sınıflama

Küresel ve bölgesel ölçekte arazi sınıflarının ve kullanımlarının tanımlanması ve haritalanması oldukça karmaşık bir konudur (Le Moigne ve ark., 2001). Bu nedenle özellikle bu büyüklükteki alanlar ile ilgi çalışmalarda öncelikli olarak eğitimssiz sınıflama yöntemlerini kullanmak, alan hakkında bilgi sahibi olmanın en etkili yollarından birisidir. Gerçekten de birçok eğitimssiz sınıflama tekniği yıllardan bu yana kullanılmaktadır (Le Moigne ve ark., 2001). ISODATA ve K-Mean sınıflama teknikleri eğitimssiz sınıflamanın klasikleşmiş yöntemleridir. ISODATA, K-Mean sınıflama tekniğine oranla daha başarılı bulunduğu için birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir. Bu çalışma sırasında kullanılan yazılım eğitimssiz sınıflamayı sadece ISODATA temelinde yapmaktadır. ISODATA benzer yansıma değerlerinden oluşturduğu piksellerin mesafelerini değerlendirerek sınıflamada bulunmaktadır.

3.2.2.2. Maksimum Olabilirlik (MO) Sınıflaması

MO yöntemi, oldukça sık başvuruılan ve iyi sonuç veren bir yöntem olmasına karşın, geniş depolama alanı gereksinimi; çok fazla yineleme gerektirmesi; güçlü ve uzun hesaplama gereksinimi; ve sınıflar arasına belirleyici olmayışı kullanımı ile ilgili temel sorunlar yaratmaktadır. Yöntem temelde Bayesian olasılık teorisine göre istatistiksel hesaplamalara dayalı olarak çalışmaktadır. Eastman (2001), MO yöntemini varyans-kovaryans ve ortalama değer sınıflarını belirlemede kullandığını belirtmiştir. Bu yöntem bantların yansıma karakterlerini göz önüne alarak sınıflama yapmaktadır. MO yönteminde, sınıfların ortalama değerleri, bu sınıflar arasındaki sınırların belirlenmesini sağlar. Bu işlem sonucunda her piksel kendisine en yakın ortalama parlaklık değerine sahip sınıfa atanır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. X ve Y ortalamalarına piksellerin uzaklıkları; Maksimum olabilirlik (MO) sınıflaması sürecine ait bir örnek

Şekil 3.13.'de de görüldüğü gibi A pikseli X sınıfına C pikseli de Y sınıfına atanacaktır. Ancak B pikseli X sınıfının elemanı olmasına rağmen Y ortalamasına daha yakın olduğu için bu sınıfa atanacaktır.

Bu çalışma içerisinde yapılan eğitimsiz sınıflamada, orman haritaları göz önünde bulundurularak örnek alanlar seçilmiş ve bu alanlar eğitim seti olarak eğitilmiş sınıflamada kullanılmışlardır.

MODIS verileri kullanılarak yapılan arazi örtüsü tespit çalışmalarının birincil hedefi, küresel ve bölgesel modelleme çalışmalarında kullanmak için biyofiziksel verilerin çıkarımını kolaylaştırmaktır. Bu nedenle, arazi örtüsü sınıflandırma yöntemleri, yardımcı ve uzaktan algılanmış veriler ile doğrulanabilir ve bu verilere uyarlanabilir olmalıdır. Arazi örtüsü sınıflandırma sistemlerinin, özellikle vejetasyon olmak üzere yüzeyin fiziksel karakteristikleri ile doğrudan ilişkilendirilme imkanına sahip olmaları gerekmektedir. IGBP-DIS (International Geosphere-Biosphere Programme-Data Information and System) sınıflandırma sistemi, 17 arazi örtüsü sınıfına sahiptir ve yukarıda bahsedilen temel özellikleri kendi içinde barındırmaktadır (Loveland ve Belward, 1997).

IGBP'ye göre, orman tanımının iki önemli kriteri şunlardır; (1) yüzde ağaç örtüsünün $> \%60$ olması ve (2) ağaç boyunun > 2 m'den büyük olması. Bu sınıflandırma sistemine göre oluşturulan arazi örtüsü sınıfları Çizelge 3.2.'de verilmiştir. IGBP arazi örtüsü sınıflandırmasına göre (Çizelge 3.3.) kentsel ve yapılanmış alanlar, binalar ve diğer insan-yapımı yapılar ile örtülü alanlar olarak basitçe

tanımlanmaktadır. Çıplak ve seyrek bitki örtüsü ile kaplı alanlar, toprak, kum, kaya veya kar ile kaplı ve yılın herhangi bir zaman diliminde %10'dan fazla asla bitki örtüsü içermeyen araziler olarak tanımlanmaktadır. Açık çalılık alanlar, 2 m'den daha az boylu ağaçların bulunduğu ve herdem yeşil ve/veya yaprağını döken çalı örtüsünün %10 ile %60 yer kapladığı araziler olarak tanımlanmaktadır. Çayırliklar, otsu tip bitki örtüsünün hakim olduğu ve ağaç ile çalı örtüsünün %10'dan aşağıda yer işgal ettiği alanlar olarak tanımlanmaktadır. Su yüzeyleri ise okyanus, deniz, göl, akarsu ve su rezerve alanlarını içermektedir.

Çizelge 3.2. IGBP Arazi Örtü Sınıflandırması (Belward 1996) (Global Land Cover Characteristics-Küresel Arazi Örtüsü Karakteristikleri- Veritabanı: http://edcdaac.usgs.gov/glcc/globdoc2_0.asp)

Değer	Tanım
1	Herdem Yeşil İğne Yapraklı Orman
2	Herdem Yeşil Geniş Yapraklı Orman
3	Yaprak Döken İğne Yapraklı Orman
4	Yaprak Döken Geniş Yapraklı Orman
5	Karışık Orman
6	Kapalı Çalılık Arazi
7	Açık Çalılık Arazi
8	Odunsu Savanalar
9	Savanalar
10	Çayırlik Arazi
11	Daimi Sulak Alanlar
12	Tarım Alanları
13	Kentsel ve Yapılandırılmış Alanlar
14	Tarım Alanları ile Doğal Vejetasyon Mozaik Alanları
15	Daimi Kar ve Buz Kaplı Alanlar
16	Çıplak veya Seyrek Bitki Örtüsü ile Kaplı Alanlar
17	Su Yüzeyleri

Bu arazi örtü sınıfları Loveland ve Belward (1997) tarafından yapılan çalışmada tanımları ile verilmiştir (Çizelge 3.3.).

Çizelge 3.3. IGBP arazi örtüsü sınıflaması ve tanımları (Loveland ve Belward, 1997)

IGBP Arazi Sınıfları	Tanımları
Doğal Vejetasyon	
Herdem Yeşil İğne Yapraklı Ormanlar	%60'ından fazlasında herdem yeşil iğne yapraklıların baskın olduğu alanlar.
Herdem Yeşil Geniş Yapraklılı Ormanlar	%60'ından fazlasında herdem yeşil geniş yapraklıların baskın olduğu alanlar.
Yaprağını Döken İğne Yapraklı Ormanlar	%60'ından fazlasında yaprak döken iğne yapraklıların baskın olduğu alanlar.
Yaprağını Döken Geniş Yapraklı Ormanlar	%60'ından fazlasında yaprak döken geniş yapraklıların baskın olduğu alanlar.
Karışık Ormanlar	%60'ından fazlasında diğer dört orman tipine ait türlerin beraber görüldüğü alanlar.
Kapalı Çalılık Alanlar	2 m'den kısa herdem yeşil veya yaprağını döken odunsu türlerin alanın %60'ını kapsadığı bölgeler.
Açık Çalılık Alanlar	2 m'den kısa herdem yeşil veya yaprağını döken odunsu türlerin alanın %10-60'ını kapsadığı bölgeler.
Odunsu Savanalar	Otsu ve diğer örtü altı sistemlerin birlikte bulunduğu ve alanın %30-60'ının ağaçlar

Savanalar	tarafından kaplandığı bölgeler. Otsu ve diğer örtü altı sistemlerin birlikte bulunduğu ve alanın %10-30'unun ağaçlar tarafından kaplandığı bölgeler.
Çayırliklar	Otsu bitki örtüsünün alanı kapladığı bölgeler. Ağaç örtüsü %10'dan az.
Kalıcı Sulak Alanlar	Su, otsu bitkilerin veya odunsu vejetasyonun birlikte olduğu bölgeler. Vejetasyon tuzlu su, acı su veya tatlı su vejetasyonu özelliğinde olabilir.
Bayındır ve Mozaik Alanlar	
Tarım alanları	Hasat ve çıplak toprak özelliği gösterecek geçici süreli olarak tarım ürünleri ile kaplanmış alanlar. Not: Çok yıllık odunsu tarım alanları, uygun orman veya çalı alanları sınıfına dahil edilebilir.
Kentsel ve Yapılandırılmış Alanlar	Binalar ve diğer inşa edilmiş yapılarla kaplı alanlar.
Tarım Alanları ile Doğal Vejetasyon Mozaiği	Hiçbir ögenin alanın %60'ında hakim olmadığı, tarım, orman, çalılık ve otsu bitkilerin oluşturduğu mozaik alanlar.
Vejetasyonun Olmadığı Alanlar	
Kar ve Buz	Yıl boyunca kar ve buz ile kaplı alanlar
Çıplak Alanlar	Korumasız toprak, kum, kaya ve buz ile örtülü ve hiçbir zaman %10'dan fazla vejetasyonun olmadığı alanlar
Su Yüzeyleri	Okyanuslar, denizler, göller, akarsular

Türkiye, bu sınıflama algoritması göz önüne alındığında, aşağıda belirtilen arazi örtüsü sınıflarına ayrılmaktadır.

3.2.3. Türkiye'nin IGBP'ye Göre Arazi Örtüsü Sınıfları

3.2.3.1. Herdem Yeşil İğne Yapraklı Ormanlar

Yüzölçümünün %25'ini ormanların kapladığı Türkiye'nin, ormanlarının büyük kısmında baskın tür olarak iğne yapraklılar görünmektedir. Özellikle kıyı kesimlerinde bulunan iğne yapraklı ağaçlar genel olarak ormanlar oluştursalar da, birçok alanda yaprağını döken ağaçlar ile karışık ormanlar da oluşturmaktadırlar.

3.2.3.2. Karışık Ormanlar

Arazi örtüsünün iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç grupları tarafından oluşturulan orman örtüsüdür. Ülkemizde özellikle Karadeniz bölgesi gibi daha ılıman iklim kuşaklarında yayılım göstermektedir

3.2.3.3. Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ormanlar

Ülkemizde özellikle Kuzey kesimlerde yayılım göstermekle birlikte Anadolu'nun birçok bölgesinde yer yer rastlanan bir orman örtüsüdür. Ülkemizde yayılım gösterdiği en ilginç alan olarak Amanos dağları gösterilebilir. Kuzeydoğu Anadolu ve Karadeniz ile relikt özellik gösteren bu alanda özellikle Karadeniz'e ait yaprağını döken geniş yapraklı vejetasyona rastlanmaktadır. Kayın, gürgen, yaprağını döken meşe ağaçları, bu türlere verilebilecek örneklerdir.

3.2.3.4. Tarım Alanları

Uygun coğrafi ve iklimsel koşullar Türkiye'nin birçok kesiminde tarıma olanak sağlamaktadır. Bu nedenle ülkede tarım alanı açma amaçlı orman kayıpları oldukça fazla miktarlardadır. Hemen her yerinde tarım yapılan Türkiye'de, bitkisel üretim deseni şu şekildedir; %17'si tahıllar, %3'ü baklagiller, %27'si endüstri bitkileri, yağlı tohumlar, yumru bitkiler ve diğerleri dahil olmak üzere, toplam %47'si tarla ürünleri ile, %29'u meyve, %16'sı sebze, %8'i diğer yan ürünler ve çiçekçilik olmak üzere toplam %53'ü bahçe bitkileri ürünlerinden oluşmaktadır (anonim, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı web sitesi, http://www.tarim.gov.tr/arayuz/10/icerik.asp?efl=tarim_sektor/index.htm&curdir=\sanal_kutuphane\tarim_sektor&fl=tarimsal_uretim.htm).

3.2.3.5. Açık Alanlar

Doğal olarak veya çeşitli antropojenik etkiler nedeni ile herhangi bir bitki örtüsü tarafından kaplanmamış alanları ifade etmektedir. Anadolu'daki yerleşim tarihi boyunca orman tahripleri ve erozyondan kaynaklı bitki örtüsü kaybı oldukça fazladır. Ancak, özellikle geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısında bu tahribatın hızı oldukça artmıştır. Bu sınıf bu tahribatlar sonucunda şu an ülkemiz içerisinde en fazla yer alan arazi biçimi olmuştur.

3.2.3.6. Su Yüzeyleri

Göl, deniz ve akarsu gibi su sistemlerini veya büyük ölçeklerdeki su depolama alanlarını (barajlar) tanımlamaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışma süresince, Türkiye'nin arazi örtüsüne ait sınıflandırmalar ve özellikler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri temelinde çalışan programlar ve MODIS uydusuna ait algılayıcıdan alınan aylık görüntüler yardımı ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Ülkemizdeki orman varlığının ve dağılımının güncel haritalanması amaçlı çalışmalar yakın geçmişimize değin arazi çalışmaları bütününde yürütülmüş ve günümüze ulaştırılmıştır. Ancak, bu çalışmaların tekrar sıklıklarının düşüklüğü güncellikleri ile ilgili sorunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle bu çalışma süresince ortaya konulan sonuçlar, ülkemizdeki orman varlığının en güncel durumunu ortaya koymak adına ayrı bir önem taşımaktadır.

4.1. Ön Çalışmalar

4.1.1. MODIS Verilerinin Hazırlanması

Çalışmanın bu bölümünde, EOS veritabanından elde edilen veriler, kullanıma hazır duruma getirilmeleri ve diğer sayısal veriler ile uyum sağlamaları amacı ile işlenmişlerdir.

Ham MODIS verilerinin bulunduğu ve ISIN (Integerized Sinusoidal) projeksiyon sistemi, sadece bu verilere özgü olarak üretildiği için, diğer verilerle uyum sorunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunların giderilmesi amaçlı olarak MODIS verileri, yine EOS tarafından geliştirilen bir yazılım aracılığı ile genel bir projeksiyon sistemine taşınmıştır.

MRT (MODIS projeksiyonu yenileme aracı, Reprojection Tool) adı verilen bu yazılım, MODIS ile yapılacak çalışmalarda, kullanıcıya MODIS projeksiyonunu daha genel projeksiyon sistemlerine çevirmede yardımcı olması amacı ile geliştirilmiştir. Yazılım HDF (Hiyerarşik veri formatı, Hierarchical Data Format) olarak depolanan MODIS verilerini, ham-ikilik sisteme (raw-binary) veya GEOTIFF (yersel konumlandırılmış tiff görüntüsü) formatına çevirebilmektedir. Ayrıca, eğer kullanıcı

arzu ederse, bu görüntülerin belirli bir bölümünü ve/veya belirli bant kombinasyonlarını seçebilmektedir.

Yazılımın, verileri çevirebildiği harita projeksiyonları ise Çizelge 4.1.'de belirtildiği gibidir. MRT yazılımı aracılığı ile format dönüştürme işlemi yapılan MODIS görüntüleri, "Coğrafik (Geographical)" olarak adlandırılan ve oldukça genel kullanılan bir harita projeksiyonuna taşınmıştır. Görüntüler bu projeksiyona taşınırken, aynı zamanda görüntüden yersel ve bantsal seçimler yapılmıştır.

Bu işlemler sırasında, görüntülerin Türkiye sınırlarını korumasına dikkat edilmiş ve bu doğrultuda alansal bir kesilime gidilmiştir. Bantsal seçim sırasında ise, çalışma içerisinde kullanılmayacak olan güneş açılarına ait bantlar saf dışı bırakılarak, yalnızca geriye kalan (Bölüm 3.1.3.1.'de açıklanan) bantların seçilmesi sağlanmıştır.

Bu işlemler sonucunda, MODIS verileri, genel amaçlı kullanımlara elverişli bir duruma getirilmiştir.

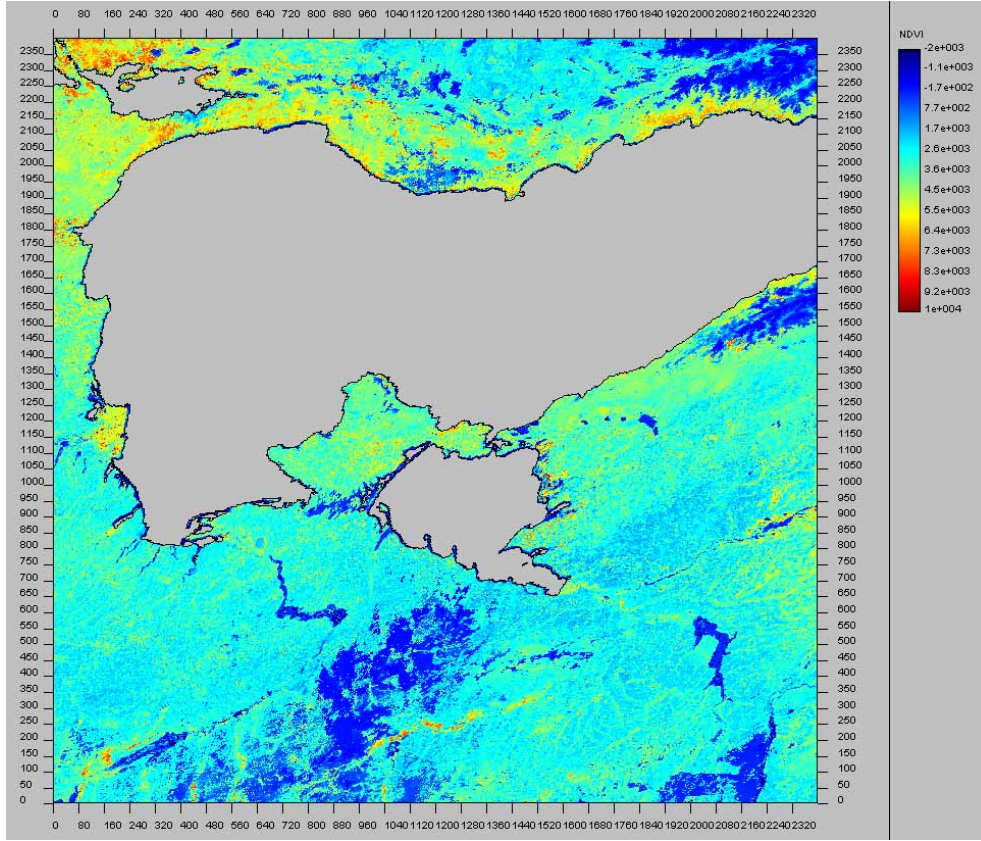
Çizelge 4.1. MRT'nin desteklediği harita projeksiyonları (EOS, 2007)

Yazılımın Desteklediği Harita Formatları

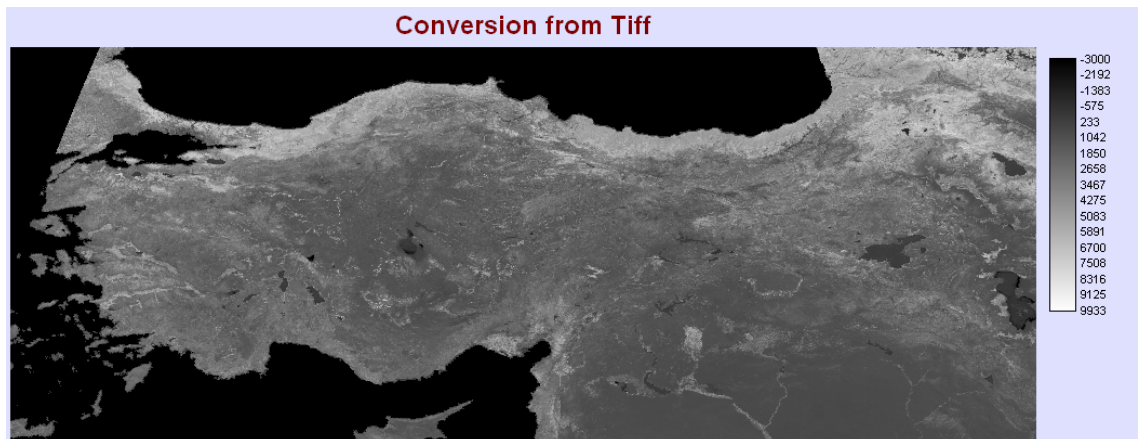
- Albers Equal Area
 - Equirectangular
 - Geographic
 - Hammer
 - Integerized Sinusoidal
 - Interrupted Goode Homolosine
 - Lambert Azimuthal
 - Lambert Conformal Conic
 - Mercator
 - Mollweide
 - Polar Stereographic
 - Sinusoidal
 - Transverse Mercator
 - Universal Transverse Mercator
-

MRT yazılımı aracılığı ile işlenen görüntülerin MRT yazılımı ile işlenmeden önceki ve işlendikten sonraki durumları Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de gösterilmektedir. Şekillerde de görülebileceği gibi, MODIS verileri bu yazılım ile işlenmeden önce, Türkiye'yi tek parçada gösterecek durumda bulunmamaktadır. Ayrıca, projeksiyonlarından kaynaklı, şekilsel bozuklukları da Şekil 4.1.'de oldukça açık bir

biçimde görülmektedir. MRT yazılımı tüm bu işlemleri gerçekleştirirken, arzu edilen parçaları da tek bir parça olacak şekilde birleştirmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken tek nokta, parçaların birbirini takip eder olması gerekliliğidir.



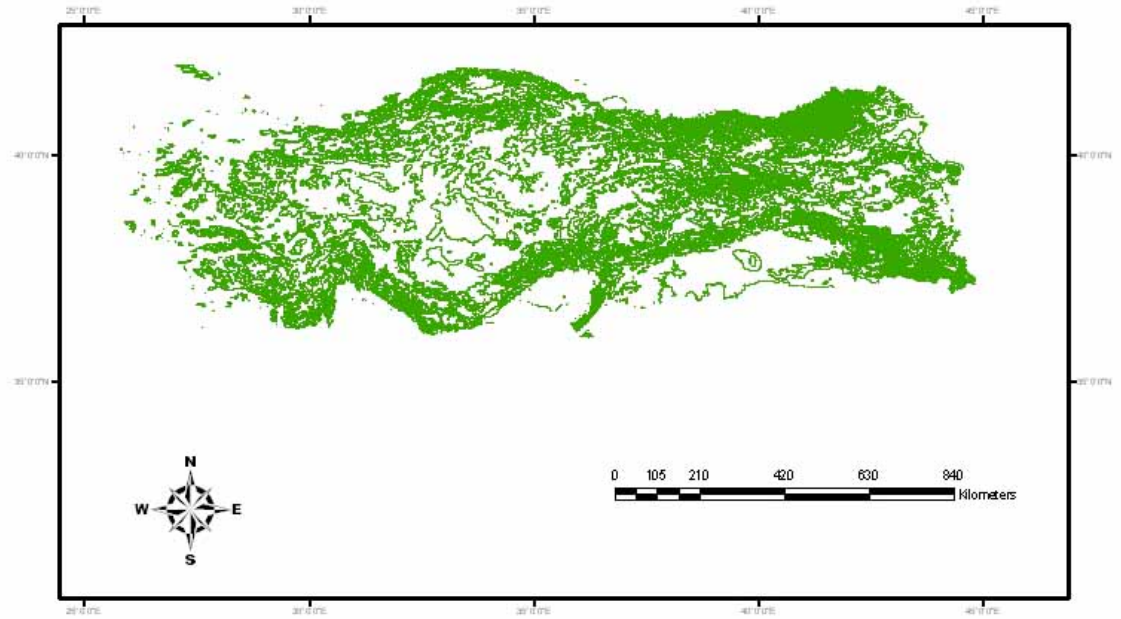
Şekil 4.1. MODIS verilerinin MRT yazılımı ile işlenmeden önceki durumu



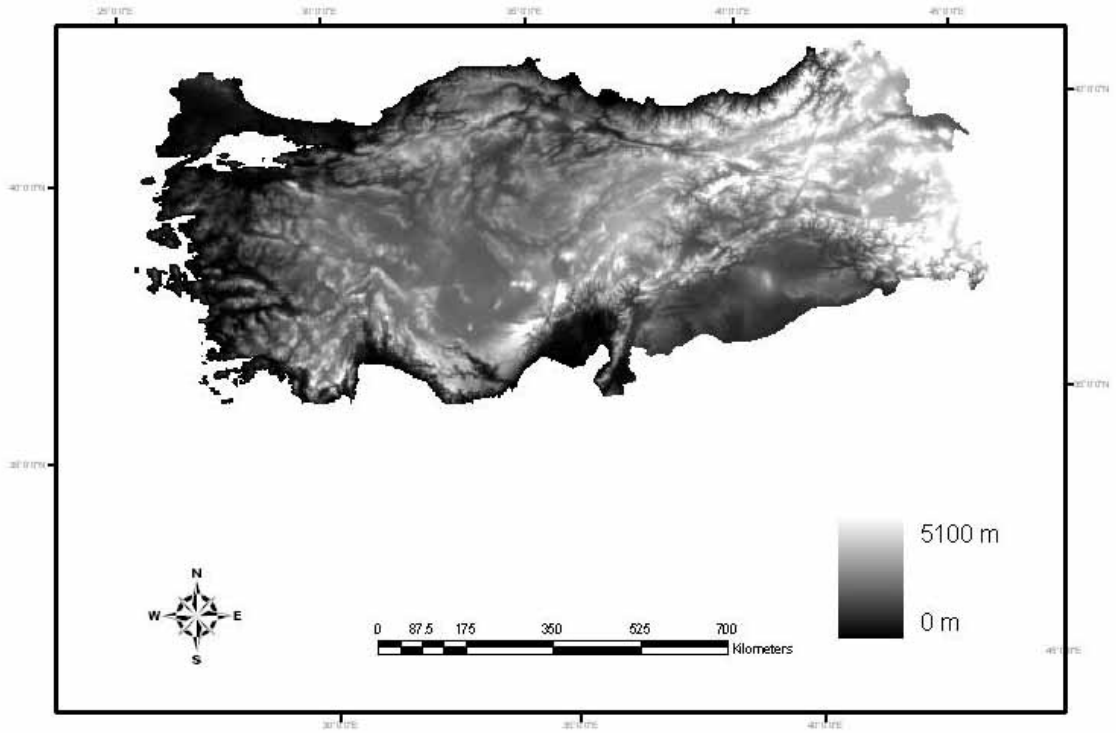
Şekil 4.2. Türkiye'ye ait aylık MODIS görüntülerinin MRT yazılımı ile işlenmesinden sonraki durumu

4.1.2. SYM Hazırlanması

Çalışma süresince kullanılan SYM görüntüleri Evrendilek ve ark. (2007) tarafından, Harita Genel Komutanlığı'ndan alınan eşyüksekti eğrileri kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 4.3.). Kullanılan eşyüksekti eğrileri, yüzey haritalarına çevrilerek SYM'ler oluşturulmaktadır (Şekil 4.4.). Oluşturulan bu model, alanın tamamında her noktaya ait yükseklik değerlerini verebilecek durumdadır. Bu nedenle, vektör formatında olan eşyüksekti eğrilerinin, yüzey haritası formatına çevrilme zorunluluğu doğmuştur. Çünkü vektör haritalar sadece, vektörlerin buldukları konumlara ait verileri sunabilmektedirler.



Şekil 4.3. Türkiye'ye ait eşyüksekti eğrilerine bir örnek (eğriler 100'er m aralıklıdır)

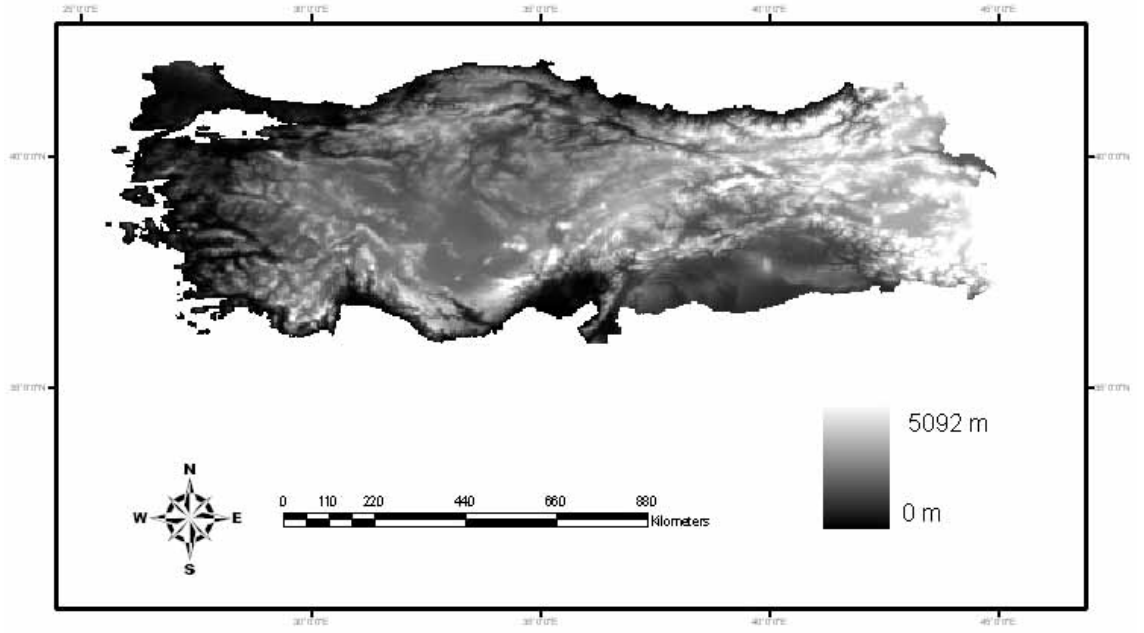


Şekil 4.4. Türkiye'ye ait sayısal yükseklik (SYM) modeli (Evrendilek ve ark., 2007)

SYM modelinin oluşturulmasından sonraki süreç, modelin MODIS görüntüleri ile uyumlarının sağlanmasıdır. Bu işlemdeki temel prensip, iki görüntü içerisindeki ortak noktaların bulunarak, işaretlenmesi ve bunların karşılaştırılmasıdır. Bunun sonucunda görüntüler birbirleri üzerine karşılaştırılacak şekilde taşınmaktadır. Bu işlem sonucunda SYM modeli Şekil 4.5.'deki halini almıştır. SYM verileri bu çalışma içerisinde, sınıflama yapılırken yüksekliğe bağlı değişimlerin tespit edilebilmesi amaçlı olarak kullanılmıştır.

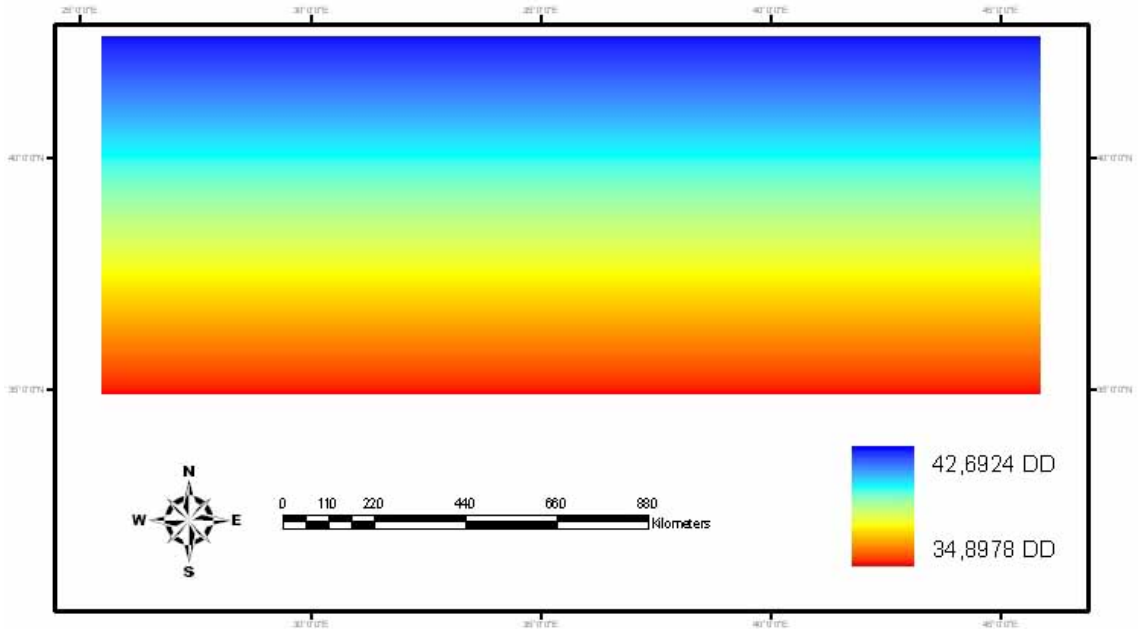
4.1.3. Enlem ve Boylam Verileri

Enlem ve boylam verileri çalışma süresince üretilmiş diğer bir çift veridir. Bu verilerin üretilme amaçları, enlem ve boylam değişiklerinin göz önünde tutularak daha doğru bir sınıflamaya ulaşılmasıdır.



Şekil 4.5. Türkiye'ye ait SYM'nin, MODIS görüntülerinin projeksiyonuna uydurulmuş durumu

Bu veriler, bilgisayar ortamında, MODIS verilerine ait görüntüler kullanılarak üretilmiştir. Sonuç verileri oldukça başarılı işlemler sonrasında Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.'de olduğu biçimi ile ortaya çıkmıştır.

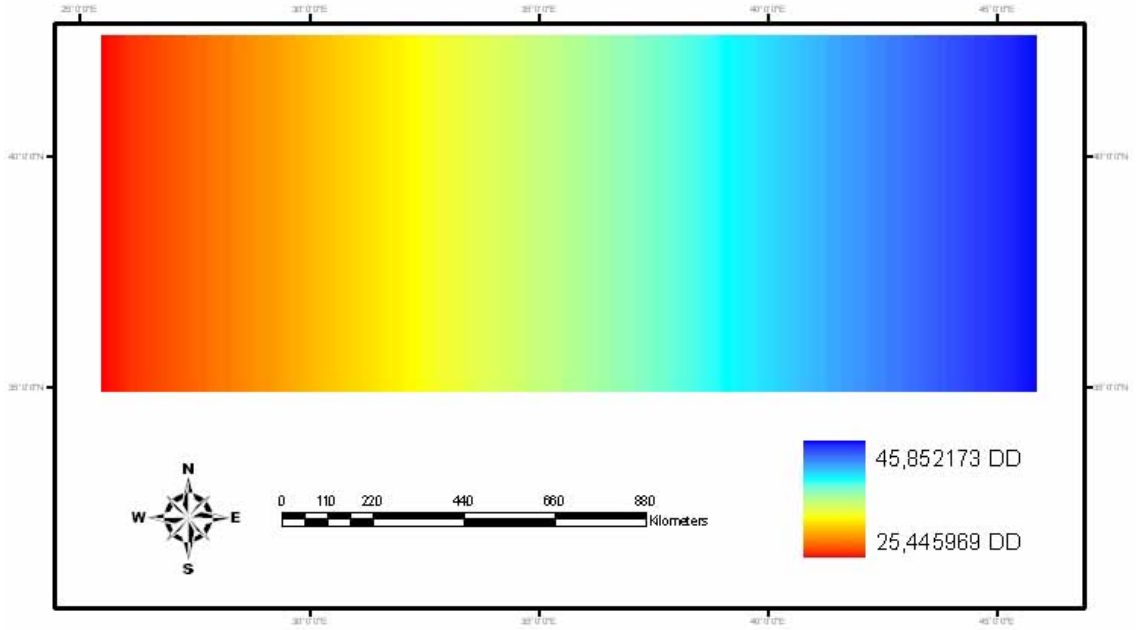


Şekil 4.6. Türkiye'ye ait sayısal enlem modeli

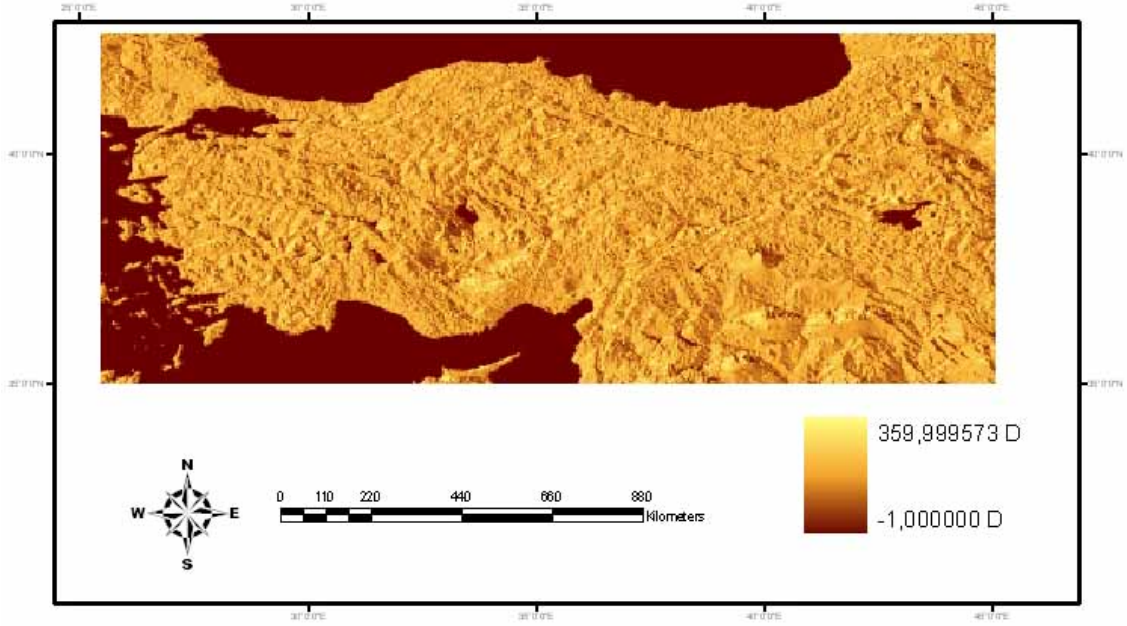
4.1.4. Bakı

Bakı verisi, alanın güneşe konumunun belirlenmesi ve değerlendirmede bu konumun göz önünde tutularak sınıflama yapılması amaçlı kullanılmıştır. Bu çalışmaya ait veri seti içerisindeki bakı verisi, Evrendilek ve ark. (2007) tarafından üretilen SYM modeli kullanılarak, çalışma kapsamında üretilmiştir (Şekil 4.8.).

Bilgisayar ortamında SYM verilerinden elde edilen bakı verileri, alana ait yönleri sayısal değerler olarak sunabildiği için sınıflama sürecindeki matematiksel işlemlere katılımları mümkün olabilmektedir. Bu nedenle bakı verilerinin kullanımı, güneş açılarından kaynaklı vejetasyon değişimlerinin ortaya konabilmesi amaçlı, sınıflandırmada doğruluğu artırıcı bir etmen konumundadır.



Şekil 4.7. Türkiye'ye ait sayısal boylam modeli



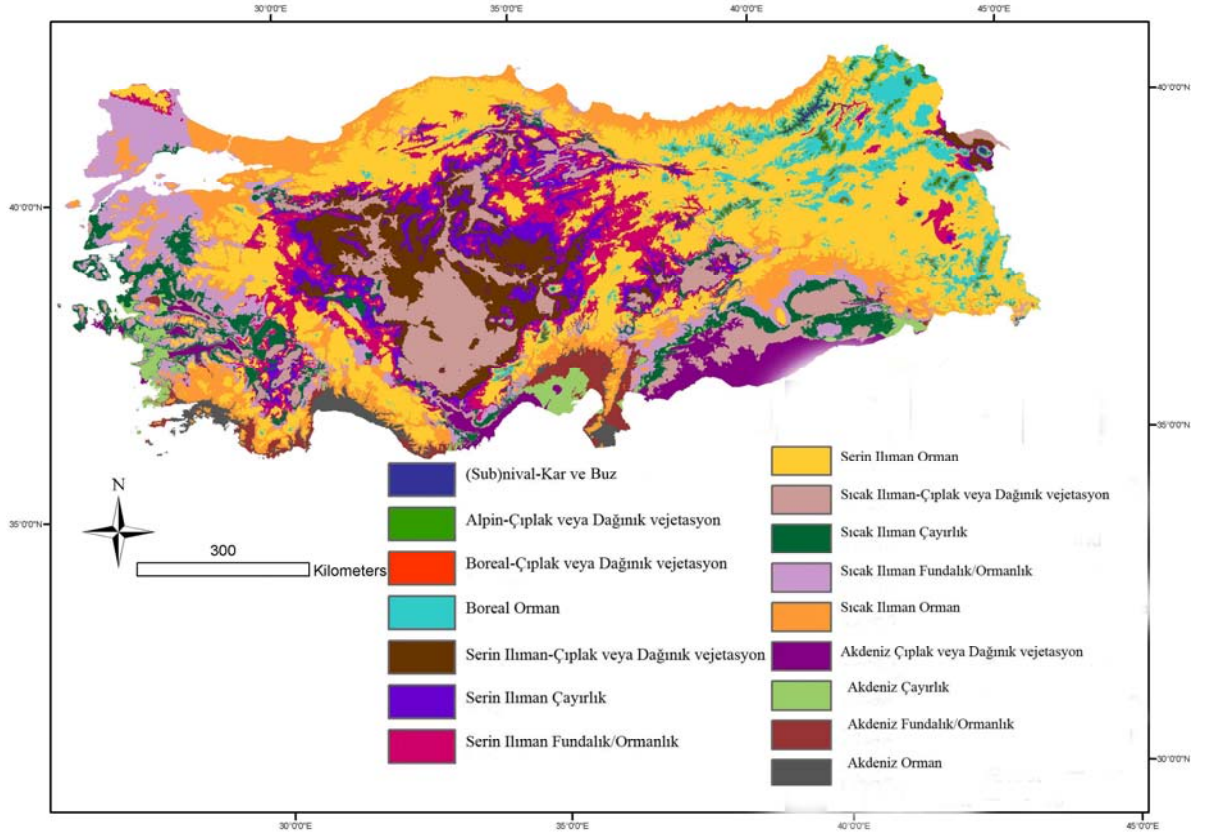
Şekil 4.8. Türkiye'ye ait sayısal ait bakı katmanı

4.1.5. Doğru Veri Setinin Oluşturulması

Doğru veri setleri, her türlü çalışmada doğru sonuca ulaşmanın en geçerli ve gerekli kavramıdır. Bu çalışma için veri seti oluşturulurken, vejetasyonun yayılımı konusunda dikkat edilen konu iklim, arazi ve konumsal değişkenler iken, görüntüler konusunda ise en az kirliliğe sahip (kar kaplaması gibi) görüntüler seçilmiştir.

İklim verilerine ait değişkenler değerlendirilirken, Türkiye'ye ait çeşitli noktalarda bulunan iklim istasyonlarından temin edilen iklim verileri ve bu verilerin işlenmesi sonucu ortaya konan sonuçlar göz önünde tutulmuştur.

Bunun yanı sıra, bu çalışma için sınıflar değerlendirilirken yapılan analiz sürecinde Evrendilek ve ark. (2007)'te yaptıkları çalışma da önemli bir kaynak olmuştur (Şekil 4.9.).

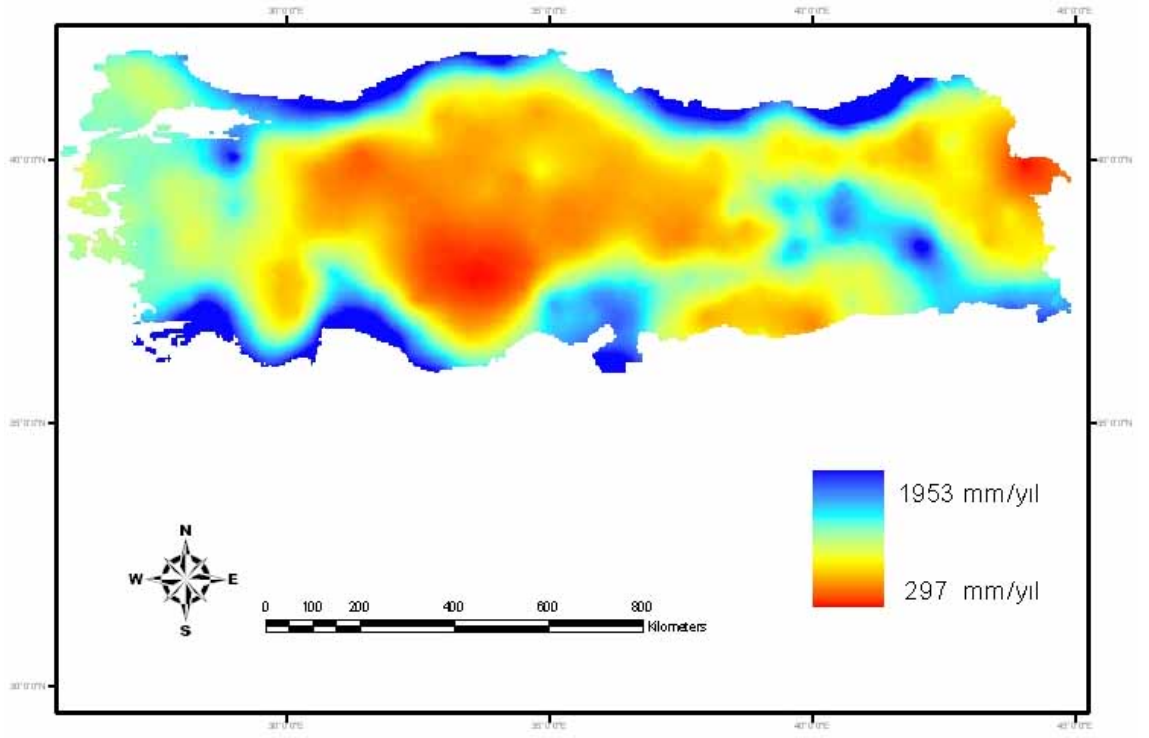


Şekil 4.9. Türkiye'nin CBS ortamında iklim verilerine dayalı ilk IGBP sınıflandırması (Evrendilek ve ark., 2007)

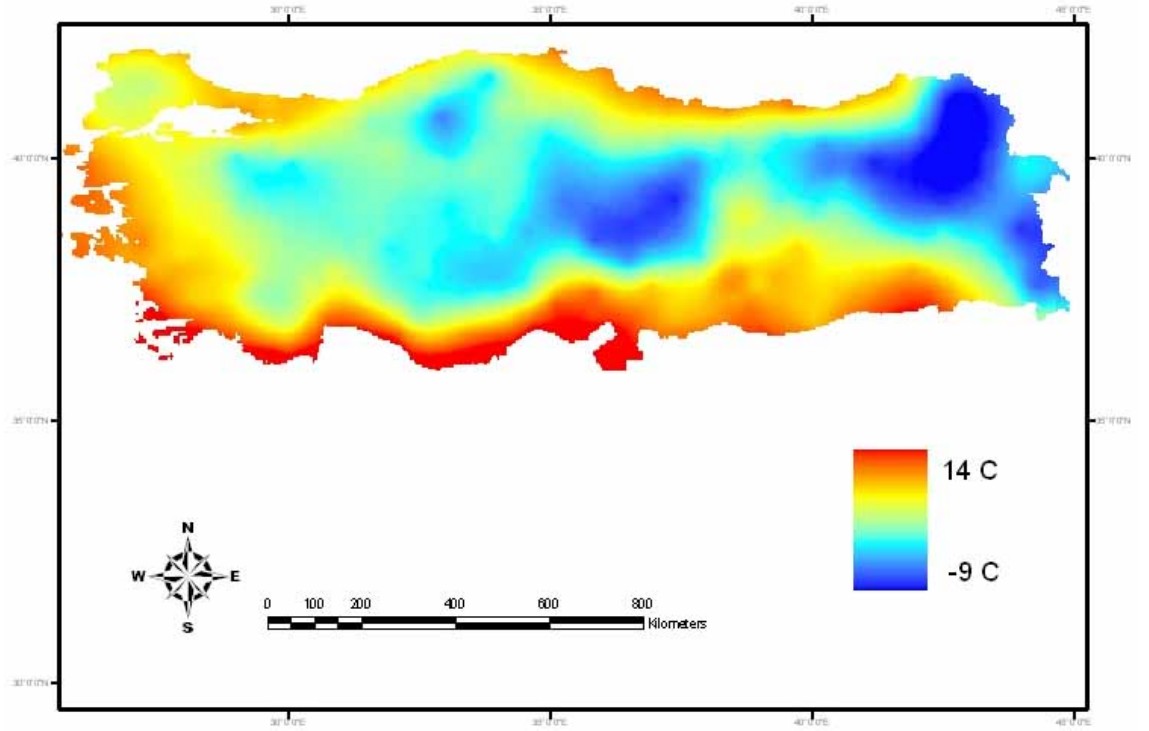
Bitki formasyonlarının veya vejetasyonun dağılımına yönelik iklim verilerine dayalı haritalama çalışmalarının temel yapıtaşlarını, uzaktan algılama temelli olanlarından farklı olarak, coğrafi bilgi sistemi programları ve istatistiksel modeller oluşturmaktadır.

Bu haritalama çalışmaları sürecinde veriler arası ilişkiler değerlendirilerek istatistiksel bir bağ kurulmakta ve bu bağ sonucunda ortaya çıkan katsayılar coğrafi bilgi sistemi temelinde yüzey haritası oluşturmada kullanılmaktadır.

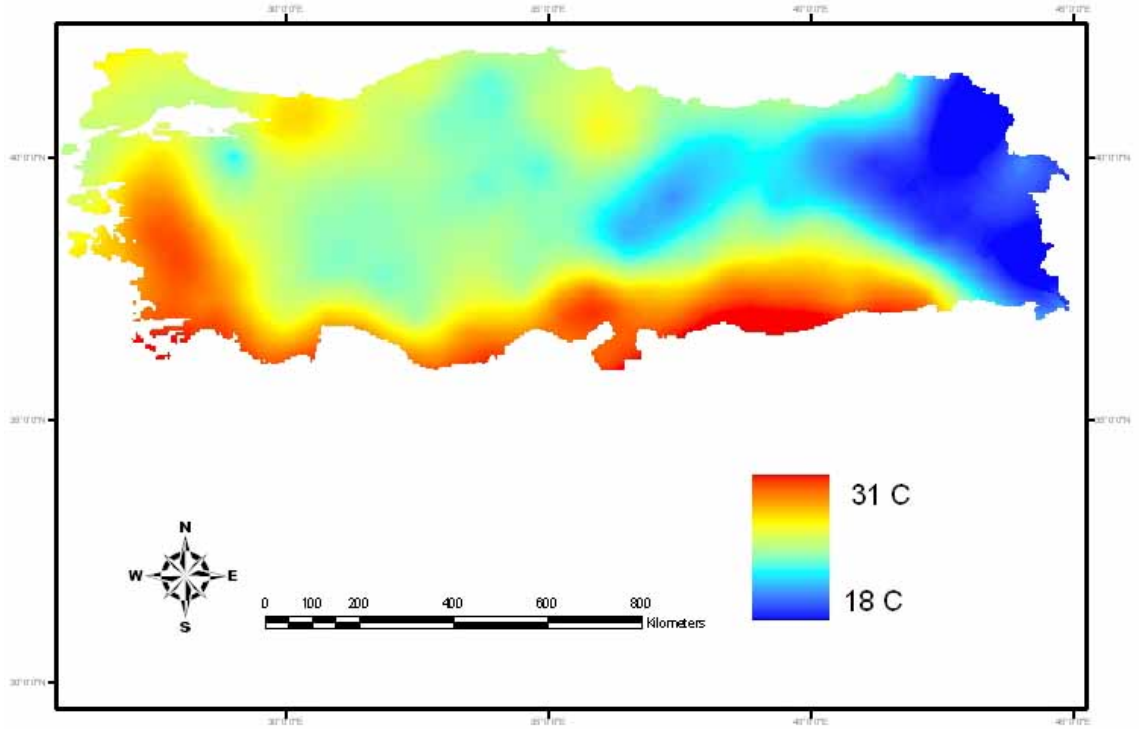
Uzaktan algılama temelli yapılmış olan bu tez çalışması sırasında ise coğrafi bilgi sistemleri, iklim verilerinin değerlendirilmesi amaçlı olarak yüzey haritalarının oluşturulmasında kullanılmıştır. Bu haritaların bazıları, Şekil 4.10., Şekil 4.11., 4.12. ve Şekil 4.13. 'de gösterilen yağış, minumun, maksimum ve ortalama yağış haritalarıdır.



Şekil 4.10. Türkiye'ye ait sayısal yıllık yağış haritası



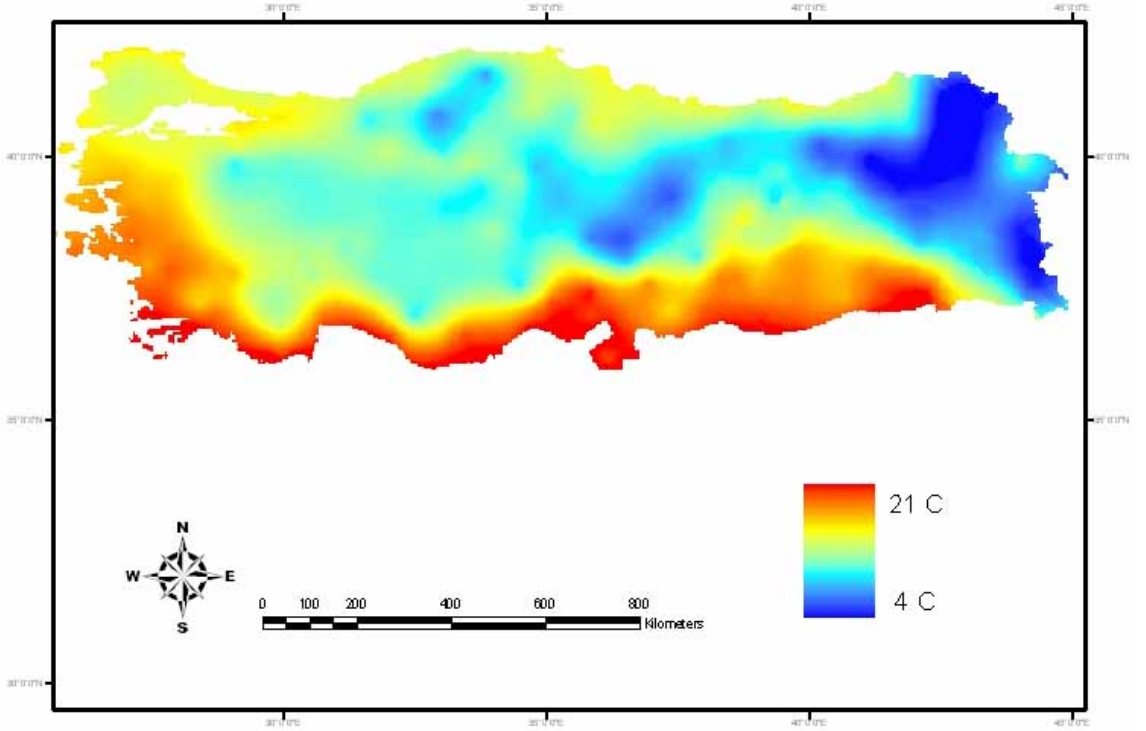
Şekil 4. 11. Türkiye'ye ait sayısal yıllık minumum sıcaklık haritası



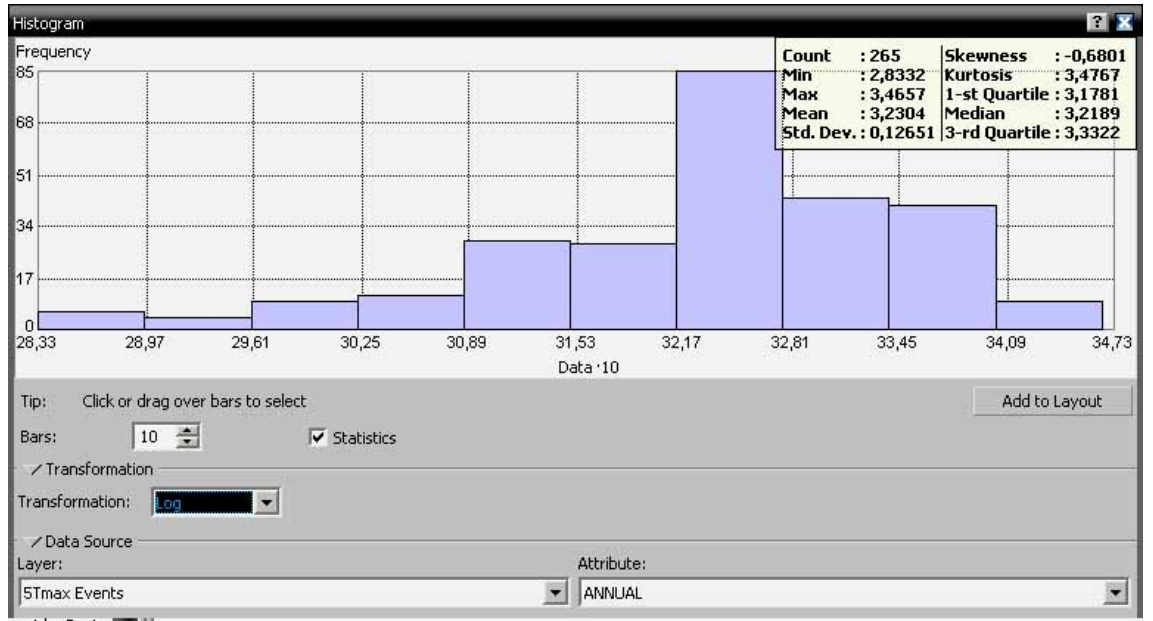
Şekil 4.12. Türkiye'ye ait sayısal yıllık maksimum yağış haritası

Alana ait yağış ve sıcaklık haritaları oluşturulurken, bu yüzey haritalarının jeoistatistiksel temelini oluşturan modeller ile grafikler aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Şekillerde (Şekil 4.14.-4.16.) verilen histogram, eğilim, transformasyon ve semivariogram modeline ait grafikler, yüzey haritaları oluşturulurken gerçekleştirilen jeoistatistiksel temelleri teşkil etmektedir. Histogram verinin dağılımına; eğilim değişimdeki mevcut küresel eğilime; transformasyon mevcut eğilimin ortadan kaldırılma şekline; ve semivariogram modeli ise veri setine en uygun modele ait bilgiler sunmaktadır.

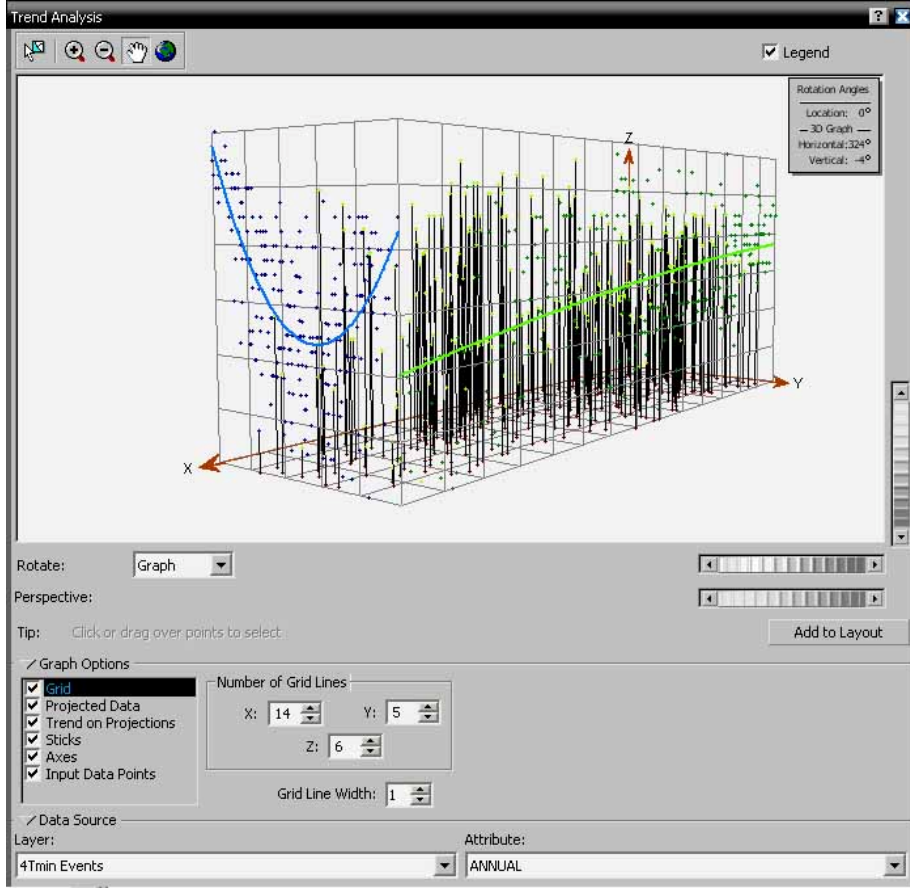
Bu nedenle bu veriler, haritaların doğruluk oranının artırılması ve belirlenmesi sürecinin temel taşlarındandır (Tablo 4.2.).



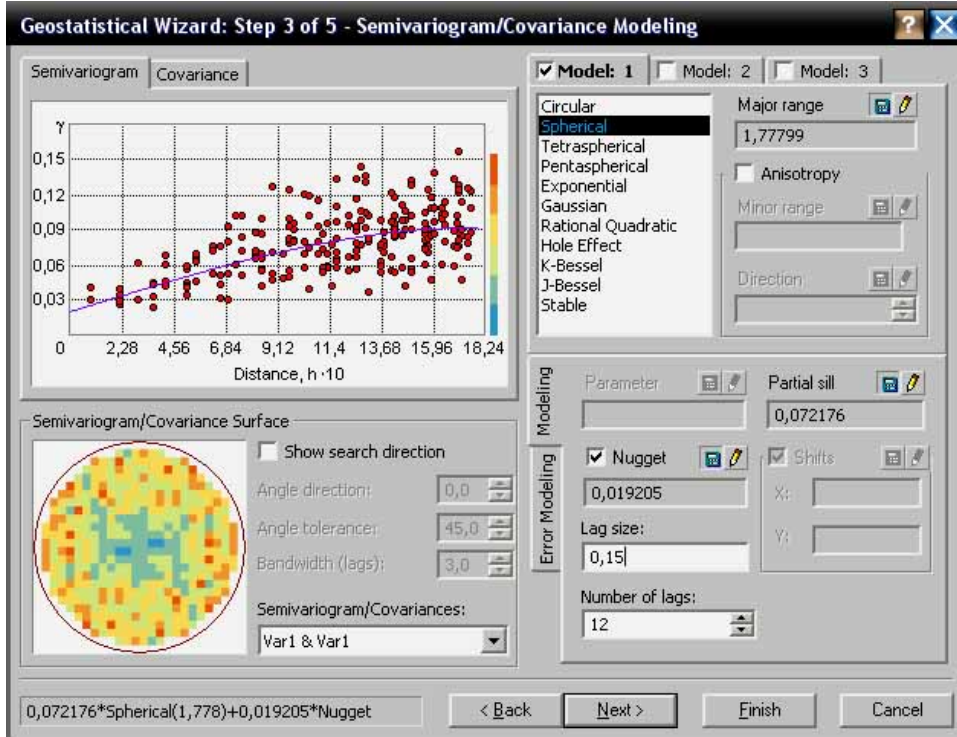
Şekil 4.13. Türkiye'ye ait sayısal yıllık ortalama yağış haritası



Şekil 4.14. Maksimum sıcaklığa ait istatistiksel dağılımın histogramı



Şekil 4.15. Minimum sıcaklığa ait eğilim grafiği

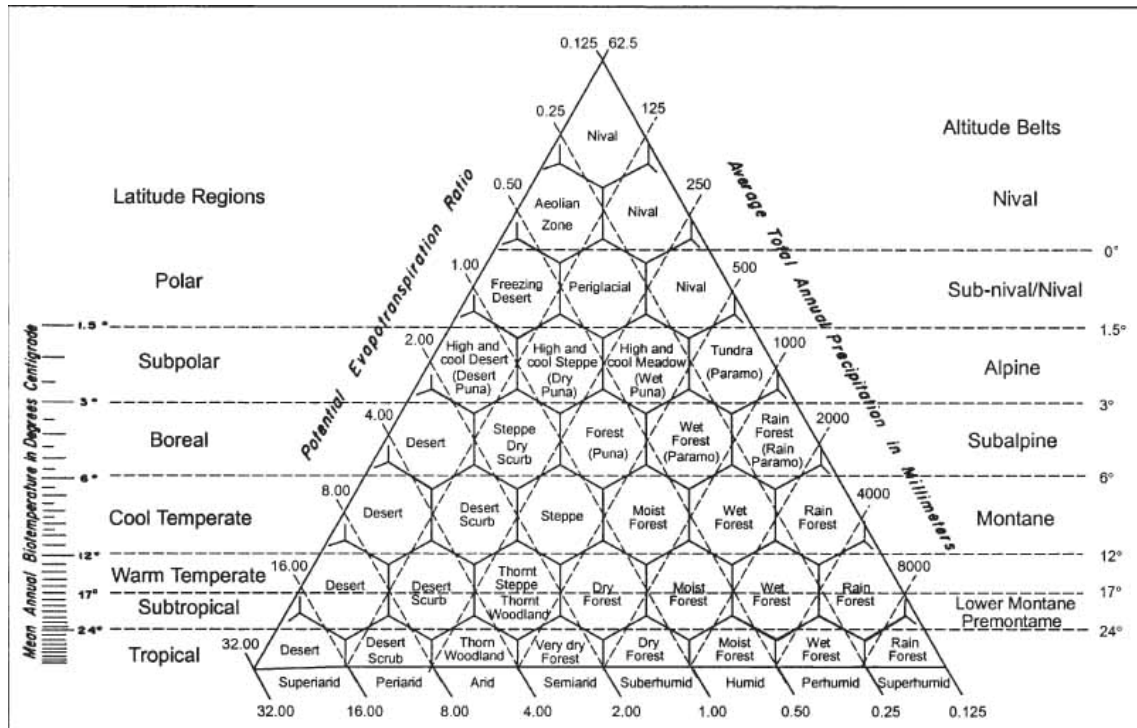


Şekil 4.16. Yıllık toplam yağış verisine ait semivariogram modeli

Holdridge (1967), biyolojik sıcaklık, yağış ve evopotranspirasyon değişkenlerine istinaden dünyanın yaşam zonlarını belirlemiştir. Yukarıda gösterilen sayısal haritalar bu tip sınıflandırma çalışmalarında da kullanılmaktadır (Evrendilek ve ark., 2007). Şekil 4.17.'de verilen ve Holdridge (1967) tarafından geliştirilen yaşam zonları piramidinde gösterilen algoritmaya göre, bu veri katmanlarının üst üste bindirilmesi neticesinde de ekosistem sınıflandırmaları ortaya konulmaktadır.

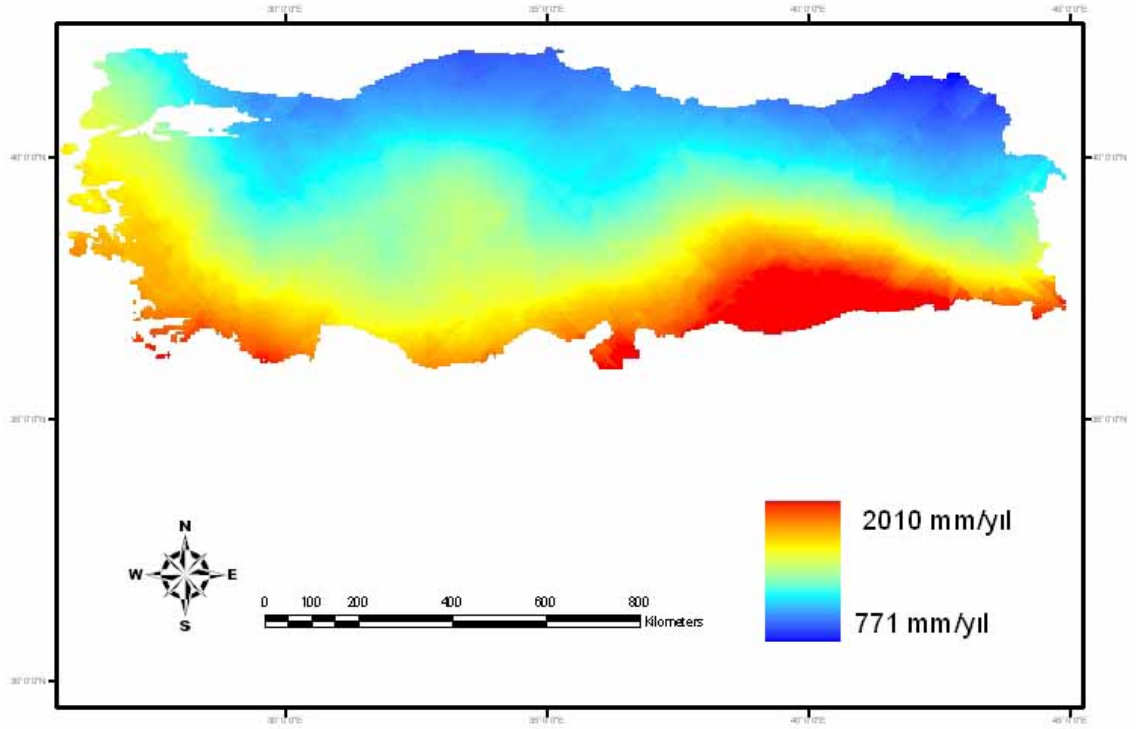
Çizelge 4.2. Ortalama yağış değerlerine ait tahminlerin istatistiksel değerlendirilmesi

R^2	0,8585
Ayarlı R^2	0,8579
Standart Hata	1,2187
Gözlem Sayısı	264

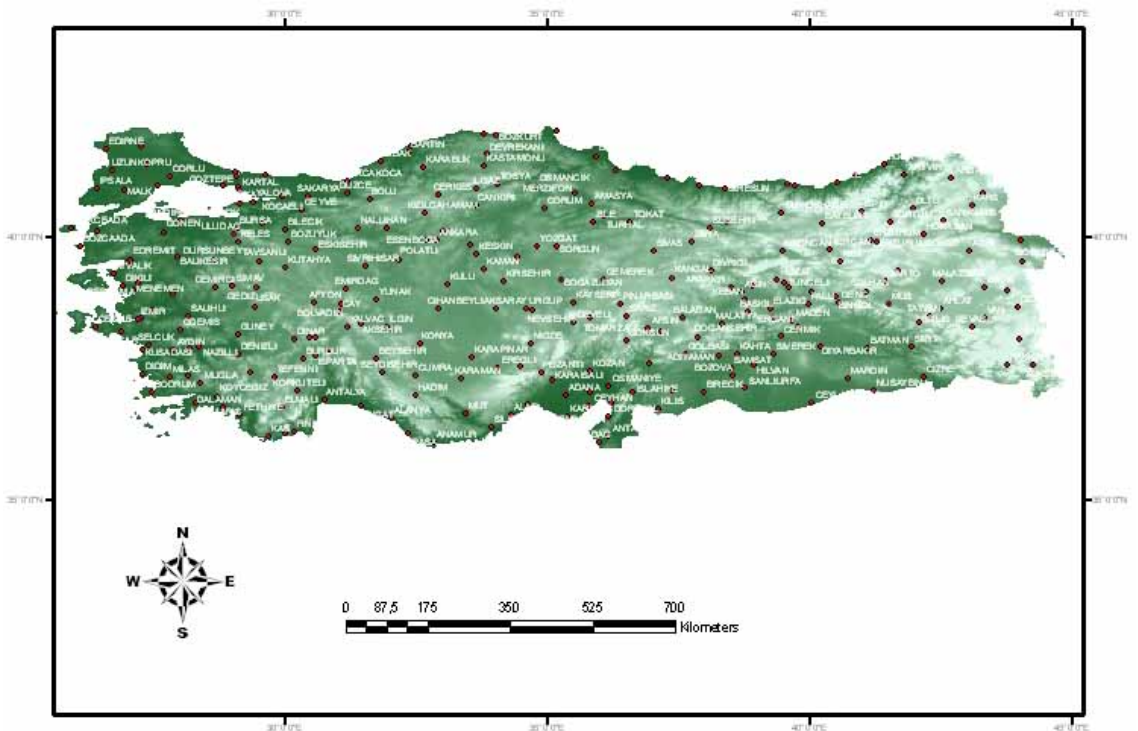


Şekil 4.17. Holdridge Yaşam Zonları piramidi (Holdridge, 1967)

Türkiye'ye ait pan evopotranspirasyon haritası Şekil 4.18.'de verilmiştir. Tüm bu iklim verileri, 264 ayrı iklim istasyonundan elde edilen verilerdir. Bu coğrafi referanslı istasyonların, konumları ve isimleri Şekil 4.19'de gösterilmiştir.

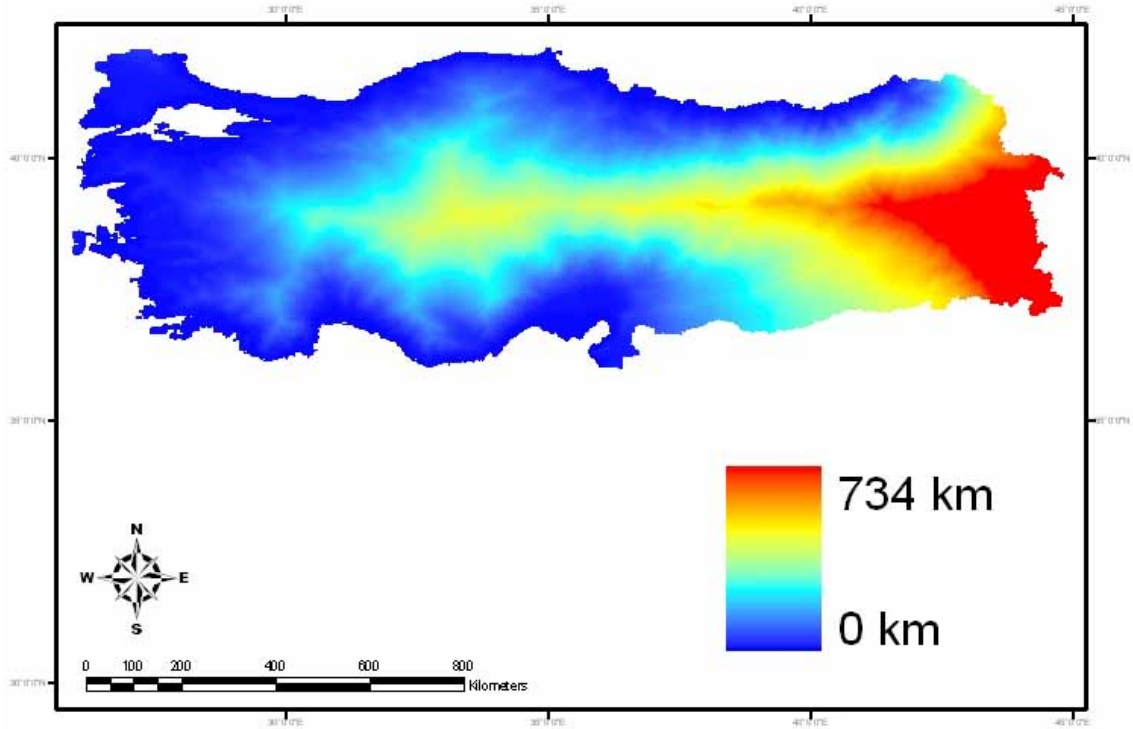


Şekil 4.18. Alana ait evapotranspirasyon durumu haritası



Şekil 4.19. Türkiye'ye ait 264 İklim istasyonu ve coğrafi konumları

Ayrıca, denizden uzaklığın bitki örtüsü değişimi üzerindeki etkisini gözlemlemek amacı ile denizden uzaklık haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.20).



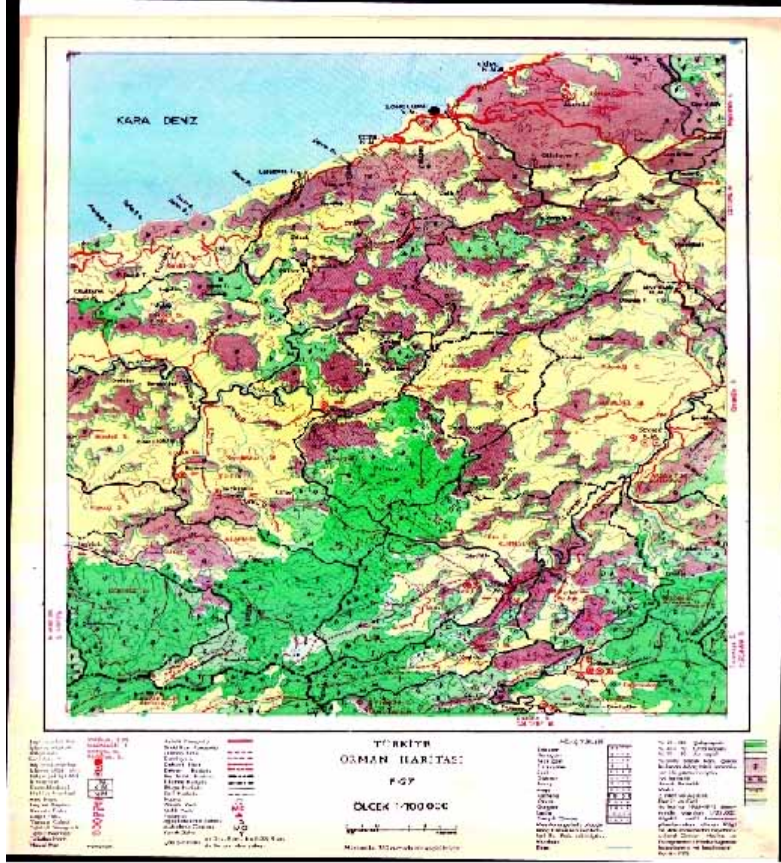
Şekil 4.20. Türkiye'ye ait denizden uzaklık haritası

4.1.6. Orman Haritalarının Hazırlanması

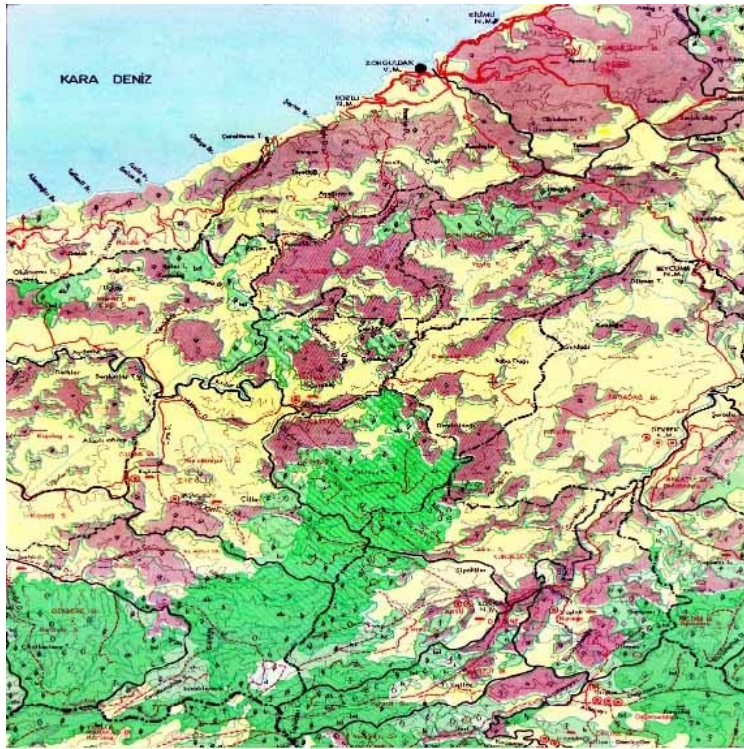
Çevre ve Orman Bakanlığının, 1963–1972 dönemleri arasında oluşturmuş olduğu 1/25000 ölçekli orman haritaları bu çalışmada yer gerçekliği olarak kullanılmak üzere, rektifiye edilmiş, birleştirilmiş ve coğrafik koordinatlarına oturtulmuştur.

Orman haritalarının paftalar üzerinde bulunan harita bitim noktaları baz alınarak yapay koordinat sistemi ile geliştirilmiştir (Şekil 4.21.). Bu yapay koordinat sistemine oturtulan haritalar üzerindeki boşluklar, yine bir uzaktan algılama programı aracılığı ile kesilerek atılmıştır (Şekil 4.22.). Bu işlemden sonra haritalar, mozaik ismi verilen bir yöntemle birleştirilmişlerdir (Şekil 4.23.). Son olarak haritalar MODIS verileri kullanılarak, bu verilere uyumlu olarak dünya koordinatlarına oturtulmuşlardır.

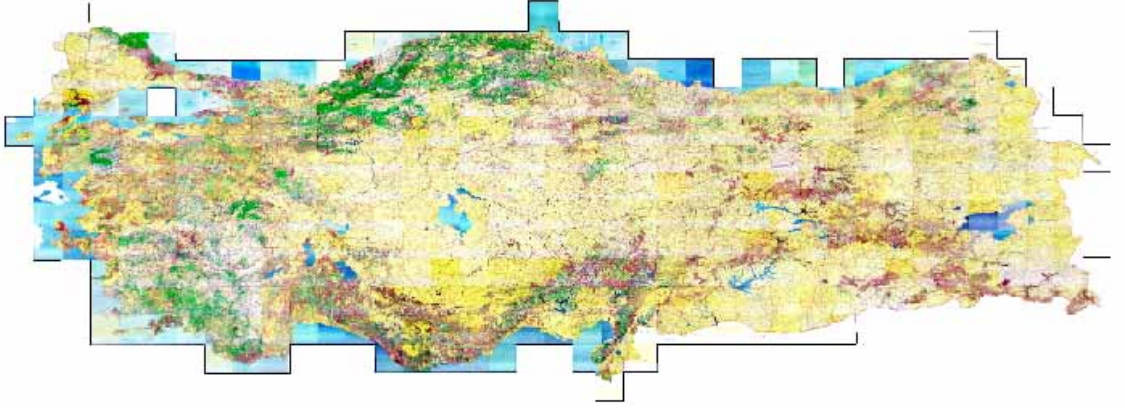
Orman haritalarının bu şekilde birleştirilerek sayısal bir konuma getirilmelerinin ve koordinat sistemine oturtulmalarının temel nedeni, sonuç haritasının, eğitilmiş sınıflama yöntemi ile sınıflandırılırken, yer gerçeği verileri olarak kullanılmış olmasıdır.



Şekil 4.21. Yapay koordinat sistemine oturtulmuş orman haritası



Şekil 4.22. Pafta üzerindeki fazla kısımları alınmış harita örneği



Şekil 4.23. Türkiye'nin 1963–1972 yıllarında belirlenmiş ormanlarına ait haritası; IGBP sınıflandırmasında temel alınacak örnek alanların belirlenmesinde kullanılmıştır.

Örnek alanlar alınırken, sınıflanacak harita ile orman haritası arasında bağlantı kurulmuş ve örnek alanların belirlenmesi için orman haritası üzerinde bulunan rumuzlar göz önünde bulundurulmuştur. Orman haritası üzerinde bulunan rumuzlar, yer gerçeğini yansıtmaması nedeni ile doğru kabul edilmiş ve sınıflama buna dayanılarak gerçekleştirilmiştir.

4.2. Analiz

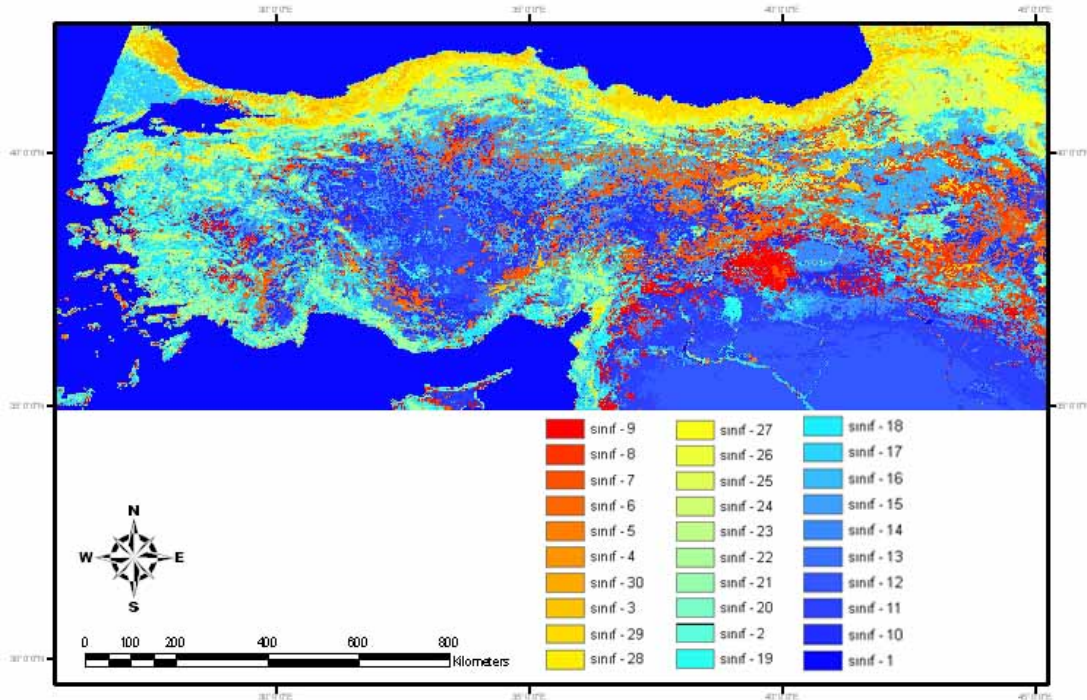
4.2.1. Sayısal Verilerin Birleştirilmesi

Analiz sürecinin ilk aşaması olarak, daha önce düzenlenen, MODIS görüntüleri, SYM, enlem, boylam ve bakı verileri, ayrı veri katmanları olarak değerlendirilecek (her bir görüntü kendi özelliğini koruyacak şekilde) şekilde bir araya getirilmiş ve tek bir görüntü olmuştur. Bu işlemin amacı, yılın her dönemine ait verilerin değerlendirilerek en doğru sonucun bulunmasıdır.

4.2.2. Ön Sınıflama Çalışması

Yapılan ilk sınıflama, alana ait genel karakterlerin belirlenmesi, alandaki örtü biçiminin yayılımı ile ilgili bilgi amaçlı yapılan eğitimsiz sınıflandırma çalışmasıdır.

(Şekil 4.24.). Çalışma sonucu, orman haritası paftaları ile karşılaştırılarak, alanların tanımlanması kolaylaştırılmıştır.



Şekil 4.24. Alanın eğitimsiz sınıflandırılması. Renkler, benzer piksellerin gruplanmasını ortaya koymaktadır

Eğitimsiz sınıflama, görüntü üzerindeki her bir pikseli ayrı ayrı değerlendirip, bunları, değerliliklerine en yakın ortalamaya atan bir yöntemdir. Veri seti içerisindeki herhangi bir pikselin alanda karşılık geldiği sınıf programa tanıtılmadığı için (eğitilmiş sınıflama), yapılan sınıflamada, sınıfların ayrımı sadece kaba ölçekte olmuştur. Şekil 4.24.'deki haritada da görüleceği gibi, bu karışıklığı mümkün olduğunca azaltabilmek için sınıf sayısı (30 sınıf) yüksek tutulmuştur.

4.2.3. Eğitimsiz Sınıflamanın Orman Haritaları ile Karşılaştırılması

Yapılan sınıflama sonucunda çıkan haritanın, orman haritası ile karşılaştırılmasının amacı, sınıfların, arazi örtüsündeki karşılıklarının bulunmasıdır. Uzaktan algılama temelli bir programda yapılan işlem sırasında, görüntülerin her ikisi açılarak, bu görüntüler arası bağlantı kurulmuş ve her bir pikselin yer gerçeğinde karşılık geldiği arazi örtüsü sınıfı tespit edilmiştir.

Yapılan, karşılaştırma işlemi sonucunda, eğitimsiz sınıflamanın, beklenildiği gibi, alanın tanımlamada yetersiz kaldığı görülmüştür.

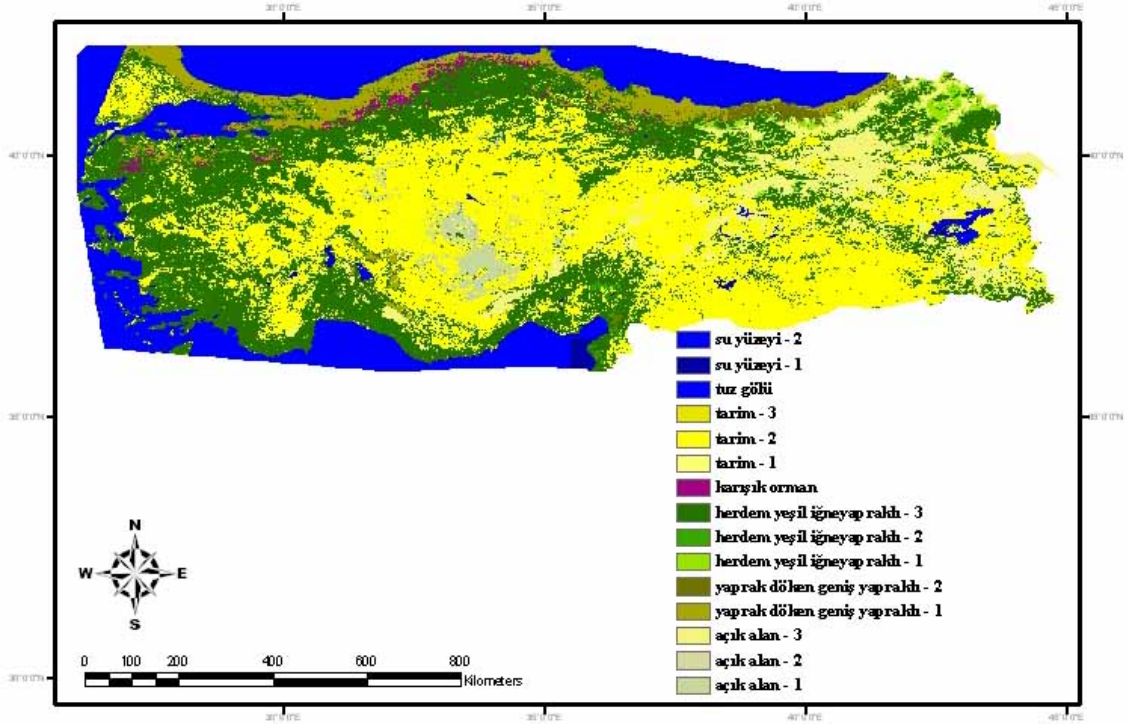
4.3. Eğitimli Sınıflama (Maksimum Olabilirlik)

Maksimum olabilirlik yöntemi, geleneksel eğitimli sınıflandırma teknikleri içerisinde, en iyi sonuca götüren yöntemlerin başındadır. Bu yöntem, alınan örnek alanların, belirlenmiş sınıflar olarak tanımlanması ile başlar. Çalışma içerisinde örnek parseller, yer gerçeği olarak kabullenilen orman paftası kullanılarak alınmıştır. Alınan her bir sınıfa ait her bir örnek alan, program kullanılarak sınıfların kendilerine özel imzalara dönüştürülmüştür.

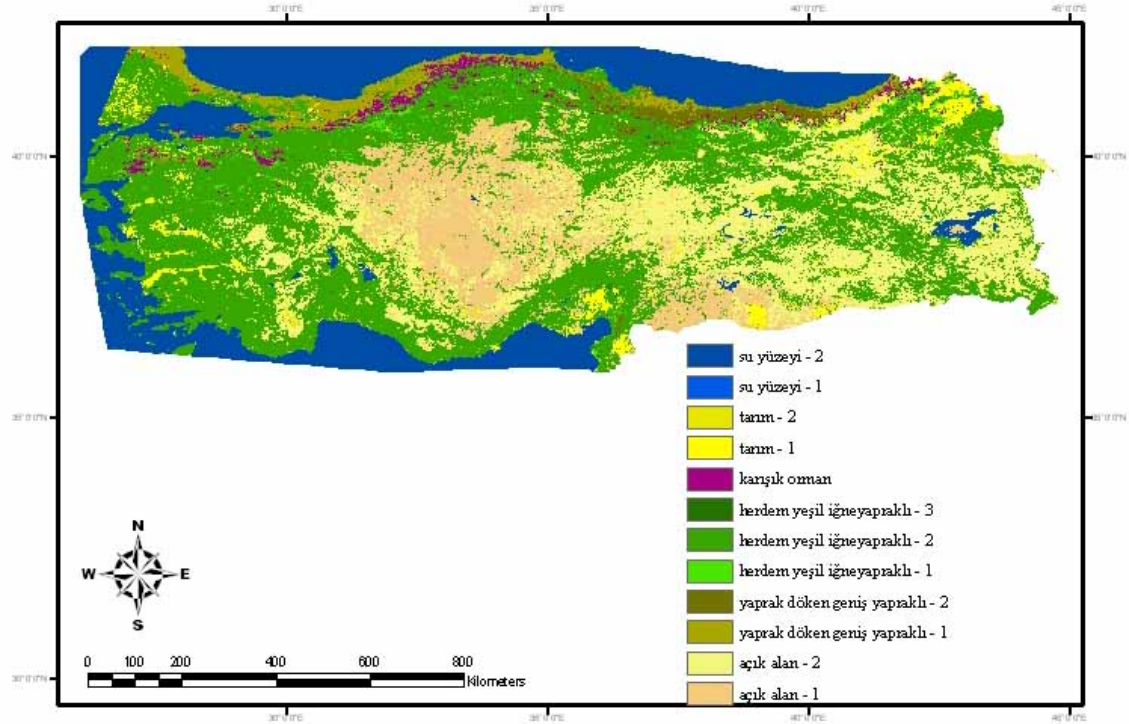
Program, sınıflara dair alınan örnek alanların ağırlıklı ortalamalarını alarak, tek bir örneğe düşürmektedir (ki bu imza olarak adlandırılmaktadır). Alanların tamamı için örnekler alınıp, imzalar oluşturulduktan sonra, sınıflama işlemine geçilmiştir.

4.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

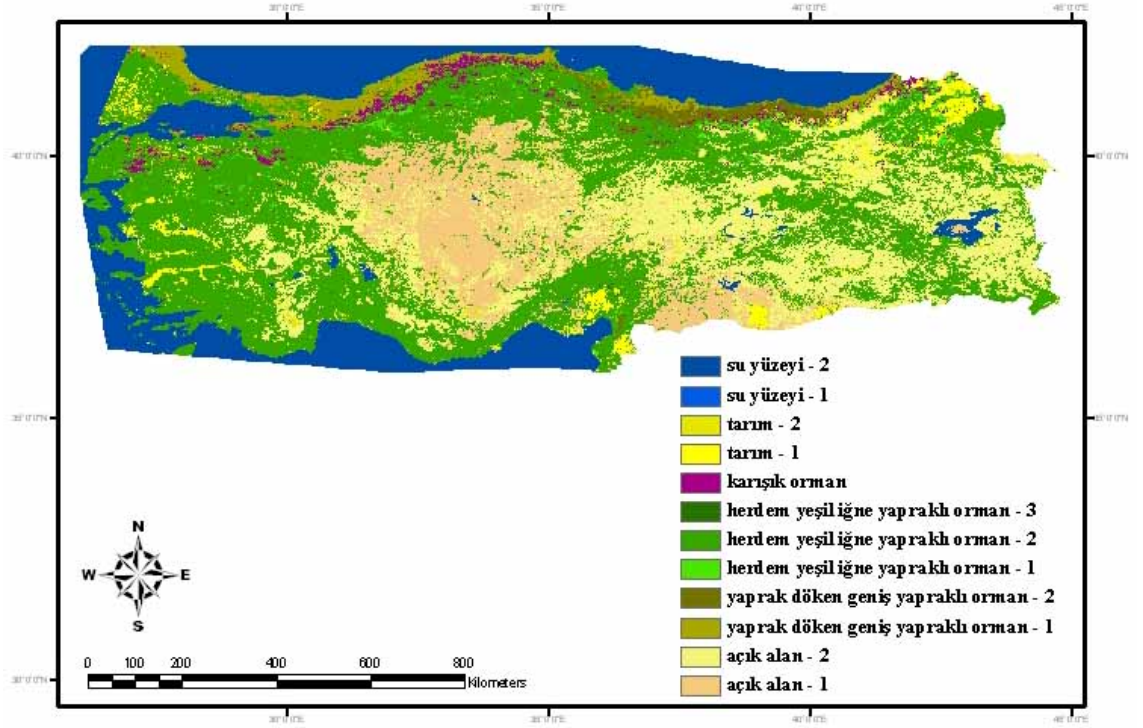
Yapılan eğitimli sınıflama çalışmasının amacı, Türkiye'nin arazi örtüsü mozaikini en iyi şekilde temsil edebilecek haritanın oluşturulmasıdır. Bunun nedenle, alana ait örnek parseller defalarca yenilenmiş, sınıflandırma aşaması tekrarlanmıştır. Şekil 4.25.-4.28. nihai sonuca varılana kadar oluşturulan haritaları göstermektedir.



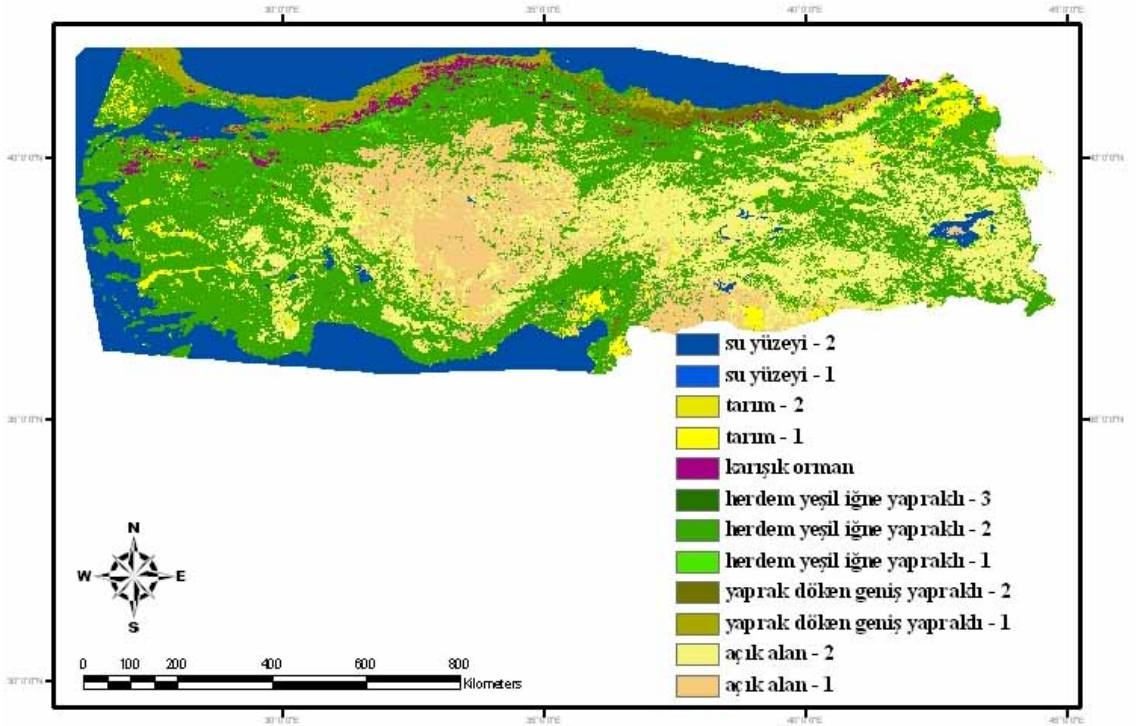
Şekil 4.25. Eğitimli sınıflama ile yapılmış dememe görüntüsü



Şekil 4.26. Eğitimli sınıflama ile yapılmış birinci kontrol görüntüsü



Şekil 4.27. Eğitilmiş sınıflama ile yapılmış ikinci kontrol görüntüsü

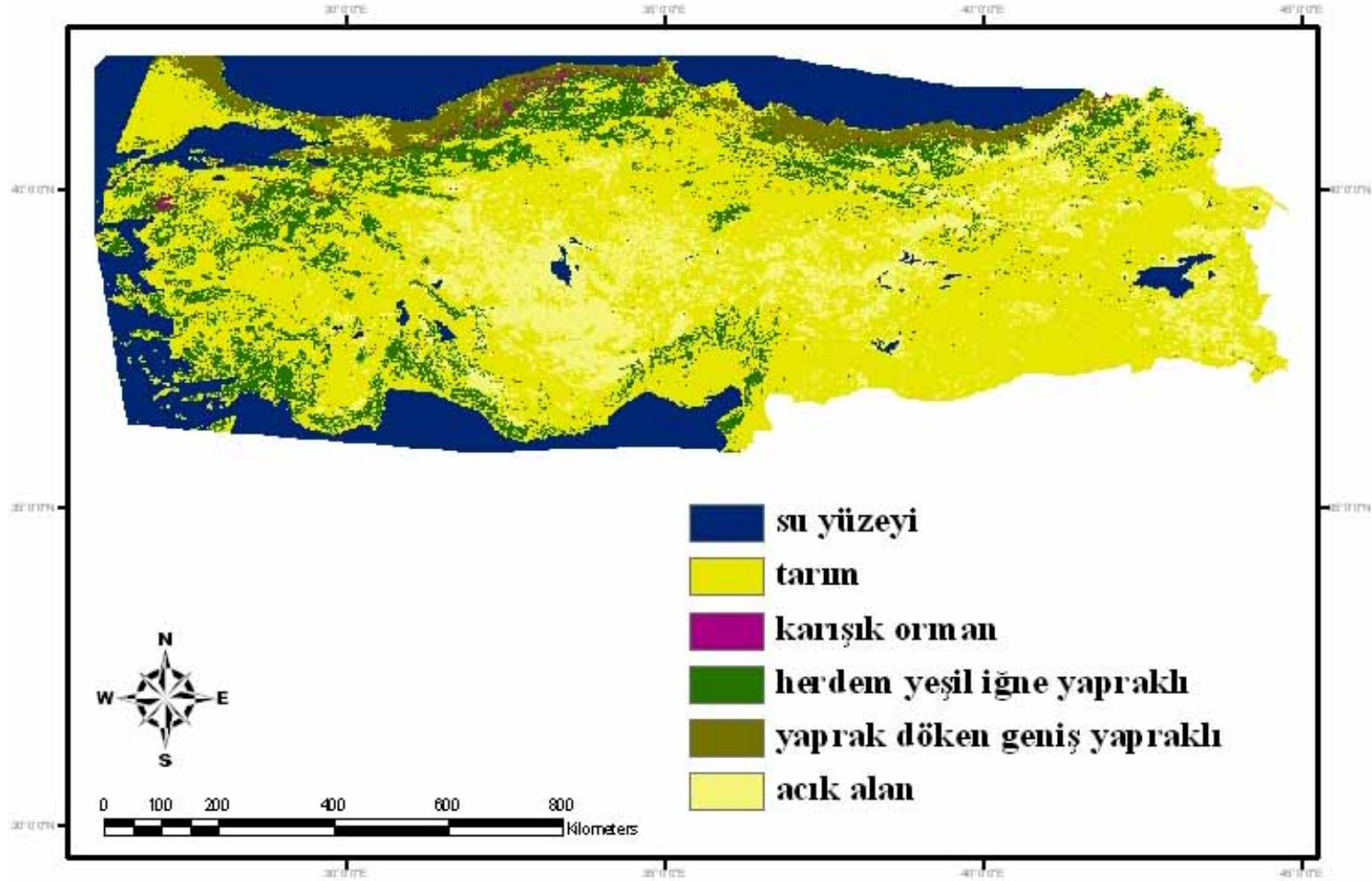


Şekil 4.28. Eğitilmiş sınıflama ile yapılmış üçüncü kontrol görüntüsü

Elde edilen bu görüntüler, eğitimsiz sınıflandırma, yaşam alanları indeksleri ve orman haritalarına istinaden, Türkiye'nin arazi örtüsü haritası Şekil 4.29'da gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.3. Türkiye'deki arazi örtüsü sınıflarının yüz ölçümleri ve yüzdeleri

Arazi Örtüsü Tipi	Alan (km²)	Dilimi (%)
Herdem Yeşil İğne Yapraklı Orman	101533,75	13,5
Karışık Orman	3335,75	4,4
Yaprağını Döken Geniş Yapraklı Orman	36207	4,3
Tarım Alanı	479787,75	64,5
Açık Alan	122137	13,3
TOPLAM	743000,5	100



Şekil 4.29. Türkiye'ye ait arazi örtüsü haritası

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Arazi örtüsü ve arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin tespiti, bir ülkenin doğal kaynaklarını sürdürülebilir ve rasyonel şekilde kullanmasının ön şartıdır. Arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişimler genellikle ormansızlaştırma, kentleşme, aşırı hasat, aşırı otlatma, kontrolsüz yangınlar, sulak alanların kurutulması, en verimli tarım arazilerinin kaybı ve ormanların tarım veya çayır arazisine veya tarım arazilerinin kentsel/endüstriyel alanlara dönüştürülmesi ile gerçekleşmektedir. Yerel ölçekteki bu tip değişimler sinerjistik ve kümülatif olarak günümüzde biyojeokimyasal döngüleri olumsuz etkilemek suretiyle küresel iklim değişikliğine neden olur hale gelmiştir. Gelişen uzaktan algılama teknikleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) sayesinde, gerek yerel ölçeklerde gerekse de küresel ölçekte coğrafi referanslı peyzaj analizlerinin gerçekleştirilmesi kolaylaşmıştır.

Çevresel sorunların büyüklüğü ile ciddiyeti; doğal kaynakların tahrip edilme ve yok edilme hızı ile miktarı, ve küresel karbon bütçesi ile ilgili belirsizliklerin azaltılması, ulusların kendi doğal kaynaklarına ait daha iyi nitelendirme, sınıflandırma, haritalama ve izleme faaliyetleri gerçekleştirmesine bağlıdır. Arazi örtüsü ve arazi örtüsünün insanlar tarafından yerel ölçekte değiştirilmesi (örneğin, albedo, bitki örtüsü kapallılığı, topografya ve arazi yüzeyinin diğer biyofiziksel karakteristiklerindeki değişimler), dünyamızın biyojeokimyasal sağlığı açısından önemli bir rol oynamakta ve neticede küresel iklim değişikliği gibi küresel ölçekte çevresel sorunlar yaratmaktadır. Geçmişte arazi örtüsü ve arazi kullanımlarına ilişkin bilgileri, mevcut harita ve atlardan çıkartıyorduk. Ancak, uzaktan algılama teknik ve araçların gelişimi ile, büyük alanlar üzerinde kesintisiz çevresel gözetleme ve izleme avantajları sağlanmış bulunmaktadır. Bu tez çalışması ile ilk defa IGBP sınıflandırmasına göre 2005 yılına ait aylık MODIS uydu görüntülerine istinaden tüm Türkiye'nin arazi örtüsü belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, daha sonra yapılacak yersel doğrulama ve daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile hem rafine edilmeli hem de geçerliliği ve güvenilirliği bakımından test edilmelidir.

Ülkemiz ve küresel ölçekte planlama kararlarının etkili ve gerçekçi bir biçimde ortaya konulması için, güncelliklerini koruyabilecek ve değişimlerin izlenebileceği bu çalışmaların sürekliliğinin sağlanması ve geliştirilmeleri gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2007. EOS-Data Gateway, <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>
- Anonymous, 2007. Google web hizmeti. www.maps.google.com
- Atkinson, P. M., Cutler, M. E. J. ve Lewis, H., 1997. Mapping sub-pixel proportional land cover with AVHRR imagery. **International Journal of Remote Sensing**, 18: 917-935.
- Bailey, R. G., 1976. **Ecoregions of the United States**, U.S. Forest Service, Ogden, Utah. (Map only; scale 1:7,500,000).
- Bagan, H., Wang, Q., Watanab M., Yang, Y. ve Ma, J., 2005. Land cover classification from MODIS EVI times-series data using SOM neural network. **International Journal of Remote Sensing**, 26 (22): 4999-5012.
- Bastiaanssen, W. G. M. ve Ali, S., 2002. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 94 (3): 321-340.
- Bazilevich, N. I., 1973. Biogeochemistry of the main types of global vegetation. **In: Proceedings of the V Meeting of the USSR Botanical Society. Kiev, pp. 239-244.**
- Bazilevich, N. I., 1993. Biological productivity of ecosystems of Northern Eurasia. **Nauka. Moscow, p. 239.**
- Belotelov N.V., Bogatyrev B.G., Kirilenko P.A., Venevski S.V., 1994. Modelling of Time-Dependent Biome Shifts Under Global Climate Changes. **Ecological Modelling**
- Belward, A. S. (ed.), 1996. The IGBP-DIS global 1 km land cover data set **(DISCover)-proposal and implementation plans: IGBP-DIS Working Paper No. 13, Toulouse, France, 61 p.**
- Cohen, W. B., Maier-sperger, T. K., Yang, Z. Q., Gower, S. T., Turner, D. P., Ritts, W. D., Berterretche, M. ve Running, S. W., 2003. Comparisons of land cover and LAI estimates derived from ETM+ and MODIS for four sites in North America: a quality assessment of 2000/2001 provisional MODIS products. **Remote Sensing of Environment**, 88 (3): 233-255.
- Cox, C. P. ve Moore, P. S., 1980. **Biogeography: an ecological and evolutionary approach.** Oxford Backwell, UK.
- Dash, J., Mathur, A., Foody, G. M., Curran, P. J., Chipman, J. W. ve Lillesand, T. M., 2007. Land cover classification using multi-temporal MERIS vegetation indices. **International Journal of Remote Sensing**, 28 (6): 1137-1159.
- de Colstoun, E. C. B. ve Walthall, C. L., 2006. Improving global scale land cover classifications with multi-directional POLDER data and a decision tree classifier. **Remote Sensing of Environment**, 100 (4): 474-485.
- DeFries, R. S. ve Townshend, J. R. G., 1994. NDVI-derived land cover classification at a global scale. **International Journal of Remote Sensing**, 15: 3567-3586.
- DeFries, R. S., Hansen, M., Townshend, J. R. G. ve Sohlberg, R., 1998. Global land cover classifications at 8 km spatial resolution: the use of training data derived from Landsat imagery in decision tree classifiers. **International Journal of Remote Sensing**, 19 (16): 3141-3168.

- Eastman, J. R., 2001. **Guide to gis and image processing** Volume 2, Idrisi Manual version 32.20, 65.
- Evrendilek, F., Berberoglu, S., Gulbeyaz, O. ve Ertekin, C., 2007. Modeling potential distribution and carbon dynamics of natural terrestrial ecosystems: a case study of Turkey. **Sensors**, 7 (10): 2273-2296.
- Finch, V. C. ve Trewarthe, G. T., 1949. **Physical elements of geography**. McGraw Hill Books Co. Inc., New York.
- Friedl, M. A., Woodcock, C., Gopal, S., Muchoney, D., Strahler, A. H. ve Schaaf, C., 2000. A note on procedures used for accuracy assessment in land cover maps derived from AVHRR data. **International Journal of Remote Sensing**, 21 (5): 1073-1077.
- 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. ve Schaaf, C., 2002. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. **Remote Sensing of Environment**, 83 (1-2): 287-302.
- Fritz, S. ve See, L., 2005. Comparison of land cover maps using fuzzy agreement. **International Journal of Geographical Information Science**, 19 (7): 787-807.
- Hansen, M. C., Defries, R. S., Townshend, J. R. G. ve Sohlberg, R., 2000. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. **International Journal of Remote Sensing**, 21 (6-7): 1331-1364
- Hodgson, M. E., Schill, S., Davis, B., Jensen, J. R. ve Schmidt, L., 2003. An evaluation of LIDAR- and IFSAR-derived digital elevation models in leaf-on conditions with USGS level 1 and level 2 DEMs. **Remote Sensing of Environment**, 84 (2):295-308.
- Holdridge, L. R., 1967. **Life zone ecology**. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica.
- Isaac C. ve Bourque C.P.-A., 2001. Ecological Life Zones of Saint Lucia. **Global Ecology and Biology**
- Krajina, V. J., 1965. Biogeoclimatic zones and biogeocoenoses of British Columbia. **Ecology of West North America**, 1: 1-17.
- Kohei, H., 2004. A simple boosting algorithm using multi-way branching decision trees. **Theory of Computing Systems**, 37 (4): 503-518.
- Köppen, W., 1931. **Grundriss der klimakunde**. Walter de Gruyter & Co., Berlin. 388 pp.
- Le Moigne J., Laporte, N. ve Netanyahu, N. S., 2001. **Enhancement of tropical land cover mapping with wavelet-based fusion and unsupervised clustering of SAR and Landsat Image Data**. International Society for Optical Engineering (SPIE), Toulouse, 17-21 September 2001, Toulouse, France, 6 p.
- Loveland, T. R., Reed, B. C., Brown, J. F., Ohlen, D. O., Zhu, Z., Yang, L. ve Merchant, J. W., 2000. Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1 km AVHRR data. **International Journal of Remote Sensing**, 21 (6-7): 1303-1330.
- Loveland, T. R. ve Belward, A. S., 1997. The IGBP-DIS global 1 km land cover data

- set, DISCoverst results. **International Journal of Remote Sensing**, 18: 3289-3295.
- Lunetta, R. S., Knight, J. F., Ediriwickrema, J., Lyon, J. G. ve Worthy L. D., 2006. Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. **Remote Sensing of Environment**, 105 (2): 142-154.
- Muchoney, D., Borak, J., Chi, H., Friedl, M., Gopal, S., Hodges, J., Morrow, N. ve Strahler, A., 2000. Application of the MODIS global supervised classification model to vegetation and land cover mapping of Central America. **International Journal of Remote Sensing**, 21 (6-7): 1115-1138.
- Mills, H., Cutler, M. E. J. ve Fairbairn, D., 2006. Artificial neural networks for mapping regional-scale upland vegetation from high spatial resolution imagery. **International Journal of Remote Sensing**, 27 (11): 2177-2195.
- Pan, Y., Li, X., Gong, P., He, C., Shi, P. ve Pu, R., 2002. An integrative classification of vegetation in China based on NOAA AVHRR and vegetation-climate indices of the Holdridge life zone. **International Journal of Remote Sensing**, 24 (5): 1009-1027.
- Petit, C. ve Lambin, E. F., 2001. Integration of multi-source remote sensing data for land cover change detection. **International Journal of Geographical Information Science**, 8 (15): 785-803.
- Pokrovskya, I., Pokrovskya, O. ve Roujean, J. L., 2003. Development of an operational procedure to estimate surface albedo from the SEVIRI/MSG observing system by using POLDER BRDF measurements I. Data quality control and accumulation of information corresponding to the IGBP land cover classes. **Remote Sensing of Environment**, 87 (2-3): 198-214
- Prentice, I. C., Cramer, W., Harrison, S. P., Leemans F. R., Monserud, R. A. ve Solomon, A. M., 1992. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. **Journal of Biogeography**, 19: 117-134.
- Running, S. W., Nemani, R. R., Heinsch, F. A., Zhao, M., Reeves, M. ve Hashimoto, H., 2004. A continuous satellite-derived measure of global terrestrial primary production. **Bioscience**, 54 (6): 547-560.
- Ricklefs, R. E. ve Miller, G. E., 1990. **Ecology**, 4th ed. WH Freeman and Company, New York.
- Sedano, F., Gong, P. ve Ferrao, M., 2005. Land cover assessment with MODIS imagery in southern African Miombo ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, 98 (4): 429-441.
- Silapaswan, C. S., Verbyla, D. L. ve McGuire, A. D., 2001. Land cover change on the Seward Peninsula: The use of remote sensing to evaluate the potential influences of climate warming on historical vegetation dynamics. **Canadian Journal of Remote Sensing**, 27: 542-554.
- Svirezhev, Y. M., 2002. Simple spatially distributed model of the global carbon cycle and its dynamics properties. **Ecological Modelling**, 155: 53-69.
- Thenkabail, P. S., Schull, M. ve Turrall, H., 2004. Ganges and Indus river basin land use/land cover (LULC) and irrigated area mapping using continuous streams of MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, 95 (3): 317-341.

- Thornthwaite, C. W. 1941. **Atlas of climatic types in the United States 1900-1939**. U.S. Dept. Agri. Misc. Pub. 421, , 7 pp. 96 plates.
- Thomlinson, J. R., Bolstad, P. V. ve Cohen, W. B., 1999. **Coordinating methodologies for scaling land cover classifications from site-specific to global: Steps toward Validating Global Map Products**
- Tucker, C. J., Townshend, J. R. G. ve Goff T. E., 1985. African land-cover classification using satellite data. **Science**, 227 (4685): 369-375.
- Walter, H., 1964. **Die vegetation der erde in oko-physiologischer betrachtung**. Die tropischen and subtropischen Zonen, col.1. Fischer, Jena, p. 538S.
- Walter, H., 1968. **Vegetation der erde in oko-physiologischer betrachtung**. Die gemassigten und arktischen Zonen, vol. 2. Fescher, Jena, p. 1001S.
- Xiao, X., Hollinger, D., Aber, J., Goltz, M., Davidson, E. A., Zhang, Q. Y. ve Moore B. III., 2004. Satellite-based modeling of gross primary production in an evergreen needleleaf forest. **Remote Sensing of Environment**, 89 (4): 519-534.
- Yates D.N., Kittel T.G. ve Cannon R.F., 2000. Comparing the correlative holdridge model to mechanistic biogeographical model for essesing vegetation distribution response to climate change. **Kluwer Academic Publisher**.
- Yue T.X., Fan Z.M., Liu Y.J., 2005. Change of the major terrestrial ecosystems in china since 1960. **Global Planetary Changes**.
- Zhan, X., Defries, R., Townshend, J. R. G., Dimiceli, C., Hansen, M., Huang, C. ve Sohlberg, R., 2000. The 250 m global land cover change product from the moderate resolution imaging spectroradiometer of nasa's earth observing system. **International Journal of Remote Sensing**, 21 (6-7): 1433-1460.
- Zhao M. ve Running, S. W., 2006. Sensitivity of moderate resolution imaging spectroradiometer (modis) terrestrial primary production to the accuracy of meteorological reanalyses. **Journal of Geophysical Research-Biogeosciences**, 111 (G1): Art. No. G01002.
- Zhang, H. ve Wu, J., 2002. A statistical thermodynamic model for the organizational order of vegetation. **Ecological Modelling**, 153: 69–80.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, yol gösteren ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Kamuran GÜÇLÜ'ye ve Doç. Dr. Fatih EVRENDİLEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde Sayın Doç. Dr. Fatih EVRENDİLEK'in yürütücülüğünü yaptığı TÜBİTAK-KARİYER-TOVAG 104O550 no'lu proje kapsamında aldığım burs destekleri için müteşekkir olduğumu ifade etmek isterim.

Çalışmalarım sırasında değerli görüş, katkı ve bilgilerini esirgemeyen hocalarım sayın Doç. Dr. Suha BERBEROĞLU, Doç. Dr. Şeref KILIÇ, Yrd. Doç. Dr. Mustafa ATMACA ve Yrd. Doç. Dr. Kayhan KAPLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Aysel GÜZELMANSUR'a teşekkürlerimi belirtmek isterim.

Tez çalışmalarım sırasında manevi desteğini esirgemeyen hayatımın her aşamasında bana destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Elbistan'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Hatay-İskenderun'da tamamladım. 2000 yılında girdiğim Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden, 2004 yılında, Peyzaj Mimarı unvanıyla mezun oldum. 2005 yılında, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında (Hatay) Yüksek Lisans'a başladım. Halen M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimime devam etmekteyim.