



Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi

UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK ARAZİ KULLANIM SINIFLARI TESPİTİ ÇALIŞMASI

Ankara 2001

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
1.1. Projenin Tanımı, Kapsamı ve Önemi	1
2. TEORİK BÖLÜM	3
2.1. Temel Kavramlar ve Terimler	3
2.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama ve Temel Kavramlar	3
2.1.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Nedir?	3
2.1.1.2. CBS Bileşenleri	3
2.1.1.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bazı Kullanım Alanları	5
2.1.2. Uzaktan Algılama Nedir?	6
2.1.2.1. Uydu Görüntüleri	7
2.1.3. Uzaktan Algılama Nasıl Gerçekleşir?	8
2.1.3.1. Uzaktan Algılamanın kısa tarihçesi	9
2.1.3.2. Uzaktan Algılamada Çözünürlük Özellikleri	10
2.1.4. Genel CBS ve UA Terimleri	13
2.2. Uydu Görüntülerinin Kullanıma Hazır Hale Getirilmesi	25
2.2.1. Ön İşlemler (Tarama, Veri Getirme)	25
2.2.1.1. Harita Tarama-Sayısallaştırma	25
2.2.1.2. Veri Getirme / Import	27
2.2.2. Görüntü Düzeltme	27
2.2.2.1. Radyometrik Düzeltme	28
2.2.2.2. Geometrik Düzeltme	30
2.2.3. Görüntü Zenginleştirme	35
2.2.3.1. Tek Bantlı Görüntü Zenginleştirme	36
2.2.3.2. Çok Bantlı Görüntü Zenginleştirme	48
2.2.3.3. Görüntü Birleştirme Teknikleri	53
2.2.3.4. Görüntü Bitiştirme (Mozaikleme)	55
2.3. Sınıflandırma Analizleri	56
2.3.1. Otomatik Sınıflandırma	57
2.3.1.1. Eğitimli Sınıflandırma	60
2.3.1.2. Eğitimsiz Sınıflandırma	65
2.3.2. Manuel / Görsel Yöntemlerle Sınıflandırma	66
2.3.3. Sınıflandırmada Yardımcı Veri Kullanımı	67
3. METODOLOJİ VE ORGANİZASYON	70
3.1. CORINE Çalışma Programı	72
3.2. Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Tespiti Çalışmalarında Temel Prensiplerin Belirlenmesi	75
3.2.1. Çalışma Ölçeği ve En Küçük Haritalama Alanının Belirlenmesi	76
3.2.2. Sınıflandırma Şemasının Belirlenmesi	80
3.2.2.1. U.S.G.S. (United States Geological Survey) Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi	82
3.2.2.2. CORINE (Coordination of Information on the Environment) Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi	84
3.2.2.3. Ulusal Bilgi Merkezi Sınıflandırma Şeması	85
3.2.3. Uydu Görüntüleri ve Uygun Tarihin Seçimi	87
3.2.4. Yardımcı Verilerin Seçimi	92
3.2.5. Yazılım Seçimi	99
4. PROJE KAPSAMINDA UYGULAMALAR	101
4.1. Görüntülerin ve Yardımcı Verilerin Kullanıma Hazır Hale Getirilmesi	101
4.1.1. Ön İşlemler	101
4.1.1.1. Pafta Tarama	101
4.1.1.2. Veri Getirme (Import) İşlemi	102
4.1.2. Görüntü ve Yardımcı Verilerin Düzeltilmesi	108
4.1.2.1. TNTmips'te Koordinat Girme İşlemleri	108
4.1.2.2. TNTmips'te Yeniden Örnekleme İşlemi	114
4.1.2.3. Projede Uygulanan Geometrik ve Radyometrik Düzeltme İşlemleri	116

4.1.3. Görüntü ve Yardımcı Verilerin Zenginleştirilmesi	131
4.1.3.1. TNTmips'te Kontrast Zenginleştirme	131
4.1.3.2. TNTmips'te RGB Kompozit Resimler	132
4.1.3.3. TNTmips'te Resimlerin Mozaiklenmesi	134
4.1.3.4. TNTmips'te Görüntü Birleştirme – Brovey Dönüşümü	135
4.2. Uygulamalar	137
4.2.1. Çalışmada Kullanılan Veri Setleri	137
4.2.2. Yorumlama – Sınıflandırma İşlemleri	138
4.2.2.1. Arazi Türlerini Ayıran Sınırların Belirlenmesi	138
4.2.2.2. Arazi Türlerinin Tespit Edilmesi	138
4.2.2.3. Problemler Alanlarda Hava Fotoğraflarının Kullanımı	148
4.2.2.4. Arazi Çalışması	148
4.2.3. Birleştirme ve Kontrol	150
4.2.4. Doğruluk Analizi ve Hata Matrisi	152
5. ARAZİ ÖRTÜSÜ ve ARAZİ KULLANIM SINIFLARI	156
5.1. Kentsel ve Kırsal Yapılaşma Alanları	156
5.1.1. Yoğun Yerleşim Alanları	156
5.1.2. Az Yoğun Yerleşim Alanları	157
5.1.3. Konut Dışı Kentsel Yapılaşma Alanları	158
5.1.4. Kentsel Yeşil Alanlar	160
5.1.5. Spor Alanları	160
5.1.6. Karayolları ve İlgili Kullanım Alanları	161
5.1.7. Demiryolları ve İlgili Kullanım Alanları	162
5.1.8. Hava Alanları	162
5.1.9. Açık Alanlar	163
5.1.10. Diğer Kentsel Alanlar	164
5.2. Tarım Alanları	165
5.2.1. Daimi / Sabit Ürünler	165
5.2.2. Kuru Tarım	166
5.2.3. Sulu Tarım	168
5.3. Ormanlık ve Doğal Alanlar	169
5.3.1. Orman Alanları	169
5.3.2. Doğal Otlak Alanlar	170
5.3.3. Çalı, Fundalık, Seyrek Ağaç	171
5.3.4. Seyrek Bitkili Alanlar	172
5.3.5. Çıplak Alanlar	173
5.4. Su Alanları	173
5.4.1. Göller	173
5.4.2. Akarsu ve Kanallar	174
5.5. Sulak Alanlar	175
5.5.1. Bataklıklar	175
5.5.2. Sazlık Alanlar	175
5.5.3. Irmak Yatakları	176

1. GİRİŞ

1.1. Projenin Tanımı, Kapsamı ve Önemi

Projenin Adı: UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK ARAZİ KULLANIM SINIFLARI TESPİTİ ÇALIŞMASI

Proje Yürütücüsü: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ulusal Bilgi Merkezi (UBM)

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi (UBM); ulusal düzeyde belirlenen görev, sorumluluk ve yetki çerçevesinde, kurumlar arası işbirliği ile, ihtiyaç duyulan veritabanı ve sayısal coğrafi bilgilerin standartlara uygun olarak üretimi, revizyonu ve değişimini yapmak ve yaptırmak amacıyla kurulmuştur.

Projenin Kapsadığı Alan: Ankara kenti ve Kuzeyini içine alan yaklaşık 700 000 hektarlık bir alandır. Bu alan güneyde Gölbaşı kent merkezinden başlayıp, kuzeyde Çubuk' a kadar uzanan bir bölgeyi içine almaktadır.

Projenin Amacı: Uzaktan Algılama ile Arazi Sınıfları Tespiti Projesi, Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleriyle (CBS) entegre biçimde kullanılması ile, belirlenen bir pilot alanda arazi kullanımı ve arazi örtüsü tespitinin uygulanabilirliğinin ortaya konulmasını ve bu konuda uluslararası standartlara uyumlu ve ülkemiz koşullarına uygun bir metodoloji oluşturmayı amaçlamaktadır.

Projenin Önemi: Günümüzde “bilgi” gerek üretim, gerekse üretimin yönlendirilmesini sağlayacak politikaların belirlenmesinde en önemli girdi konumuna gelmiştir. Bu koşullarda doğru çıktı alabilmek, doğru bilgi girdisiyle mümkündür.

Ülkelerin ekonomik gelişmesinin temeli, doğal kaynaklarının en verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Gelişmiş ülkeler kaynaklarını bu şekilde kullanırken geliştirmekte olan ülkeler genellikle doğal kaynaklarının nitelik ve niceliklerine ilişkin yeterli bilgilerden henüz yoksundurlar. Bu nedenle, özellikle az gelişmiş ülkelerde doğal kaynakların yeterli biçimde haritalanmamış olması sonucu toprak ve su kaynakları, işlenen toprakların dağılımı, orman ve otlaklar hakkında tam ve kesin veriler elde bulunmamaktadır. Ülkemizde de bir çok alanda “yeterli ve güvenilir” veri sorunu bulunmaktadır. Bu sorunun özellikle tarım ve doğal kaynaklar gibi konularda belirginleşmektedir.

Bu proje tarım ve doğal kaynakların tespitinde Uzaktan Algılama teknolojilerinin kullanımını incelemekte, uygulanabilirliğini tartışmakta ve metodoloji geliştirmektedir.

Projenin Aşamaları: Ankara ve kuzeyini içine alan bir bölge çalışma alanı olarak seçilmiş, çalışmanın ölçeği ve temel prensipler belirlendikten sonra gerekli veriler temin edilmiştir.

1. *Aşama:* Temel Prensiplerin Belirlenmesi: Çalışma ölçeği, en küçük haritalama alanı, ve sınıflandırma düzeyi esaslarının çalışmada hedeflenen amaçlar doğrultusunda belirlenmesi.

2. *Aşama:* Çalışma için gerekli tüm verilerin temin edilmesi: Çalışmanın temel verisi olan uydu görüntülerinin belirlenip sipariş edilmesi ve yardımcı verilerin kurumlardan talep edilmesi.

3. *Aşama:* Çalışmada kullanılacak tüm verilerin gerekli düzeltme işlemlerinden geçirilmesi, zenginleştirilmesi ve analizlere hazır hale getirilmesi. (Geometrik düzeltmeler, Görüntü zenginleştirme işlemleri)

4. *Aşama:* Sınıflandırma Çalışması; Arazinin uydu görüntüleri ve yardımcı verilerin de kullanımı ile manuel/görsel olarak belli arazi sınıflarına ayrılması işlemi.

5. *Aşama:* Doğruluk Analizi; Elde edilen sınıflandırma sonucunun doğruluğunun yer gerçekliği verileri ile karşılaştırılarak tespit edilmesi.

Kullanılan Yazılım/Yazılımlar: Projede kullanılan veriler üzerindeki işlemler ve tüm analizler TNTmips yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

2. TEORİK BÖLÜM

2.1. Temel Kavramlar ve Terimler

2.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama ve Temel Kavramlar

2.1.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Nedir?

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekansal verilerin toplandığı, görüntülendiği, analiz edildiği, grafik ve veri tabanı bilgilerinin ilişkisel olarak kullanılabildiği, istenen bilgiye sorgulama yoluyla erişimin sağlandığı bilgisayar destekli sistemlerdir. CBS, farklı bilgi kaynaklarından gelen verileri entegre ederek yönetim, planlama ve analiz problemlerinin çözümüne katkıda bulunur.

CBS, nesneleri ve olayları görüntülemek, analiz etmek, işlemek, sorgulamak ve haritalamak için gerekli tüm araçları içermektedir.

CBS'nin en temel bileşenleri, donanım, yazılım, veri, organizasyon ve personeldir.

Günümüzde donanım, yazılım ve veri toplama metotlarındaki teknolojilerin ilerlemesi ile CBS kurumsallaşmaktadır. Uluslararası pazarda tüm CBS teknolojileri erişilebilir olmasına rağmen, bu konu ile ilgili sistem yöneticileri ve eğitilmiş eleman sağlamak çok kolay değildir.

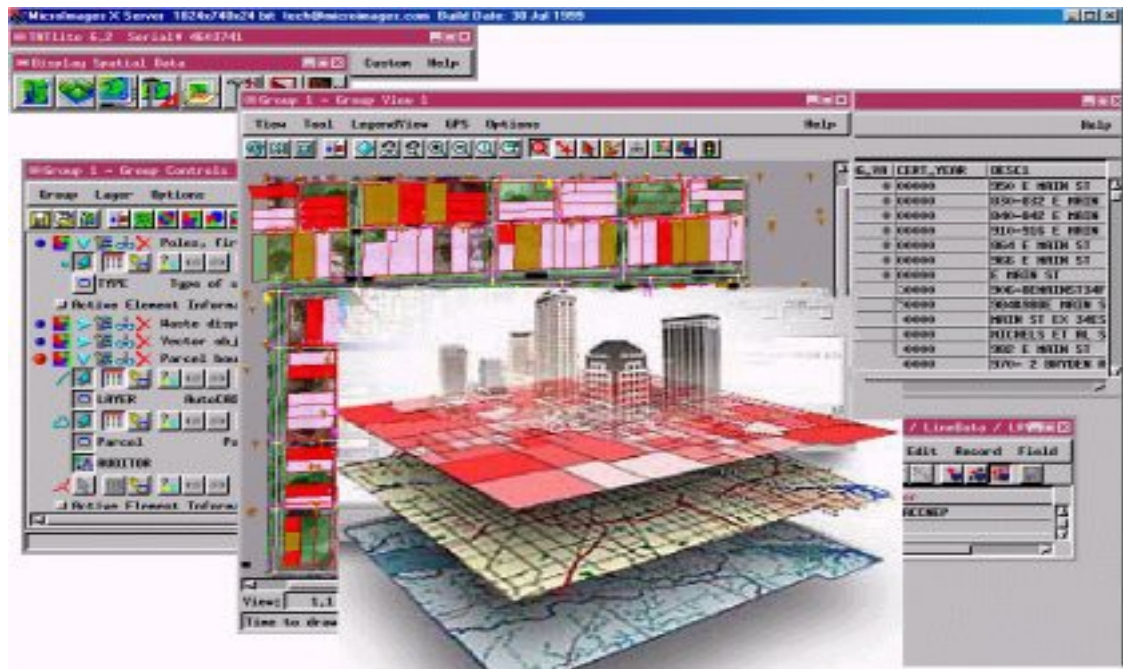
2.1.1.2. CBS Bileşenleri



Coğrafi Bilgi Sistemi grafik ve grafik olmayan bilgilerin ve bu bilgilere bağlı diğer verilerin, bir sistem içerisinde ele alınıp sınıflanması, düzenlenmesi, saklanması ve sistemdeki bu bilgilerin istenilen amaca uygun biçimde sorgulanarak analiz edilmesi

CBS’de verilerin coğrafi olma özelliği taşıması gerekmektedir. Coğrafi bilgi genel anlamda, yer yuvarlağıyla ilgili tüm veriler ve bu verilerle ilintili diğer veriler olarak tanımlanabilir. Bu bilgilerin yer yuvarlağıyla olan ilişkileri dolayısıyla, bulundukları noktaların, sınırladıkları alan veya alanların konum bilgisi de bu veriler arasında önemli yer tutar.

Coğrafi verilerin değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmaların tarihi oldukça eskiye dayanmaktadır. Fakat klasik yöntemlerle yapılan çalışmalar hız, ekonomi, yenileme zamanı ve doğruluk açısından kısıtlamaların yanında, değişik veri katmanlarının üst üste getirilmesi ve birleştirilmesi gibi konular da pratik olarak güçlükler getirmektedir. Oysa Coğrafi Bilgi Sistemlerinde sayısız katman sanal olarak üst üste getirilmekte, bir biri ile entegre biçimde kullanılabilmekte ve analiz edilebilmektedir.



4

Bir Coğrafi Bilgi Sistemi, uygulamanın türüne göre **Kent Bilgi Sistemi** , **Orman Bilgi Sistemi** , ya da sadece **Bilgi Sistemi** gibi değişik isimlerle adlandırılabilir.

Son yıllarda bilgisayar ve yazılım dünyasında yaşanan gelişmeler kişisel bilgisayarların (PC) kullanım alanlarını oldukça genişletmiştir. Önceleri büyük iş istasyonlarına (Workstation) gereksinim duyan GIS yazılımları da bu gelişmeye paralel olarak kişisel bilgisayarlarda kullanılır duruma gelmiştir. Gerek CBS'yi kullanım alanlarının giderek artması, gerekse yazılım ve donanım sektöründe yaşanan gelişmeler CBS'yi hemen her konu ile ilişkili bir duruma getirmiştir ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanım alanları çok genişlemiştir. Bugün mekansal özelliği olan herhangi bir sorunsalın ortaya konmasında ve analiz edilmesinde CBS vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir.

2.1.1.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bazı Kullanım Alanları

Çevre Yönetimi	İzleme, Senaryo ve Trend Analizleri
Güvenlik-Suç Takibi	ÇED Projeleri
Havza Yönetimi	Kirlilik Modellemesi
Ulaşım Planlaması	Üç Boyutlu Arazi Modelleme
Uygun Yer Seçimi	Uzaktan Algılama
Çok Kriterli Karar Verme	Araç Takibi
Kazı-Dolgu Çalışmaları	MIS ve SCADA Entegrasyonu
Akıllı Harita Üretimi	Deprem Hasar Analizleri
Alan Planlaması	Vergi Takibi vb.
Envanter Çalışmaları	

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde iki tür verinin bir araya getirilmesi söz konusudur. Bunlardan biri grafik/mekansal veri, diğeri de grafik olmayan (öznitelik) veridir.

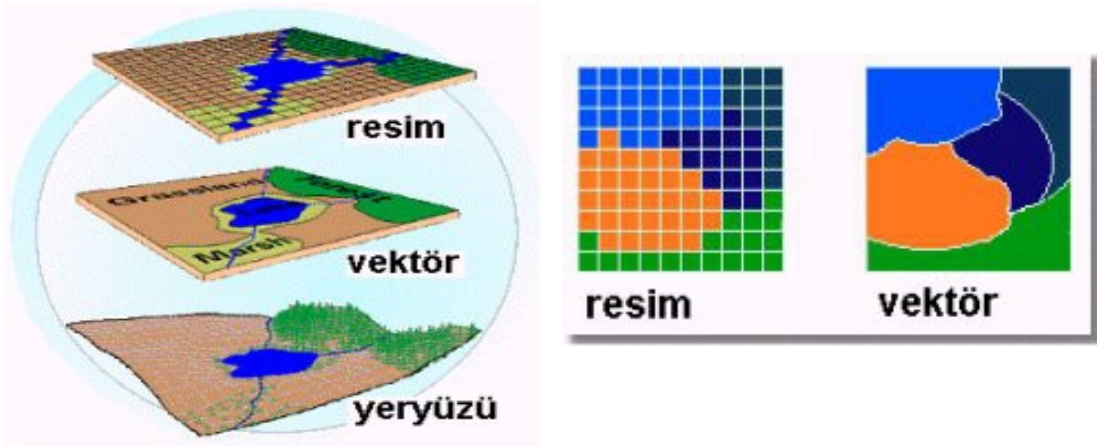
Grafik veriler mekansal elemanların şekil ve konumlarını gösterirken grafik olmayan veriler mekansal elemanlara ait nitelikleri içerir ve çoğunlukla veri tabanı şeklinde tablosal olarak tutulur. CBS grafik ve grafik olmayan verilerin entegre biçimde kullanımını sağlamaktadır. CBS'yi CAD, AM/FM veritabanı yönetim sistemlerinden ayıran temel özellik de, bu entegrasyonu sağlayabilme özelliğidir.

CBS' de veriler iki tür veri modeli ile temsil edilir:

Vektör CBS: Bu modelde coğrafi özellikler nokta, çizgi ve poligon biçiminde temsil edilir.

Resim/Grid CBS: Bu model coğrafi verilerin hücresel olarak temsil edilmesine dayalıdır. Resim içindeki her bir hücrenin mekansal özellikleri temsil eden bir rakamsal değeri vardır. Aynı değere sahip hücreler aynı özelliği temsil etmektedir. Uydu görüntüleri ve taranmış haritalar resim verilere örnektir.

Resim ve Vektör



2.1.2. Uzaktan Algılama Nedir?

Nesneler hakkında belli bir uzaklıktan bilgi toplamak ve bu bilgileri yorumlamak için kullanılan yöntemlere uzaktan algılama denir.

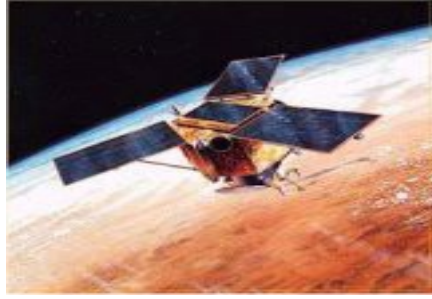
Uzaktan algılamada kullanılan yöntemleri Uzaktan Algılama teknolojisi olarak tanımlamak mümkündür. Teknoloji tanımı uzaktan algılamanın bilimsel platformda çeşitli bilim dalları ile ilgili olmasının dışında, görüntünün alınmasından başlayıp, işlenmesi ve analiz edilmesine değin geçen süreçte uzay, uydu, iletişim, elektronik, bilgisayar, görüntü işleme ile ilgili pek çok teknolojik gelişmeyle sürekli bir şekilde iç içe olmasındandır.

Bugün yerküre çevresindeki çeşitli yörüngelerde bulunan uyduların algılayıcıları amaçlarına göre elektromanyetik spektrumun değişik bölümleri aracılığı ile sağlanan bilgiyi sayısal olarak depolamaktadırlar. Çeşitli yer istasyonları tarafından sinyaller halinde alınıp kullanıcıların işleyebileceği duruma getirilen yeryüzü ile ilgili bu sayısal

veriler, görüntü işleme ve analiz sistemlerinde değerlendirilirler. Görüntüler üzerinde gerekli düzeltme, zenginleştirme ve sınıflandırma gibi birtakım işlemler CBS ve görüntü analiz programları kullanılarak uygulanır ve analizleri yapılarak kullanıcıların amaçlarına göre gerekli bilgilerin elde edilmesi sağlanır.

Yer gözlem uyduları; tarım, jeoloji, orman, coğrafya, jeoloji planlama ve diğer alanlarda kullanılmak üzere işlenmesi ve yorumlanması mümkün olan uydu görüntüleri – literatürde kısaca “görüntü” ya da “imaj” adı verilen faydalı veriler sağlar.

Yer Gözlem Uydusu



2.1.2.1. Uydu Görüntüleri



Uzaktan Algılamanın başlıca amacı dünyadaki doğal ve çevresel kaynaklarla ilgili bilgiler elde edebilmektir. Bu bilgiler dünya yüzeyinden algılama birimine (sensör) elektromanyetik enerji ile taşınır.

Bugün yeryüzünün fiziksel yapısı hakkındaki pek çok bilgi uzaktan algılama teknikleri ile elde edilmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve uydu görüntülerinin fiyatlarında zamanla meydana gelen düşüş, enstitüleri, kurumları ve üniversiteleri mekansal analizlerde uydu teknolojilerini ve uzaktan algılama tekniklerini kullanmaya teşvik etmektedir.

Arazi Kullanımı – Arazi Örtüsü veritabanı, ulusal ve bölgesel düzeyde ihtiyaç duyulan mekansal bilgiyi sağlayabilir. Arazi Kullanımı – Arazi Örtüsü bilgisi bir ülke için stratejik önem arz etmekle birlikte, ulusal coğrafi bilgi sistemlerinin temelini oluşturur. Çok pahalı olan arazi çalışmalarına gerek kalmadan (bu çalışmalar ancak özel durumlar için yapılacaktır) uydu görüntülerini kullanarak tüm ülkenin arazi kullanım – arazi örtüsü analizleri yapılabilmektedir.

Uzaktan Algılamanın temel bileşenleri aşağıdaki biçimde sıralanabilir:

Fiziksel nesneler/ Kaynak - Girdi

Sensör verisi / Ham Veri

Ürün veri / Analiz Edilmiş Veri

Uygulamalar

Fiziksel Nesneler: Yeryüzünde var olduğunu kabul ettiğimiz her tür materyal; binalar, bitki örtüsü, toprak, su, vb.

Sensör Verisi: Sensör (algılama birimi), yeryüzünden yayılan ya da yansıyan elektromanyetik enerjiyi algılayarak fiziksel nesnelere ait özellikleri kaydeden bir ayardır. (Kamera, radar sensörü, uydu sensörü gibi). Sensörün algıladığı bu bilgiler genellikle dijital olarak tutulur. Böylelikle ham veri sağlanmış olur.

Ürün Veri: Gerekli olan verileri elde edebilmek için ham verinin bazı düzeltmelerden, iyileştirmelerden ve çalışma konusuyla ilgili analizlerden geçirilmesi gerekir, bu işlemler sonunda elde edilen veri bir ürün veridir ya da analiz edilmiş veridir.

Uygulamalar: Uzaktan algılanmış verilerin analiz edildikten sonra belli bir sorunsalın çözümünde kullanılmak üzere değerlendirilmesidir. Analiz edilmiş veriler diğer sayısal verilerle bir Coğrafi Bilgi Sistemi düzeyinde bir araya getirilerek faydalı mekansal ve istatistikî sonuçlara ulaşılabilir.

2.1.3. Uzaktan Algılama Nasıl Gerçekleşir?

Uzaktan Algılama yeryüzünden yansıyan veya yayılan elektromanyetik enerjinin dünya yörüngesindeki yapay uyduların sensörlerinden algılanarak farklı dalga boyu aralıklarında kaydedilmesi yoluyla gerçekleşir.

Uzaktan Algılama Bileşenleri kullanılan yöntemlerin hepsi için aynıdır. Ancak, elektromanyetik enerjinin algılanmasında kullanılan teknolojilerdeki farklılaşma Uzaktan Algılama yöntemlerinin birbirinden ayrılmasını gerektirmektedir.

Algılamada Kullanılan Teknolojiye Göre Sınıflandırılmış Yöntemler:

Hava Fotoğrafı Yöntemi

Uydu Yöntemi (Pasif)

Radar Uydu Yöntemi (Aktif)

Hiperspektral Yöntem

2.1.3.1. Uzaktan Algılamanın kısa tarihçesi

İlk Uzaktan Algılama çalışmaları yeryüzünün belli bir uzaklıktan fotoğraflanması şeklindedir. Fotoğrafçılığın dünya yüzeyini çekmek için ilk kullanımı 1958 de balonda gerçekleşmiştir. Bu çalışmalar Uzaktan Algılama tanımına uygun ilk çalışmalar olmakla birlikte, bilimsel ve sistematik olmaktan çok araştırma ve keşif denemeleri olarak tanımlanabilir.

Uçaklar hava fotoğrafı çekmek için ilk defa 1910 yılında kullanılmıştır. Uçaklar hız yükseklik ve yön kontrolü sağlayabildiği için hava fotoğrafı çekimine daha elverişlidir. I.Dünya savaşı 1914-1918 hava fotoğrafı teknolojisinin en çok gelişme gösterdiği yıllardır.

Bunu elektromanyetik spektrumun gözle algılanamayan aralıklarında yapılan yeni keşifler ve çalışmalar takip etmiştir. II.Dünya savaşı 1939-1945 bu çalışmaların en yüksek ivmeyi kazandığı yıllar olmuştur, bu teknolojinin pratikte uygulaması daha sonra gerçekleşmiştir, kızılötesi hava fotoğrafları, uydu görüntüleri vb. 1960 da ilk dünya gözlem uydusu TRIOS uzaya gönderilmiştir. Yine aynı dönemde kızılötesi ve mikro dalga aralıklarında havadan gözlem teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. **Uzaktan Algılama** teriminin ortaya çıkışı bu döneme rastlar.

1972 de ilk Uzaktan Algılama uydusu olan Landsat 1 uzaya gönderilmiştir.

Landsat bugünkü dünya yörüngeli Uzaktan Algılama uydularının ilk ve temel örneğidir. Landsat dünya yüzeyinin sistematik ve sürekli gözlenebilmesini sağlayan ilk çok-bantlı uydudur. Landsat aynı zamanda dijital veri işleme tekniklerinin ve görüntü işleme yazılımlarının gelişimine de önderlik etmiştir.

1970 ve sonraki yıllarda yeni uydu teknolojileri geliştirilmiştir.

Landsat 4 yeni nesil Landsat

Spot

1980 - 1990 Hiperspektral Uzaktan Algılama teknolojileri geliştirildi.

1990 - Uzaktan Algılamada mekansal ve spektral çözünürlük düzeyleri artırıldı.

IRS

IKONOS

Quickbird

Uzaktan Algılanmış verileri daha iyi anlayabilmek için bu verileri tanımlamakta çok önemli olan çözünürlük özelliklerine değinmek gerekmektedir.

Çözünürlük: Bir bütünün en küçük bileşeninin büyüklüğüdür. Uydu tarafından çözülebilen en küçük birimin büyüklüğüdür.

2.1.3.2. Uzaktan Algılamada Çözünürlük Özellikleri

Temel olarak 4 farklı çözünürlük kavramı bulunmaktadır; Mekansal Çözünürlük, Spektral Çözünürlük, Radyometrik Çözünürlük ve Zamansal Çözünürlük.

Mekansal Çözünürlük:

Bir pikselin (hücrenin) gerçek dünyada temsil ettiği büyüklüktür. Landsat 5 TM görüntülerinin mekansal çözünürlüğü 30m x 30m' dir.

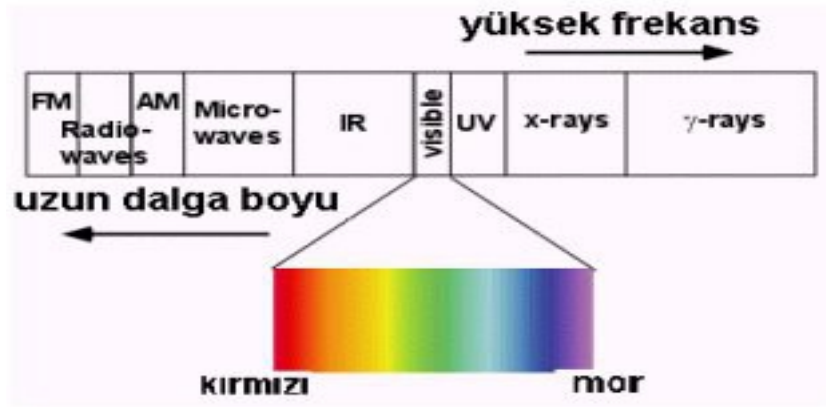
Spektral Çözünürlük:

Görüntünün elektromanyetik spektrumda kapladığı aralığın(bant aralığı) büyüklüğüdür.

Bu aralık darsa spektral çözünürlük düşük, genişse yüksektir.

Elektromanyetik enerji (E.M) transfer edilebilen üç tür enerjiden biridir. Elektromanyetik enerjiyi diğer iki enerji iletim ve yayımdan ayıran özelliği hem uzayda hem de atmosferde transfer edilebilmesidir. E.M enerji dalga boyu ya da frekans ile tanımlanır, uzaktan algılamada dalga boyu ile tanımlanmaktadır.

Elektromanyetik Spektrum:



$$E.M \text{ enerji} = \text{frekans} \times \text{dalga boyu}$$

Elektromanyetik Spektrum 0-sonsuz a kadar değerlere sahip dalga boylarındaki elektro manyetik yayılımı kapsayan bir aralıktır ya da spektrumdur. Ancak, uzaktan algılama çalışmalarında bu aralığın bir bölümü kullanılır.

Elektromanyetik spektrum belli dalga boyu özelliklerine göre aralıklara bölünmüştür.

g Işınları:

Atmosferde tamamen emilir. Uzaktan Algılamada kullanılmaz.

X Işınları:

Atmosferde tamamen emilir. Uzaktan Algılamada kullanılmaz.

Ultraviole Işınları:

0.3 μm den küçük dalga boyları ozon tabakasında emilir ve Uzaktan Algılamada kullanılmaz. 0.3 μm den büyük dalga boyları kullanılabilir.

Gözle Görülür Işınlr:

İnsan gözünün algıladığı tüm renkler bu dar aralığın (0.4-0.7 μm) içindedir. Hem foto detektörler hem de uydu detektörleri tarafından algılanabilir. Uzaktan Algılamada kullanılır.

Kızılötesi- Infrared Işınlr:

Uzaktan Algılamada kullanılır.

Termal Kızılötesi Işınlr:

Materyallerin yaydığı ısı enerjisinin yer aldığı bant aralığıdır. Uzaktan Algılamada kullanılır.

Mikrodalga Işınlr:

Dalga boyları büyüktür ve büyük dalga boylarında bulut, yağmur vb gibi faktörler etkisiz hale gelir. Uzaktan Algılamada kullanılır.

Radar:

Mikrodalga ile aynı aralıktadır, aktif sistemlerin kullandığı mikrodalgalara radar adı verilir. Aktif sistemler radar dalgalarını kendileri gönderir.

Radyo dalgaları:

Elektromanyetik Spektrumun en uzun dalga boylarına sahip aralığıdır. Bazı aktif uzaktan algılama sistemleri tarafından kullanılır.

Radyometrik Çözünürlük:

Görüntüye ait her bir pikselin alabileceği rakamsal değerleri kapsayan aralıktır. (Dinamik Aralık)

n-bit	2^n	
4-bit	2^4	0 – 15
7-bit	2^7	0 – 127
8-bit	2^8	0 – 255 arasındaki değerleri alabilir.

Zamansal Çözünürlük:

Uydunun taramış olduğu bir alanı tekrar tarayınca kadar geçen zamandır.

Günümüzde uydu görüntüleri geniş bir kullanım alanına sahiptir. Uydu görüntüleri mekansal bilgi içeriği olan çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır: Bunları kısaca şu şekilde sıralayabiliriz:

Kartoğrafya
Jeoloji
Tarım
Çevre
Orman
Risk Analizi

Telekomünikasyon
Güvenlik
Deniz ve Kıyı
Hizmetler
Medya ve tüketici

Tematik bilgi elde etmek için topoğrafik haritalar, orman haritaları veya toprak haritaları gibi mekansal veriler yerine uzaktan algılama ile elde edilen görüntülerin tercih edilmesinin nedenlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

Yeryüzünün her noktası için uydu görüntüsü elde etmek mümkündür.

Uydu görüntüleri çok geniş alanları kapsayacak büyüklüktedir (standart Landsat TM görüntüsü 35000km² alanı kapsamaktadır).

Belirli bir alan için periyodik olarak elde etmek mümkündür (örneğin Landsat TM için 26 günde bir).

Görelî olarak ucuzdur.

Objektif veri kaynaklarıdır. Sensör-geçiş-algılama üniteleri insan müdahalesinden tamamen bağımsızdır.

Toplanan veri yeryüzü materyallerine aittir.

Uydu görüntüleri dijital formdadır.

2.1.4. Genel CBS ve UA Terimleri

Bu kısımda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojilerinde karşımıza çıkan kavramlar ve terimlere ilişkin özet açıklamalar bulunmaktadır:

Aerial photo (hava fotoğrafı):

Havadan yeryüzüne dik olarak çekilen fotoğraftır. Hava fotoğrafları tab edilmiş halde kağıt üzerinde, şeffaf, ya da dijital ortamda bulunabilir. Hava fotoğraflarında kamera özellikleri ve yüzeye yakınlık gibi etkenlerle yüksek miktarda yatay kayma hataları bulunur, bu hatalar engebeli ve yüksek arazilerde daha baskın biçimde ortaya çıkar.

Analog:

Analog bilgi bir fiziksel olay, durumla vb. ile ilgili parametrelerde meydana gelen değişimi göreceli olarak ve bir nümerik değere bağlı olmaksızın temsil eden bilgi depolama, analiz etme veya ölçme biçimidir.

Örneğin termometre analog bir ısı ölçüm cihazıdır. İçindeki sıvının sıcaklığa bağlı olarak genleşmesi esasına dayanır. Bu cihazdan elde edilen ölçümler otomatik olarak depolanamaz, işlenemez, başka bir yere kopyalanamaz. Bunun gibi arazi ölçümlerine dayanarak manuel olarak üretilmiş kağıt haritalar da analog veriye örnektir. Bu veriler aynı zamanda fiziksel etkilere de maruz kalır ve sonsuza kadar saklanamaz, her kopyalamada kalite düşer. Bu nedenle analog veriler eşdeğeri olan dijital verilere dönüştürülmektedir. Analog veriyi dijital (nümerik, sayısal) veriye dönüştürme işlemine sayısallaştırma denir. (bkz: sayısallaştırma)

Band / Spectral Band (bant / spektral bant):

Elektromanyetik enerji yayılımında herhangi bir dalga boyu aralığını belirtmek için kullanılan terimdir. Uzaktan Algılama cihazları görüntüleri genellikle farklı bantlarda toplarlar. Bu bantlara temsil ettikleri elektromanyetik dalga boyu aralıklarının özelliklerine göre; mavi, yeşil, kırmızı, yakın kızılötesi, kızıl ötesi, termal gibi isimler verilir.

Bit:

Bilgisayarda kullanılan en küçük veri birimidir. Bu veri 0 ya da 1 değerlerinden oluşur.

1 bit lik bir veri birimi $2^1 = 2$ değer alabilir: 0 yada 1

2 bit lik bir veri birimi $2^2 = 4$ değer alabilir: 0 -3 arası

8 bit lik bir veri birimi $2^8 = 256$ değer alabilir: 0-255 arası

Buffer zone (tampon bölge):

Özel bir alanı korumak, ya da etki alanını göstermek üzere o alanı çevreleyen belli kalınlıkta ve fiziksel sınırları olan bölgedir.

CAD:

Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design)

Bilgisayar ortamında tasarım yapmakta kullanılan programlardır. Gelişmiş CAD programları 2 boyutlu tasarım yanında 3 boyutlu tasarım ve simülasyon özellikleri de sunmaktadır. AutoCAD en yaygın CAD programıdır.

Cell (hücre):

Raster/Resim veriyi oluşturan en küçük birimdir. Genellikle kare veya kareye yakın şekildedir. Hücreler raster üzerinde satır ve sütun numaraları ile ifade edilirler.

Cell value (hücre değeri):

Raster / resim verilerde her hücrenin belli bir değeri vardır. Söz konusu olan bir görüntü ise hücre değeri yeryüzünden yansıyan enerji miktarını ifade etmektedir. Dijital ortama aktarılmış bir harita söz konusu ise, değerler analog haritada mevcut olan renk ve ton bilgilerini göstermektedir.

Cell size (hücre büyüklüğü):

Hücre büyüklüğü raster veride bulunan bir hücrenin gerçekte yeryüzünde karşılık geldiği alanın boyutlarıdır. Bir görüntünün hücre büyüklüğü aynı zamanda o görüntünün mekansal çözünürlüğünü de ifade eder.

Class (sınıf):

Aynı türe ait görüntü elemanlarıdır. Bir sınıf normal olarak belli biyofiziksel özelliklerle tanımlanabilen bir arazi ya da alan türüdür. Sınıflar kullanıcı tarafından kentsel alan, tarımsal alan, çam ormanı, geniş yapraklı orman, su yüzeyi gibi adlarla tanımlanırlar.

Classification (sınıflandırma):

Birbirine göre jeoreferanslanmış birden çok görüntü veya bandın bir arada analiz edilerek bu görüntülerdeki benzer istatistiki özelliklere sahip olanlarının gruplar halinde bir araya gelerek sınıflar oluşturmalarıdır. Sınıflandırma sonucunda belli sayıda tematik sınıfa sahip bir raster veri elde edilir.

Contrast (kontrast):

Bir görüntüde ya da baskıda açık ve koyu ton değerleri arasındaki farklılık miktarıdır. Eğer bu fark yüksekse görüntüde yüksek kontrasttan söz edilir. Kontrast yükseldikçe görüntülerdeki farklı materyaller birbirinden daha iyi ayırt edilebilir hale gelir.

Control point (yer kontrol noktası):

Harita projeksiyon ve koordinat sistemi bulunmayan bir görüntü ya da raster veriyi tanımlanan projeksiyon sisteminde doğru biçimde konumlandırmaya yarayan noktalardır. Kullanıcı tarafından manuel olarak belirlenen yer kontrol noktası, hem o

noktanın görüntüdeki satır/sütun değerlerini hem de koordinat sistemindeki x/y değerlerini içermektedir.

Coordinate system (koordinat sistemi):

Dünya üzerinde konum belirtmeye yarayan bir referans sistemidir. Koordinat sistemi bir harita projeksiyonuna bağlı olabildiği gibi, bağımsız bir referans sistemi de olabilir. Yeryüzünde herhangi bir noktanın konumu tanımlanan koordinat sisteminin x ve y değerlerine göre belirtilir.

Database (veritabanı):

Raster, vektör, CAD ya da TIN nesnelere ait elemanlara ilişkin nüfus, coğrafi konum gibi bilgilerin tutulduğu tablolardan oluşur.

Database query/query (veritabanı sorgulama/sorgulama):

Vektör ve CAD nesnelere bağlanmış olan veritabanı tablolarında, sorgu ile aranılan özelliklere sahip elemanları bulmak amacıyla kullanılır. Ayrıca sorgulamadan elde edilen sonuçlara göre çizdirme stilleri belirlenebilir.

Datum:

İlgilenilen alana göre değişen, ortalama deniz seviyesindeki yüzeye yaklaşık olarak uyan ve x, y koordinatlarının ölçülmesinde kullanılan hayali, düzgün yüzeyin matematiksel tanımıdır.

Default (varsayılan):

Bir sistemin (genellikle bilgisayar programı) ya da sisteme ait bir işlemin başlangıç ayarlarıdır. Bu ayarlar işlemde istenen parametreler için sistemin öngördüğü değerler şeklinde olabilir.

DEM / Digital Elevation Model (Sayısal Arazi Modeli):

Yüzey yüksekliklerinin bilgisayar ortamında modellenmiş gösterimidir. Sayısal arazi modelleri genellikle raster verilerdir ve bu rasterların her bir hücre değeri modellenmiş yükseklik değerlerini gösterir. Sayısal arazi modeli sürekliliği olmayan verileri (yükseklik noktaları, konturlar, vb.) aralardaki boşlukları modelleme yoluyla doldurarak sürekli ve yumuşak geçişler gösteren raster bir veri halinde sunar.

Dendrogram:

Sınıfların birbiri ile ilişkisel olarak yakınlığını gösterir diyagramdır.

Digital (dijital/sayısal):

Nümerik rakamlar yoluyla ifade edilen, saklanan, işlem gören verilerdir. Sayısal verilerin belli rakamsal limitleri vardır ve o sınırlar içinde kalan değerlerle ifade edilebilirler. Standart bir dijital saatin gösterebildiği en küçük zaman birimi saniyedir. Ama saniyeden küçük birimleri gösteremez çünkü kullandığı veri sistemi ifade edebileceği değişkenleri sınırlandırmıştır. Bunun gibi 8 bitlik bir dijital veri içeriğini sadece 0-255 arasındaki rakamlarla ifade edebilir.

Digitize (sayısallaştırma):

Analog veriyi dijital/sayısal veriye dönüştürme işlemidir. Kağıt haritanın sayısallaştırma masası (digitizing tablet) üzerine yerleştirilerek cursor yardımıyla harita elemanlarının bilgisayar ortamına aktarılması.

Dpi / dot per inch :

Bir inç başına düşen nokta sayısıdır. Tarayıcı, ekran ya da yazıcının çözünürlüğünü gösteren ölçüt. Tarayıcı, ekran veya yazıcının dpi'ı ne kadar yüksekse görüntünün kalitesi de o kadar yüksek olacaktır.

Element (eleman):

Bir vektör nesneyi oluşturan bileşenlere verilen isimdir. Vektör nesneler; nokta, çizgi ve poligonlardan oluşur.

Flight path (uçuş rotası):

Uçak, uydu ve benzeri sensör platformlarının yeryüzünü tararken ya da kaydederken izlediği güzergahtır.

Focal length (fokal uzunluk):

Paralel ışınların bir noktaya odaklandığı mercekten olan uzaklıktır. Bu uzunluk, kamera merceklerindeki büyütme seviyesi ile ilgili bir ölçüdür.

Geodesy (jeodezi):

Dünyanın şekli ve boyutları ile ilgilenen bilim dalıdır.

Geoid (jeoid):

Dünyanın tam olarak küre yada elipsoid olarak tanımlayamayacağımız şeklini ifade etmekte kullanılan terimdir.

Georeferencing (jeoreferanslama):

Uydu görüntülerini ya da raster verileri yer kontrol noktaları yardımıyla seçilen koordinat sistemi ve harita projeksiyonuna göre doğru konumuna getirme işlemidir. Jeoreferanslama, daha çok CBS yazılımlarında kullanılan bir terimdir ve tanımlanan projeksiyon sistemine göre yer kontrol noktalarının toplanması ve bu bilginin nesne jeoreferansı olarak kaydedilmesi işlemlerini kapsar.

GIS (CBS):

Coğrafi Bilgi Sistemleri, büyük miktarda mekansal verinin toplanmasına, analiz edilmesine ve yönetilmesine imkan sağlayan bilgisayar sistemleridir. CBS'nin temel bileşenleri; kullanıcı ara yüzü, sistem/veritabanı yönetimi özelliği, veritabanı oluşturma ve veri girişi kapasitesi, mekansal veri kullanımı ve analiz paketleri, görüntü ve ürün geliştirme fonksiyonlarıdır. CBS, coğrafi bileşenleri içeren bilgilerden oluşan bütünleşik sistemlerdir.

GPS:

Küresel Konumlandırma Sistemi. Global Positioning System. US Savunma Bölümü tarafından mevzilelendirilmiş olan telsiz yayın uydusu ağıdır. Yeryüzündeki GPS alıcıları otomatik olarak tüm CBS, haritalama ve veri toplama işlemlerinde kullanılacak olan yüzey koordinatlarını elde eder.

Histogram:

Bir raster/resim veride her bir hücre değerinden kaç tane bulunduğunu gösteren grafikdir. Raster histogramında bir eksen, hücre değerlerinin kaç kez tekrarlandığını gösterirken, diğer eksen de o raster veride bulunan değerlerin aralığını gösterir (8-bit hücre değeri için 0-255 aralığı gibi).

Image (imaj):

Mekansal bilgi içerir ve analog ya da dijital formatta bulunabilir. İmajlar, fotoğraf, TV ya da insan görüşünden daha geniş bir algıya sahiptir. Örneğin; taranmış renkli bir harita, sayısallaştırılmadan önce bir imajdır. Ancak bir vektör nesnesi görüntülendiğinde, monitör üzerinde de bu vektör nesnesine ilişkin bir imaj oluşur.

Land cover (arazi örtüsü):

Bir çalışma alanını kaplayan, bitki örtüsü, çıplak toprak, kayalık, kumul ve su gibi arazi elemanlarından oluşur.

Land use (arazi kullanımı):

Bir çalışma alanının, konut, ticaret, yeşil alan gibi arazinin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmasıdır.

Landsat satellite (Landsat uydusu):

Çok bantlı imaj toplayan bir uydudur. Bu uydu, farklı zamanlarda Çok Bantlı Tarayıcı (MSS) ve Tematik Haritalama (TM) tarayıcı araçlarını kullanır. Landsat ayrıca yer gözlem istasyonlarından da veri yayınlar.

Layer (katman):

Görüntüleme işlemi sırasında kullanılan, birbirinden bağımsız olarak düzenlenen raster/resim, vektör ve CAD nesnelerinden oluşur. TNTmips'te aynı alana ait pek çok katman ve nesne bir arada kullanılabilir. Ayrıca tek bir katman, birden fazla nesneden de oluşabilir (kırmızı, yeşil ve mavi bileşenlerinin tek bir raster olarak bir arada kullanılması gibi).

Mapping unit (haritalama birimi):

Harita üzerinde gösterilmesi istenen en küçük elemanın büyüklüğüne göre belirlenir. Buna göre, belirlenen alandan daha küçük olan elemanlar harita üzerinde gösterilmez. Mesela; haritalama birimi 20m x 20m olarak belirlendiğinde, alanı 400 m²'den küçük nesneler haritada yer almayacaktır.

Map projection (harita projeksiyonu):

Yuvarlak bir yüzeyi düzlem üzerinde gösterebilmeye yarayan matematiksel dönüşümdür. UTM, Enlem/Boylam, Gauss-Kruger yaygın olarak kullanılan projeksiyon sistemleridir.

Map scale (harita ölçeği):

Harita üzerindeki bir çizginin uzunluğu ile aynı çizginin yeryüzü üzerindeki uzunluğu arasındaki orandır (1:1.000.000 gibi).

MIPS:

MicrolImages, Inc tarafından geliştirilen Harita ve İmaj İşleme Sistemi. Map and Image Processing System'in baş harflerinden oluşan kısaltma.

TNT:

The New Thing (Yeni Şey)'in baş harflerinden oluşan kısaltma.

Multisensor images (çoklu sensör imajlar):

Farklı sensörler (algılayıcı araçlar) tarafından toplanan, aynı hücre büyüklüğüne sahip imajların karşılaştırılmasıyla oluşur. Mesela; 10-m'lik bir SPOT Pankromatik görüntü ile yeniden örneklenmiş bir Landsat TM görüntüsünü karşılaştırabilirsiniz, böylece bu iki görüntünün hücreleri tamamen birbiriyle örtüşür.

Multispectral images (çok bantlı imajlar):

Birden fazla bantta ya da dalga boyu aralığında elde edilen imajlardır. Genellikle her bir imaj aynı fiziksel alana ve ölçeğe sahiptir, ancak her biri farklı bantlarda yer alır. Landsat uydusundaki MSS ve TM sensörleri, eş zamanlı olarak çok bantlı imaj toplamaktadır.

Nadir:

Sensörün yeryüzü üzerindeki dikey izdüşümünün olduğu noktadır. Başka bir deyişle; sensörden dünyanın merkezine düz bir çizgi çizildiği düşünülürse, nadir noktası bu çizginin yeryüzünü kestiği nokta olarak açıklanabilir.

NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration):

Farklı spektral bantlarda 1,1 km x 1,1 km çözünürlüklü 5 farklı imaj sağlayan uydudur, genellikle meteorolojik amaçlarla kullanılır.

Normalized difference (normalleştirilmiş fark):

Landsat MSS görüntüsü ile kullanılması için geliştirilmiş bitki örtüsü indeksi ölçümleridir. Günümüzde bu bitki örtüsü indeksleri, gerekli bantlara sahip olan herhangi bir imajla kullanılabilir. Gerekli olan bantlar, kırmızı ve foto-kızıl ötesi bantlara çok benzer.

Object (nesne):

Raster, vektör, veritabanı ve metin biçimlerinde olabilen, bütünleşmiş ve düzenlenmiş veri parçasıdır.

Orthoimage:

Perspektif bozulmalarını ortadan kaldırmak için işleminden geçirilmiş hava fotoğrafları ve uydu görüntüleridir.

Orthophoto:

Taranmış, geometrik ve perspektif bozulmaları giderilmiş ve bir harita projeksiyonu ya da düz bir dikdörtgen form üzerine oturtulmuş, düzeltilmiş hava fotoğrafıdır.

Overlay (çakıştırma):

Vektör ya da CAD nesnelerinin şeffaf olarak bir imaj üzerine yerleştirilmesidir.

Panchromatic image (pankromatik imaj):

Görünür dalga boyu aralığında toplanan ve siyah-beyaz haline getirilen bir imajdır.

Photogrammetry (fotogrametri):

İmajlardan tamamen doğru ölçüler elde edilmesidir.

Photointerpretation (foto yorumlama):

Hava fotoğrafları üzerinde seçilen nesnelerin analiz edilmesi, ölçülmesi ve sınıflandırılmasıdır.

Picture element or pixel (resim elemanı ya da piksel):

Bir imajdaki en küçük elemandır.

Query (sorgu):

Bir veritabanından kayıtları seçmek için kullanılan öznitelik kriterlerine ilişkin ifadeler bütünüdür. Sorgulama sonucunda seçilen kayıtlara bağlanmış olan çizgi, poligon gibi mekansal elemanlar da seçilmiş olur.

Raster or raster object (resim ya da resim nesnesi):

İki boyutlu dizindeki bir veri tipini tanımlayan numaralarla ifade edilen resim nesnesidir. Her bir sayı, bir parametreyi simgeler. Resim nesneleri, TNT içerisinde RVC proje dosyası içinde tutulur.

Raster cell (raster hücresi):

Bir raster / resim nesnesinde, yeryüzündeki belirli bir alana denk gelen bir değerdir. Örneğin; bir raster hücre değeri, deniz altında belirli bir noktadaki yükseklik değeri olabilir.

Rectification (düzeltme / rektifikasyon):

Bir raster/resim ya da vektör nesnesindeki geometrik bozulmaların giderilmesidir. Bu işlem, genellikle resim ya da vektör nesnesinin üzerindeki elemanlar ve koordinatlar ile baz haritalar veya koordinatlı başka referans nesneleri üzerindeki elemanların eşleştirilmesi olarak da açıklanabilir.

Registration (koordinat eşleme):

Bir imajdaki elemanların başka bir imajdaki elemanlarla geometrik olarak eşleştirilmesidir.

Relief (rölyef / kabartma):

Bir raster nesnesinde, yüzeyin yüksek ve alçak kısımlarındaki yükseklik ve eğim farklılıklarını gösteren değerlerden oluşur. Çalışma alanının yüzeyinin yüksekliği ve eğimi hakkında bilgi verir.

Resample (yeniden örnekleme):

Daha büyük ya da küçük hücre değerlerine sahip bir raster nesnesi oluşturmak için, bir raster nesnesindeki hücre değerlerinin enterpolasyon yapılması için kullanılan bir işlemdir. TNTmips'te raster nesneleri, ölçeklerinin ya da yönlenmelerinin değiştirilmesi için yeniden örnekleme işleminden geçirilir.

Residual (sapma):

Jeoreferanslama işleminde seçilen modelin hesapladığı koordinat değeri ile kullanıcının girdiği değer arasındaki farktır.

Resolution (çözünürlük):

Bir raster/resim üzerindeki detay seviyesidir. Düşük çözünürlüğe sahip imajlarda küçük nesnelerin detayı bulunmaz. Yüksek çözünürlüklü imajlar ise fotoğraf kalitesine yakın bir niteliğe sahiptir ve küçük nesneler de detaylı olarak bu imajlarda görülebilir.

RGB (KYM):

Kırmızı, Yeşil ve Mavi. Kırmızı-yeşil-mavi renk modelinde, renkler bir küpün eksenleri olarak düşünülür. Buna göre eksenler kırmızı, yeşil ve maviden oluşur. KYM kombinasyonu, genellikle referans olarak doğal renkli imaj elde etmek istendiğinde kullanılır.

RVC file (RVC dosyası):

TNTmips'in dahili dosyası formatı. Raster/Vektör/CAD'in baş harflerinin kısaltması.

Slope (eğim):

Bir yüzeyin ne kadar dik olduğunu gösteren bir ölçüdür. Eğim, bir çizginin dikey izdüşümünün, çizginin yüzey üzerindeki yatay uzunluğuna bölünmesi ile elde edilir.

SPOT:

Fransız uydusudur (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre). İki adet SPOT uydusu bulunmaktadır. Bunlardan biri, tek bir pankromatik spektral bölgede 10-metre yüzey çözünürlüğüne sahip imajlar toplar; diğer uydu ise renkli kızıl ötesi haritalar için kullanılan üçlü spektral bölgede 20-metre çözünürlüklü imajlar toplar.

Subobject (alt nesne):

TNTmips'teki proje dosyalarında raster/resim, vektör, CAD gibi ana nesnelere bağlanmış olan alt bileşenlerdir. Alt nesneler, ana nesnenin bazı özelliklerine ilişkin veri içerirler. Örnekler: 1) nesne koordinat bilgisi; 2) raster nesneleri için renk haritası.

Supervised classification (eğitimli sınıflandırma):

Çok bantlı imajların otomatik olarak yorumlanmasında, kullanıcının alana ilişkin bilgileri doğrultusunda her bir özellik, sınıf ve arazi örtüsüne ilişkin örnekler belirlemesiyle gerçekleştirilen bir sınıflandırmadır. TNTmips, örnek olarak belirlenen noktaları analiz eder ve matematiksel karşılaştırma sonucunda tematik harita hazırlar.

Synthetic resolution (yapay çözünürlük):

Resim nesnelerinin yeniden örneklenmesi ya da farklı sensörlerden elde edilen imajların (SPOT pankromatik görüntüsü ile TM çok bantlı görüntü gibi) birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkan yeni nesnenin mekansal çözünürlüğüdür.

Table (tablo):

Bir veritabanı, kayıtların tutulduğu tablolardan oluşturulur. Tablolar ortak bir temaya ait farklı konuları içerirler. Mesela; bir toprak haritasına ait bir tabloda toprak tipleri, eğim durumu, arazi kullanımı gibi bilgiler tutulur.

Threshold (eşik):

Gri tonlu bir raster/resmi siyah-beyaz biçimine dönüştürürken kullanılan bir sınır değeridir. Örneğin; 256 renkli taranmış bir gri tonlu raster nesnesi için eşik değeri 180 olarak belirlendiğinde, hücre değeri 180'den büyük olan her bir hücre için 1, diğer hücreler için 0 değeri atanacaktır.

TIFF (Tag Image File Format):

Bir tür resim formatıdır.

TM:

Landsat uydusundaki algılayıcılardan biridir ve mavi dalga boyundan termal kızıl ötesine kadar olan aralıktaki spektral bantlarda 7 imaj depolamaktadır.

Topography (topoğrafya):

Dünya yüzeyini oluşturan yeryüzü şekilleridir. Örneğin; tek bir dağ ya da vadi bir topoğrafya elemanıdır.

USGS:

United States Geological Survey, ABD Jeolojik Araştırma kurumu.

UTM:

Universal Transverse Mercator harita projeksiyon sistemi.

Vector (vektör):

Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde kullanılan temel nesne tiplerinden biridir. Nokta, çizgi, poligon ana elemanlarından oluşur. Herhangi bir raster/resim nesnesi sayısallaştırıldığında elde edilen nesnedir.

Vector element (vektör elemanı):

Bir vektör nesnesi öznitelik bağlanabilecek üç tip ana elemandan oluşur :

- Noktalar, sadece bir koordinat değeri seti ile ifade edilen elemandır
- Çizgiler, eğri bir çizgi oluşturan koordinatlar dizisidir

- Poligonlar, bir alan oluşturan çizgiler bütünüdür

Düğüm Noktaları da vektör topolojisinin kurulabilmesi için gerekli dördüncü bir elemandır. Ek olarak vektör nesnelerinde etiketler bulunabilir.

Vegetation index (bitki örtüsü indeksi):

Standart işlemlerle çok bantlı resim nesnelerinden elde edilen çıktıdır. Sistem girdi olarak verilen bilgiyi kullanarak, hücre değerleri alanın biyofiziksel özelliklerini (ekili alan, nemlilik, yeşillik, vb.) gösteren resim nesnesini oluşturur.

2.2. Uydu Görüntülerinin Kullanıma Hazır Hale Getirilmesi

2.2.1. Ön İşlemler (Tarama, Veri Getirme)

Ön işlemler; verilerin dijital hale getirilmesi (tarama) ve daha sonra yazılım ortamına aktarılması (import) ile ilgili işlemleri içermektedir.

2.2.1.1. Harita Tarama-Sayısallaştırma

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve görüntü analizi yazılımları tamamen dijital ortamda veri üreten, depolayan ve yöneten bilgisayar programlarıdır. Bu sebeple bu programlarda kullanılacak verilerin dijital olması gerekmektedir.

Dijital veriler, nümerik rakamlar yoluyla ifade edilen, saklanan, işlem gören verilerdir. CBS ve Görüntü Analizi programlarında işlenecek olan verilerin bir kısmı dijital halde bize ulaşırken, bir kısmı da analog formdadır.

Analog bilgi bir fiziksel olay, durumla vb. ile ilgili parametrelerde meydana gelen değişimi göreceli olarak ve nümerik değerlere bağlı olmaksızın temsil eden bilgi depolama, analiz etme veya ölçme biçimidir.

Manuel olarak üretilmiş kağıt haritalar, baskılar, fotoğraflar analog verilerdir. Bu veriler fiziksel etkilere maruz kalabilir ve sonsuza kadar orijinal hali ile saklanmaları çoğunlukla mümkün değildir, ayrıca her kopyalamada kaliteleri düşer ve veri bozulur. Bu nedenle analog veriler eşdeğeri olan dijital verilere dönüştürülmektedir. Analog veriyi dijital (nümerik, sayısal) veriye dönüştürme işlemine **sayısallaştırma** denir.

CBS ve Görüntü Analizi işlemlerinde kullanılacak olan veri çok çeşitli kaynaklardan geliyor olabilir. Analog formdaki verilerin CBS ortamında görüntülenebilmesi ve analiz edilebilmesi için sayısallaştırılması gerekmektedir.

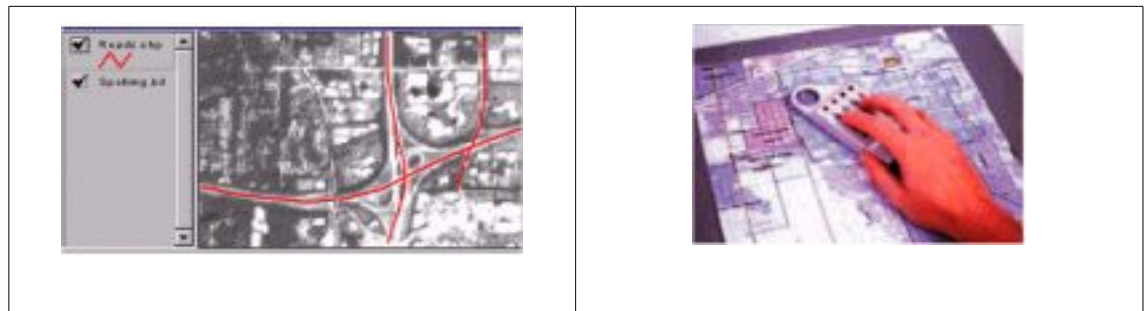
Sayısallaştırma yöntemleri kullanılan araçlara ve elde edilmek istenen ürüne göre çeşitlidir. Sayısallaştırma işlemi için başvurulacak başlıca yöntemler şunlardır:

Tarama sistemleri ile sayısallaştırma: Kağıt medyanın tarayıcı/scanner'dan geçirilmesidir. Bu yöntemle elde edilen veri raster formattadır.

A4 ve A0 tarayıcı



Sayısallaştırma masası ile sayısallaştırma: Sayısallaştırılacak olan pafta sayısallaştırma masasına yerleştirilir ve fareye benzeyen bir araç (cursor) yardımıyla pafta üzerindeki şekiller üzerinden geçilir. Sayısallaştırma masası ile sayısallaştırma, geçmiş senelerde yaygın olarak kullanılan ama, günümüzde hemen hemen terk edilmiş hassas olmayan bir yöntemdir.



Ekranda sayısallaştırma - manuel: Bir grafik, CAD veya CBS programında raster bir verinin üzerinde yaratılan grafik katmanda ekrana bakarak fare yardımıyla şekillerin üzerinden geçilir. Bu yöntemde kullanılacak referans verinin dijital olması gerekmektedir.

Ekranda sayısallaştırma - yarı otomatik: Manuel ekranda sayısallaştırmadan farklı olarak çizgisel elemanların sayısallaştırılması kısmen kullanıcı kısmen program tarafından yapılır. Bu yöntem interaktif çizgi takibi olarak da bilinmektedir.

Otomatik sayısallaştırma: Raster verideki şekillerin tamamen otomatik olarak sayısallaştırılmasıdır. İşlem parametreleri tanımlandıktan sonra referans raster işleme konur ve sayısallaştırılmış vektör formatta veri elde edilir. Bu veri bir miktar hata içerebilir ve son halini alması için vektör düzenleme işlemleri yapılmalıdır.

2.2.1.2. Veri Getirme / Import

Daha önce de sözünü ettiğimiz gibi, CBS ve Görüntü Analizi işlemlerinde kullanılacak olan veri çok çeşitli kaynaklardan geliyor olabilir. Bu veriler üretildikleri ortama bağlı olarak farklı formatlardadır.

Format bir sistemin veri dosyalarını bilgisayar ortamında tutma biçimidir. Bir dosyanın formatı dosya isminden sonra gelen uzantı ile ifade edilir (notlarım.doc gibi).

CBS ve görüntü analizinde kullanılan çok sayıda yazılım bulunmaktadır ve bunların her biri verilerini kendilerine özgü belli formatlarda tutarlar. Bu sistemler bazı harici formatları destekleyebilir, ancak çoğu zaman dış kaynaklardan gelen verilerin o ortamda açılabilmesi ve işlenebilmesi için sistemin kendi formatına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işleme veri getirme ya da import etme denilmektedir.

Import işlemi, raster değerlerin, vektör koordinat ve veri tabanlarının orijinal formatından diğer sistemin okuyabileceği yapıya çözülmesi işlemini içerir.

2.2.2. Görüntü Düzeltme

Uzaktan Algılama sistemleri daha hassas, daha kaliteli ve doğru bilgi elde etmek üzere sürekli olarak gelişmektedir. Ancak dünya yüzeyi mekansal çözünürlük, spektral çözünürlük, radyometrik çözünürlük gibi kısıtları olan günümüz uzaktan algılama aygıtları için hala çok karmaşıktır. Bu yüzden uzaktan algılama ile veri elde etme

işleminde hataların da sürece katılması ve veri kalitesinin düşmesi kaçınılmazdır. Bu durum görüntü üzerinde yapılan analizlerin doğruluğunu da etkilemektedir.

Daha hassas ve doğru sonuçlara ulaşabilmek için, uydu görüntüsünün analiz edilmeye başlanmadan önce, ön işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir.

İdeal bir koşulda, uzaktan algılama sisteminin bir materyal için değişik bantlarda ölçtüğü ve kaydettiği elektromanyetik enerjinin yeryüzünde söz konusu materyalin verdiği enerji ile eşit değerde olması beklenirdi. Ancak hata, veri toplama sürecine çeşitli şekillerde girerek, ölçülen değerle gerçek değer arasında farklılıklar oluşmasına sebep olmaktadır.

Örneğin; sensör sistemindeki bir detektörün çalışmaması ya da hatalı çalışması yanlış değerler ölçülmesine sebep olur. Algılanan nesne ile sensör arasındaki atmosferik etkiler yüzünden ölçülen değer asıl değeri göstermeyebilir ve bu görüntüde kirliliğe (noise) sebep olur, vb.

Uydu görüntülerinin içerdiği hatalar temel olarak iki başlıkta incelenir: **Radyometrik Hatalar** ve **Geometrik Hatalar**.

2.2.2.1. Radyometrik Düzeltme

Radyometrik düzeltme, uydu görüntülerinde bulunan radyometrik hataların düzeltilmesi ile ilgili işlemleri içerir. Radyometrik hatalar iki ana başlık altında incelenir: **Sensör sistemi hataları** ve **çevresel kaynaklı hatalar**.

Sensör Sistemi Hataları:

Uydu sensöründe bulunan detektörlerin düzgün çalışmaması, görüntüde radyometrik hataya sebep olur. Örneğin Landsat MSS uydusunun 6 detektöründen biri bozulursa, bu görüntüde altı satırda bir siyah, yani sıfır değerli hücreler oluşur. Detektörün düzgün çalışmadığı durumlarda ise bu satırdaki değerler normalden daha yüksek veya daha alçak çıkabilirler.

Bazen de hata detektörlerin zaman zaman düzensiz çalışması yüzünden görüntü üzerinde rasgele yayılmış olabilir. Sensör sistemi hatalarını tamamen gidermek mümkün değildir, çünkü kaydedilmeyen verinin yerine aslı konamaz. Ancak, bu hatalı piksellerin yeri komşu satır ve piksel değerlerinin ortalamasını ve/veya diğer bantlarda

bu satırlara denk gelen satır değerlerinin ortalamasını kullanan hesaplama yöntemleriyle doldurulabilir.

Çevresel Kaynaklı Hatalar:

Uzaktan algılama sistemi düzgün olarak çalışıyor olsa bile görüntüde çevresel etkenler yüzünden radyometrik hatalar oluşabilir. Bu hatalar **atmosferik** ya da **topoğrafik** etkenler yüzünden oluşan hatalardır.

Atmosferik Hatalar:

Elektromanyetik enerji yeryüzüne önce uzay sonra atmosfer ortamından geçerek gelir. Daha sonra bu enerji önce atmosfer sonra uzay ortamından geçerek uydunun sensörlerine ulaşır. Bu yolculuk esnasında enerji uzay boşluğunda hiçbir değişikliğe uğramazken, atmosfer ortamında sapma ve emilme etkileri ile karşılaşır. Bu iki tür enerji kaybından meydana gelen hataya atmosferik hata adı verilir.

Atmosferde sapma ve emilme etkilerine toz, sis gibi parçacıl materyaller sebep olur. Bulut etkisi atmosferik hataların dışında tutulmalıdır, çünkü bulut etkisini giderilebilir bir hatadan çok veri kaybı olarak tanımlamak daha doğrudur. Bulut, altında kalan yeryüzü parçasını kapatarak yeryüzünden gelen yansımaları tamamen engeller. Bulut etkisi yüzünden meydana gelen veri kaybını gidermek mümkün değildir.

Atmosferik etkiye maruz kalmış bir görüntüdeki değerler, görüntünün alındığı zaman ve koşullarda yeryüzünde spektro radyometre ile yapılan ölçüm değerleri ile karşılaştırıldığında görüntüdeki değerlerin daha yüksek olduğu görülecektir. Çünkü sis, toz gibi etkiler görüntünün olduğundan açık renkte görünmesine sebep olur.

Atmosferik hatanın yüksek olduğu durumlarda bant oranlamaları, sınıflandırma işlemleri spektro radyometre uyumlu çalışmalar, olumsuz yönde etkilenecektir. Atmosferik hataları düzeltmenin bir çok yöntemi vardır ancak, atmosferi modellemek çok zor olduğundan kesin sonuçlar elde etmek zordur.

Spektro radyometre: Işık enerjisinin dalga boyu uzunluğunu nanometre hassasiyetinde ölçebilen bir araçtır. Bu araç genellikle yeryüzünde ölçüm yapmak ve görüntü elde etme sistemlerini (fotoğraf makinesi, vb.) ve uzaktan algılama sistemlerinin sensörlerini kalibre etmekte kullanılır.

Topoğrafik Hatalar:

Topoğrafik eğim ve bakı durumu, bazı alanlarda piksel değerlerinin olduğundan daha farklı algılanmasına sebep olur. Bu alanlar topografya sebebiyle tamamen gölge altında kalmış olabilir ve bu yüzden olduğundan düşük değerlerde yansıma verirler. Topografyadan kaynaklanan radyometrik hataların giderilmesinde bant oranlarından elde edilen katsayılara dayanan düzeltme yöntemleri kullanılır. Bir diğer yöntem de çalışma alanının Sayısal Arazi Modeli yardımı ile gölge alanlarını tespit etmektir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan uydu görüntülerinin hemen hepsinde sensör sistemi hatalarını gidermek için yapılan radyometrik düzeltmeler yer istasyonlarında gerçekleştirilmektedir, yani görüntüler kullanıcıya sensör kaynaklı radyometrik hataları düzeltilmiş olarak ulaşmaktadır. Çevresel etkenlere bağlı olarak meydana gelen atmosferik ve topoğrafik hataların giderilmesi kullanıcının kontrolündedir.

2.2.2.2. Geometrik Düzeltme

Radyometrik düzeltmeleri takip eden aşama geometrik düzeltmedir.

Uydu görüntüsü hem sistematik, hem de sistematik olmayan geometrik hatalar içerir. Bu hataların bir kısmı uydu platformu ve sensörle ilgili bilinen parametrelere dayanarak düzeltilir, bir kısmı da belli miktarda yer kontrol noktasının yardımı olmadan düzeltilmeyecek türden hatalardır.

Yer Kontrol Noktası, görüntü ya da raster veriyi tanımlanan projeksiyon veya koordinat sisteminde doğru biçimde konumlandırmaya yarayan noktalardır. Bu noktalar kullanıcı tarafından manuel olarak belirlenir. Bir yer kontrol noktasında hem o noktanın görüntüdeki satır/sütun değerleri hem de koordinat sistemindeki x/y değerleri bilinmektedir. Yer kontrol noktası sayesinde satır/sütun değerleri koordinat değerlerine eşlenir.

Jeoreferanslama (Koordinatlandırma), uydu görüntülerini ya da raster verileri yer kontrol noktaları yardımıyla seçilen koordinat sistemi ve harita projeksiyonuna göre doğru konumuna getirme işlemidir. Jeoreferanslama, daha çok CBS yazılımlarında kullanılan bir terimdir ve tanımlanan projeksiyon sistemine göre yer kontrol noktalarının toplanması ve bu bilginin nesne jeoreferansı olarak kaydedilmesi işlemlerini kapsar.

Harita projeksiyonu, yuvarlak bir yüzeyi düzlem üzerinde gösterebilmeye yarayan matematiksel dönüşümdür. Çok sayıda harita projeksiyon sistemi vardır (UTM, Gauss-

Kruger, Coğrafi vb.) Ancak küre ya da elipsoidden düzleme dönüşüm hatasız olarak gerçekleştirilemez.

Bir haritanın “alan, şekil, ölçek, yön” gibi karakteristik özellikleri vardır. Harita projeksiyonu denen bu matematiksel dönüşüm formülleri alan, şekil, ölçek, yön özelliklerinden biri veya birkaçında başarılı sonuçlar verirken geriye kalan özellikleri doğru biçimde dönüştüremezler. Bu sebeple hangi özellik daha önemli ise Harita Projeksiyon Sistemi ona göre seçilmelidir.

Koordinat Sistemi, dünya üzerinde konum belirtmeye yarayan bir referans sistemidir. Koordinat sistemi bir harita projeksiyonuna bağlı olabildiği gibi, bağımsız bir referans sistemi de olabilir. Yeryüzünde herhangi bir noktanın konumunu tanımlanan koordinat sisteminin x ve y değerlerine göre belirtilir.

Sensör parametrelerine dayanarak düzeltilebilen hatalar; yeryüzünün sensör tarafından taranması esnasında dünyanın dönüş hareketinden kaynaklanan **kayma hatası**, **panoramik bozukluklar**, dünya yuvarlaklığından kaynaklanan **perspektif geometri** gibi hatalardır.

Sistematik olmayan ve düzeltilebilmesi için yer kontrol noktalarına ihtiyaç duyulan hatalar ise sensör sisteminin hareketi ve yüksekliğinde meydana gelen değişikliklere bağlı olan hatalardır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan LANDSAT, SPOT, IRS, vb. uydu görüntüleri kullanıcıya sistematik olan geometrik hataları düzeltilmiş olarak ulaşmaktadır. Ancak, kullanıcı özel bir talepte bulunmadığı takdirde görüntüler sistematik olmayan hataları düzeltilmeden gönderilir.

Kullanıcıya ulaşan böyle bir görüntünün, coğrafi olarak doğru olduğu kabul edilen başka verilerle karşılaştırıldığında tam olarak bulunması gereken konumda olmadığı yani kaymış olduğu ve görüntü hassas biçimde incelendiğinde bazı geometrik bozuklukların (distorsiyon) bulunduğu görülecektir.

Yer bilimciler, sistematik olmayan geometrik hataları düzeltmek için üç tür jeoreferanslama yöntemi uygulamaktadır. Bunlar; haritadan görüntüye jeoreferanslama, GPS yoluyla jeoreferanslama ve görüntüden görüntüye jeoreferanslamadır.

Haritadan-Görüntüye Jeoreferanslama

Bir görüntünün geometrisini düzlemsel hale getirmeyi amaçlamaktadır. Eğer bir çalışmada görüntünün alan, mesafe ve yön ölçütlerinin hassas olması isteniyorsa o görüntünün bir haritaya göre jeoreferanslanması gerekmektedir.

Haritadan-Görüntüye Jeoreferanslama görüntüde satır ve sütun numaraları ile belirtilen bir noktanın, haritada o noktaya tekabül eden ve belli bir Projeksiyon sistemindeki x, y değerleri ile ifade edilen nokta ile ilişkilendirilmesi şeklinde yapılır. Bu noktaya Yer Kontrol Noktası adı verilir.

GPS Yoluyla - bilinen nokta koordinatları ile Jeoreferanslama

Bir görüntünün jeoreferanslanması için gereken yer kontrol noktaları her zaman topoğrafik ve benzeri koordinatlı haritalardan toplanmak zorunda değildir. Bunun yerine GPS sistemleri ile araziden toplanan yer kontrol noktaları da kullanılabilir. Günümüzde çeşitli tip ve hassasiyette GPS sistemleri kullanılmaktadır. Görüntünün jeoreferanslanmasında beklenen hassasiyeti sağlayacak uygun bir sistem seçilmelidir. GPS yoluyla Jeoreferanslama, özellikle yeterli nitelikte haritalanmamış ya da hiç haritalanmamış arazilerde veya haritaların güncelliğini yitirmiş olduğu alanlarda kullanılan etkili bir yöntemdir.

Görüntüden-Görüntüye Jeoreferanslama

Aynı alana ait iki görüntünün, aynı yüzey elemanlarının her iki görüntüde de aynı konuma gelecek şekilde birbiri ile eşlenmesidir. Bu tür geometrik düzeltme işlemi genellikle bir harita projeksiyon sistemine ve yer koordinatlarına ihtiyaç duyulmadığı durumlarda yapılır. Örneğin; amaç sadece elimizde bulunan ve aynı alana ait iki farklı tipte görüntüyü birlikte kullanılabilir hale getirebilmekse, bu görüntüleri projeksiyon sistemi ve diğer verilerden bağımsız olarak ve sadece birbiri ile ilişkili olacak şekilde jeoreferanslayabiliriz.

Bunun yanında, haritadan görüntüye ve görüntüden görüntüye jeoreferanslamanın bir arada yapıldığı hibrid yöntemden söz etmek gerekir.

Örneğin; 2001 tarihli ve topoğrafik haritaya göre rektifiye (resample) edilmiş bir Landsat TM görüntüsünü referans görüntü olarak kullanmak suretiyle 2002 tarihli aynı alana ait başka bir Landsat görüntüsünün geometrik olarak düzeltilmesi hibrid tekniktir. Böylece Landsat 2001 görüntüsü görüntüden-görüntüye jeoreferanslandığı halde bir topoğrafik haritadan gelen projeksiyon sistemi ve koordinatlara sahip olabilmektedir.

Geometrik Rektifikasyon

Farklı coğrafi verilerin kullanıldığı çalışmalarda, görüntülerin düzlemsel haritalarla (örneğin: HGK topoğrafik haritaları) uyumlu olmasında fayda vardır. Ham haldeki uydu görüntüleri belli bir projeksiyon veya koordinat sistemine göre konumlandırılmamıştır, ya da yeterli hassasiyette konumlandırılmamıştır. Ayrıca ham görüntüler geometrik bozukluklar (distorsiyon) içermektedir. Bu bozukluklar daha önce sözü edilen sensör düzleminin yükselmesi-alçalması, bir tarafa doğru eğilmesi, lens distorsiyonu, dünyanın yuvarlaklığı ve arazinin engebeli yapısı gibi sistematik olmayan sebeplerle meydana gelir. Sonuç olarak ham görüntülerin geometrisinin harita doğruluğuna sahip olmadığı bir gerçektir. Ancak bu görüntüler sırasıyla jeoreferanslama ve rektifikasyon işlemlerinden doğru biçimde geçirildiğinde, geometrik bozulmalardan önemli biçimde arınmış olur, bunun yanı sıra orijinal haritaların projeksiyon ve koordinat sistemine uygun hale gelir.

Rektifikasyon işlemi, görüntünün jeoreferans bilgisini sağlayan yer kontrol noktalarını kullanarak, görüntünün geometrisini değiştirir, yani rektifiye eder. Kullanılan geometrik dönüşüm modeline bağlı olarak, rektifikasyon işlemi görüntüdeki geometrik hataları kısmen ya da tamamen giderebilir. Rektifikasyon işleminin başarılı olabilmesi için yer kontrol noktaları hassas biçimde yerleştirilmeli, kullanılacak dönüşüm modelinin gerek duyduğu sayıda ya da daha fazla olmalı, görüntü üzerine homojen olarak dağılmalıdır. Rektifikasyon işlemi sonucunda oluşacak yeni görüntünün doğruluğu yer kontrol noktalarının hassasiyetine, sayısına ve dağılımına bağlıdır.

Uydunun hareket ve yüksekliğinden kaynaklanan ve sistematik olmayan geometrik hataların düzeltilmesi için yer kontrol noktalarının gerekliliğinden bahsetmiştik. Yer kontrol noktaları yardımıyla görüntü ve harita koordinatları arasında matematiksel bir ilişki kurularak görüntüdeki geometrik hatalar modellenmektedir.

Modellemede kullanılan matematiksel formüller düzlemsel ya da polinomsal denklemlerdir.

Örnek: 2 sıralı polinom denklemi:

$$x' = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy$$

$$y' = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4y^2 + b_5xy$$

Bu denklemde 6 katsayı kullanılmaktadır ve hesaplamalar için minimum 6 yer kontrol noktası gerekmektedir.

Affine için: en az 3

2 sıralı polinom için: en az 6

3 sıralı polinom için: en az 10

4 sıralı polinom için: en az 15 yer kontrol noktası gerekmektedir.

Bir de yer kontrol noktasını irdeleyelim. Önce görüntüde iki yolun kesişimi gibi belirgin bir nokta tespit ederiz. Bu nokta için bir referans haritadan ölçülen ya da GPS ile tespit edilen yer koordinatlarına da x ve y diyelim. Bu nokta ve toplanan diğer yer kontrol noktalarının hepsi matematiksel modelin katsayılarını oluşturmakta kullanılır. Katsayılar belirlendikten sonra, her bir yer kontrol noktası bu matematiksel fonksiyonda yerine konarak önerilen x' ve y' koordinatları bulunur. İdeal bir durumda ölçülen x , y koordinatlarının, formülün önerdiği x' , y' koordinatlarına eşit olması beklenirdi. Ama geometrik hatalar içeren bir görüntü için bu mümkün değildir. Ölçülen koordinat değerleri ile modelin önerdiği koordinat değerleri arasındaki bu farka *RMS hatası* (Root Mean Square Error - Karesel Ortalama Hata) denir.

RMS hatası bir görüntüdeki geometrik hatanın ne ölçüde olduğunu anlamamıza yardımcı olur. RMS hatasını bulmak için kullanılan denklem aşağıdaki gibidir:

$$\text{RMS hatası} = \sqrt{(x' - x_{or})^2 + (y' - y_{or})^2}$$

Her bir yer kontrol noktasının RMS hatasının aritmetik ortalaması tüm görüntünün RMS hatasını verir.

Bir görüntüdeki RMS hataları için belli bir eşik tespit edilebilir. Bu eşik değerini aşan yer kontrol noktaları bir kez daha değerlendirilmelidir. Normalin üzerinde RMS hatasına sahip olan bir nokta denklem katsayılarını bir ölçüde değiştirmekte ve diğer noktalardaki hataların artmasına sebep olabilmektedir. Genellikle bu tür noktaların silinmesi tavsiye edilir.

Kabul edilebilir düzeyde RMS hatasına ulaşıldığı zaman rektifikasyon işlemine geçilebilir. Rektifikasyon işlemi ile Geometrik Düzeltme prosedürü tamamlanmış olacaktır.

Geometrik Rektifikasyon işlemi geometrik olarak hatalı olan orijinal görüntüdeki piksel değerlerinin geometrik olarak düzeltilmiş olan boş raster veriye aktarılmasından oluşan ve iki aşamada gerçekleştirilen bir işlemdir.

A- Mekansal Enterpolasyon: İlk aşama geometrik olarak düzeltilmiş boş bir raster oluşturulmasıdır. Yani, her bir pikselin enterpolasyon ya da modelleme yöntemleri ile yeni bir rasterda yerine yerleştirilmesi ya da rektifiye edilmesi işlemidir. Bir başka deyişle, düzeltilmiş x' ve y' koordinatları bulunan boş bir raster gridi oluşturulur. Toplanan kontrol noktalarına göre geometrik olarak doğru x ve y koordinatlarına sahip olan rasterin oluşturulması için yukarıda bahsettiğimiz geometrik modelleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlar affine, parçalı (piecewise) affine, 2 sıralı polinom, 3 sıralı polinom vb. gibi yöntemlerdir. Özellikle söz konusu olan uydu görüntüleri için ise düşük dereceli polinom metotları kullanılır. Bunun sebebi yüksek dereceli polinom metotlarının yerel kayma hataları gösterebilmesidir. Uydu görüntüleri için kullanılan en yaygın geometrik modelleme yöntemi 2 sıralı polinomdur.

B- Radyometrik Enterpolasyon: İkinci ve son aşama geometrik olarak düzeltilmiş olan yeni raster verinin boş hücrelerine, orijinal görüntüden gelen piksel değerlerinin belli metotlara göre hesaplanarak yerleştirilmesidir.

Bu metotlara yeniden örnekleme metotları denilmektedir. Başlıca üç yeniden örnekleme metodu bulunmaktadır. Bunlar; en yakın komşu (nearest-neighbor), bilineer enterpolasyon ve kübik sarmal metotlarıdır. En yakın komşu metodu işlemsel olarak daha basit olup, orijinal piksel değerlerini yeni raster veriye değiştirmeden taşımaktadır. Bu sebeplerle uydu görüntüleri söz konusu olduğunda diğer yöntemlere oranla daha çok tercih edilmektedir. Bilineer enterpolasyon ve kübik sarmal metotları işlemsel olarak daha karmaşık olup, orijinal piksel değerlerini değiştirmektedir. Bu yöntemlerin en yakın komşu metoduna göre avantajı, daha yumuşak (smooth) bir sonuç vermesidir.

2.2.3. Görüntü Zenginleştirme

Görüntü zenginleştirme algoritmaları, uzaktan algılama yoluyla elde edilen görüntülere uygulanan görsel ve işlevsel amaçlı iyileştirme yöntemleridir.

Bildiğimiz gibi uydu görüntüleri bantlardan oluşmaktadır. Bu bantların her biri belli spektral aralıklarda enerji kaydetmektedir. Ancak bantlardan bilgi elde etmek istediğimizde onları ham halde ya da tek tek kullanmak, yapacağımız görsel

yorumlamayı ya da analizleri zorlaştırır. Uydu görüntülerinden daha verimli biçimde bir sonuç elde etmek istiyorsak öncelikle bantların görsel özelliklerini iyileştirmeli ve daha iyi yorumlanabilir hale getirmeliyiz. Görüntü zenginleştirmenin bir diğer yolu da bantları tek tek değil de birleştirerek kullanmaktır. Böylece birkaç bantta bulunan farklı bilgiler bir araya gelir ve içerik bakımından daha zengin bir veri elde edilir.

Görüntü Zenginleştirme işlemleri sadece görüntünün görsel niteliğini iyileştirmek için yapılabilir ya da görüntü işleme programında daha iyi analiz sonuçları elde etmek için yapılır.

Görüntü zenginleştirme işlemlerini tek bant ya da çok bant üzerinde gerçekleştirilmesine göre ikiye ayırırız.

Görüntü Zenginleştirme (Tek bantlı)

Spektral

Mekansal

Görüntü Zenginleştirme (Çok Bantlı)

Aritmetik Operasyonlar

Temel Bileşenler Analizi (PCA - Principal Components Analysis)

Yoğunluk – Şiddet – Doygunluk Dönüşümleri (IHS - Intensity Hue Saturation)

İndeksler

2.2.3.1. Tek Bantlı Görüntü Zenginleştirme

Spektral (Kontrast) İyileştirme

Uydu sensörleri, dünya yüzeyine ulaşp yansıyan veya dünya yüzeyinden yayılan enerjiyi kaydeder. Dünya yüzeyindeki bir materyal belli bir dalga aralığında yüksek enerji verirken, aynı dalga aralığında başka bir materyalin düşük enerji vermesi, görüntüde bu iki materyal arasında kontrast farkı bulunduğu anlamına gelir. Ancak, yeryüzünde materyaller çoğunlukla birbirine yakın miktarlarda enerji verirler, bu yüzden de uydu görüntülerinde orijinal piksel değerleri genellikle dar bir aralıkta toplanmıştır. Birbirine yakın ve az sayıda değerle görüntülenen bir nesne için düşük kontrasttan söz edilir. Kontrast iyileştirme konusunu daha iyi anlatabilmek için yeri geldikçe raster histogramı, dönüşüm eğrisi, girdi-çıkı histogramı gibi bazı temel terimleri açıklamak gerekir.

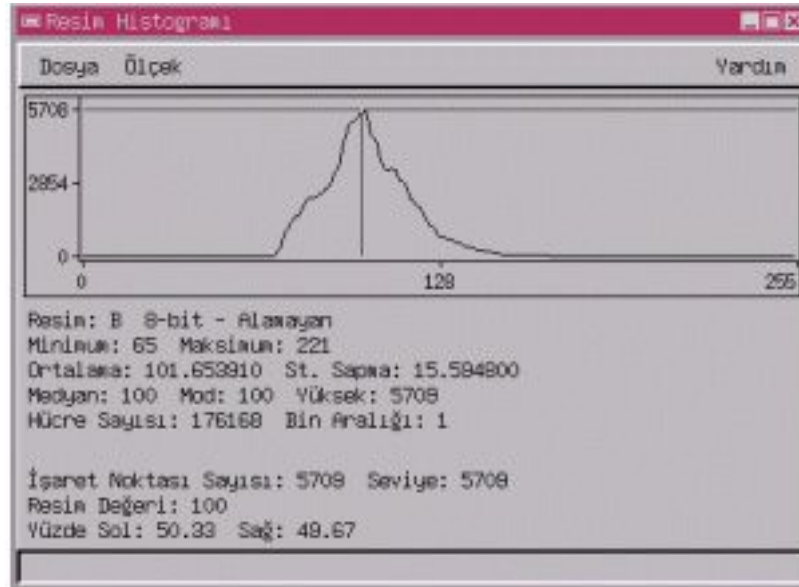
Kontrast: Bir görüntüde açık ve koyu tonlar arasındaki farklılığın miktarı olarak tanımlanabilir.

Histogram: Bir değerler setinde her bir değer o set içinde kaç kere tekrar ettiğini gösteren grafikdir.

Resim histogramı: Bir raster veride her bir piksel değerinden kaç adet bulunduğunu gösterir grafikdir. Bu grafiğin bir eksenini değer aralığını gösterir, diğer eksen ise rasterda bu değerlerin her birinden kaç tane bulunduğunu gösterir.

Hücre değerleri 65 ile 221 arasında değişen Landsat TM mavi bandının bir parçasının histogramı ve histogramın tablosal açılımını aşağıda görebilirsiniz.

Histogram



Histogram Açılımı

H. Değeri	Sayı	Alan	H. Değeri	Sayı	Alan	H. Değeri	Sayı	Alan	H. Değeri	Sayı	Alan	H. Değeri	Sayı	Alan
65	1	807.4432	95	5131	4142991.1349	125	1186	957627.6527	155	65	52483.8090	185	10	8074.4321
66	2	1614.8864	96	5234	4226157.7860	126	1014	818747.4198	156	54	43601.9336	186	4	3229.7729
67	9	7266.9889	97	5224	4218083.3538	127	832	671792.7547	157	47	37949.8311	187	4	3229.7729
68	28	22608.4100	98	5404	4363423.1325	128	772	623346.1618	158	59	47639.1497	188	3	2422.3296
69	95	76707.1054	99	5559	4488576.8308	129	767	619308.9457	159	50	40372.1607	189	2	1614.8864
70	273	220431.9976	100	5709	4609693.3130	130	727	587011.2171	160	59	47639.1497	190	3	2422.3296
71	503	406143.9370	101	5632	4547520.1855	131	644	519993.4303	161	42	33912.6150	191	5	4037.2161
72	861	695208.6079	102	5135	4146220.9077	132	631	509496.6685	162	41	33105.1718	192	2	1614.8864
73	1013	817939.9765	103	4759	3842622.2590	133	572	461857.5188	163	33	26645.6261	193	1	807.4432
74	1303	1052098.5088	104	4597	3711816.4582	134	547	441671.4385	164	36	29067.9557	194	2	1614.8864
75	1342	1083588.7942	105	4332	3497844.0063	135	493	398069.5049	165	35	28260.5125	195	1	807.4432
76	1545	1247499.7668	106	3973	3207971.8922	136	451	364156.8899	166	33	26645.6261	196	4	3229.7729
77	1571	1268493.2904	107	3552	2868038.2988	137	400	322977.2859	167	26	20993.5236	197	2	1614.8864
78	1753	1415447.9555	108	3392	2738847.3844	138	365	294716.7734	168	18	14533.9779	198	1	807.4432
79	1995	1610849.2134	109	3352	2706549.6558	139	310	250307.3966	169	22	17763.7507	199	2	1614.8864
80	2207	1782027.1749	110	3429	2768722.7834	140	321	259189.2719	170	23	18571.1939	200	2	1614.8864
81	2281	1841777.9728	111	3399	2744499.4869	141	250	201860.8037	171	20	16148.8643	201	1	807.4432
82	2290	1849044.9618	112	3342	2698475.2237	142	271	218817.1112	172	17	13726.5347	202	1	807.4432
83	2330	1881342.6904	113	3007	2427981.7467	143	236	190556.5987	173	17	13726.5347	203	1	807.4432
84	2363	1907988.3164	114	2919	2356926.7438	144	206	166333.3022	174	18	14533.9779	204	1	807.4432
85	2492	2012148.4912	115	2873	2319784.3560	145	186	150184.4379	175	15	12111.6482	206	2	1614.8864
86	2549	2058172.7544	116	2597	2096930.0287	146	164	132420.6872	176	10	8074.4321	207	1	807.4432
87	2663	2150221.2809	117	2226	1797368.5960	147	131	105775.0611	177	11	8881.8754	208	4	3229.7729
88	2711	2188978.5552	118	2181	1761033.6514	148	105	84781.5375	178	12	9689.3186	213	2	1614.8864
89	2995	2418292.4282	119	2002	1616501.3159	149	102	82359.2079	179	12	9689.3186	214	1	807.4432
90	3234	2611271.3565	120	1924	1553520.7452	150	83	67017.7868	180	12	9689.3186	216	1	807.4432
91	3349	2704127.3262	121	1791	1446130.7976	151	92	74284.7758	181	12	9689.3186	221	1	807.4432
92	3720	3003688.7589	122	1565	1263648.6311	152	73	58943.3547	182	8	6459.5457			
93	4271	3448589.9702	123	1339	1081166.4645	153	57	46024.2632	183	4	3229.7729			
94	4652	3756225.8350	124	1250	1009304.0184	154	67	54098.6954	184	8	6459.5457			

Bu görüntüdeki minimum piksel değeri 65, maksimum piksel değeri 221 dir. Yani görüntüde 0-255 arasındaki mümkün olan değerlerin tümü değil 156 tanesi kullanılmaktadır. Görüntünün histogramı incelendiğinde ise, kullanılan değerlerin yoğun olarak 70-145 aralığında toplandığı görülecektir.

Orijinal piksel değerlerinin kontrast iyileştirme yapılmadan bire bir görüntülendiği düşünülürse, görüntüleme için kullanılan ton değerleri 65-221 arasında olacaktır. Bu mümkün olan tüm tonların ancak bir kısmının kullanıldığı anlamına gelir. Çünkü 65'nin altındaki ve 221'in üstündeki tonlar görüntülemeye kullanılmamaktadır, yani boşa gitmektedir.

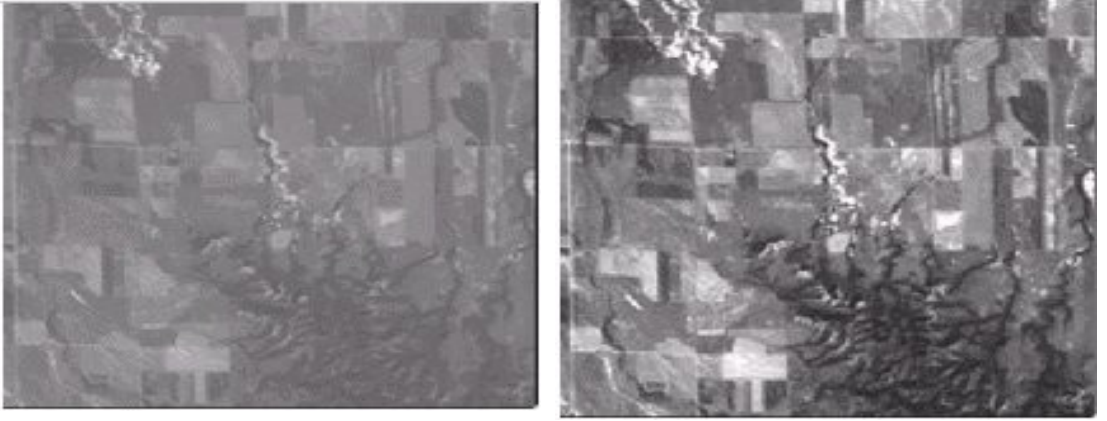
Ayrıca, orijinal piksel değerleri yoğun olarak 70-145 gibi dar bir aralıkta toplandığından, görüntüde bulunan materyallerin büyük bir kısmı mümkün olan tonların yalnızca üçte biri kadar bir aralıkta görüntülenmiş olacaktır, bu da görüntüde düşük kontrast anlamına gelir.

Materyaller arasındaki ton farkı az olduğundan, böyle bir görüntüyü görsel olarak yorumlamak ve analiz etmek zordur. Bu yüzden görüntüye kontrast iyileştirme uygulamak gerekmektedir.

Kontrast iyileştirme aslında iki işlevli bir iyileştirmedir. Bu işlevlerden birincisi kontrast iyileştirmede kullanılan metotla ilgilidir. Yani orijinal piksel değerlerinin görüntülenen piksel değerlerine daha farklı biçimlerde dağılımını sağlayan metodun ne olduğudur çünkü, her bir metodun görüntülenen nesne üzerinde farklı bir etkisi vardır. Bu metot doğrusal metot, histogram eşitleme, normalizasyon, logaritmik vb. olabilir.

Kontrast iyileştirmenin ikinci işlevi ise, görüntülenecek nesne histogramının ne kadar genişletildiği ile ilgilidir. Yani görüntülenmek üzere minimum ve maksimum değerlerle belirtilen kullanıcı tanımlı aralığın boyutlarıdır. Bu aralık daha iyi görüntülenirken, bu aralığın alt ve üst sınırında kalan değerler görüntülenmeyecektir.

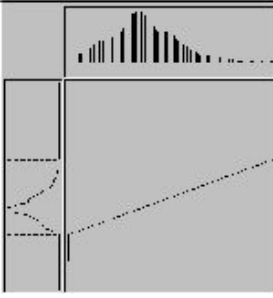
Aşağıda uydu görüntüsünden kesilmiş bir parçayı orijinal haliyle ve kontrast iyileştirmeden geçirilmiş haliyle görebilirsiniz.



Dijital ortamdaki bir uydu görüntüsünün kontrastını iyileştirmek görüntüleme cihazının (genellikle CRT monitör) elverdiği kontrast aralığının tümünü kullanılır hale getirmeyi amaçlamaktadır. Kontrast iyileştirme, uydu görüntüsünde dar aralıkta toplanmış piksel değerlerinin belli metotlara göre yeniden düzenlenmesi ve görüntüleme için daha büyük bir aralığa genişletilmesi-streç edilmesi suretiyle yapılır. Kontrast iyileştirme için doğrusal ve doğrusal olmayan metotlar kullanılır.

Not: Günümüzde yaygın olarak kullanılan monitörler ve ekran kartları 24bit true color modunda 16777216 renk-ton görüntülemeye izin verebilmektedir.

Doğrusal Kontrast İyileştirme



Doğrusal kontrast iyileştirme metodunda orijinal görüntü değerleri ile görüntülenen değer arasında doğrusal bir ilişki kurulur.

Doğrusal Kontrast İyileştirme en iyi sonucu görüntü histogramının Gaus dağılım gösterdiği durumlarda verir.

Not: İdeal bir Gaus histogram, değerlerin tek modlu bir aralıkta bulunduğu ve modun her iki yanında simetrik biçimde dağılmış olduğu histogramdır.

Görüntüde birbirine yakın yansıma değerleri veren materyaller bulunmakta ise, histogram gaus ya da gausa benzer olacaktır. Bu görüntüler için doğrusal kontrast uygulanabilir. Ancak, kara ve su gibi farklı materyallerin aynı görüntüde bulunması gibi durumlarda, gaus olmayan bir histogramla karşılaşmak olasıdır.

Doğrusal Kontrast iyileştirme metodunda görüntülenecek değerler aşağıdaki formüle göre belirlenir:

$$BV = [(BV_{or} - \min_{or}) / (\max_{or} - \min_{or})] \cdot k$$

BV = görüntülenecek piksel değeri

BV_{or} = orijinal görüntü piksel değeri

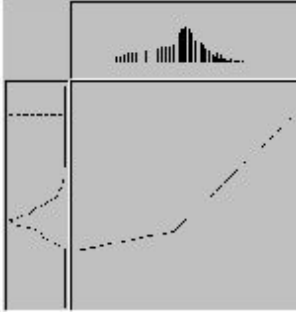
$\min_{or}$ = orijinal görüntü minimum piksel değeri

$\max_{or}$ = orijinal görüntü maksimum piksel değeri

k = görüntülenebilir değer aralığı (8bit:255 renk, 24bit gibi)

Yukarıdaki doğrusal kontrast iyileştirme denklemine göre örnek görüntüde minimum değere (65) sahip olan pikseller 65 ile değil de 0 rengi ile gösterilecek, aynı şekilde, maksimum değere (221) sahip olan pikseller 221 ile değil de 255 rengi ile gösterilecektir. Aynı şekilde, bu denkleme dayanarak 65-221 arasındaki tüm değerler 0-255 aralığındaki 256 renge dağılmış olarak görüntülenecektir.

Parçacıl Doğrusal Kontrast İyileştirme



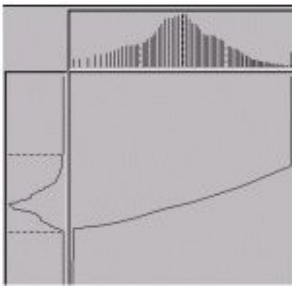
Görüntü histogramının tek modlu olmadığı durumlarda parçacıl doğrusal kontrast iyileştirme metodu daha iyi sonuçlar verecektir. Bu metot görüntüdeki değeri aralıklarının farklı ölçülerde streç edilmesini sağlar. Su ve kara materyallerinin aynı görüntüde yer alması örneğinde parçacıl doğrusal kontrast iyileştirme daha iyi sonuç verecektir.

Şekilde görüldüğü üzere belirlenen aralıklarda doğrunun eğimleri farklıdır ve bu aralıkların her ikisi için görüntü farklı ölçülerde streç edilecektir.

Doğrusal Olmayan Kontrast İyileştirme

Kontrast iyileştirmede kullanılan doğrusal olmayan metotlar; histogram eşitleme, histogram normalizasyonu, logaritmik ve üssel kontrast iyileştirme metotlarıdır. Bunlardan en çok kullanılanı histogram eşitleme ve histogram normalizasyonu metotlarıdır.

Histogram Normalizasyonu Metodu:

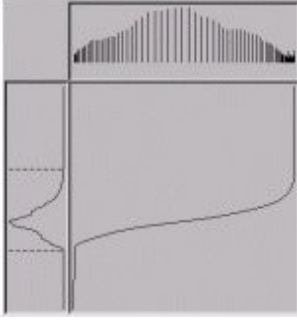


Histogram normalizasyonu metodunda algoritma, orijinal görüntü değerlerini “normal eğri” ye mümkün olabildiğince yakın hale getirilmeye çalışır. Normal eğri matematikte çan eğrisi şeklinde iki ucu sonsuza giden simetrik bir eğridir. Raster değerlerinin yaklaşık üçte ikisi ortalama değerin standart sapması içine düşecek şekilde dağıtılır.

Histogram Eşitleme Metodu:

Histogram eşitleme metodunda eşitleme algoritması orijinal görüntüye uygulanarak, her bir tona yaklaşık eşit sayıda piksel düşmesi sağlanır. Bu algoritma ile ideal olarak histogram grafiğinin birbirine yakın sayıda değerler gösterir biçimde bir seviyede düzleşmesi beklenir. Ancak görüntüdeki piksel değerlerinin dağılımı her zaman buna

izin vermeyebilir. Sonuç olarak elde ettiğimiz histogram düze mümkün olduğunca yakın bir histogram olacaktır.



Histogram eşitleme metodunda diğer metotlara oranla daha yüksek kontrastlı bir görüntü elde edilir. Ayrıca, histogramın iki ucunda bulunan, görüntünün çok açık ve çok koyu renklerinin kontrastını otomatik olarak düşürür. Histogram eşitleme metodu diğer kontrast iyileştirme metotlarına göre oldukça farklı sonuçlar verir, çünkü orijinal data seti kümülatif frekansa göre dağıtılmaktadır, yani görüntülemeye kullanılan her bir değere yaklaşık olarak eşit sayıda piksel düşecek şekilde bir dağıtım yapılmaktadır.

Bu da orijinal görüntüde farklı değerlere sahip piksellerin histogram eşitlemeden sonra aynı değeri almasına sebep olabilir. Bunun tam tersi olarak orijinalde aynı veya yakın değerlere sahip pikseller farklı değerler alarak daha kontrast hale gelirler. Bu metot detayların daha iyi görüntülenmesini sağlarken orijinal değerlerde de diğer metotlara oranla daha fazla değişiklik yapmaktadır.

Kontrast iyileştirme metodunun seçimi orijinal görüntü histogramına ve bu görüntüde kullanıcıyı ilgilendiren özel alanlar ya da materyallere bağlıdır. Kontrast iyileştirmeden iyi sonuçlar almak için görüntünün histogramı incelenmeli, iyileştirmede kullanılan metotların sonucu görüntü üzerinde denenerek uygun olan metot seçilmeli gerekirse kontrast iyileştirmeyi sağlayan dönüşüm eğrisi üzerinde manuel olarak değişiklik yapılmalıdır.

Kontrast iyileştirme ile ilgili daha geniş ve detaylı bilgiye ulaşmak için Eğitime Başlarken kitapçığı: Getting Good Color veya TNT html Kullanım Kılavuzundan Display / Gray Scale Contrast Tables ve More About Contrast Enhancement başlıklı dökümanlara bakabilirsiniz.

Mekansal İyileştirme (Filtreleme)

Resim verilerin karakteristiklerinden biri de Mekansal Frekans denen ve raster veri üzerinde birim alanda piksel değerlerindeki farklılıkların sayısı olarak tanımlanan parametredir. Eğer görüntü üzerinde belli bir alanda piksel değerleri arasındaki farklılık

az ise bu alan düşük frekanslı bir alandır. Bunun tam tersi biçimde görüntü üzerinde göreceli olarak küçük bir alanda piksel değerleri arasında çok fazla değişiklik gözleniyorsa, bu alan yüksek frekanslı alandır.

Bir uydu görüntüsünün mekansal frekansı farklı amaçlara uygun olarak artırılabilir ya da azaltılabilir. Uydu görüntüsünün mekansal frekansını arttırmak için Yüksek Frekans – Yüksek Geçiş filtreleri, azaltmak için ise Alçak Frekans - Alçak Geçiş filtreleri uygulanır. Filtreleme yüksek ya da düşük frekans detaylarını ortaya çıkartmak ve bazen görüntüdeki sınır ve kenarları belirginleştirmek için kullanılır. Filtreleme oldukça basit bir işlemdir. Görüntüdeki her bir pikselin belli bir sayıda komşu pikseli de içine alan bir ağırlıklı hesaplama yapılarak, bulunan yeni sonuç değer o piksele atanması yoluyla yapılır. Filtre görüntünün tümüne ya da bir kısmına uygulanabilir.

Öncelikle, filtreleme işlemi için 3x3, 5x5, 9x9, gibi bir filtre penceresi büyüklüğü tanımlanır. Örneğin, 3x3 büyüklüğünde bir pencere filtreleme işleminden geçecek piksel merkezde olmak üzere 9 pikseli içine alır. Bu pencere piksel piksel ilerleyerek pencerede ağırlıklara göre belirlenen fonksiyonu pencere içindeki tüm piksellere uygulayarak, sonucu merkezde yer alan piksele atar. Bu işlemin tüm pikseller üzerinde gerçekleştirilmesi ve elde edilen değerlerle yeni bir raster oluşturulmasıyla filtreleme işlemi tamamlanır. Filtrelemede kullanılan filtre penceresi genellikle kare şeklindedir, ancak bazen artı şeklinde, oktagonel veya kullanıcı tanımlı daha farklı bir şekil de olabilir.

Not: Filtreleme işlemlerinde görüntünün dört kenarında hesaplanmayan pikseller kalacaktır. Örneğin pencere büyüklüğü 3x3 alındığında, rasterın boyutlarında 4 kenarda da 1 sıra olmak üzere eksilme olacaktır, çünkü pencere, merkezindeki piksel için hesaplama yapmaktadır ve kenarlara gelindiğinde merkezin dış tarafındaki piksel veya pikseller işlem dışı kalacaktır. Mekansal filtreleme sırasında orijinal boyutların korunması için özel teknikler kullanılır. Bu teknikler görüntü analiz sistemlerinin çoğunda otomatik olarak uygulanır.

Görüntüde 3x3 pencere içinde kalan piksel değerleri aşağıdaki gibiye;

BV_1 BV_2 BV_3

BV_4 BV_5 BV_6

BV_7 BV_8 BV_9

ve filtre penceresi içindeki ağırlık değerleri de ;

$$\begin{array}{ccc} c_1 & c_2 & c_3 \\ c_4 & c_5 & c_6 \\ c_7 & c_8 & c_9 \end{array} \quad \text{ise}$$

BV_5 için hesaplanan değer aşağıdaki gibidir:

$$BV_5 = (c_1 \times BV_1 + c_2 \times BV_2 + c_3 \times BV_3 + c_4 \times BV_4 + c_5 \times BV_5 + c_6 \times BV_6 + c_7 \times BV_7 + c_8 \times BV_8 + c_9 \times BV_9) / 9$$

Alçak Frekans Filtreleri (Alçak Geçiş Filtreleri):

Alçak frekans filtreleri görüntüde yüksek frekans detaylarını azaltır ve sadece düşük frekanstaki değişimleri algılamamıza olanak verir. Bu filtreden sonra elde ettiğimiz görüntü tanımladığımız pencere büyüklüğü ve ağırlık değerlerine bağlı olarak değişen miktarda bulanıklaşmış, detayları kaybolmuş bir görüntüdür. Alçak frekans filtrelerinin birçok çeşidi vardır. Bunlardan en çok kullanılan birkaç tanesini inceleyeceğiz.

Alçak frekans filtrelerinin en basiti filtre penceresi içindeki değerlerin aritmetik ortalamasını çıktı olarak veren düşük frekans filtresidir. Filtre penceresi içindeki tüm ağırlık değerleri 1'e eşittir. Bu filtreye ortalama filtresi de denilmektedir.

Alçak frekans filtresi / ortalama filtresi

$$\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

Medyan filtresi de bir alçak frekans filtresi olup, basit ortalama filtresine göre, sınırları kaydırmaması, kenarlarda ve doğrusal şekillerde daha az değişiklik yapması gibi bazı avantajlar sağlamaktadır. Ancak pencere büyüklüğünün yarısından az kalınlığa sahip

doğrusal elemanların yok olması gibi bir dezavantajı vardır. Medyan filtresi ard arda uygulandığında kenar ve sınırların korunduğu ancak diğer küçük detayların kaybolarak geniş alanların aynı değerlerde olduğu bir sonuç elde edilir. Buna “poster etkisi” de denilmektedir.

Medyan filtresi adından da anlaşıldığı üzere filtre penceresi içindeki değerlerin medyanını alır.

Medyan: Büyüklük sırasına göre dizilmiş değerler dizisinin ortasındaki değerdir.

(1, 2, **3**, 7, 19) için medyan=3'dür.

(1, 2, **3**, **7**, 19, 20) için medyan= 5'dir.

Modal filtre diğer alçak frekans filtrelerinden biraz farklıdır ve görüntü analizinde bazı özel amaçlar dışında sıkça tercih edilmeyen bir filtredir. Özellikle tematik raster verilerdeki kirliliği (noise) azaltmak için kullanılır.

Modal filtre işlem penceresi içindeki değerlerin modunu alır.

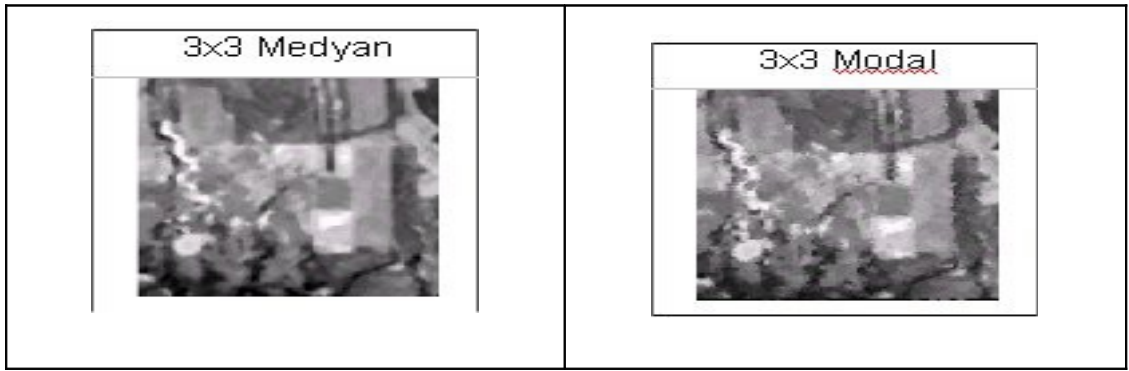
Mod: Bir değerler kümesinde en çok tekrar eden değerdir.

(1, 2, 3, 3, 4, 4, 4, 5) için medyan=4'dür.

Aşağıda uydu görüntüsünden alınan bir parçanın orijinal hali ile, bu parçaya farklı pencere büyüklükleri tanımlanarak uygulanmış alçak frekans filtresi sonuçlarını görmekteyiz:



Aşağıda aynı görüntüye uygulanan medyan ve modal filtrelerin etkisini görmekteyiz.



Yüksek Frekans Filtreleri (Yüksek Geçiş Filtreleri):

Yüksek frekans filtreleri genellikle bir görüntüde benzer ya da yavaş yavaş değişen özellikleri ortadan kaldırıp, sert ve birden meydana gelen yerel değişiklikleri daha da baskın hale getirmek için uygulanmaktadır.

Aşağıda yüksek frekans filtrelemede kullanılan bazı filtre pencerelerini görmektesiniz.

-1 -1 -1

-1 9 -1

-1 -1 -1

Tipik bir yüksek frekans filtresidir. Kenar ve sınırlar belirgin hale gelirken, görüntünün geri kalan kısmının görsel olarak yorumlanması oldukça zordur. Bu tür bir filtre ile orijinal veriden oldukça farklı bir veri ortaya çıkarmaktadır.

1 -2 1

-2 5 -2

1 -2 1

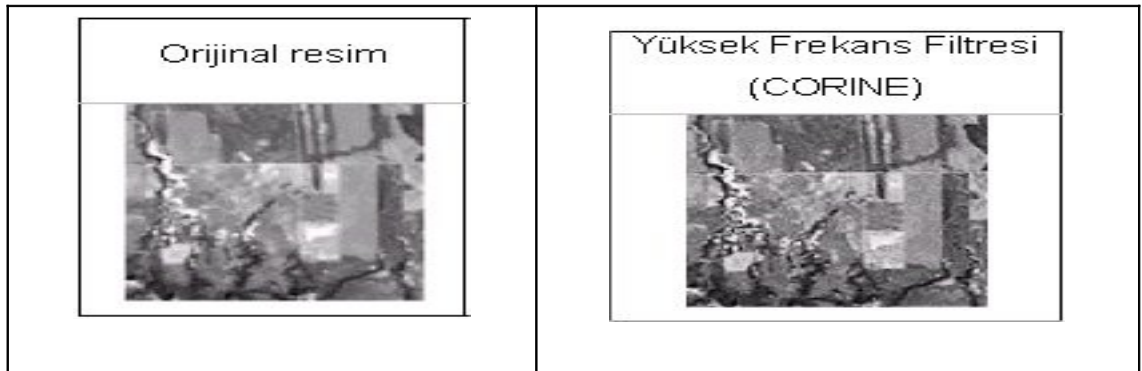
Bu filtre birbirinden farklı özellikler gösteren bileşenlerin arasındaki bu farkı belirginleştirmekte ve orijinal görüntüden daha iyi yorumlanabilir bir sonuç elde edilmesini sağlamaktadır.

0 -1 0

-1 6.5 -1

0 -1 0

CORINE çalışmasında görüntü yorumlamada kullanılmış bir yüksek frekans filtresidir. Özellikle, farklılık gösteren bileşenler arasındaki sınırları belirginleştirmektedir. Görüntünün yorumlanabilirliğini artırmada tavsiye edilen bir filtredir. Bu filtrenin etkisini aşağıdaki resimlerde inceleyebilirsiniz:



Kenar Belirginleştirme Filtreleri:

Kenar Belirginleştirme Filtreleri bir tür yüksek frekans filtresi olmakla beraber, özellikle doğrusallık gösteren bileşenlerin tespit edilmesinde kullanılır. Bir görüntüde bir tarlanın düz kenarı gibi, bileşenlerin doğrusal biçimde birbirinden ayrıldığı sınır ya da karayolu, kanal, fay hattı gibi doğrusal özellik gösteren bileşenler kenar belirginleştirme filtreleri uygulanarak orijinal görüntüdekinden daha belirgin hale getirilebilir.

Not: Kenar belirginleştirme filtreleri uygularken aranan doğrusal bileşenlerin hangi doğrultu ve yönde olduğu önemlidir. Çünkü, bu tür filtreler aynı anda tek bir doğrultudaki bileşenleri bulabilirler.

-1 0 1

-1 0 1

-1 0 1

Richard's Edge Detector filtresi: Kuzey-Güney doğrultusundaki doğrusal bileşenleri bulmak için kullanılabilecek tipik bir filtredir.

2.2.3.2. Çok Bantlı Görüntü Zenginleştirme

Çok Bantlı görüntü zenginleştirme aynı alana ait birden çok bant kullanılarak yapılan görüntü zenginleştirmedir. Görüntü zenginleştirme metodları şu şekilde sıralanabilir:

Aritmetik Operasyonlar

Temel Bileşenler Analizi (PCA - Principal Components Analysis)

İndeksler

Aritmetik Operasyonlar

Aritmetik operasyonlar görüntüler üzerinde yapılan dört işlemden oluşmaktadır Bunlar toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleridir.

Toplama:

Bir veya birden fazla görüntü üzerinde yapılan toplama işlemi başlı başına bir görüntü yorumlama işlemi olmaktan çok spesifik bant işlemleri içinde yer almaktadır. Özellikle aritmetik ortalama değerinin bilinmesi gerektiğinde toplama işlemine başvurulur. Genel olarak görüntüdeki kirliliği azaltmak için kullanılır.

Çıkarma:

Bir görüntünün diğer görüntüden matematiksel olarak çıkartılması işlemi başka spesifik işlemlerin bir parçası olabildiği gibi, değişim analizi (change detection) için kullanılır.

Aynı alana ait ve aynı türde fakat farklı tarihlerde alınmış iki görüntünün birbirinden çıkartılması ile o alanda iki görüntünün alındığı tarihler arasında meydana gelen değişiklikler tespit edilir.

Değişim Analizi (Change Detection)

Değişim Analizi Uzaktan Algılamada kullanılan önemli bir görüntü analizidir ve başlı başına bir araştırma alanıdır. Bu yüzden, değişim analizinin ne amaçla ve nasıl yapıldığından bahsedelim:

Yeryüzünde biyofiziksel materyaller (ormanlar, doğal bitki örtüsü, vb.) ve yapay alanlar (tarım alanları, kentsel yapılaşma alanları vb.) dinamik bir yapıya sahiptir ve göreceli

olarak hızlı değişmektedir. Bu değişimin biçimi ve büyüklüğünün tespit edilmesinde değişim analizinden faydalanılır.

Değişim Analizinde kullanılan algoritma oldukça basittir. Aynı alana ait ve aynı türde olup, farklı tarihlerde alınmış iki görüntünün birbirinden çıkartılması işlemine dayanır. Bu işlem sonucunda değişikliğe uğramamış alanlar ve değişikliğe uğramış alanlar tespit edilir. İşlem basit görünse de, doğru sonuçlara ulaşmak çok kolay değildir. Başarılı bir değişim analizi için, (1) Uydu sensörü sistemi, (2) görüntülenen alanın özelliklerine dikkat edilmelidir. İdeal olarak değişim analizinde kullanılacak olan uydu görüntüsü için şu çözünürlük özellikleri sağlanmalıdır.

A- Zamansal Çözünürlük: farklı tarihlerde alınmış iki görüntünün güneş ışığının şiddeti ve gölge etkisi gibi etkenlerdeki farklılığı en aza indirmek üzere günün aynı saatinde alınmış olması gerekmektedir. Hatta mümkünse bu verinin yıl dönümlerinde alınmış veriler olması gerekir örneğin, 1 Haziran 2001 ve 1 Haziran 2002 gibi. Böylece güneşin mevsimsel konumundan kaynaklanan etkiler giderilmiş olur ve bitki gelişiminin farklı dönemlerde olmasından kaynaklanabilecek olası değişim analizi hatalarının önüne geçilir.

B- Spektral Çözünürlük: Değişim analizi biyofiziksel veya yapay materyallerde iki tarih arasında bir değişim meydana gelmişse bu değişimin söz konusu noktadaki piksel değerlerinin farklı olması şeklinde ortaya çıktığı varsayımına dayanır. Bu yüzden görüntülerin aynı spektral çözünürlükte olması gerekmektedir, yani birbirinden çıkartılacak olan görüntülerin aynı sensörün aynı bandı olması gerekir ya da görüntüler farklı sensörlere aitse çıkartma işleminde bu sensörlerin eşdeğer bantlarının kullanılması gerekmektedir. Örneğin; Landsat TM bantları Landsat MSS bantlarına göre daha dar spektral aralıklara sahiptir ve her bir bant farklı spektral aralıklarda elektromanyetik enerji kaydeder. İki görüntünün aynı spektral aralıklarda olması o iki görüntünün elektromanyetik enerjinin aynı dilimi üzerinde karşılaştırılabilmesini sağlar. Aksi halde, farklı dilimlerdeki görüntüler değişime uğramamış bir alanda bile farklı değerlerde görünebilir ve değişim analizinde yanılgılara sebep olur.

C- Mekansal Çözünürlük: değişim analizinden geçirilecek iki görüntünün aynı mekansal çözünürlükte olması ve birbirine göre hassas biçimde jeoreferanslanmış olması gerekmektedir. Böyle bir durumda aynı sensör sisteminin iki farklı tarihli görüntüsünü kullanmak avantajlıdır. Ancak farklı sensör sistemleri kullanılacaksa;

örneğin Landsat (30x30) ve SPOT (20x20) Landsat görüntüsü 20x20 piksel büyüklüğüne yeniden örneklenmelidir.

D- Radyometrik Çözünürlük: Değişim analizi uygulanacak iki görüntünün aynı radyometrik çözünürlüğe sahip olması gerekir. Örneğin; 6 bit bir Landsat MSS görüntüsünün 8 bit bir Landsat TM görüntüsünden çıkartılması değişim analizi açısından anlamsız sonuçların ortaya çıkmasına sebep olur. Öyle ki; 6 bit bir görüntü 0-63 arasında değerler alabilirken, 8 bit bir görüntü 0-255 arasında değer alır. Her iki görüntüde aynı konuma tekabül eden ve değişime uğramamış bir piksel 8 bit görüntüde 6bit görüntünün yaklaşık iki katı değere sahip görünecektir.

Zamansal, spektral, mekansal ve radyometrik çözünürlükleri değişim analizi için uygun olan ve aynı alana ait farklı tarihlerde alınmış iki görüntü elde ettiğimizi varsayalım. Bu iki görüntünün birbirinden çıkartılması ile ortaya çıkan sonuç raster bu tarihler arasında alanda meydana gelen değişiklikleri anlamamıza yardımcı olur. Görüntülerde değişikliğe uğramamış alanlara ait pikseller sıfır ve sıfıra yakın değerler gösterecek, farklılığın meydana geldiği alanlar için çıkarma işleminin sonucu yüksek değerler olacaktır.

Bölme

Bir görüntünün başka bir görüntüye matematiksel olarak bölünmesi işlemi başka spesifik işlemlerin bir parçası olabildiği gibi, gölge etkisini gidermede kullanılır.

Çarpma

Görüntüler üzerinde yapılan çarpma işlemi diğer üç aritmetik işlemden farklı olarak tek bir görüntü üzerinde yapılır. Bu işlem aslında bir görüntünün 0 ve 1 değerlerinden oluşan başka bir raster ile çarpılması işlemidir. Bu işlemin sonucunda 0 ile çarpılan pikseller 0 değeri alarak siyah renkte görünürken, 1 ile çarpılan değerler aynı kalacaktır. Bu işleme maskeleme de denilmektedir.

Temel Bileşenler Analizi (PCA: Principal Components Analysis)

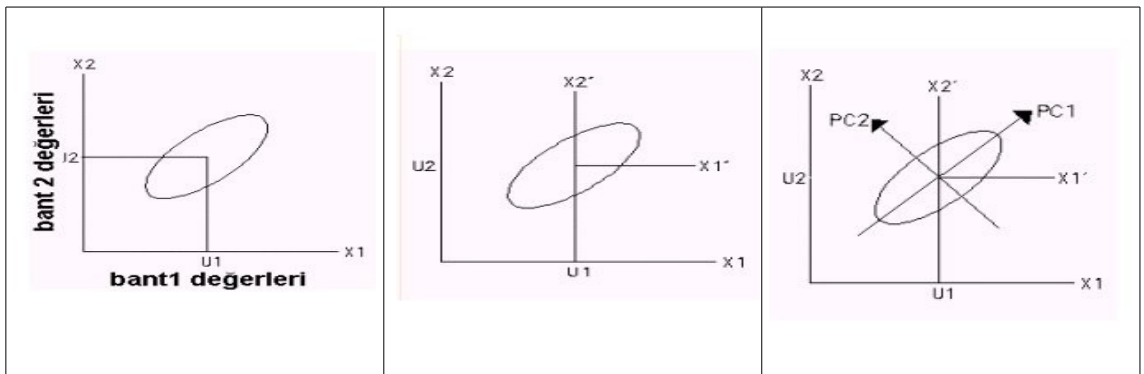
Temel bileşenler analizi birden fazla bant üzerinde gerçekleştirilen bir analizdir. Bu analiz orijinal verilerden daha içerikli ve daha kompakt yapıda bir veri elde etmede kullanılır. Birden fazla bandın temel bileşenler istatistik metodu ile işleminden geçirilmesi sonucunda orijinal görüntülerden daha zengin görüntü/görüntüler elde edilir. Bu analizin amacı, birden fazla bantta bulunan bilgileri tek görüntüde bir araya getirerek

yorumlama işlemi için daha zengin ve yoğun içerikli yeni bir görüntü elde etmektir. Temel bileşenler analizi, birden fazla görüntüyü tek bir bileşende toplarken veri kaybını da minimum düzeyde tutmaktadır.

Temel bileşenler analizinin bir başka yararı da veriyi sıkıştırmaktır. Bu özellik, çok sayıda görüntü kullanımının söz konusu olduğu durumlarda veri depolama için yer ihtiyacı sorununu hafifletmektedir. Örneğin Landsat TM uydusunun 7 bandının temel bileşenler analizinden geçirilmesi sonucunda iki veya üç adet temel bileşen elde edilmesi, veri kaybının ihmal edilebilir düzeyde olduğu da düşünülürse, veri depolama birimlerinde (sabit disk, kompakt disk, vb.) yer kullanımı açısından oldukça ekonomik bir çözümdür.

Temel bileşenler analizi birbiri ile korelasyonu yüksek bantlar arasında uygulanır. Örneğin; Landsat 1, 2, 3, bantları ve Landsat 5, 7 bantları kendi aralarında korelasyonu yüksek bantlardır. Bantlar arasındaki korelasyonun yüksek olması istatistiki benzerlik ve veri tekrarı anlamına gelmektedir. Korelasyonun zayıflığı ise verilerin farklı istatistiki özelliklerde ve farklı içeriklerde olduğunu gösterir.

Temel bileşenler analizi için öncelikle birbiri ile korelasyonu yüksek olan bantların bir transformasyon işleminden geçirilmesi gerekmektedir. Örneğin Landsat 1, 2, 3 bantları birbiri ile korelasyonu yüksek olan bantlardır, aynı şekilde Landsat 5 ve 7 bantlarının da birbiri arasında korelasyonu yüksektir. Korelasyonu yüksek olan bantlar için temel bileşenin bulunması için bazı istatistiki dönüşüm modellerinden faydalanılır. İki bandın piksel değerlerinin 3 boyutlu dağılımını gösteren plot grafiğinde oluşan elipsoid alanın ortasından geçen aks temel bileşen olarak kabul edilir, bu aksa ortogonal olan aks da ikinci temel bileşendir.



Korelasyon: İki değerler seti arasındaki benzerlik ilişkisinin seviyesini gösterir.

Bitki İndeksleri

Uzaktan algılamanın yeryüzündeki doğal kaynakların tespiti konusundaki en geniş uygulamaları bitki örtüsü ve ürünlerle ilgilidir. Çok bantlı görüntüler, özellikle de Landsat, SPOT ve IRS bu alanda yaygın olarak kullanılan görüntülerdir. Bitki indekslerinin kullanım alanı arazi örtüsü ve arazi kullanım tespittir. Çünkü yeryüzüne ilişkin yapılan analizlerin tümünde bitki varlığı, bitki türleri ve yoğunluğu büyük önem taşımaktadır.

Bitki indeksleri birden çok banda uygulanan algoritmalarlardır. Amaç, birden çok bandı bitki varlığı, bitki örtüsü türü, fotosentez miktarının tespiti vb. için tek ve anlamlı bir görüntüye dönüştürmektir.

$$\begin{aligned} \text{NDVI}_{\text{TM}} &= \text{TM}_4 - \text{TM}_3 / \text{TM}_4 + \text{TM}_3 \\ &= (\text{NIR} - \text{red}) / (\text{NIR} + \text{red}) \end{aligned}$$

Bu bitki indeksi çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Landsat TM kırmızı bandının Yakın kızılötesi (NIR) bandından çıkarılması ve sonucun bu iki bandın toplamına bölünmesi işlemi bu bantların her bir pikseli için yapılır. Ortaya çıkan raster verinin piksel değerleri bitki varlığı, yoğunluğu ve türü hakkında bilgi verebilir. Piksel değerlerinin yüksek olması yani görüntüde beyaza yakın renkler alması orada bitki varlığına işaret eder. Piksel değerlerinin düşük olması, yani görüntüde koyu tonlarda görünmesi bu alanlarda bitki olmadığını ya da zayıf bir bitki örtüsü bulunduğunun göstergesidir.

Bu bitki indeksinin mantığından kısaca bahsedecek olursak, yapılan işlem bitki varlığına dair özellikler içeren kırmızı ve kızıl ötesi bantları kullanarak bitkilerin bulunduğu alanları baskın biçimde görünür hale getirmektir.

Kızılötesi bant klorofil'e, dolayısıyla yeşil bitkilere hassasiyet gösteren bir banttır. Yeşil bitkilerin bulunduğu alanlar bu bantta yüksek değerler alacaktır.

Kırmızı bant ise aksine yeşil bitkilere duyarsızdır. Yeşil renk bu bant aralığında çok az miktarda enerji yansıtır. Bu sebeple bitkilerin bulunduğu alanlar düşük değerler gösterir.

Formüle göre bitkiler için düşük değerler veren kırmızı bant, bitkiler için yüksek değerler veren kızıl ötesi banttan çıkartıldığında bitkilerin bulunduğu yerlerde sonuç rasterin

geneline göre daha yüksek değerler elde edilecektir. Bu sonucun iki bandın toplamına bölünmesinin sebebi bir tür denge dağılımı sağlamaktır.

Sonuç raster veride tonların beyaza yaklaştığı yerler yoğun yeşil bitki örtüsünü gösterirken, siyaha yaklaştığı yerler bitki bulunmayan alanları gösterir.

2.2.3.3. Görüntü Birleştirme Teknikleri

Görüntü birleştirme basitçe, farklı mekansal ve spektral çözünürlük özelliklerine sahip uydu görüntülerinin birleştirilmesi olarak açıklanabilir. Görüntü birleştirme literatürde “*merge* veya *fusion*” olarak geçmektedir.

Görüntü birleştirme, spektral bakımdan zengin bantların daha yüksek mekansal çözünürlükte pankromatik bir bant ya da hava fotoğrafıyla birleştirilerek, hem spektral olarak zengin hem de mekansal çözünürlüğü yüksek bir sonuç veri elde etmeyi amaçlamaktadır. Böylece spektral ve mekansal özellikler tek bir görüntüde birleştirilerek sentetik bir yüksek çözünürlüklü spektral bant bileşimi elde edilmiş olur.

Sentetik çözünürlük: Görüntü veya görüntülerin farklı mekansal çözünürlüklü diğer görüntülerle birleştirilmesi yoluyla mekansal çözünürlükte elde edilen belirgin artış etkisi.

Landsat 7 ETM+ uydusunun mavi (bant1), yeşil (bant2), kırmızı (bant3) ve yakın kızıl ötesi (bant4) bantları elektromanyetik spektrumda birbirini takip eden aralıklarda toplanmış 30m çözünürlüğe sahip bantlardır. Bu bantların yine Landsat 7 ETM+ uydusunun 15 m çözünürlüklü pankromatik bandı ile (bant8) veya SPOT uydusu 10 m çözünürlüklü pankromatik bandı ile birleştirilmesi görüntü birleştirmeye örnektir.



Yoğunluk – Şiddet (Renk) – Doygunluk Dönüşümleri (IHS)

Öncelikle yoğunluk, şiddet ve doygunluk 3 bandı bir arada renkli olarak görüntülememizi sağlayan RGB gibi bir kompozit görüntüleme sistemidir.

Bu terimleri sırasıyla şöyle açıklayabiliriz;

Yoğunluk: Koyuluk-açıklık anlamına gelir. Siyahtan beyaza doğru değişim gibi düşünebiliriz.

Şiddet: Renktir. Kırmızı, yeşil, mavi gibi.

Doygunluk: Rengin saflığını belirtir kırmızı renk için doygunluk derecesi maksimumda ise, bu renk saf kırmızıdır.

IHS dönüşümünün gerçekleştirilebilmesi için dikkat edilmesi gereken;

(1) dönüşümde kullanılacak tüm görüntülerin birbirine göre çok iyi biçimde jeoreferanslanmış olması gerekmektedir.

(2) Mekansal çözünürlüğü düşük olan görüntülerin hücre büyüklüğü yeniden örneklenerek (resample) mekansal çözünürlüğü yüksek olan görüntünün hücre büyüklüğüne eşlenmelidir.

Yoğunluk-Şiddet- Doynunluk dönüşümü çok aşamalı bir analiz yöntemidir. Bu aşamaları adım adım sıralayacak olursak:

(1) RGB (KYM) kompozitte kullanılan bantlar ("kırmızı, yeşil, mavi"(321), "y.kızılötesi, o.kızılötesi, kırmızı" (453) gibi)

IHS' ye dönüştürülür. Bu dönüşüm yoğunluk, şiddet ve doynunluk olmak üzere üç ürün verir.

(2) Dönüşümden sonra ortaya çıkan ürünlerden biri olan "I" yani Yoğunluk bileşeninin yerine yüksek çözünürlüklü pankromatik görüntü konur.

(3) Yoğunluk bileşeninin yerini alan yüksek çözünürlüklü pankromatik görüntüye kontrast iyileştirme uygulanır.

(4) Yoğunluk (yeni), şiddet ve doynunluk tekrar RGB bileşenlerine dönüştürülür.

Bu aşamalar tamamlandıktan sonra son ürünler RGB olarak açılır. Sonuç spektral ve mekansal üstünlüklerin bir araya getirildiği birleştirilmiş görüntü olacaktır.

Brovey Dönüşümü:

IHS dönüşümünden farklı olarak tek aşamada gerçekleştirilir. Aşağıda algoritması verilmiş olan bu yöntem tek işlemde sonuç ürünleri vermektedir.

Algoritmaya göre bir katsayı değeri hesaplanmakta ve bu değer girdi görüntüleri ile çarpılmaktadır.

Katsayı ise yüksek çözünürlüklü pankromatik görüntünün 3 ile çarpımının, kırmızı, yeşil, mavi değerlerin toplamı artı 1'e bölümü ile elde edilir.

Brovey'e benzer çeşitli algoritmalar bulunmaktadır.

Brovey Dönüşümü Algoritması:

$$\text{katsayı} = 3 \times \text{Yük. Çöz.değer} / (\text{Kırmızı.değer} + \text{Yeşil.değer} + \text{Mavi.değer} + 1)$$

$$\text{Kırmızı (yeni)} = \text{Kırmızı.değer} \times \text{katsayı}$$

$$\text{Yeşil (yeni)} = \text{Yeşil.değer} \times \text{katsayı}$$

$$\text{Mavi (yeni)} = \text{Mavi.değer} \times \text{katsayı}$$

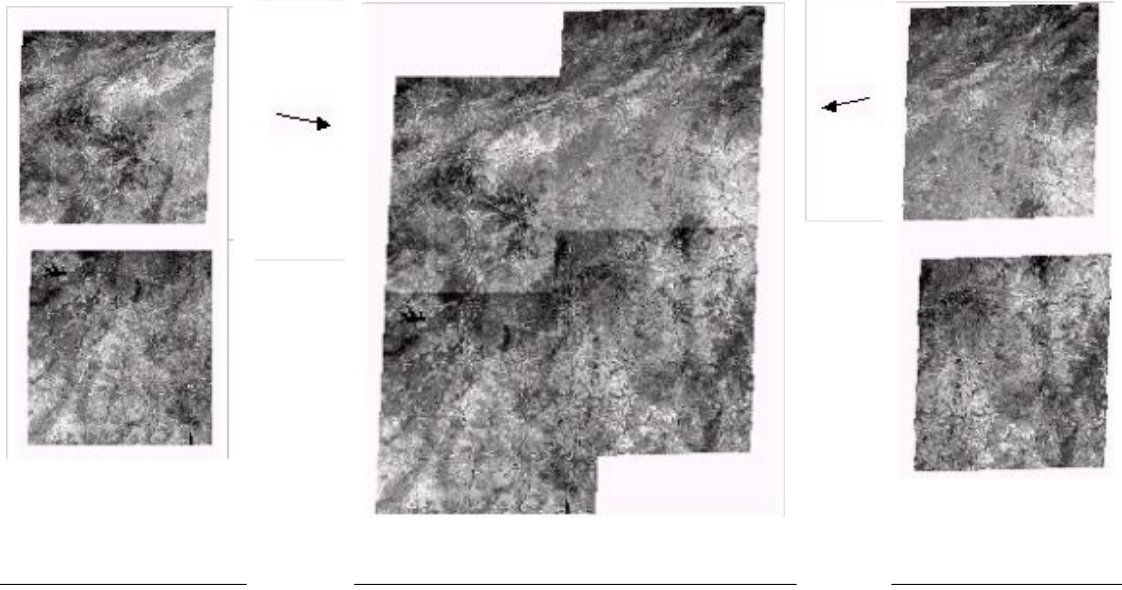
2.2.3.4. Görüntü Bitiştirme (Mozaikleme)

Mozaikleme işlemi parçalar halindeki raster verileri bitiştirerek bütün bir raster veri elde etmemizi sağlar. Mozaikleme işlemi bir çalışma alanına giren çok sayıda topografik haritayı tek bir parça haline getirmek, hava fotoğraflarını veya birden çok uydu görüntüsünü birleştirerek bütün bir görüntü oluşturmak, tarayıcı boyutlarının kısıtlı olması sebebiyle parçalar halinde taranmış bir kağıt haritayı tekrar birleştirmek gibi amaçlarla kullanılır.

Mozaikleme, aynı türde ve birbirini tamamlayan çok sayıda raster veri ile çalışılıyorsa hem verileri bir araya toplamak hem de bütün verinin yan yana açılmasını bekleyene kadar tümünü bir seferde açmak bakımından yararlıdır.

Görüntü işleme programlarında mozaikleme için çeşitli bitiştirme ayarları ve seçenekleri bulunur. Parçaların birleşme yerlerinin hangi şekilde üst üste geleceği, parçalar arasında kontrast ayarı, vb. gibi.

Mozaikleme işlemi görüntü işleme programlarının henüz yeteri kadar gelişmemiş olduğu dönemlerde, manuel olarak yapılırdı. Hava fotoğrafları ve parçalar halindeki kağıt haritalar yan yana getirilip, yapıştırılarak birleştirilmeye çalışılırdı.



2.3. Sınıflandırma Analizleri

Uzaktan algılama ile elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait çeşitli türde bilgi içermektedir. Bu bilgi yeryüzünden yansıyan ya da yayılan enerjinin elektromanyetik spektrumun belli aralıklarında ölçülerek bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Her bir bantta o bandın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansıma değerleri bulunur. Uydu görüntülerinin içerdiği bu veriler ham haldedir ve karmaşık görünen bu verilerden bilgi elde edebilmek için çeşitli analizler ve yorumlama teknikleri kullanmak gerekir. Uydu görüntülerindeki veriyi bilgiye dönüştürmek için kullanılan en yaygın yöntem Görüntü Sınıflandırmasıdır.

Görüntü sınıflandırma, görüntülerde ham halde bulunan bilgiyi tematik bilgiye dönüştürme işlemidir.

Görüntü Sınıflandırma görsel yorumlama teknikleri kullanılarak manuel olarak ya da görüntü analizi yazılımları ile otomatik olarak yapılır. Otomatik Sınıflandırma prosedüründe, sınıflandırma işlemi görüntü analiz yazılımı tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir.

Görsel Yorumlama ile Sınıflandırma ya da Manuel Sınıflandırma ise bu konuda uzmanlaşmış kimseler tarafından bantların tek tek veya kompozit RGB, birleşik bantlar, indeksler, vb. olarak incelenmesi ve yorumlanması şeklinde özetlenebilir.

Ham Görüntü



Sınıflandırılmış Görüntü

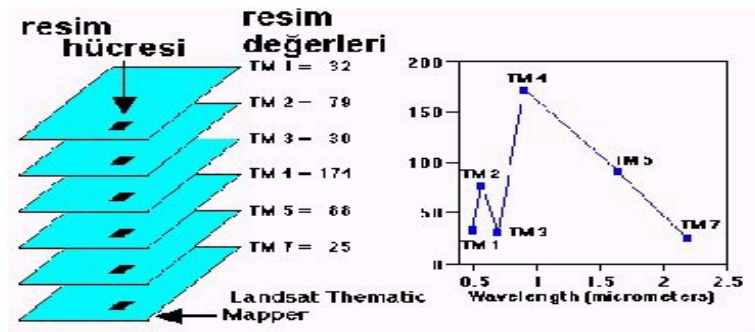


2.3.1. Otomatik Sınıflandırma

Otomatik Sınıflandırma, sayısal ortamda bulunan uydu görüntülerinden otomatik olarak sınıflandırılmış bir raster veri oluşturan bir işlemdir. Otomatik Sınıflandırma işlemi, görüntü analiz edebilen hemen tüm CBS yazılımlarında bulunan bir özelliktir (TNTmips, PCI, ERDAS, vb.).

Otomatik Sınıflandırma işlemi birden çok bant veya görüntü üzerinde gerçekleştirilir. Bu bantlar ya da görüntüler birbirine göre hassas biçimde jeoreferanslı olmalıdır. Birden çok bant üst üste geldiğinde aynı konumda bulunan hücrelerin piksel değerleri, o hücrelerin “spektral modelini” belirler. Spektral modeller ise otomatik sınıflandırma işleminin sayısal temelini oluşturur.

Şekilde Landsat TM Uydu görüntüsünün 6 bandı için tek bir hücre konumunda spektral modelin nasıl elde edildiği grafik olarak gösterilmeye çalışılmıştır.



Otomatik Sınıflandırmada çeşitli istatistiki yöntemler kullanılır. (ISODATA, K means, Maksimum Benzerlik, vb.) Her metot kendine özgü algoritmasını uygulayarak

hücrelerin spektral modellerini birbiri ile karşılaştırır, benzer spektral özellikleri içinde toplayan sınıflar oluşturur ve her bir hücreyi spektral olarak en yakın olduğu sınıfa atar. Böylece görüntüde bulunan her hücre otomatik olarak spektral sınıflar halinde kategorize edilmiş olur. Bu sınıflar daha sonra görüntü analizcisi tarafından incelenir ve her bir spektral sınıfın yeryüzünde temsil ettiği tematik sınıf belirlenir.

Otomatik Sınıflandırma için Eğitimli ve Eğitimsiz sınıflandırma olmak üzere iki tür metot bulunmaktadır:

Eğitimli Sınıflandırma, çalışma alanına ait ön bilgi gerektir. Eğitimli sınıflandırma, sınıflandırma işlemini alandaki yüzey materyalleri ve arazi örtüsü bilgilerinizi kullanarak gerçekleştirir.

Eğitimsiz Sınıflandırma, sınıflandırma işlemini otomatik olarak yapar. Hücrelerin spektral modellerine göre spektral sınıflar oluşturulur. Her bir hücre bu sınıflardan hangisine yakın özellikler gösteriyorsa ona atanır. Eğitimsiz sınıflandırma sonucunda görüntü belli sayıda sınıfa ayrılır ancak bu sınıfların yeryüzünde hangi tematik sınıfı temsil ettiği veya bir sınıfı gerçekten temsil edip etmediği bilinmemektedir. Bu sınıfların karşılık gelebileceği tematik sınıflar ancak alana ait diğer verilerin değerlendirilmesi ile ya da arazi çalışması sonrasında tespit edilebilir.

Otomatik sınıflandırma analizlerinde dikkat edilmesi gereken; belli bir alana ait verinin elektromanyetik spektrumun farklı aralıklarından toplanmış olmasıdır. Yani, görüntü sınıflandırma için o alana ait birden fazla bant gerekmektedir. Bir diğer nokta da, kullanılan bantların birbirine göre hassas biçimde geometrik düzeltmelerinin yapılmış olmasıdır. Önemli olan görüntülerin kendi aralarında coğrafi olarak uyumlu olması olduğundan, daha önce geometrik düzeltme bölümünde bahsettiğimiz görüntüden-görüntüye jeoreferanslama yeterlidir.

Birden çok bandın otomatik sınıflandırılması yüzey materyallerinin spektral yansımalarındaki farklılıklara dayanarak yapılır, çünkü sınıflandırma işlemi “ideal koşullarda spektral farklılık, yüzey materyallerinin türündeki farklılığın işaretidir” gibi bir varsayıma dayanır.

Ancak, otomatik sınıflandırmanın yetersiz kaldığı durumlar vardır. Bu durumlar yeryüzündeki materyallerin doğasından kaynaklanabilir ya da atmosferik, topoğrafik, vb çevresel etkilerle meydana gelir ve sınıflandırmada hatalı sonuçlara sebep olur:

A- Belli bir tematik sınıfa ait bir materyal her zaman aynı spektral özelliği göstermeyebilir. Örneğin, göl tematik sınıfı; bazı göller temiz su gölleridir bazıları bulanık olabilir veya farklı yansımalara sebep olabilecek bileşikler ihtiva ediyor olabilir. Bu materyalin doğasından kaynaklanan bir hata etkenidir ve aynı tematik sınıfa ait olan göl denebilecek yüzey pikselleri, sınıflandırma sonucunda başka bir sınıfa atanmış olabilir. Ya da, gölge etkisinde kalan alanlar, olduklarından belirgin biçimde daha düşük yansıma enerjisi verirler. Sınıflandırma sonucunda aynı arazi sınıfına ait olan alanların güneşli kısmındaki ve gölgeli kısmındaki pikseller farklı sınıflara atanabilirler. Bu da dış etkenlerle meydana gelen bir hata türüdür.

B- Farklı materyaller aynı veya benzer spektral özellik gösterebilir. Örneğin, doğal bitki örtüsü henüz yeşil iken tarım alanları ile benzer spektral özellikler gösterebilir, aynı şekilde bazı orman alanları ile tarım alanları spektral olarak benzeyebilir. Bu da farklı tematik sınıflara ait oldukları halde bu materyallerin aynı spektral sınıfa atanmasına sebep olur.

Çevresel etkilerle meydana gelen hataların, görüntü düzeltme işlemleriyle kısmen önüne geçilebilir.

Örneğin; otomatik sınıflandırma sonucunda aynı arazi sınıfına ait olan alanların güneşli kısmındaki ve gölgeli kısmındaki pikseller farklı sınıflara atanabilirler. Sınıflandırmada meydana gelecek bu tür yanlışlıkların önüne geçmek için, görüntülerin düzeltme işlemlerinden geçirilmesi gerekmektedir. Örneğin bu durum için sınıflandırılacak olan bantlardaki gölge etkisini gidermek üzere, birbirine bölünmesinden ya da bant indekslerinden yararlanılabilir. Düzeltme işlemlerine, Görüntü Düzeltme bölümünde detaylı olarak değinilmiştir.

Otomatik Sınıflandırma, sınıflandırma işlemini otomatik olarak ve kısa sürede yapması bakımından avantajlı görünmektedir. Ancak yukarıda sözü edilen sebeplerden dolayı otomatik sınıflandırma sonuçları bir çok hatayla doludur ve otomatik sınıflandırma ile elde edilen sonuç hiç bir zaman bir son ürün olarak kullanılamaz ve referans alınamaz. Otomatik sınıflandırma sonuçlarını iyileştirmek için, geriye dönülüp sınıflandırmanın aşamalarında yapılmış olabilecek manuel hatalar incelenir, çevresel ve doğal etkenlerden meydana gelmiş olan hatalar incelenir ancak bunun için sınıflandırma sonucunun doğru kabul edilen bir referans veri ile karşılaştırılması gerekmektedir.

Araştırmacılar otomatik sınıflandırma için yüzlerce algoritma geliştirmişlerdir ve geliştirmeye devam etmektedirler. Amaç doğruluk oranı daha yüksek bir sınıflandırma sonucu elde edebilmektir. Sınıflandırmanın ne kadar doğru olduğu doğruluk analizi ile belirlenir. Bu konuya Doğruluk Analizi bölümünde detaylı olarak değinilmiştir. Sınıflandırma sonucunun bir son ürün olarak kullanılabilmesi için kabul edilebilir doğruluk oranı en az % 80-85 dir.

2.3.1.1. Eğitimli Sınıflandırma

Eğitimli sınıflandırma otomatik bir sınıflandırma biçimidir ancak kullanıcı sınıflandırmanın ön aşaması olan eğitim seti oluşturma kısmında devreye girmektedir. Eğitimli Sınıflandırma, çalışma alanının arazi örtüsü ve arazi kullanımı hakkında verilen ön bilgileri kullanarak sınıflandırma için gerekli istatistiki temeli oluşturur ve sınıflandırmayı bu temel üzerine kurar. Otomatik sınıflandırma başlatılmadan önce görüntü üzerinden her bir arazi sınıfı için örnek pikseller toplanır. Piksel gruplarından oluşan bu sete Eğitim Seti denir.

Eğitimli Sınıflandırma işlemi her sınıf için toplanan piksel değerlerini analiz ederek sınıfların istatistiki özelliklerini belirler. Daha sonra bu örnek özellikleri kullanarak tüm görüntüyü sınıflara ayırır.

Eğitimli Sınıflandırmada ilk yapılması gereken iş, sınıfların belirlenmesidir. Sınıflandırma işleminden geçirilecek olan alanın kaç sınıfa ayrılmasının hedeflendiği ve bu sınıfların neler olduğu kesin olarak ortaya konmalıdır.

Arazinin kaç tematik sınıfa ayrılacağı ve bu sınıfların ne oldukları belirlendikten sonra bir arazi çalışması ile ya da doğruluğundan emin olunan bir harita veya kaynak yardımı ile görüntü üzerinde bu sınıflara ait örnek piksel setleri toplanmalıdır.

Eğitim setinin oluşturulmasında kullanılan örnek pikseller, her bir tematik sınıf için, o sınıfı iyi temsil eden homojen alanlardan manuel olarak toplanmak suretiyle oluşturulur. Sınıflandırma için gereken istatistiki bilgiler (ortalama, standart sapma, kovaryans matrisi vb.) öncelikle bu örnek setler için oluşturulur. Daha sonra görüntüdeki tüm pikseller istatistiki olarak incelenir ve her bir piksel kendisine en yakın istatistiki özellikleri gösteren eğitim setinin temsil ettiği sınıfa atanır.

Bu tür sınıflandırma klasik yada katı sınıflandırma (hard classification) olarak adlandırılır. Çünkü her bir piksel tanımlanan sınıflardan birine dahil olmak zorundadır. Oysaki bir pikselin; örnek olarak Landsat TM verisinde 30x30 metre boyutlarında olduğu düşünülürse bu alana birden çok sınıf giriyor olabilir.

Görüntü sınıflandırmada kullanılan bulanık (fuzzy) sınıflandırma mantığı piksellerin diğer sınıflara girme olasılığını da hesaplayarak bu sorunun önüne geçebilmektedir. Ama genellikle görüntüler klasik sınıflandırma yöntemleri kullanılarak sınıflandırılır ve piksellerin başka sınıflara girme olasılığı ihmal edilir, böylece gerçekte birbirine benzer ve doğada yumuşak geçişlerle birbirinden ayrılan sınıflar katı biçimde birbirinden ayrılmış olur.

Eğitilmiş sınıflandırmada yardımcı verilerden yararlanılması da sınıflandırma sonucunun hassasiyetinin arttıran bir diğer tekniktir. Yardımcı veriler (arazi kullanımı, topoğrafik harita, eğim, bakı analizleri vb.) sınıflandırma öncesinde, sonrasında veya sınıflandırma sürecinde analiz edilerek otomatik sınıflandırmanın sonucunu değiştirebilir.

Eğitilmiş sınıflandırma sonucunda başarılı bir tematik veriye ulaşılabilmesi için, sınıfların belirlenmesi ve her sınıfa ait eğitim setlerinin dikkatli biçimde oluşturulması gerekmektedir. Bunun için öncelikle Sınıflandırma Şeması oluşturulmalıdır.

Sınıflandırma Şeması eğitilmiş sınıflandırmaya geçilmeden önce oluşturulmalıdır. Bu aşama doğru biçimde ve kesin olarak tamamlanmadan sınıflandırma işlemi ile ilgili uygulamalara geçmek yanlıştır, aksi halde sınıflandırma işlemlerinin herhangi bir aşamasında başa dönmek ve sınıflandırma şeması ile ilgili eksikleri tamamlamak gerekecektir.

Sınıflandırma Şeması Oluşturma:

Sınıflandırma şeması oluştururken göz önünde bulundurulması gereken iki tür sınıf vardır. Bu sınıflar, tematik sınıflar ve spektral sınıflardır. *Tematik sınıflar*, arazinin kullanıcı tarafından belli kriterlere göre ayrılmasıyla oluşturulan anlamlı ve belli tanımları olan sınıflardır.

Spektral sınıflar ise uydu görüntülerinin çeşitli bantlarında kaydedilen elektromanyetik enerjinin benzer özelliklerine göre gruplanması ile elde edilen sınıflardır. Tematik sınıfların ismi ve tanımı kullanıcı tarafından belirlenir. Bu sınıflar; tarım alanı, yerleşim

alanı, sanayi alanı, vb gibi sınıflardır. Spektral sınıflar uydu görüntüsüne has sınıflardır ve kullanıcı tarafından belirlenen bir tematik sınıfa karşılık gelmek zorunda değildirler. Spektral sınıfların hangi tematik sınıflar ile eş tutulabilecekleri analizci tarafından belirlenebilir. Örneğin; su yüzeyleri hem bir tematik sınıf hem de spektral sınıftır. Çünkü, tematik olarak bir belli başlı arazi sınıflarından biridir ve spektral olarak da etrafındaki materyallerden belirgin bir şekilde ayırt edilebilecek spektral özelliklere sahiptir. Ancak bazı durumlarda tematik sınıflar ile spektral sınıflar bire bir örtüşmeyebilir. Örneğin; tematik olarak tarım alanı özelliği gösteren bir alan içinde birden çok spektral sınıf bulunabilir. Sürülmüş ancak üzerinde ürün bulunmayan tarım alanı spektral olarak çıplak toprak arazi özelliğindedir. Üzerinde ürün bulunan tarım arazisi ya da biçilmiş tarım arazisi başka bir spektral sınıfta bulunabilir. Bu gibi durumlarda spektral sınıflar ile tematik sınıfların ilişkilendirilmesi bu konuda tecrübeli görüntü yorumlama analizcileri tarafından yapılır.

Sınıflandırmada detay seviyesi ile uydu görüntüsünün mekansal hassasiyeti arasında yakın bir ilişki vardır. Mekansal hassasiyet ne kadar yüksekse, elde edilebilecek detay düzeyi o kadar artar.

Sınıflandırma Seviyesi	Veri Gereksinimi
1	Landsat MSS (80mx80m), Landsat TM (30mx30m), SPOT(20mx20m) veya eşdeğeri veriler
2	SPOT Pankromatik (10mx10m), Küçük ölçekli hava fotoğrafları: 1/80 000 ve altı
3	IKONOS, Orta ölçekli hava fotoğrafları:1/20 000 – 1/ 80 000
4	Büyük ölçekli hava fotoğrafları: 1 / 20 000

Sınıflandırma tablosu eğitilmiş sınıflandırmaya başlamadan arazinin karakteristiği ve uydu görüntüsünün özellikleri göz önünde bulundurularak hazırlanmalıdır. Sınıflandırmadan çıkan sonuçlara göre şemaya geri dönülüp üzerinde bazı değişiklikler yapılabilir.

Eğitim Seti Oluşturma

Eğitim seti oluşturma Eğitilmiş Sınıflandırma öncesi manuel olarak yapılan bir ön işlemdir. Sınıflandırma şeması oluşturulduktan sonra, her bir sınıf için görüntü üzerinden örnek eğitim pikselleri toplanır.

Analizci her bir arazi sınıfı için o sınıfı iyi temsil eden piksellerden oluşan eğitim alanları seçer. Bu alanlar kendi içinde homojen özellik göstermelidir. Örneğin; orman

alanları için eğitim seti toplamak üzere tespit edilen alan içine giren pikseller tümüyle orman özelliği gösteriyorsa, bu alan eğitim verisi olmaya uygundur. Ancak eğer bu alanda açıklıklar varsa, ya da su yüzeyi, tarım gibi başka tür sınıflar alana giriyorsa, böyle bir alan heterojendir ve eğitim verisi toplamak için uygun değildir.

Ancak bazı durumlarda alan aynı sınıf olduğu halde heterojen özellik gösterebilir. Örneğin açık toprak alanları ele alalım, özellikler eğer geniş alanlar söz konusuysa, bu alanın bazı bölümleri yer suyu etkisiyle, ya da ani yağmur yağışlarının lokal etki göstermesi yüzünden daha nemli olabilir ve bu da görüntüde spektral özelliklerin bu alanlarda farklılaşmasına sebep olur. Bu gibi durumlarda eğitim verisi toplarken “coğrafi bölgeleme” yöntemine başvurulur. Bu durumda açık toprak alanlar tek değil de iki sınıf olarak düşünülür, normal alanlardan ve nemli alanlardan ayrı ayrı eğitim seti toplanır. Sınıflandırma sonrasında bu iki ayrı sınıf birleştirilerek, açık toprak alanlar adı altında toplanabilir.

Bir eğitim seti nasıl olmalıdır?

- Sınıfını iyi temsil etmelidir
- Homojen olmalıdır.

Eğitim seti verisi toplamanın bir çok yolu vardır:

- Araziden GPS yoluyla toplanabilir
- Ekranda görüntü üzerinden bir poligonal alan belirleyerek toplanabilir
- Ekranda görüntü üzerinden noktasal olarak toplanabilir.

Aşağıdaki şekillerde görüntü üzerinden sınıflara ait karakteristik özellik gösteren alanların poligonla çevrelenmesi yoluyla eğitim seti oluşturulmaktadır.



Eğitimli Sınıflandırma Metotları

Eğitimli sınıflandırmada kullanılan çok sayıda algoritma vardır. Bu algoritmalar her sınıf için toplanmış olan eğitim verileri için spektral modeller oluşturur ve bu modellerin istatistiki özelliklerini belirler. Bu algoritmalarından hangisinin kullanılacağı sınıflandırılacak olan görüntülere ve sınıflandırmadan beklediğimiz sonuca göre değişir.

Sınıflandırmada kullanılan metotlar tamamen istatistiki temellere dayanır. Sınıflandırma analizlerinde istatistik bilimlerinde değerleri kategorize etmek için kullanılan istatistik metotlardan faydalanılmaktadır.

Eğitimli Sınıflandırma, her bir eğitim alanındaki spektral modeli analiz ederek istatistiki özelliklerini tespit eder. Bu zellikler daha sonra girdi bantların sınıflandırılmasında kullanılır. Eğitimli sınıflandırmanın başarılı olması en çok eğitim setinin kalitesine bağlıdır. Minimum Uzaklık ve Maksimum Benzerlik en çok kullanılan eğitimli sınıflandırma metotlarıdır.

Sınıflandırma algoritmalarının nasıl çalıştığını anlamak için bu metotlara kısaca değinelim:

Minimum Uzaklık

Bu metot diğerlerine oranla işlemsel olarak basittir, buna rağmen gerektiği biçimde uygulandığında daha karmaşık olan maksimum benzerlik metoduna yakın düzeyde doğruluk sağlayabilir.

Minimum uzaklık algoritması her bir bant için eğitim setindeki sınıfların ortalama vektörünü kullanır. Her sınıf için ortalama vektör bulunduktan sonra sınıflandırma işleminden geçecek olan bantlardaki her bir piksel değerinin bu ortalama değerlere olan uzaklığı bulunur. Ölçülen uzunluklardan hangisi daha kısa ise, yani değere en yakın olan sınıf ortalaması hangisi ise değer o sınıfa atanır. Eğer sınıflandırma sisteminde uzaklık belirleme seçeneği bulunuyorsa kullanıcı uzaklık eşiğini belirleyebilir. Buna göre değerlerin sınıf ortalamalarına uzaklığı belirlenen eşiğin üstünde ise atama yapılmaz. Bu değerler boşta kalır, yani sınıflandırılmamış pikseller olarak kalır.

Maksimum Benzerlik

Maksimum Benzerlik ortalama vektör, standart sapma, kovaryans gibi istatistik bilgiler kullanır. Her bir pikselin tüm bantlar değerlendirildiğinde oluşturduğu spektral modelin eğitim sınıflarının spektral modellerine ne oranda benzediği tespit edilir. Benzerlik genellikle yüzde olarak ifade edilir. Hücrenin spektral modeli en fazla hangi sınıfın spektral modeli ile benzerlik gösteriyorsa piksel o sınıfa atanır.

2.3.1.2. Eğitimsiz Sınıflandırma

Eğitimsiz Sınıflandırma otomatik bir sınıflandırma biçimidir. Kullanıcıdan sadece bazı parametreleri belirlemek gibi küçük müdahaleler istenmektedir. Eğitimsiz sınıflandırmada çalışma alanı ile ilgili ön bilgi gerekmemektedir. Bu yüzden de eğitimsiz sınıflandırma çalışma alanı hakkında bilgi olmadığı ya da ön arazi çalışması yapılmadığı durumlarda başvurulacak bir sınıflandırma yöntemidir.

Eğitimsiz sınıflandırma spektral modellerin oluşturduğu istatistik gruplarına dayanarak yapılır. Spektral modellerden yola çıkarak tüm görüntünün sınıflandırılması için kullanılan metoda göre (ISODATA, basit kümeleme, vb.) kullanıcıdan bazı parametreleri belirlemesi istenebilir. Bunlar:

- Maksimum sınıf sayısı
- Yarıçap mesafesi: Sınıflar spektral uzayda belli değer aralıkları ile ifade edilirler. Bu aralıklar arasında bir sınıfa dahil olmayan aralıklar kalabilir. Yarıçap mesafesi böyle bir aralıkta yeni bir sınıf oluşturulması için minimum aralığı belirler. Eğer boşta kalan alan en az tanımlanan yarıçap mesafesi kadarsa bu aralıkta yeni bir spektral sınıf oluşturulur. Eğer aralık yarı çap mesafesinden darsa komşu sınıflar arasında paylaşılır.
- Spektral uzay mesafesi: Maksimum sınıf sayısını aşmamak üzere küçük sınıfların birleştirilmesi için bu sınıfların maksimum aralık mesafesi.
- Sınıfların birleştirilmesi aşamasında değerlendirilecek piksel adedi.

Eğitimsiz Sınıflandırma sonucunda görüntü belli sayıda sınıfa ayrılır. Ancak bu sınıfların gerçekte hangi arazi tipini temsil ettiği bilinmemektedir, hatta bu sınıflar bir arazi sınıfını temsil etmiyor da olabilir, çünkü tamamen piksellerin spektral özelliklerine göre otomatik olarak elde edilmişlerdir. Ancak eğitimsiz sınıflandırma sonucunda oluşan spektral sınıfların gerçekte hangi tematik sınıfa karşılık geliyor olabileceği, ya da ne derece karşılık gelebildiği haritalar ve çeşitli referans veriler sayesinde tespit edilebilir.

2.3.2. Manuel / Görsel Yöntemlerle Sınıflandırma

Manuel yöntemle sınıflandırma ya da görsel yorumlama teknikleriyle sınıflandırma, görüntü ve hava fotoğrafı yorumlama uzmanlarının görsel olarak kağıt üzerinden, ya da dijital ortamda ekran üzerinden görüntüyü değerlendirmeleri ve görüntüde farklı görsel niteliklere sahip alanların gerçekte hangi tematik sınıfa dahil olduklarına dair fikir yürütmeleri esasına dayanır.

Bir görüntüde görsel olarak algılayabileceğimiz bileşenler ton, renk, doku, desen, şekil, büyüklük, gölge, yükseklik, çevre elemanlarla ilişkisi ve alan içindeki konumdur. Görsel yorumlama görme yetisi bulunan her normal canlının kullandığı bir algılama ve anlama biçimidir. Günlük yaşamımızda çevremizi, diğer canlıları, nesneleri sürekli olarak algılar ve türleri ile anında ilişkilendiririz. Bu da aslında bir görsel yorumlamadır. Şekilde görsel yorumlama bileşenlerinin önem dereceleri ve ilişkileri gösterilmiştir.



Görsel yorumlamanın şekilde tanımlanan temel bileşenlerinin tümü bir uydu görüntüsünü ya da hava fotoğrafını yorumlarken kullanılır. İnsan beyni bileşenlerin tümünü bir arada şaşılacak derecede kısa zamanda ve iyi biçimde analiz eder. Bunda kazanılan tecrübenin de etkisi büyüktür, çünkü insan tüm gününü çevreyi algılamak, bir dergiyi okumak ya da televizyon izlemek gibi görsel faaliyetlerle geçirir. Ayrıca insan görsel yorumlama konseptine, edinilmiş bilgilerini katarak çok-kriterli değerlendirmeler yapabilir.

Görüntü yorumlayıcı bir görüntüyü yorumlarken;

- Bitki varlığı, toprak, hidroloji, coğrafya ve jeoloji konusundaki sistematik bilgilerini kullanır,

- Yeryüzü materyallerinin ton, renk, doku, desen, şekil, vb. özelliklerini algılama ve anlama yeteneğini kullanır,
- Algıladığı çok çeşitli özellikleri alandaki farklı materyallerini birbiriyle ilişkileri ve farklılıklarını belirlemede kullanır,
- Alanın tarihi gelişimi hakkında bilgilerini kullanır.

Bu değerlendirmelerden sonra, algılanan görüntü parçasının ne olduğuna dair bir karar ortaya koyabilir ve kararın güvenilirliği hakkında bir ölçü verebilir.

Manuel yöntemlerle sınıflandırma, otomatik sınıflandırmayla karşılaştırıldığında bazı yönlerden avantajlı, bazı yönlerden de dezavantajlı olduğu görülecektir.

Otomatik sınıflandırmada sınıflandırma işlemi sadece görüntüdeki piksel değerlerine göre yapılır. Piksel değerleri grinin tonları olarak görüntülendiği için diyebiliriz ki, otomatik sınıflandırma görüntünün sadece tonal özelliklerine dayanarak yapılır. Oysa görsel sınıflandırmada ton, renk, doku, desen, vb. bileşenlerin tümü kullanılır. Yani, görüntü yorumlayıcı ton bilgisinin yanı sıra diğer tüm görsel bileşenleri kullanır.

Bazı otomatik sınıflandırma yöntemleri desen, çevre elemanlarla ilişki gibi bileşenleri de sınıflandırma işleyişine katmaya çalışmıştır ancak bunlar araştırma konularıdır, yerleşmiş ve yaygın metotlar değildirler. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda görsel yöntemlerle sınıflandırma avantajlıdır ve daha doğru sonuçlara ulaşabilmemizi sağlar.

Otomatik sınıflandırma bilgisayar ortamında yapıldığından görsel yorumlamaya oranla çok hızlıdır. Görsel yorumlama teknikleri ile yürütülen bir çalışmanın tamamlanması aylar alabilirken, otomatik sınıflandırma işlemi birkaç dakika içerisinde sonlanır. Bu açıdan otomatik sınıflandırma özellikle kısa sürede sonuçlanması istenen bir çalışma için avantajlıdır. Otomatik sınıflandırmanın bir diğer avantajı da kullanıcı kaynaklı hatalara yer vermemesidir.

2.3.3. Sınıflandırmada Yardımcı Veri Kullanımı

Uydu görüntülerinin çevresel ya da doğal etkenlerden kaynaklanan hatalar içerdiğini önceki bölümlerde bahsetmiştik. Bu hatalardan dolayı görüntü sınıflandırıldığında elde edilen sonucun yetersiz doğrulukta olacağı ve referans olarak kullanılamayacağını

söyleyebiliriz. Yer bilimciler sınıflandırmadan elde edilen sonuçların doğruluğunu arttırmak üzere yardımcı veri kullanımını öngörmektedir.

Yardımcı veri, sınıflandırma sonuçlarını düzeltmek ve iyileştirmek amacıyla kullanılacak nitelikte mekansal ve mekansal olmayan verilere denir. Örnek olarak, orman haritası, jeoloji haritası, toprak haritası, eğim, bakı durumu mekansal yardımcı veriler olarak nitelendirilebilir.

Ürün rekoltesi, mevcut kullanım alanlarının yüz ölçümü, vb. ise yardımcı veri olarak kullanılacak istatistiki yani mekansal olmayan verilerdir.

Yardımcı veri hem otomatik, hem de görsel sınıflandırmada kullanılabilir. Ancak, yardımcı verilerle ilgili olarak göz önünde bulundurulması gereken bir konu da, bu verilerin asıl amacının bir sınıflandırma çalışmasının kalitesini arttırmak olmadığıdır. Bu veriler belli amaçlarla, belli metodolojilere dayanarak üretilmiş mekansal verilerdir. Bu sebeple, bazı mekansal, tematik genellemeler, eksikler vb. içerebilir. Yardımcı veriler kullanılırken bu gerçekler dikkate alınmalı, bu verilerde yer alan bilgilerin gerçekte her zaman öyle olmayabileceği unutulmamalıdır.

Otomatik Sınıflandırmada Yardımcı Veri Kullanımı

Yardımcı verinin otomatik sınıflandırmada kullanımı sınıflandırmanın farklı aşamalarında devreye girebilir. Yardımcı verinin sınıflandırma sürecine girişi sınıflandırma öncesi, sınıflandırma sonrası ya da sınıflandırma süresinde olmak üzere üç farklı biçimde gerçekleşebilir.

Yardımcı verinin sınıflandırma öncesinde kullanımı görüntüyü bölümlere ayırmak üzere yapılır. Bu işlem, yardımcı veri sayesinde benzer özellikler taşıyan alanı parçalara ayırmamızı sağlar. Bu parçalar daha sonra otomatik sınıflandırma işleminden ayrı ayrı geçirilir. Böylece farklı ve çok çeşitli özelliklere sahip bütün bir görüntüyü sınıflandırmak yerine onu daha küçük ve daha az karmaşık parçalara ayırıp sınıflandırmış oluruz. Bu sonucun belli bir oranda iyileşmesini sağlar. Daha sonra ayrı parçalar birleştirilir yeniden bütün hale getirilir.

Yardımcı verinin sınıflandırma sonrasında kullanımı; otomatik sınıflandırma işlemi tamamlandıktan sonra gerçekleştirilir. Sınıflandırma sonucunda bazı pikseller yanlış

sınıflara atanmış olabilir yardımcı veriler bu yanlış atamaları belirlememize ve düzeltmemize imkan verir.

Sınıflandırma süresinde yardımcı veri kullanımı ise; yardımcı verinin sınıflandırma algoritmasına bir biçimde dahil edilmesi yoluyla olur. Yardımcı verilerden gelen bilgiler bunların elde edilmek istenen tematik sınıflarla ilişkileri ve görüntü ile ilişkileri mantıksal bir bilgi seti haline getirilir ve bu bilgi üzerinden görüntü ve yardımcı veriler belli ağırlıklara göre bir arada değerlendirilir.

Sınıflandırmada yardımcı veri kullanımı başlı başına bir araştırma konusudur. Yerbilimciler yardımcı veri kullanımına ilişkin çeşitli metotlar ve algoritmalar üzerinde çalışmaktadırlar.

Manuel / Görsel Sınıflandırmada Yardımcı Veri Kullanımı

Manuel / Görsel sınıflandırmada yardımcı veri kullanımı; görüntü üzerinden sınıfların belirlenmesine görüntü ile birlikte diğer verilerinde incelenmesi ve bir tür çok kriterli değerlendirme ile alanın ne olduğuna karar verilmesinden oluşan bir uygulama metodudur. Yardımcı veri görsel sınıflandırma işlemine sınıflandırmanın herhangi bir aşamasında girebilir bu daha çok metodoloji ile ilgili bir konudur.

3. METODOLOJİ VE ORGANİZASYON

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışması Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesine bağlı Ulusal Bilgi Merkezinde (UBM) gerçekleştirilmiştir. Proje, KHGM ve CBS alanında hizmet veren HAT Coğrafi Bilgi Sistemleri A. Ş. nin birlikte yürüttüğü bir çalışmadır. Proje metodolojisi oluşturulurken Avrupa Birliği üye ülkelerinin gerçekleştirdiği CORINE çalışması ile uyumlu olmaya dikkat edilmiştir. Böylece belli standardizasyon koşulları da sağlanmış olacaktır.

Projede yaklaşık sekiz kişilik bir ekip görevlendirilmiştir. Ekip bir koordinatör ve onun kontrolünde bulunan diğer eğitimli elemanlardan oluşmaktadır. Ayrıca Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri (GGIT) ana bilim dalından bir öğretim üyesi projeye danışmanlık yapmaktadır.

Ekipte yer alan elemanların tümü Coğrafi Bilgi Sistemleri konusunda eğitimli ve proje tecrübesi bulunan kimselerdir. Ekip çalışanları kendileri için yeni bir alan olan Uzaktan Algılama konusunda eğitimden geçirilmişler ve projeye başlatılmışlardır.

Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı tespiti projesinde bir çalışma alanı tespit edilmiştir. Bu alanın arazi türü bakımından çeşitlilik gösteren karmaşık denebilecek nitelikte bir alan olmasına dikkat edilmiştir. Böylece mümkün olduğunca çok sayıda sınıfın ayrımı yapılabilecek ve karşılaşılan zor durumlar ilerde yapılacak çalışmalar için ip ucu olacaktır.

Çalışma alanına ait tüm veriler hazır hale getirildikten sonra sıradaki ve can alıcı aşama bu verilerin yorumlanması ve görüntülerin sınıflandırılmasıdır.

Çalışma alanı 1/25 000 ölçeğinde hassasiyet için büyük bir alan sayılabilir. Projenin daha kısa sürede tamamlanabilmesi için bu alan 12 eşit parçaya ayrılmıştır. 12 parçadan her biri 1adet 1/50 000 ölçekli haritaya, yani 4 adet 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaya tekabül etmektedir. Böylelikle parçaların diğer verilerle pratik biçimde kullanımı da sağlanmış olur. Daha sonra bu parçalar bir araya getirilip, kenarlaştırılmıştır.

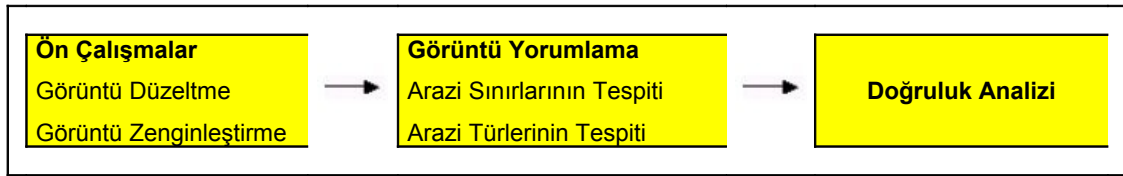
Çalışmanın son aşaması doğruluk analizidir. Sınıflandırma sonunda elde edilen veriden rasgele toplanan noktaların yer gerçekliği ile karşılaştırma işlemini içeren doğruluk analizi çalışması ile verinin doğruluk düzeyi tespit edilir.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti projesi kapsamında yapılan çalışmalar üç aşamada incelenebilir. Bunlar;

- Verilerin toplanması ve hazır hale getirilmesi ile ilgili ön çalışmalar,
- Sınıflandırma ile ilgili çalışmalar,
- Üretilen verinin doğruluğunun sınanması ile ilgili çalışmalardır.

Metodoloji ile ilgili şemalar:

Aşamalar:



Ön Çalışmalar – Verilerin Toplanması

- A. Uygu Görüntülerinin Seçimi (Proje kapsamında Mayıs 2000 Landsat, Eylül 1999 Landsat, Ağustos 2000 IRS ve Ağustos 2000 Ikonos uydu görüntüleri kullanılmıştır).
- B. Yardımcı Verilerin Toplanması (Proje kapsamında 1/25,000 ölçekli topoğrafik haritalar, orman-Amenajman planları, toprak haritaları, 1/15,000 ve 1/20,000 ölçekli hava fotoğrafları kullanılmıştır).

Ön Çalışmalar – Verilerin Zenginleştirilmesi

- A. Geometrik Düzeltme İşlemleri
- B. Görüntülerin Zenginleştirilmesi
- C. Veri Setlerinin Oluşturulması

Sınıflandırma Çalışmaları

- A. Arazi sınıflarını ayıran sınırların belirlenmesi (ilk aşama)
- B. Yardımcı verilerin kullanımı ile kontrol
- C. Arazi sınıflarını ayıran sınıfların belirlenmesi (ikinci aşama)
- D. Görüntü ve yardımcı verilerin kullanımı ile kontrol
- E. Arazi sınıfı türlerinin belirlenmesi (ilk aşama)
- F. Hava fotoğraflarının ve kullanımı ile kontrol
- G. Arazi sınıfı türlerinin belirlenmesi (ikinci aşama)

- H. Arazi çalışması ile yersel kontrol
- I. Arazi sınıfı türlerinin belirlenmesi (üçüncü aşama)

3.1. CORINE Çalışma Programı

1985 yılında Avrupa Komiteleri (European Communities) çevre bilgi sisteminin koordinasyonu için CORINE (Coordination of Information on the Environment) programını başlatma kararı aldı.

CORINE programının amaçları:

- i. Tüm üye ülkeler için öncelikli konuları da dikkate alarak çevre ve doğal kaynaklar hakkında bilgi toplamak,
- ii. Üye ülkeler arasında veri toplanması ve organizasyon faaliyetlerini uluslararası düzeyde koordine etmek,
- iii. Sonuçların komite düzeyinde doğruluğunu garanti etmek için veri karşılaştırılabilirliğini sağlamak,
- iv. Veri değerlendirme metodlarını geliştirmek şeklinde belirlendi.

Bu bağlamda, projenin en temel hedeflerinden biri topluluğun çevresel politikasını oluşturmak üzere, çevre bilgi sisteminin yararlılığını artırmak, teknik fizibilite ve işlevselliğini sağlayabilmektir.

Avrupa genelinde bir Arazi örtüsü Tespiti projesini gerçekleştirmek Corine programının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. “CORINE Land Cover Project – (CORINE Arazi Örtüsü Tespiti Projesi)” Avrupa topluluğuna üye 12 ülkenin arazi örtüsünü tespit etmeyi hedefleyen bir çalışmadır. Bu çalışma aynı zamanda Avrupa Topluluğuna üye ülkeler arasında coğrafi verilerin standardizasyonunun sağlanmasını ve topluluk çevresel politikalarının belirlenmesi için veri sağlamak üzere bir Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmayı hedeflemektedir.

CORINE projesi başlatılmadan önce bir fizibilite çalışması yapılmıştır. Bu çalışma 9 komite üyesi ülkeden seçilen 10 örnek bölgede gerçekleştirilmiştir.

Fizibilite çalışmasının sonuçları olumlu bulunmuş ve Portekiz’de bir pilot çalışma başlatılmıştır. Pilot çalışma ile birlikte CORINE programının temellerini oluşturan metodoloji ve sınıflandırma sistemi belirlenmiştir.

CORINE Metodolojisi

Çalışmanın amacı, hedefleri belirlendikten sonra çalışmanın içerik olarak sınırları ortaya konmuştur. Bunlar temel olarak; çalışmanın ölçeği, en küçük haritalama alanı, sınıflandırma seviyesi, sınıf sayısı ve isimleridir. Daha sonraki aşama çalışmada esas alınan görüntülerin neler olacağı ve hangi tarihlere ait olacağının tespiti ve yardımcı verilerin belirlenmesidir.

CORINE Arazi Örtüsü Tespiti Projesi hakkında temel bilgiler:

Çalışma Alanı:

- 2.3 milyon km²
- 12 ülke
- konum: 62 N - 28 S
14 W - 29 E

Çalışma Ölçeği:

- 1/100 000

En Küçük Haritalama Alanı:

- 25 ha.

Üç Seviyeli Arazi Örtüsü Sınıfları:

- Birinci seviye: 5 tip
- İkinci seviye: 15 tip
- Üçüncü seviye: 44 tip

Çalışma Ekibi:

- DP uzmanları
- Coğrafyacılar
- Kartograflar
- Fotoğraf yorumlama uzmanları
- Merkez Teknik Birim uzmanları

CORINE Arazi Örtüsü Tespiti projesinde kullanılan uydu görüntüleri:

- SPOT(HRV XS),
- Landsat MSS
- Landsat TM

CORINE projesinde yer alan Avrupa Topluluğuna üye 12 ülke:

- Belçika,
- Danimarka,
- Almanya,
- İtalya,
- Hollanda,
- İngiltere,
- Portekiz,
- Lüksembourg,
- İrlanda,
- Kuzey İrlanda,
- Yunanistan.

CORINE projesinin tarihi projede kullanılan temel görüntülerin alındığı tarih olarak gösterilebilir. CORINE çalışması sonucunda oluşturulan veri tabanının sürekli olarak güncellenmesi gerekmektedir ve bu planlı bir biçimde yapılmaktadır. 5 yılda ya da 10 yılda bir veri tabanı yeni verilerle entegre biçimde güncellenmektedir.

CORINE projesi 5 aşamadan oluşmaktadır;

A- Ön çalışmalar:

i) Çalışmanın temel verisi olan 1/100 000 ölçekli false-color görüntüleri üretmekte kullanılacak olan görüntü ve tarihlerinin belirlenmesi:

- Sensörün belirlenmesi (Landsat MSS, Landsat TM, SPOT HRV)
- Görüntülerin tarihinin belirlenmesi (çalışmanın yapıldığı tarihe mümkün olduğunca yakın tarihli, yaz döneminde (Haziran-Ekim) alınmış görüntüler. Eğer yaz dönemi görüntüsü elde edilemiyorsa, yılın iki farklı döneminde alınmış görüntülerden yararlanılmıştır.

ii) Yardımcı verilerin belirlenmesi ve toplanması

Çalışmada kullanılan temel yardımcı veriler şunlardır:

- Topoğrafik haritalar
- Arazi örtüsü ve arazi kullanımına ilişkin tematik haritalar
- İstatistiki veriler
- Hava fotoğrafları

B- Görüntü ve yardımcı verilerin altlık haritalar haline getirilmesi:

Görüntülerin radyometrik ve geometrik olarak düzeltilmesi, iyileştirilmesi, 1/100000 ölçekli false-color olarak kağıt üzerine basılması ve yardımcı verilerin standart 1/100000 ölçekli altlık haritalar olarak düzenlenmesi. Görüntü yorumlama işlemi bu altlıklar kullanılarak yapılır.

C- Bilgisayar destekli görüntü yorumlama:

Görüntü yorumlama uzman kimselerce gerçekleştirilen çok aşamalı bir prosedürdür. Bu işlem için oluşturulan görüntü altlıklarının üzerine şeffaf tabaka yerleştirilir ve çizimler bu şeffaf üzerine yapılır.

- i) öncelikle birbirinden ayırt edilebilen yüzey elemanlarını birbirinden ayıran sınırlar çizilir.
- ii) görüntünün yorumlamasında kullanılan anahtar işaretler, yardımcı veriler ve hava fotoğrafları kullanılarak bu alanlara sınıflandırma listesindeki uygun sınıf ismi verilir.
- iii) alan sınırları ve alan türü tespiti işlemleri çalışma alanı için tamamlandıktan sonra bu tespitlerin doğruluğunun eldeki verilerle yeniden gözden geçirilmesi.

D- Sayısallaştırma:

Sınıflandırma işlemi tamamlandıktan ve son haline ulaşıldıktan sonra, şeffaf tabakalar üzerindeki bilgiler sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılır.

E- Veritabanının Kontrolü ve Doğrulanması:

- Farklı ekiplerin yaptığı çalışmaların uyumluluğu,
- Görüntü yorumlamada problemli alanlar için arazi çalışması sonuçlarına göre düzeltmelerin yapılması,
- Her bir alan poligonuna bağlı tek bir alan türü kaydı bulunması,
- Sayısallaştırmanın hassasiyetinin kontrolü,
- En küçük haritalama alanına uygunluk gibi kontrollerin yapılması.

3.2. Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Tespiti Çalışmalarında Temel Prensiplerin Belirlenmesi

Arazi kullanım ve arazi örtüsü tespiti konusunda yapılan bir envanter çalışması 4 temel bileşenle çok yakın ilişkilidir ve bu bileşenlerin kaçınılmaz olarak belirginleştirilmesi gerekmektedir.

- Çalışma ölçeğinin belirlenmesi,
- En küçük haritalama alanının büyüklüğünün belirlenmesi,
- Kullanılacak verilerin tespiti,
- Sınıflandırma şeması ve kaç birimden oluşacağını tespiti.

Çeşitli uydu görüntülerinin analiz edilebilmesi bu verilerin yardımcı verilerle entegre biçimde kullanılabilmesi için veri üretimi, analizi, yönetimi ve görüntülemesi işlemlerini problemsiz olarak gerçekleştirilebilecek olan yazılım veya yazılımların temini de önemli bir konudur.

3.2.1. Çalışma Ölçeği ve En Küçük Haritalama Alanının Belirlenmesi

Bir haritalama çalışmasında genel olarak;

1/ 25 000 – 1/50 000	büyük ölçek,
1/ 100 000	orta ölçek,
1/500 000 – 1/1000 000	küçük ölçek olarak kabul edilir.

Tematik haritalama çalışmasının ölçeği, bu verinin temel altlık olarak hangi yönetim ve karar mekanizmalarının ihtiyacını karşılayabilmelidir. Çalışma ölçeği ile karar verici organ arasındaki ilişkiyi şu şekilde gösterebiliriz:

Çalışma Ölçeği	Karar Mekanizması	İhtiyaçlar
1/1000 000	Ülke veya ülke birlikleri dahilinde programlar, ülkesel kalkınma ve gelişme programları.	Arazi kullanımı ve arazi örtüsünde uzun vadeli değişikliklerin izlenebilmesi, ülkeler arası karşılaştırmalar yapılabilmesi.
1/ 100 000	Ülke politikaları ve dış politikaların belirlenmesi.	Ülkesel düzeyde çevresel veri sağlanması, problemleri veya kritik bölgelerin tespit edilebilmesi.
1/25 000	Bölgesel ve yerel kararlar, Ülkesel alan kullanımı – tarım politikalarının belirlenmesi.	Bölgesel ve yerel arazi örtüsü - alan kullanımı. Hassas alanların tespiti.

Geniş alanlara uygulanan arazi örtüsü ve arazi kullanımı tespiti çalışmalarında sınıflandırma, sınıf sayısı ve sınıfların iyi tanımlanabilmesi kadar önemli bir nokta da sınıflandırmanın ölçeği ve dolayısıyla haritalama biriminin boyutlarıdır.

Bir harita birimi oluşturulan sınıflandırma şeması dahilinde arazide herhangi bir sınıfı temsil eden alandır. Bu alan çevrelenerek bir poligon olarak tanımlanır, daha sonra karakteristik özelliğine uygun olarak adlandırılır.

Bir harita birimi arazide homojen nitelikte bir sınıfı (orman, su yüzeyi gibi) ya da aynı arazi sınıfı içinde toplanabilecek birimleri temsil etmelidir. Bu birim belli bir ölçekte belli bir alanı temsil etmelidir ve etrafındaki diğer birimlerden belirgin biçimde ayırt edilebilmelidir.

Harita birimi, yer yüzünü kaplayan materyallerin heterojenliğini ve çeşitliliğini gösteren uydu görüntülerini anlamlı parçalara ayırmayı ve organize etmeyi sağlayan bir araç gibi de düşünülebilir.

En küçük haritalama birimi alan olarak ne kadar küçükse çalışmadan elde edilecek mekansal ve tematik detay o kadar yüksek olur. Çalışmadan elde edilecek mekansal ve tematik detay da; çalışma süresi, çalışma için harcanacak emek ve giderle doğru orantılıdır.

En küçük harita biriminin büyüklüğü çalışma ölçeği ile yakından ilişkilidir, öyle ki; çalışmanın ölçeğine göre en küçük haritalama biriminin büyüklüğü belirlenir ya da tam tersi olarak, eldeki görüntü ve malzemenin elvereceği en küçük haritalama biriminin büyüklüğüne göre çalışma ölçeği tayin edilir.

Burada sözü edilen çalışma ölçeği aslında kavramsal / nominal bir ölçektir, basılı bir haritanın ölçeğinden anladığımız tanımla ilgisi yoktur. Çalışma ölçeği daha çok, ifade edilen tematik bilgilerin detay düzeyi ile ilgilidir. Buna göre 1/100 000 – 1/500 000 gibi küçük ölçeklerde daha az detay bulunurken, 1/10 000 – 1/50 000 gibi büyük ölçeklerde daha çok mekansal ve tematik detay bulunur.

En küçük haritalama alanı;

- Analiz sonucunu karmaşık hale getirmeyecek ve ölçekli bir haritaya basıldığında okunabilirliği zorlaştırmayacak büyüklükte olmalıdır.
- Çalışmadan elde edilmesi beklenen tematik sonuçları ve detay düzeyini sağlayabilecek büyüklükte olmalıdır.
- Arazi türlerini iyi biçimde temsil edebilecek büyüklükte olmalıdır.

- Projenin yürütülmesi için ayrılabilir zaman, emek ve bütçe koşulları ile projeden elde edilmesi istenen bilgi düzeyi ve detay göz önünde bulundurarak optimal bir büyüklükte olmalıdır.

CORINE çalışmasında yukarıda bahsedilen kriterler göz önünde bulundurarak en küçük haritalama birimi 25 ha olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın ölçeği 1/100 000'dir. İtalya İstatistik Enstitüsü-ISTAT, arazi örtüsü tespiti pilot çalışmasında 1,56 ha'lık en küçük haritalama birimi kullanmıştır. Temel noktalarda CORINE metodolojisinin benimsendiği bu çalışmanın ölçeği 1/25 000'dir.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında en küçük haritalama alanı 1.56 ha olarak belirlenmiştir. Çalışma ölçeği ise 1/25000'dir. Bu temel tespitler CORINE çalışmasına uyum çerçevesinde belirlenmiştir.

CORINE 1/100 000 ölçek ve 25 ha en küçük haritalama alanı esaslarına dayanan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Xxx projesinde ise proje amaç ve hedefleri doğrultusunda beklentilerin bu ölçek ve harita birimi esasları ile sağlanamayacağına karar verilmiş ve çalışma ölçeği 1/25 000, en küçük haritalama birimi 1.56 ha olarak öngörülmüştür.

Çalışmada en küçük haritalama biriminin 1.56 ha olarak belirlenmesi basit bir matematiksel oranlamaya dayanır. CORINE çalışmasında 1/100 000 ölçek hassasiyetinde bir çalışma için 25 ha alan en küçük haritalama birimi olarak kabul edilmişse; bu ölçekten matematiksel olarak 16 kat büyük olan 1/25 000 ölçekli bir çalışma için 25/16 yani 1.56 hektarlık haritalama birimi uygun olacaktır. Nitekim 1/25000 ölçekli bir çalışma olan ISTAT projesinde de 1.56 ha en küçük haritalama birimi olarak kabul edilmiştir.

En küçük haritalama alanının 1.56 ha olarak belirlenmesindeki temel sebep çalışmadan elde edilmek istenen detayla ilgilidir. Çalışmadan beklenen minimum alan 1.56 ha olarak yeterli görülmektedir.

Örneğin 25 ha'lık en küçük haritalama alanı kabulü ile yapılan bir çalışma kaba ve genellenmiş bir sonuç verecektir. Bu sonuç çalışmanın hedeflerini destekler düzeyde değildir.

En küçük haritalama alanının büyük tutulması sadece mekansal detayı azaltmakla kalmamakta aynı zamanda elde edilebilecek tematik detay düzeyini de düşürmektedir.

Örneğin bir orman alanı içinde 20 ha'lık tarım alanı açıldığını farz edelim. En küçük haritalama alanımız 25 ha ise bu alanın çevrelenmesi ve tarım alanı olarak adlandırılması, yani bir harita birimi olarak kabul edilmesi teorik olarak doğru değildir. Tüm alan orman olarak gösterilmek durumundadır. Bu da tematik detay düzeyinin genellenmesi anlamına gelir.

Çalışmanın amaçlarına uygun olarak alınan görüntüler (Landsat TM7, IRS PAN) ve yardımcı veriler de belirlenen en küçük harita birimi olan 1.56 ha büyüklüğünde alanları tespit etmek için yeterlidir.

Çalışmada kullanılacak ölçeğin seçimi en küçük haritalama alanı ile yakından ilişkili olduğu gibi, başka kriterler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmada 1/25 000 ölçeğin seçilmesinin temel sebepleri şu şekilde sıralanabilir; Daha küçük ölçeklerde (1/100 000, 1/250 000, 1/500 000) yapılan bir çalışmadan elde edilecek mekansal detay düzeyi çalışmanın hedeflediği sonuçlar için yetersiz kalmakta ve beklenen tematik ve mekansal detay düzeyini karşılamamaktadır.

Büyük ölçekli (1/25 000, 1/50 000) tematik haritalar, genel amaçlı kullanılabileceği gibi ülke genelinde ya da lokal alanlarda yapılan spesifik çalışmalar ve projeler için temel oluşturabilecek niteliktedir.

Çalışmada kullanılan yardımcı verilerin çoğu (topoğrafik haritalar, toprak haritaları, orman haritaları) 1/25 000 ölçektedir. Ayrıca, 1/25 000 ölçek ülke genelinde diğer verilerde de yaygın olarak kullanılan standart bir ölçektir. 1/25 000 çalışma ölçeği olarak seçilerek, sonuç verinin diğer coğrafi verilerle uyumlu biçimde kullanılabilmesi amaçlanmaktadır.

Projenin gerçekleştirilmesi için ayrılan süre, bütçe ve ekip 1/25 000 ölçekli pilot çalışmayı gerçekleştirebilmek için yeterlidir.

En küçük haritalama alanı kuralı bazı durumlarda aşılabilmektedir. Yani bazı durumlarda en küçük haritalama alanından biraz daha küçük alanlar tanımlanabilir. Çalışma alanı sınırlarında bazı alanların yarım kalmasından ötürü en küçük haritalama alanının altında alanlar bulunabilir. Çok belirgin alanlarla (mera ortasında göl gibi) çalışma açısından önemli ve kritik alanlar en küçük haritalama biriminden daha küçük olsa da tanımlanabilir.

3.2.2. Sınıflandırma Şemasının Belirlenmesi

Arazi örtüsü ve arazi kullanım tespiti çalışmalarında çok önemli dört temel bileşenden bahsetmiştik; çalışma ölçeği, en küçük haritalama alanı, temel veri ve sınıflandırma şeması. Sınıflandırma şemasının oluşturulması ve sınıfların belirlenmesi diğer üç bileşenle çok yakından ilgilidir.

Sınıflandırma şemasının oluşturulması, bu şema içinde kaç seviye ve kaç sınıf olacağı, bunların neler olacağı ön çalışmalar sırasında tartışılmalı ve belirlenmeye çalışılmalıdır. Çünkü çalışma için ne tür veriler kullanmak gerektiği, alınacak uydu görüntülerinin spektral ve mekansal çözünürlük özellikleri, çalışmanın ne kadar süreceği ve kaç kişi gerekeceği sınıflandırma şemasıyla yakından ilgilidir. Çalışma için gerekli organizasyonlar bu şema en azından taslak olarak tamamlandıktan sonra gerçekleştirilmelidir. Daha sonra gerektiğinde çalışma esnasında da şemada bazı değişiklikler ve düzenlemeler yapılabilir.

Uydu görüntülerinin temel veri olarak kullanıldığı sınıflandırma çalışmalarında iki sınıf türü iyi bilinmelidir. Bunlardan biri bizim sonuç haritamızda görmeyi umduğumuz, yer yüzünde belli bir arazi türüne tekabül eden tematik sınıflardır. Diğer ise, uydu görüntülerinin çeşitli bantlarında kaydedilen elektromanyetik enerjinin benzer özelliklerine göre yorumlanması ile elde edilen sınıflardır ki bu sınıflar her zaman anlamlı bir tematik sınıfla örtüşmeyebilir. Sınıflandırma şeması oluştururken tematik sınıflar kadar görüntülerden elde edilen spektral sınıflar da dikkate alınmalıdır. Örneğin elinizdeki mevcut görüntü imkanları ile tespit edemeyeceğiniz sınıfları sınıflandırma şemanıza koyamazsanız, böyle bir durumda o sınıfın bir üst seviyesine denk gelen yani o sınıfı kapsayan üst sınıfı ele almakla yetinmelisiniz.

Tematik ve spektral sınıflar hakkında daha fazla bilgi için *Eğitilmiş Sınıflandırma* bölümünde bulunan *Sınıflandırma Şeması Oluşturma* başlıklı yazıyı inceleyebilirsiniz.

Bir sınıflandırma şeması şu kriterleri sağlayabilmelidir:

- Arazi kullanım ve arazi örtüsü tespiti çalışmasının hedeflediği alan için (bu çalışmada tüm ülke) belli bir sınıfa dahil olmayan hiçbir arazi türü kalmayacak şekilde tüm alan sınıflandırılabilirdir.
- Belirlenen sınıflar ilerde coğrafi veritabanını kullanacak olan kişi, ve kurumların ihtiyaçlarını karşılayabilir nitelikte olmalıdır.

- Sınıf isimleri açık ve anlaşılır olmalıdır, belirsizlik ve çelişkili ifadeler içermemelidir.

Sınıflandırma şeması bu çalışmada 1.56 ha ve üzerindeki alanlara uygulanmaktadır. Ancak bir sınıflandırma şemasının içerebileceği sınıf sayısı, kullanıcının ihtiyaçları ile proje giderleri arasındaki dengeyle ilgilidir. Kullanıcı projedeki amaç ve hedeflerini belirledikten sonra hangi düzeyde, detayda ve çeşitlilikte bilgiye ihtiyaç duyduğuna karar vermeli ve ihtiyaçlarını proje için ayırabileceği zaman, emek ve gider kriterleri ile karşılaştırmalı ve bir uzlaşma noktasında karar kılmalıdır.

Daha önce de sözünü ettiğimiz gibi, çalışmadan beklenen bilgi ve detay düzeyi arttıkça daha üstün uydu görüntüleri, daha fazla uğraşı buna bağlı olarak da daha yüklü giderler ortaya çıkacaktır.

Sınıflandırma Şemasının Seviyelendirilmesi

Bir sınıflandırma şeması hiyerarşik dallanmalar gösterir. Temel ayrımlar birinci seviyededir, ikinci seviye birinci seviyedeki ana sınıfların alt sınıflarını kapsar, üçüncü seviye de benzer biçimde ikinci seviye sınıfların alt sınıflarından oluşur ve detay düzeyi arttıkça seviyeler hiyerarşik biçimde artmaya devam eder.

Bir arazi kullanım-arazi örtüsü tespiti çalışmaları incelendiğinde, alanın büyüklüğü ve özellikleri, çalışmanın hedefleri ve istenen genel detay düzeyine göre seviyelerin içereceği sınıflar, hiyerarşik dallanmanın ne şekilde olacağı radikal düzeyde olmamakla beraber çalışmadan çalışmaya farklılıklar gösterebilir.

Biz yaptığımız bu çalışmada 3 seviyeli sınıflandırma sistemi kullanmış bulunuyoruz. Kullandığımız sınıflandırma şemasında seviye tanımları ise şu şekilde yapılabilir:

Birinci seviye: Temel kategorilerden oluşur. 5 ana sınıf içermektedir, söz konusu alan içinde tüm materyaller 5 temel gruptan birine dahil olacaktır. Bu çalışma için ülke sınırları içi esas alınmıştır ama birinci seviye tüm gezegen ölçeğinde dahi kullanılabilecek kadar genel niteliktedir. Böylece diğer ülkelerin çalışmaları ile uyumlu olması ve karşılaştırılabilirliği de sağlanmaktadır. Bu seviyedeki bir sınıflandırma 1:500,000-1:1,000,000 ve üstündeki küçük ölçeklerde değerlendirilebilecek nitelikte bir veridir.

İkinci seviye: Birinci seviyedeki temel sınıfların alt sınıflarıdır. Her birinci seviye sınıfı en az üç olmak üzere alt sınıflara ayrılmıştır. İkinci seviyede toplam 19 adet kategori bulunmaktadır. Bu kategoriler ülkesel ve bölgesel özellikler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu seviyedeki sınıflandırma 1/100 000 – 1/250 000 gibi orta ölçeklerde değerlendirilebilecek niteliktedir.

Üçüncü Seviye: Bu seviyede ikinci seviye sınıfların alt sınıflarını oluşturan 39 kategori bulunmaktadır. İkinci seviyede olup da alt sınıflara ayrılamayan sınıflar üçüncü kategoriye aynı isimle geçirilmiştir. Bu seviyedeki sınıflandırma 1/25 000 – 1/50 000 gibi büyük ölçeklerde değerlendirilebilecek niteliktedir.

Günümüzde görüntü sınıflandırma analizlerinde kullanılan standart haline gelmiş sınıflandırma şemaları bulunmaktadır. Bunlardan en çok bilinen bir kaç tanesini örnek olarak inceleyebiliriz.

3.2.2.1. U.S.G.S. (United States Geological Survey) Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi

1	Kent veya Yapılaşma Alanları	(Urban or Built-up Land)
11	Yerleşim Alanları	(Residential)
12	Ticaret ve Servisler	(Commercial and Services)
13	Sanayi	(Industrial)
14	Ulaşım, İletişim ve Hizmetler	(Transportation, Communication and Utilities)
15	Sanayi ve Ticaret Kompleksleri	(Industrial and Commercial Complexes)
16	Karışık Kentsel ve Yapılaşma Alanları	(Mixed Urban or Built-up Land)
17	Diğer Kentsel ve Yapılaşma Alanları	(Other Urban or Built-up Land)
2	Tarım Alanları	(Agricultural Land)
21	Sulak Tarım Alanları	(Cropland and Pasture)
22	Bağ, Bahçe, Meyvelik, Ağaçlık, Fidanlık	(Orchards, Groves, Vineyards, Nurseries, and Ornamental)
23	Özel Otlak Alanları	(Confined Feeding Operations)
24	Diğer Tarım Alanları	(Other Agricultural Land)

3	Doğal Alanlar	(Rangeland)
31	Otsu Örtülü Doğal Alanlar	(Herbaceous Rangeland)
32	Funda-Çalılık Örtülü Doğal Alanlar	(Shrub-Brushland Rangeland)
33	Karışık Doğal Alanlar	(Mixed Rangeland)
4	Orman Alanları	(Forest Land)
41	Yaprak Döken Ormanlar	(Deciduous Forest Land)
42	Her dem Yeşil (ibrelî) Ormanlar	(Evergreen Forest Land)
43	Karışık Orman Alanları	(Mixed Forest Land)
5	Su Alanları	(Water)
51	Akarsular ve Kanallar	(Streams and Canals)
52	Göller	(Lakes)
53	Rezervuarlar	(Reservoirs)
54	Körfez ve Haliçler	(Bays and Estuaries)
6	Sulak Alanlar	(Wetland)
61	Ağaçlık Sulak Alanlar	(Forested Wetland)
62	Çıplak Sulak Alanlar	(Nonforested Wetland)
7	Çıplak Alanlar	(Barren Land)
71	Tuz düzlükleri	(Dry Salt Flats)
72	Sahiller	(Beaches)
73	Sahil haricindeki Kumluk Alanlar	(Sandy Areas other than Beaches)
74	Çıplak Kayalık	(Bare Exposed Rock)
75	Açık Maden Ocakları, Taş ve Çakıl Oc.	(Strip Mines, Quarries, and Gravel Pits)
76	Geçiş Alanları	(Transitional Land)
77	Karışık Çıplak Alanlar	(Mixed Barren Land)
8	Tundra	(Tundra)
81	Funda ve Çalılık Örtülü Tundra	(Shrub and Brush Tundra)
82	Otsu Örtülü Tundra	(Herbaceous Tundra)
83	Çıplak (Örtüsüz) Tundra	(Bare Ground Tundra)
84	Yaş Tundra	(Wet Tundra)
85	Karışık Tundra	(Mixed Tundra)

9	Daimi Kar veya Buzla Örtülü Alanlar	(Perennial Snow or Ice)
91	Daimi Kar Örtülü Alanlar	(Perennial Snowfields)
92	Buzullar	(Glaciers)

U.S.G.S. Arazi Örtüsü /Arazi Kullanımı Sınıflandırma Şeması 4 seviyeden oluşmaktadır. Yukarıda, sınıflandırma şemasının iki seviyesi verilmiştir.

3.2.2.2. CORINE (Coordination of Information on the Environment) Arazi Örtüsü /Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi

1	Yapay Yüzeyler	(Artificial Surfaces)
11	Kentsel Doku	(Urban Fabric)
12	Endüstri, Ticaret ve Ulaşım Birimleri	(Industrial, Commercial and Transport Units)
13	Maden ocağı, Çöplük ve İnşaat Alanları	(Mine, Dump and Construction Sites)
14	Tarımsal olmayan Yapay Yeşil Alanlar	(Artificial Non-agricultural Vegetated Area)
2	Tarım Alanları	(Agricultural Areas)
21	Ekilen Alanlar	(Arable Land)
22	Sabit Ürünler	(Permanent Crops)
23	Doğal Otlaklar	(Pastures)
24	Karışık Tarım Alanları	(Heterogeneous Agricultural Areas)
3	Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	(Forests and Semi-natural Areas)
31	Ormanlar	(Forests)
32	Çalılık ya da Otsu Örtülü Doğal Alanlar	(Shrub and / or Herbaceous Vegetation Associations)
33	Seyrek Bitkili ya da Bitkisiz Açık Alanlar	(Open Spaces with Little or No Vegetation)
4	Sulak alanlar	(Wetland)
41	Karasal Sulak Alanlar	(Inland Wetlands)
42	Kıyisal Sulak Alanlar	(Coastal Wetlands)

5	Su Alanları	(Water Bodies)
51	Karasal Sular	(Inland Waters)
52	Deniz Suları	(Marine Waters)

CORINE Arazi Örtüsü /Arazi Kullanımı Sınıflandırma Şeması 3 seviyeden oluşmaktadır. Yukarıda, sınıflandırma şemasının iki seviyesi verilmiştir.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında oluşturulan şema 3 seviyelidir. İhtiyaç duyulduğunda, ve yeterli nitelikte verilere ulaşılabilmesi durumunda (yüksek çözünürlüklü görüntüler, hava fotoğrafları, vb.) bu çalışmanın devamı olarak 4. seviyeye inilebilir. Ancak bu durumda dikkat edilmesi gereken bazı hususlar olacaktır:

- 4. seviyede eklenen sınıflar mutlaka 3. seviyedeki sınıflardan birinin alt sınıfı olmalıdır.
- 4. seviye sınıfı birden fazla 3. seviye sınıfının alt sınıfı olmamalıdır.
- 4. seviyede sınıflandırmaya, 3. seviye tamamlandıktan sonra geçilmelidir

3.2.2.3. Ulusal Bilgi Merkezi Sınıflandırma Şeması

Sınıflandırma şeması hazırlanırken CORINE lejandı büyük ölçüde dikkate alınmıştır. Bundaki en önemli etkenlerden biri CORINE'in dünyaca kabul gören standartlaşmış bir çalışma olmasıdır. CORINE çalışmasının bu projeye örnek teşkil etmesindeki amaç da daha önce bahsedildiği gibi Avrupa Birliğine uyum konusunda bu alanda olumlu bir adım olmasıdır.

Sınıflandırma şeması hazırlanırken ülkesel ve bölgesel arazi kullanım ve arazi örtüsü tipleri incelenmiş hazırlanan şemada bu sınıfları iyi temsil etmeyen ya da örtüşmeyen kategoriler elenmiş mümkün olduğunca ülkemizin arazi karakteristiklerine uygun bir şema hazırlanmıştır.

Sınıflandırma şeması hazırlanırken dikkate alınan bir diğer veri de Köy Hizmetlerinin Toprak haritalarında yer alan Şimdiki Arazi Kullanımı (SAK) lejantıdır. Bu verinin önemi, ülkesel ölçekte arazi kullanım bilgisi içeren yegane veri olmasıdır. Toprak haritalarının asıl amacı toprakla ilgili verileri derlemek olduğu için, arazi kullanımı verileri detaylı ve hassas veriler değildir ancak, hem eski toprak haritalarının güncellenmesi ve düzeltilmesi için hem de bu iki verinin karşılaştırılabilir olmasını sağlamak için toprak haritalarında bulunan lejant da dikkate alınmıştır.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışması, Sınıflandırma Şeması:

SEVİYE 1	SEVİYE 2	SEVİYE 3
1. Kentsel ve Kırsal Yapılaşma Alanları	1.1 Yerleşim Alanları	1.1.1 Yoğun Yerleşim Alanları
		1.1.2 Az Yoğun Yerleşim Alanları
	1.2 Konut Dışı Kentsel Yapılaşma Alanları	1.2.1 Konut Dışı Kentsel Yapılaşma Alanları
	1.3 Kentsel Yeşil Alanlar, Parklar, Spor Alanları	1.3.1 Kentsel Yeşil Alanlar
		1.3.2 Spor Alanları
	1.4 Ulaşım ve Taşımacılık	1.4.1 Karayolları ve İlgili Kullanım Alanları
		1.4.2 Demiryolları ve İlgili Kullanım Alanları
		1.4.3 Hava Alanları
		1.4.4 Limanlar
	1.5 Açık Alanlar	1.5 Açık Alanlar
	1.6 Diğer	1.6.1 Diğer
2. Tarım Alanları	2.1 Daimi / Sabit Ürünler (Permanent Crop)	2.1.1 Üzüm Bağı
		2.1.2 Antep Fıstığı
		2.1.3 Çay
		2.1.4 Zeytin
		2.1.5 Fındık
		2.1.6 Kestane
		2.1.7 Muz
		2.1.8 Turunçgiller
		2.1.9 Çam Fıstığı
		2.1.10 İncir
		2.1.11 Dut
		2.1.12 Sera
	2.2 Kuru Tarım	2.2.1 Tahıl
	2.3 Sulu Tarım	2.2.2 Çayır (ekilen)
		2.3.1 Sebze
3. Ormanlar ve Doğal Alanlar	3.1 Orman Alanları	3.1.1 Orman Alanları
	3.2 Mera Alanları	3.2.1 Doğal Otlak Alanları
		3.2.2 Çalı, Fundalık, Seyrek Ağaç
	3.3 Seyrek Bitkili ya da Çıplak Alanlar	3.3.1 Seyrek Bitkili Alanlar
		3.3.2 Çıplak Alanlar
	4.1 Göller	4.1.1 Göller
4. Su Alanları	4.2 Akarsu ve Kanallar	4.2.1 Akarsu ve Kanallar
	4.3 Rezervuarlar	4.3.1 Rezervuarlar
5. Sulak Alanlar	5.1 Bataklık	5.1.1 Bataklık
	5.2 Sazlık	5.2.1 Sazlık
	5.3 Irmak Yatağı	5.3.1 Irmak Yatağı

3.2.3. Uydu Görüntüleri ve Uygun Tarihin Seçimi

Çalışma için uygun olan uydu görüntülerinin seçiminde aşağıdaki faktörler önemlidir:

- Bütçe: Maddi imkanlar yeterli ise ikinci jenerasyon bir uydu sensörü kullanılmalıdır (Landsat, Spot, IRS vb.),
- Çalışma alanının büyüklüğü,
- Görüntü işleme sisteminin kapasitesi,
- Hava fotoğraflarının mevcut olup olmaması,
- Görüntü yorumlama konusunda uzmanlaşmış ekibin ve eğitilebilir personelin bulunması,
- Daha önceden başka amaçlar için alınmış uydu görüntülerinin bulunması.

Tematik harita üretiminde temel veri olarak uydu görüntülerinden faydalanılacak ise bu görüntülerin seçiminde, çalışmadan elde etmek istediklerimize bağlı olarak belirlediğimiz çalışma ölçeği, en küçük haritalama alanı ve sınıflandırma şeması gibi bileşenleri göz önünde bulundurmalıyız. Ayrıca görüntü alımı konusunda veri ihtiyacı ve bütçe arasında bir denge kurarak optimal kararlar vermek zorundayız. Çalışmada kullanılacak olan uydu görüntüsü ne gereğinden üstün özelliklere sahip olmalı, ne de ihtiyaçları karşılamada yetersiz kalmalıdır.

Uydu görüntülerinin seçiminde iki kriter göz önünde bulundurulur:

A- Uydu sensörü

B- Görüntü tarihi

Uydu sensörü, uydu platformunun yeryüzünü algılama işini gören parçasıdır. Bir uydu görüntüsünün niteliği tamamen sensörün algılama kapasitesi ile ilgilidir. Bu yüzden uydu görüntüleri sadece isimleri ile değil de (Landsat gibi) sensör isimleri ile beraber anılır (Landsat MSS, Landsat TM 5, Landsat 7 ETM+).

Uydu görüntüsünün tarihi görüntünün yeryüzünden kaydedildiği anın tarihidir. Uydu görüntüsünün tarihi yapılan çalışmanın niteliğine göre büyük önem kazanmaktadır. Örneğin bitki örtüsünün tespiti ile ilgili çalışmalarda mevsimsel bitki gelişiminin en üst seviyede olduğu evre, yani yaz dönemi (mayıs-ağustos) görüntülerinden yararlanılır. Kar ve çığ analizleri ile ilgili bir çalışmada ise şüphesiz kış döneminde alınmış görüntülerden faydalanılır.

Tematik haritalama çalışmalarında ölçek, en küçük haritalama alanı ve sınıflandırma şeması gibi temel bileşenlerin öneminden sıkça bahsettik. Çalışmada kullanılacak uydu görüntülerinin seçiminde bu bileşenler bire bir etkindir. Çalışma ölçeği ve sınıflandırma seviyeleri ile uydu görüntüleri arasındaki bu ilişkiyi aşağı yukarı tablolarda belirtildiği biçimde ifade edebiliriz.

Sınıflandırma Seviyesi	Veri Gereksinimi
1	Landsat MSS (80x80m), Landsat TM (30x30m), SPOT multispectral (20x20m) veya eşdeğeri veriler
2	SPOT Pankromatik (10x10m), Küçük ölçekli hava fotoğrafları: 1/80 000 ve altı
3	IKONOS, Orta ölçekli hava fotoğrafları: 1/20 000 – 1/80 000
4	Büyük ölçekli hava fotoğrafları: 1/20 000

Çalışma Ölçeği	Veri Gereksinimi
1/1000 000 - 1/500 000	NOAA ve meteorolojik ölçüm uyduları
1/250 000 - 1/100 000	Landsat MSS (80x80m), Landsat TM (30x30m), SPOT multispectral (20x20m)
1/25 000	Landsat TM (30x30m)-(yüksek çözünürlüklü görüntülerle birlikte kullanılabilir) SPOT multispectral (20x20m), SPOT Pankromatik (10x10m), IRS pankromatik (5x5m), IKONOS (1x1m) - (yardımcı veri niteliğinde kullanılabilir) Küçük ve orta ölçekli hava fotoğrafları: 1/80 000 - 1/20 000 yardımcı veri niteliğinde kullanılabilir)

Uydular daha önce Temel Kavramlar bölümünde de ayrıntılı olarak bahsettiğimiz gibi, farklı spektral özelliklere, farklı mekansal çözünürlük ve radyometrik çözünürlük özelliklerine sahiptir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan uyduların karakteristik özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Bazı Uydu Görüntüleri ve Özellikleri

Uydu Görüntülerinin Özellikleri	Bant Sayısı	Radyometrik Çözünürlük	Mekansal Çözünürlük	Zamansal Çözünürlük	Genişlik (Swath Width)
Landsat MSS	4 bantlı	7-bit	80x80m	16 gün	185km
Landsat TM 4,5	7 bantlı	8-bit	30x30m (6.bant 120x120m)	16 gün	185km
Landsat 7 ETM+	8 bantlı	8-bit	30x30m (6.bant 60x60m, pankromatik bant 15m)	16 gün	185km
Spot PAN	1 bantlı	8-bit	10x10m	26 gün	60km
Spot XS	3 bantlı	8-bit	20x20m	26 gün	60km
NOAA	5 bantlı	10-bit	1.1x1.1km	14.5 gün, ancak tarama özellikleri sayesinde yarım saatte bir görüntü elde edilebilir	2850km
IRS PAN	1 bantlı	8-bit	5x5m		70km
IRS LISS	4 bantlı	8-bit	25x25m		141km
IKONOS PAN	1 bantlı	8-bit	1x1m	siparişe bağlı	min 11x11km
IKONOS XS	4 bantlı	11-bit	4x4m	siparişe bağlı	min 11x11km

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan sensörler ve görüntü tarihleri şunlardır:

<u>SENSÖR</u>	<u>TARİH</u>
Landsat TM 7	29. 09. 1999
Landsat TM 7	10. 05. 2000
IRS PAN 1c	16. 08. 2000
IRS PAN 1d	05. 08. 2000
IKONOS	11. 08. 2000

LANDSAT TM 7 Görüntüsünün Karakteristik Özellikleri ve Çalışmada Kullanımı

Landsat1 uydusunun 1972 de uzaya gönderilmesi ile Landsat serisinin başlangıcı olan ve o tarihe dek atılmış olan en üstün yer gözlem uydusu devreye girmiştir. Landsat serisinin de içinde bulunduğu uzaktan algılama sistemlerine ikinci jenerasyon uydular da denilmektedir.

Bugün Landsat serisinin kullanımda bulunan en yeni uydusu Landsat 7 ETM+ uydusudur. Bu uydu bir önceki seri olan Landsat 5'den farklı olarak iki termal banda ve bir pankromatik banda sahiptir.

Landsat 7 uydusunun bantları ve bu bantların kullanım alanlarını kısaca inceleyecek olursak;

Bant1/ Blue- Mavi:

Dalga boyu: 0.45 - 0.52

Nitelikleri: Mavi renge, su yüzeylerine, nemli alanlara, H₂O içeren minerallere hassastır. Su yüzeylerini tespit etmek, toprak ve bitkileri ayırt etmek, orman tiplerini belirlemek, yapay materyalleri tespit etmek vb de kullanılır.

Bant2 /Green-Yeşil Bant:

Dalga boyu: 0.52 - 0.60

Nitelikleri: Yeşil renge, ve yeşil renkli bitkilere hassastır. Bitki örtüsünü, yapay materyalleri tespit etmede kullanılır.

Bant3/ Red- Kırmızı Bant:

Dalga boyu: 0.63 - 0.69

Nitelikleri: Kırmızı renge, demir içeren minerallere hassastır. Bitkiler düşük yansıma verir. Çeşitli bitki türlerini birbirinden ayırmakta, yapay materyalleri tespit etmekte, toprak sınıflarını ve jeolojik sınırları tespit etmekte kullanılır.

Bant4 / Near Infrared-NIR Yakın Kızılötesi Bandı:

Dalga boyu: 0.76 - 0.90

Nitelikleri: Klorofile hassastır. Yoğun bitki örtüsünün tespitinde, tarımsal bitkilerin ayırt edilmesinde kullanılır. Toprak, tarım bitkileri, su yüzeyleri arasındaki farklılıkları belirginleştirir.

Bant5 /Mid Infrared-MIR Orta Kızılötesi Bandı:

Dalga boyu: 1.55 - 1.75

Nitelikleri: Organik topraklardaki idroksil iyonuna, kalsit, siderit gibi karbonit minerallerine, bitkilerin içerdiği suya hassastır. Jeolojik çalışmalarda, bitki sağlığı ve tarımsal ürünlerde kuruma kullanılır. Bulut, kar ve buzu ayırt etmede de kullanılır.

Bant6 /Thermal Infrared Termal Kızılötesi:

Dalga boyu: 10.40 - 12.50

Nitelikleri: Isı yayan materyallere hassastır. Suda kirlenme tespitinde, yerleşim üretim alanlarının tespitinde vb. kullanılır.

Bant7 / Mid Infrared Orta Kızıl ötesi:

Dalga boyu: 2.08 - 2.35

Nitelikleri: Hidroksil iyonuna ve karbonit minerallerine hassastır. Jeolojik kaya formasyonları ve toprak sınıflarını tespit etmekte kullanılır.

Bant 9 / Pankromatik Bant Görünür Aralık:

Dalga boyu: 0.45 – 0.70

Çalışmada içerdikleri bilgi ve hassasiyet gösterdikleri materyaller göz önünde bulundurularak Landsat 7 ETM+uydusunun

- Bant1/ Mavi
- Bant2 / Yeşil
- Bant3/ Kırmızı
- Bant4 / Yakın Kızılötesi
- Bant5/ Orta Kızılötesi
- Bant9/ Pankromatik

bantları kullanılmıştır.

Landsat 7 ETM+ görüntüleri Eylül, 1999 ve Mayıs 2000 tarihli olmak üzere iki adettir. Aynı alana ait, farklı tarih ve mevsimsel dönemlerde alınmış iki uydu görüntüsünden faydalanılmıştır.

IRS Görüntüsünün Karakteristik Özellikleri ve Çalışmada Kullanımı

IRS (Indian Remote Sensing) bir Hindistan Uydusudur. Bu uydunun spektral ve pankromatik olmak üzere iki tür görüntüsü vardır. Spektral bant sayısı dört adettir ve çözünürlükleri 20 metredir. IRS uydusunun spektral bantları çalışmada kullanılmamıştır.

Pankromatik bant ise 5 metre çözünürlüktedir. Görünebilir spektral aralıkta siyah beyaz kayıt yapmaktadır. İki adet pankromatik sensör bulunmaktadır. Bunlardan biri 1C, diğeri 1D'dir. Bu sensörlerin teknik olarak birbirinden hiç bir farkı yoktur.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında IRS PAN görüntülerinin seçilmesinin sebebi çalışmanın hedeflediği sınıflandırma seviyeleri ve arazi türlerinin belirlenen ölçekte elde

edilebilmesi için çözünürlüğü yüksek bir görüntünün gerekmesidir. Landsat görüntüleri tek başlarına bu ihtiyaçların tümünü sağlayamamaktadır.

Çözünürlük özelliklerindeki gelişmeler yer yüzünün daha hassas biçimde algılanabilmesini sağlar. Bu da çalışmada doğruluk düzeyini arttırdığı gibi, daha gelişmiş sistemler ve daha detaylı yorumlama işlemleri gerektirir.

IKONOS Görüntüsünün Karakteristik Özellikleri ve Çalışmada Kullanımı

IKONOS görüntüsü 1999 yılından beri görüntü veren yüksek çözünürlüklü ticari bir uydudur. IKONOS uydusu dört adet 4 metre çözünürlükte spektral banda ve bir adet 1 metre çözünürlüklü pankromatik banda sahiptir. 1 metre çözünürlüklü bu görüntülerin erişilir olması ile beraber uzaktan algılama çalışmaları yeni bir boyut kazanmıştır.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında IKONOS spektral ve pankromatik görüntülerinin birleştirilmesi ile elde edilen sentetik çözünürlüklü bileşik görüntü kullanılmıştır. Bu görüntü IKONOS uydusunun 4 metre çözünürlüklü kırmızı, mavi, yeşil bantları ile 1 metre çözünürlüklü pankromatik bandının birleştirilmesi ile elde edilmiştir. Yani 1 metre hassasiyetinde renkli bir görüntü elde edilmiştir.

IKONOS görüntüsünün çalışmada özel bir kullanım alanı bulunmaktadır yani arazi örtüsü ve arazi tespiti projesinde temel bir veri olarak değil de daha çok bu görüntü ile neler yapılabilir. Hangi ihtiyaçları karşılayabilir sorusuna cevap bulmak için test amaçlı kullanılmıştır. Bu görüntü tüm çalışma alanının küçük bir kısmını kapsamaktadır ve bu alan için küçük bir test çalışması yapılmıştır.

3.2.4. Yardımcı Verilerin Seçimi

Tematik harita üretiminde uydu görüntüleri kullanımı günümüz koşullarında hızlı ve verimli çözümler sunmaktadır. Bu çalışmalarda uydu görüntüleri temel verilerdir, ancak tematik veri elde etmede sadece uydu görüntülerine bağlı kalınarak yapılan bir çalışmanın sonucu hiçbir zaman bir son ürün olarak kabul edilemez ve referans alınamaz. Bunun sebebi bir uydu görüntüsünün otomatik yada manuel sınıflandırmasından elde edilen sonucun, başka bir mekansal veri ile ya da yer gerçekliği ile karşılaştırılmadan doğru olduğundan emin olunamamasıdır.

Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan sınıflandırmalardan elde edilen sonuçların doğruluğunu artırmak üzere yardımcı veri kullanımı öngörülmektedir. Yardımcı veriler,

sınıflandırma sonuçlarını düzeltmek ve iyileştirmek amacıyla kullanılabilecek nitelikte mekansal ve mekansal olmayan veriler olarak tanımlanabilir. Orman haritası, bitki örtüsü haritası, tarımsal ürün haritası, jeoloji haritası, toprak haritası, eğim, baki durumu mekansal yardımcı verilere örnektir.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılacak yardımcı verilerin seçiminde öncelikte bu verilerin tüm ülkeyi kapsamasına dikkat edilmiştir. Bunun sebebi ülkenin küçük bir kısmını kapsayan pilot çalışma çerçevesinde oluşturulan metodolojinin ve organizasyonun tüm ülke söz konusu olduğunda hayata geçirilmesinde sorunlarla karşılaşmamaktır. Bu sebeple bölgesel ya da lokal çalışmalar yardımcı veri olarak dikkate alınmamıştır.

Türkiye’de ülke çapında mevcut mekansal veriler ve ilgili kurumlar şunlardır:

Mekansal Veri	Ölçek	Kurum
Topoğrafik Haritalar	1/25 000, 1/50 000, 1/100 000, 1/250000	HGK (Harita Genel Komutanlığı)
Kartografik Haritalar	1/250 000	HGK (Harita Genel Komutanlığı)
Toprak Haritaları	1/25 000, 1/100 000, 1/800 000, 1/1000 000	KHGM (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü)
Jeoloji Haritaları	1/25 000, 1/100 000	MTA (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü)
Orman - Amenajman Planları	1/25 000, 1/100 000	Orman Bakanlığı

* 1/25 000 ölçekli Orman - Amenajman Haritaları orman bulunmayan bazı bölgeler için mevcut değildir.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan yardımcı veriler şunlardır:

Mekansal Veri	Ölçek	Kurum
Topoğrafik Haritalar	1/25 000	HGK (Harita Genel Komutanlığı)
Toprak Haritaları	1/25 000	KHGM (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü)
Orman - Amenajman Planları	1/25 000	Orman Bakanlığı
Hava Fotoğrafları	1/15 000, 1/20 000	Orman Bakanlığı-HGK

Bu verilerin UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında ne için kullanıldığından ve genel özelliklerinden bahsedelim:

Topoğrafik Haritalar:

Topoğrafik haritalar çalışmada büyük önem taşımaktadır. Bu haritalar çalışmanın iki farklı aşamasında kullanılmıştır:

- Ön işlemler aşamasında; uydu görüntülerinin ve çalışmada kullanılan diğer mekansal verilerin hassas biçimde jeoreferanslanmasında referans olarak,
- Sınıflandırma aşamasında; yardımcı veri olarak.

Topoğrafik haritalar, havai fotogrametri yöntemiyle Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından üretilen standart haritalardır. Bu haritaların mekansal doğruluk düzeyi oldukça yüksektir (yatay: 5m, düşey:2.5m).

Topoğrafik haritalar içerik bakımından çok zengindir. Arazi ile ilgili noktasal ve alansal birçok bilginin yanı sıra, arazinin topografyasını anlamamızı sağlayan eş yükselti eğrileri de bulunmaktadır.

1/25 000 Ölçekli Topoğrafik Harita - Örnek Parça



Toprak Haritaları:

Toprak haritaları da toprakla ilgili, taşlılık, nemlilik, erozyon vb. gibi pek çok bilgi içermektedir, bunun yanında, arazinin eğim durumu ve arazi kullanımı gibi genel bilgiler de bulunmaktadır. Bu bilgilere ait kısaltmalar haritalama birimleri/poligonlar üzerine yazılmıştır. Toprak haritaları dijitaldir ve TNT ürünleri .rvc formatındadır. Türkiye'nin bütün toprak haritalarının sayısallaştırılması ve veri girişi Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından HAT Coğrafi Bilgi Sistemleri A.Ş. ile entegre bir şekilde üretilmiş bulunmaktadır.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında toprak poligonlarının yalnızca Şimdiki Arazi Kullanımı (SAK) lejant bilgilerinden faydalanılmıştır. Toprak veritabanı - Şimdiki Arazi Kullanımı aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

Şimdiki Arazi Kullanım Şekli (SAK):

Sembol	Anlamı
S	Sulu tarım
Sy	Sulu tarım (yetersiz)
K	Kuru tarım (nadaslı)
N	Kuru tarım (nadassız)
V	Bağ (kuru)
Vs	Bağ (sulu)
B	Bahçe (kuru)
Bs	Bahçe (sulu)
M	Mera
Ç	Çayır
O	Orman
F	Fundalık
T	Terkedilmiş (hali) arazi
Za	Antep fıstığı
Zç	Çay
Zz	Zeytin
Zf	Fındık
Zk	Kestane
Zm	Muz
Zt	Turunçgiller
Zp	Çam fıstığı
Zi	İncir
Zd	Dut

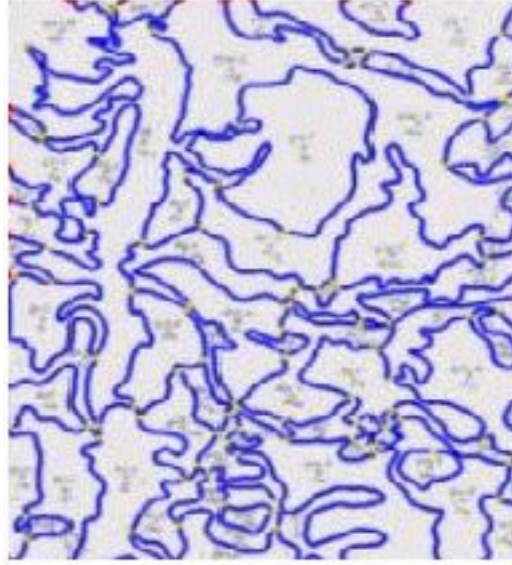
Toprak haritaları toprakla ilgili çeşitli bilgilerin yanı sıra, eğim ve arazi kullanımı bilgilerini de içermektedir. Bu haritalar içerdikleri Şimdiki Arazi Kullanımı (SAK) verisi sebebiyle yardımcı veriler listesine alınmış olmakla birlikte, çalışma esnasında çok sık kullanılmayacaktır. Bunun sebebi bu verinin arazi kullanım sınıflarının tespiti çalışmasının ölçeği, gerektirdiği detay düzeyi ve hassasiyet için yeterli nitelikte olmamasıdır.

Toprak haritası poligonları temelde toprak yapısına göre belirlenmiş olup, poligon sınırları içinde kalan hakim / çoğunluk arazi kullanım türü hangisi ise, tüm poligon için o tür, arazi kullanım tipi olarak kabul edilmiştir. Bu da arazi kullanım bilgisinde genelleme olduğunu göstermektedir. Çalışmada mümkün olduğunca gerçeğe uygun detaylara ihtiyacımız vardır ve genellemeye maruz kalmış veriler bizi yanılgıya götürebilir.

Ayrıca toprak haritası poligonları arazi kullanım sınıflarının tespiti çalışmasının en küçük haritalama birimi esasına göre veri sağlamak için alansal olarak oldukça büyük ve kabadır.

Toprak haritaları yorumlama sırasında temel yardımcı veri olarak değil de, alan hakkında genel bir fikir vermek açısından bir yan veri olarak kullanılacaktır.

Örnek Toprak Haritası



Orman - Amenajman Planları

Orman - Amenajman planları ile ilgili bazı esaslar şu şekildedir:

- Ormancılık amacına uygun ölçek, nitelik ve özellikte hava fotoğrafları bulunduğu takdirde, saha envanteri için lüzumlu meşcere haritaları, bu fotoğraflara ve topoğrafik haritalara dayanarak yapılır.
- Amenajman planlarının harita ölçeği 1/10000 veya 1/25000'dir. Özel maksatlar için daha büyük ölçekler de kullanılabilir.
- Orman - Amenajman işlerinde 1/20000 ölçeğine kadar olan ölçekteki hava fotoğraflarından faydalanılır.

Kaynak: Orman - Amenajman Planlarının Düzenlenmesi, Uygulanması, Denetlenmesi ve Yenilenmesi hakkında Yönetmelik

Amenajman haritalarında görebileceğiniz bazı poligon isimleri ve açıklamaları şu şekildedir:

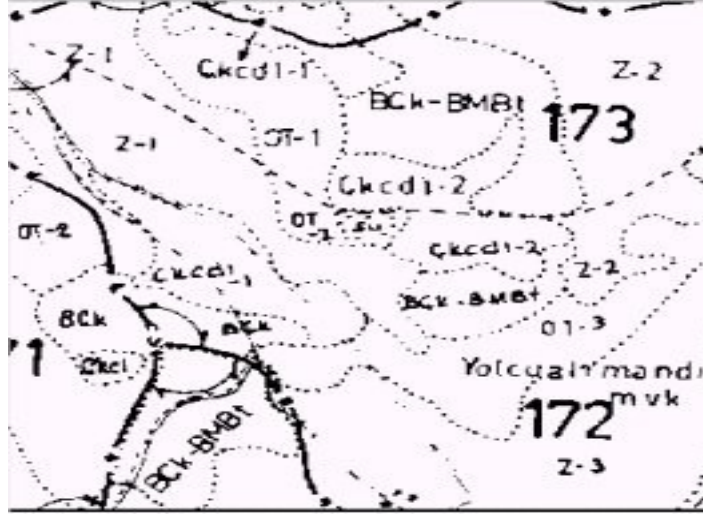
Çkcd:	Karaçam, c ve d çağ sınıfları (c çağ sınıfı hakim)
ÇkÇsbc3:	Karaçam, sarı çam, , b ve c çağ sınıfları (b çağ sınıfı hakim)
Bm:	Bozuk meşe
BmBt:	Bozuk meşe baltalığı
OT:	Ağaçsız orman toprağı
Z:	Ziraat
OT-Z:	Ziraat ve ağaçsız orman toprağının karışık olduğı alan
Me:	Mera
İs:	İskan

Orman - Amenajman Planları karışık görünen bir lejant yapısına sahiptir. Poligonlara verilen kodlar çok sayıda orman-arazi özelliğini içermektedir. Orman - Amenajman planlarının detaylı lejant açıklamalarını yukarıda bahsedilen yönetmelikte bulabilirsiniz. Orman amenajman haritaları, büyük-orta ölçekli hava fotoğraflarının uzmanlar tarafından stereoskopik yöntemle incelenmesi ve görsel yöntemlerle hassas biçimde yorumlanması ile üretilmiş haritalardır. Bu haritaların mekansal hassasiyeti ve detay düzeyi çalışmamız için yeterlidir.

Orman - Amenajman planları, temelde ormanla ilgili bilgileri esas alan bir çalışmadır, bu yüzden ormanla ilgili bilgiler oldukça detaylıdır, bunun yanı sıra ziraat, mera, açık araziler vb. gibi arazi türlerinin de belirlenmiş olması büyük avantajdır.

Orman Amenajman planları orman varlığı bulunmayan alanlarda kurum tarafından gerekli görülmediğı için üretilmemiştir. Arazi kullanım sınıflarının tespiti çalışması için Orman Bakanlığından alınan 1/25 000 ölçekli Orman - Amenajman planları çalışma alanının yaklaşık % 60'ını kapsamaktadır. Geri kalan %40'lık bölümde Orman -Amenajman haritalarından faydalanılamamıştır.

1/25,000 ölçekli orman-amelajman planı - örnek parça



Hava Fotoğrafları

Arazi kullanım sınıflarının tespiti çalışmasında kullanılan hava fotoğrafları Orman – Amenajman haritalarının hazırlanmasında kullanılmıştır. Bu hava fotoğrafları Harita Genel Komutanlığının izniyle ve yine Harita Genel Komutanlığı tarafından Orman Bakanlığı için çekilmiş fotoğraflardır. Bu hava fotoğrafları renkli ve yakın kızıl ötesi özelliğinde olup, ölçekleri 1/15 000, 1/20 000 arasında değişmektedir.

Yakın kızılötesi hava fotoğrafları orman varlığının olmadığı alanlarda kurum tarafından gerekli görülmediği için çekilmemiştir. Arazi kullanım sınıflarının tespiti çalışması için Orman Bakanlığından alınan hava fotoğrafları çalışma alanının yaklaşık % 80'ini kapsamaktadır. Geri kalan %20'lik bölümde Orman - Amenajman haritalarından faydalanılamamıştır. Hava fotoğrafları ile birlikte uçuş planının da elde edilmesinde fayda vardır.

Hava fotoğraflarının çalışmada kullanımı şu şekilde sınırlandırılmıştır:

- Uydu görüntüsünde sınırları tam olarak ayırt edilemeyen birimlerin birbirinden ayıran kesin çizilerin belirlenmesi
- Uydu görüntülerinde hangi arazi sınıfına girdiği tam olarak anlaşılamayan birimlerin arazi sınıfının belirlenmesi

Hava fotoğrafları çalışmada kullanılan uydu görüntülerine göre çok daha yüksek mekansal çözünürlüğe sahiptir. Ancak çalışmada esas veri olarak değil de neredeyse en son yardımına başvurulmuş bir veridir.

Akla “neden hava fotoğrafları çalışmada temel veri olarak kullanılmıyor?” gibi bir soru gelebilir; bunu hava fotoğraflarının çoğu zaman optimal bir çözüm olmadığı şeklinde açıklanabilir. Şöyle ki; eğer bazı kurumların kendi programları ve amaçları dahilinde hazırlamış veya hazırlatmış olduğu hava fotoğraflarından yararlanacak isek, bu hava fotoğrafları istediğimiz nitelikte ve ölçeğe olmayabileceği gibi güncel de olmayabilir. Fotoğraf alış verişinde bulunan kurumlar birer devlet kuruluşu ise fotoğrafların süreli olarak ödünç verilmesi veya başka bir veri ile takas edilmesi gibi ekonomik çözümler olasıdır. Ancak eğer bu şartlar sağlanamaz ise fotoğraflar için geniş bir bütçe ayrılması gerekecektir.

Çalışmamız için özel olarak hava fotoğrafı çekirtmeyi düşünürsek, bu hemen hemen altından kalkılamayacak bir bütçe gerektirir. Sonuç olarak hava fotoğraflarının kullanımının sınırlandırılması ve gerekli yerler için elde edilmesi mantıklı olacaktır.

Not: Çalışmada Jeoloji Haritalarından faydalanılmamıştır. Arazinin jeolojik yapısı ile arazi kullanım ve bitki örtüsü arasında ilişki olduğu bilinmektedir ve bu konuda araştırmalar bulunmaktadır. Ancak bu ilişki yeterince güçlü varsayımlara dayanmayan ve yorumlanması zor bir ilişki olduğundan, jeoloji haritalarının çalışma açısından optimal bir veri olmadığı düşünülmüştür.

3.2.5. Yazılım Seçimi

Yazılım Seçimi proje beklentileri ve çalışma sistemi ile yakından ilgilidir. Uluslararası piyasada Coğrafi Veri depolayan, görüntüleyen, analiz eden çok sayıda Coğrafi Bilgi Sistemi bulunmaktadır. Coğrafi Bilgi sistemi yazılımları CAD, AM/FM sistemlerinden grafik ve grafik olmayan verileri iyi biçimde entegre edebilmesi özelliği ile ayrılmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri vektör tabanlı ve resim tabanlı sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Vektör tabanlı sistemlerde yazılım temel olarak vektör verilerin analiz edilmesi üzerine kuruludur. Ancak vektör tabanlı CBS resim verilerini de kullanabilir ve bazı analizleri yapabilir. Resim tabanlı CBS ise temelde resim verileri analiz etmektedir. Bunun yanında vektör araçları da bulundurulur.

Resim veriler ile vektör verileri entegre olarak kullanabilen sistemlere ise entegre CBS, hibrid CBS, resim/vektör CBS gibi isimler verilmektedir. Bu sistemler yoğun resim operasyonlarını gerçekleştirebilen, bunun yanında güçlü vektör araçları bulunan yazılımlardır.

Yaygın olarak kullanılan bazı CBS yazılımlarını ve vektör/resim özelliklerini aşağıdaki tabloda bulabilirsiniz:

Intergraph	Vektör tabanlı CBS
Arc-Info	Vektör tabanlı CBS
MapInfo	Vektör tabanlı CBS
Genasys	Vektör tabanlı CBS
ERDAS	Resim tabanlı CBS
ER-Mapper	Resim tabanlı CBS
Idrisi	Resim tabanlı CBS
Grass	Resim tabanlı CBS
TNTmips	Resim / Vektör entegre CBS

Arazi kullanım sınıflarının tespiti çalışmasında Resim / Vektör entegrasyonunda çok başarılı bir program olan TNTmips yazılımı seçilmiştir. Bu yazılım tek bir sistem içinde hem çok güçlü resim analiz araçlarını hem vektör düzenleme araçlarını içermekte, hem de resim ve vektör verilerin bir arada problemsiz biçimde kullanılabilmelerini, bu iki farklı veri modelinin birbirine dönüşümünü sağlayabilmektedir.

TNTmips Amerika'da üretilmekte olan bir coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, masaüstü haritacılık, othofoto harita üretimi ve veritabanı yönetimi yazılımıdır, ancak tüm menüleri, ikonları, ipuçları, yardımı, kullanıcı - hata mesajları ve kılavuz kitaplarını Türkçe'ye çevrilmiştir. Bu da kullanıcılar için büyük avantaj sağlamaktadır. TNTmips programı çalışma için gereken tüm analizleri başarılı biçimde gerçekleştirmiştir.

4. PROJE KAPSAMINDA UYGULAMALAR

4.1. Görüntülerin ve Yardımcı Verilerin Kullanıma Hazır Hale Getirilmesi

4.1.1. Ön İşlemler

4.1.1.1. Pafta Tarama

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti projesi baştan sona CBS ortamında gerçekleştirilen bir projedir. Bu sebeple projede kullanılan tüm veriler (bazı manuel ve görsel kullanımlar hariç) dijital olmalı ve TNTmips yazılımının dahili formatına aktarılmalıdır. Ön işlemler; daha önce teorik bölümde bahsedildiği gibi verilerin dijital ortama, daha sonra da yazılım ortamına aktarılması ile ilgili işlemlerdir.

Kağıt ve benzeri medya üzerine basılı olup elle tutulur gözle görülür materyaller analog verilerdir. Analog verilerin dijital veriye dönüştürme işlemlerine A-D dönüşümü de denilmektedir. A-D dönüşümünün çeşitli yöntemleri vardır. Tarama (scanning) bu yöntemlerden biridir. UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan analog veriler kağıt haritalardır. Dolayısı ile, bu haritalar Widelcom SLC 936QC A0 renkli tarayıcı ile taranarak sayısal hale getirilmiştir.

Çalışmada kullanılan analog verilerin bir kısmı siyah beyaz bir kısmı da renklidir.

1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar: Renkli

1/25 000 ölçekli amenajman haritaları: Ozalit

Tarama işleminde belirlenmesi gereken bazı parametreler vardır. Bunlar:

Girdi Renk ve ton'u ile ilgili parametre: Siyah-beyaz, gri ton, renkli, ozalit vb

Çıktı Renk ve ton'u ile ilgili parametre: Siyah-beyaz, gri ton, renkli

Bit ile ilgili parametre: Binary (2 bit), 8 bit, tam renk (24 bit), vb.

Çözünürlükle ilgili parametre: 100 dpi, 200 dpi, 400 dpi, vb.

Formatla ilgili parametre: tif, jpeg, vb.

Çalışmada A-D dönüşümü yapılan iki tür veri için tanımlanan parametreleri şu şekilde gösterebiliriz:

Analog Veri	Girdi Renk Ton	Çıktı Renk Ton	Bbit	Çözünürlük	Format
Topoğrafik Haritalar	Renkli	Renkli	Tam renk (24bit)	400 dpi	Sıkıştırılmamış tif
Orman - Amenajman Planları	Ozalit (mavi)	Siyah-Beyaz	Binary (2bit)	200 dpi	Sıkıştırılmamış tif

Topoğrafik haritalar sadece sınıflandırma aşamasında kullanılan bir yardımcı veri değildir. Aynı zamanda veri üretimi için referans olarak kullanılmaktadır. Söz gelimi, uydu görüntülerinin hassas jeoreferanslanması daha önceden geometrik olarak düzeltilmiş topoğrafik haritalar referans alınarak yapılır. Bunun gibi, çalışmada kullanılacak tüm mekansal verilerin jeoreferanslanmasında topoğrafik haritalar referans alınmıştır. Referans olarak kullanılacak bir verinin mekansal ve görsel detaylarının yüksek düzeyde olması önemlidir. Bu sebeple topoğrafik haritalar için hem bit, hem de çözünürlük parametreleri yüksek tanımlanmıştır.

Çözünürlük ve bit değerleri ne kadar yüksekse verinin büyüklüğü / sabit disk veya diğer veri depolama medyasında kapladığı yer o kadar artar. Bu bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu olumsuzluğu aşmak üzere ikinci bir işlemle 24 bit'lik dijital topoğrafik haritalar 8 bit'e dönüştürülmüştür.

Bu işlem genel amaçlı bir resim editörü kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada 24 bit'lik verileri 8 bit'e çevirmek için *Corel Photo Paint* programı kullanılmıştır. Bu program dönüşümü yaparken renk kalitesini hemen hemen hiç bozmadan verinin büyüklüğünü yaklaşık dörtte bir oranında düşürmektedir.

4.1.1.2. Veri Getirme (Import) İşlemi

CBS ve görüntü analiz programları, bazı yaygın kullanılan formatları destekleyebilirler (tif, dxf gibi). Ancak gelişmiş programların genellikle kendi dahili formatları bulunur. TNTmips'in dahili formatı rvc dir ve tüm veri tipleri (raster, vektör, CAD, vb.) aynı formatta tutulur. Herhangi bir dış kaynaktan gelen mekansal verileri okuyabilmek, görüntüleyebilmek ve analiz edebilmek için TNT rvc formatına dönüştürmemiz gerekmektedir. Bu veriler taranmış haritalar, uydu görüntüleri, ya da diğer CBS programlarında üretilmiş veriler olabilir.

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan dış kaynaklı veriler taranmış haritalardan ve uydu görüntülerinden oluşmaktadır. Bunun dışında temel veya yardımcı veriler kapsamında, başka programlarda üretilmiş mekansal veri bulunmamaktadır.

TNT import işleminin uygulandığı veriler:

- Uydu görüntüleri (Landsat 7 ETM+, IRS PAN, IKONOS)
- Taranmış 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar ve
- Taranmış 1/25000 ölçekli amenajman planlarıdır.

Çalışmada kullanılan dış kaynaklı temel ve yardımcı verilerin her birinin TNTmips ortamına nasıl import edildiğini aşamalar halinde tek tek inceleyelim.

Uydu Görüntülerinin TNTmips Ortamına Getirilmesi

Uydu görüntülerinin temin edilmesinde, uydu görüntüsünün satışını ilk elden yapan uluslararası firmalar veya onların satış temsilcilerine başvurulur. Her firmanın kendi özel sipariş formu bulunmaktadır. Bu formda uydu görüntüsünün kapsayacağı alan, boyutları, görüntünün türü, harita projeksiyon sistemi, tarihi, formatı, vb. parametrelerin belirtilmesi istenmektedir. Form doldurularak ilgili firmaya gönderilir. Görüntü ücreti yatırılır. Bir süre sonra görüntü adrese yollanır. Bu prosedür alıcı ve satıcı firma koşullarına göre değişiklik gösterebilir. Görüntüler sipariş edilirken genellikle tif, geotif veya TNTmips'in desteklediği diğer formatlar tercih edilir.

Landsat 7 ETM+ Uydu Görüntülerinin Getirilmesi

Çalışmada kullanılan Landsat görüntüleri FAST-L7A formatında sipariş edilmiştir. FAST-L7A formatlı görüntüler CD-ROM da verilmektedir. CD-ROM içindeki veriler kullanıma hazır durumdadır. Herhangi bir ön işlem gerekmeden import edilebilir. Görüntü getirme işlemi başlatılmadan önce README dosyasının okunmasında fayda vardır. Bu dosyada Landsat TM görüntü dosyalarının yapısı, isimlendirilmesi ve formatına ilişkin bilgiler bulabilirsiniz.

Landsat 7 ETM+ dosyaları ile ilgili bazı bilgiler:

Format: TM-FAST

LANDSAT 7 FAST-L7A dosya isimlendirme biçimi:

L7fpppprrr_rrrYYYYMMDD_AAA.FST :

L7 = Landsat 7

ppp = Görüntünün başlangıç sütunu

rrr_rrr = Görüntünün başlangıç_bitiş satırı

YYYYMMDD = Görüntünün yeryüzünden alınma tarihi

AAA = Dosya tipi (aşağıda detaylandırılmıştır)

FST = FAST dosya uzantısı

Dosya Tipi (AAA)	Dosya içeriği
HPN	panchromatic bandın (8) başlık dosyası
HRF	VNIR/SWIR (1,2,3,4,5,7) bantlarının başlık dosyası
HTM	thermal bantların (6) başlık dosyası
B10	bant 1
B20	bant 2
B30	bant 3
B40	bant 4
B50	bant 5
B61	bant 6 (düşük frekans)
B62	bant 6 (yüksek frekans)
B70	bant 7
B80	bant 8

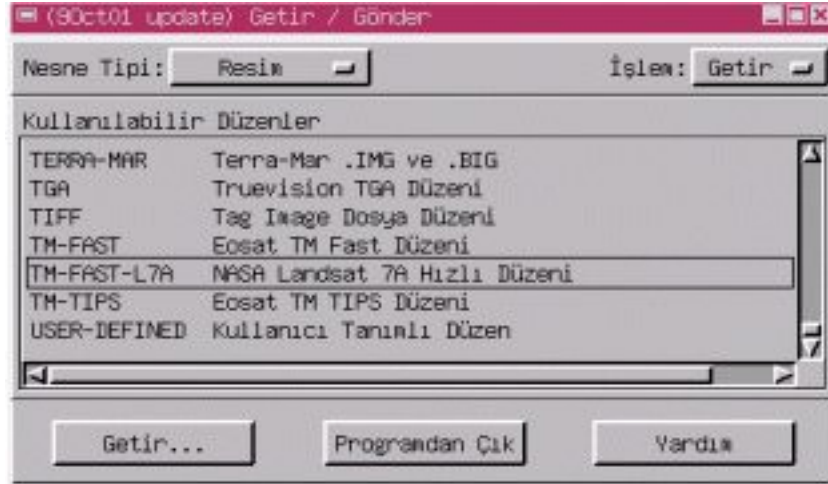
Landsat 7 ETM+ görüntülerinin TNTmips' e getirilmesi işlemi:

- Getirme işlemi başlatılmadan önce aşağıdaki koşulları yerine getirmeniz gerekmektedir.
- Eğer görüntü birden fazla CD olarak teslim edilmiş ise, import edilecek görüntü dosyaları öncelikle sabit diske aktarılmalıdır.
- Import işlemi için sadece başlık dosyasını seçmek yeterli olacaktır ancak görüntünün özelliğine göre uygun başlık dosyası seçilmelidir. Örnek: termal bantlar için HTM.FST başlık dosyası seçilmelidir.
- Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta ise; import edilmek istenen bandın dosyası, o bandı import etmek için kullanılacak olan başlık dosyası ve o başlık dosyasının ilgili tüm bantları aynı klasör altında olmalıdır.
- Bant 1'i import etmek için: HRF.FST başlık dosyası ve bu dosyanın ilgili tüm bantları yani 1,2,3,4,5,7 Bantları aynı klasör altında olmalıdır. Aksi halde "İlişkili Resim Dosyaları Bulunamadı" hata mesajını almanız beklenir.
- Başlık dosyası ve ilgili bant dosyalarını aynı klasör altında topladıktan sonra import işlemi başlatmak için yapmanız gerekenler sırasıyla şu şekildedir:

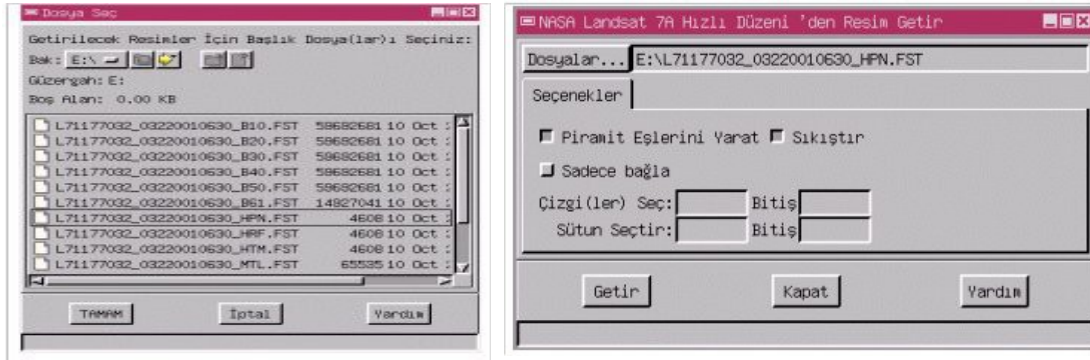
TNT ana menüsünden İşlem / Getir/ Gönder...' i seçiniz.

Açılan pencerede Nesne Tipini Resim olarak değiştiriniz ve İşlem'i Getir olarak tanımlayınız. (Bu aradığınız resim düzenini daha kolay bulmanızı sağlayacaktır).

Kullanılabilir Düzenler arasında TM-FAST-L7A düzenini seçip Getir' e basınız.



Karşınıza çıkan standart dosya seçim penceresinden getirmek istediğiniz Landsat bantlarına ait başlık dosyasını seçiniz ve Tamam'a basınız. Başlık dosyaları genellikle küçük boydadır ve getirilmek istenen nesnelerin koordinat bilgisi, çekildiği tarih gibi bilgileri barındırırlar.



Nasa Landsat 7A Hızlı Düzeni'den Resim getir penceresinde Piramit Eşlerini Yarat (veri görüntüleme hızını artırır) ve Sıkıştır (verinin sabit diskinizde kapladığı alanı azaltır) düğmelerinin basılı olduğundan emin olunuz. Getir'i tıklayarak import işlemini onaylayabilirsiniz.

Standart dosya seçim penceresi TNT' ye getirilecek dosya için yer ve isim belirlemenizi sağlayacaktır. Getirilen imaj dosyası için yer gösteriniz, dosya ve nesne ismini belirleyip, onaylayınız. Import işlemi başlayacaktır.

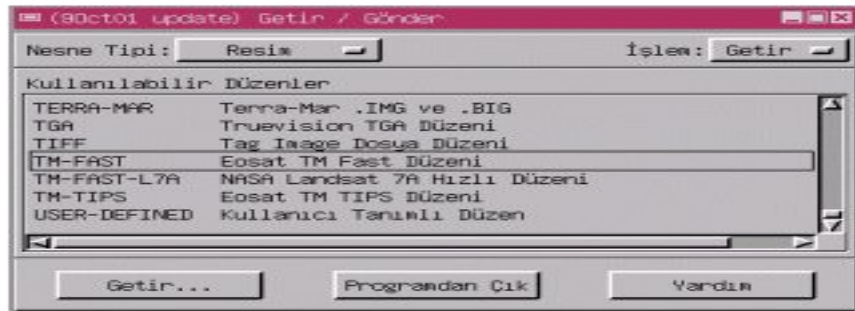
IRS Pan Uydu Görüntülerinin Getirilmesi

Çalışmada kullanılan IRS pan görüntüleri Fast format şeklinde sipariş edilmiştir. FAST formatlı görüntüler CD-ROM da teslim edilmektedir. CD-ROM içindeki veriler kullanıma hazır durumdadır. Herhangi bir ön işlem gerekmeden import edilebilir. Bu işlem için aşağıdaki adımlar takip edilir:

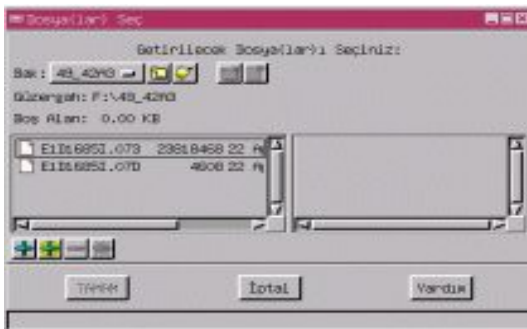
TNT ana menüsünden İşlem / Getir/ Gönder...' i seçiniz.

Açılan pencerede Nesne Tipini Resim olarak değiştiriniz ve İşlem'i Getir olarak tanımlayınız (Bu aradığınız resim düzenini daha kolay bulmanızı sağlayacaktır).

Kullanılabilir Düzenler arasından TM-FAST (Eosat TM Fast) düzenini seçip Getir' e basınız.



Karşınıza doksa seçme penceresi gelecektir. Veri dosyasını seçiniz ve Tamam'a basınız. Karşınıza Eosat TM Fast Düzeni'den Resim getirme penceresi gelecektir. Bu pencerede Başlık Dosyası...'na tıklayınız ve aynı klasörde bulunan başlık dosyasını seçiniz. *Not: Başlık dosyası genellikle çok küçük boyda olup koordinat bilgisi, güneş açısı, görüntünün elde edildiği tarih, hücre sayısı gibi bilgileri barındırır.*



Eosat TM Fast Düzeni'den Resim Getir penceresinde Başlık Dosyası...'na basınız. Karşınıza çıkan standart dosya seçim penceresinden getirmek istediğiniz IRS görüntü bantlarına bantlarına ait başlık dosyasını seçiniz ve Tamam'a basınız.

Dosya sıkıştırma opsiyoneldir. Ancak Seçenekler menüsünden sıkıştır düğmesine basmanız resim dosyanızın sabit diskte yaklaşık 3 kat daha az yer kaplaması bakımından tavsiye edilir. Açılan yeni pencereden Getir'i tıklayarak import işlemini onaylayabilirsiniz.

Standart dosya seçim penceresi TNT' ye getirilecek dosya için yer ve isim belirlemenizi sağlayacaktır. Getirilen imaj dosyası için yer gösteriniz, dosya ve nesne ismini belirleyip, onaylayınız. Import işlemi başlayacaktır.

IKONOS Uydu Görüntülerinin Getirilmesi

Çalışmada kullanılan IKONOS uydusu görüntüleri Geotiff formatında ve 11 Bit renk şeklinde sipariş edilmiştir. Geotiff formatlı görüntüler CD-ROM da teslim edilmektedir. CD-ROM içindeki veriler kullanıma hazır durumdadır. Herhangi bir ön işlem gerekmeden import edilebilir. Bu işlem için aşağıdaki adımlar takip edilir:

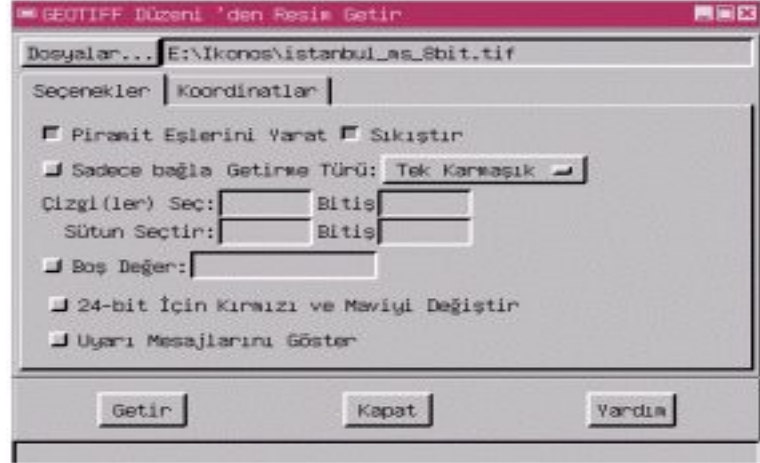
TNT ana menüsünden İşlem / Getir/ Gönder...' i seçiniz.

Açılan pencerede Nesne Tipini Resim olarak değiştiriniz ve İşlem'i Getir olarak tanımlayınız (Bu aradığınız resim düzenini daha kolay bulmanızı sağlayacaktır).

Kullanılabilir Düzenler arasında GEOTIFF düzenini seçip Getir' e basınız.



Karşınıza doksa seçme penceresi gelecektir. Veri dosyasını CD'den seçiniz ve Tamam'a basınız. GEOTIFF Düzeni'den Resim getirme penceresi gelecektir. Bu pencerede Sıkıştır'ın işaretli olduğundan emin olunuz.



Koordinatlar kısmına tıklarsanız zaten koordinat bilgisinin resim'den elde edildiğini göreceksiniz. Yeni bir bilgi girmenize gerek yoktur. Ek olarak resmin tek bant veya birden fazla bant (RGB) olarak getirilmesi tercih edilebilir. Projemizde Ikonos görüntüsünün spektral özelliklerinden faydalanılması planlanmadığından dolayı görüntü de Tek Karmaşık olarak getirilmiştir. Resmi TNTmips ortamına almak için Getir'e basınız. Standart dosya seçim penceresi TNT' ye getirilecek dosya için yer ve isim belirlemenizi sağlayacaktır. Getirilen imaj dosyası için yer gösteriniz, dosya ve nesne ismini belirleyip, onaylayınız. Import işlemi başlayacaktır.

4.1.2. Görüntü ve Yardımcı Verilerin Düzeltilmesi

4.1.2.1. TNTmips'te Koordinat Girme İşlemleri

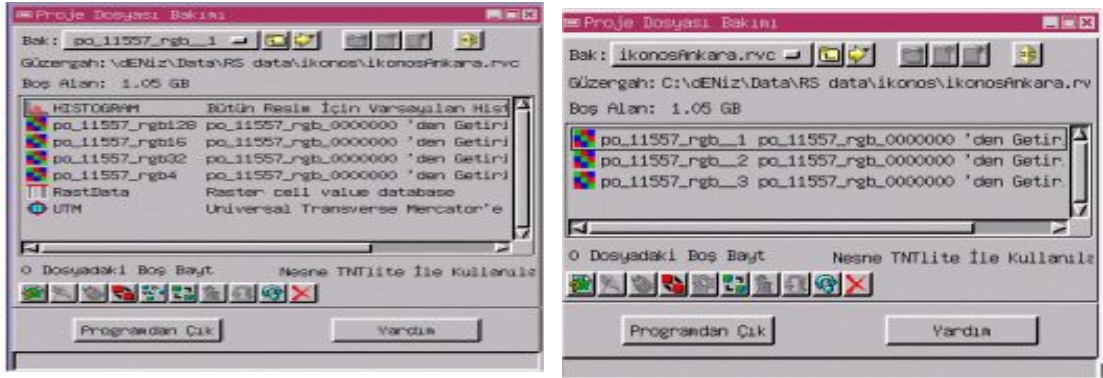
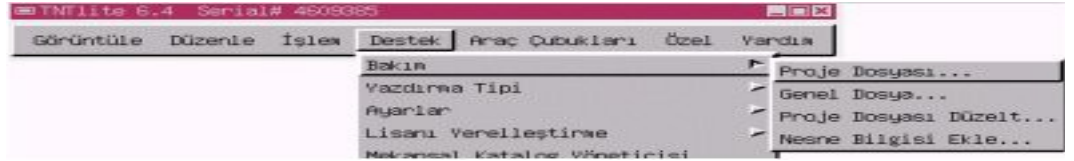
TNT ürünleri literatüründe, kontrol noktası toplama ve verilerin koordinat sistemine oturtulması ile ilgili işlemler genel olarak jeoreferanslama terimi ile ifade edilir.

Hassas biçimde yapılan jeoreferanslama, verilerin TNT ortamında doğru görüntülenmesi ve analiz edilmesi için önemlidir. TNT'de geometrik düzeltme için gerekli kontrol noktalarını toplama prosedürü için kullanmanız gereken işlem Nesne Jeoreferanslama'dır. Jeoreferanslama işlemi, resim verinizdeki piksellerin ya da vektör, CAD ve TIN gibi diğer verilerinizde bulunan elemanların seçilen bir projeksiyon sistemine göre coğrafi konumlarını belirlemenizi sağlar.

Jeoreferanslama işleminde temel olarak yapılması gereken; koordinatları bilinen en az üç adet kontrol noktası belirleyerek resim, vektör, vb. verinizi belirlediğiniz projeksiyon sistemine göre coğrafi olarak doğru konumuna getirmektir. Bu kontrol noktalarını

saklayabilir daha sonra yeniden düzenleyebilirsiniz. TNT sakladığınız kontrol noktalarınızı ve projeksiyon sistemi ile ilgili parametreleri bir alt nesne içinde tutar.

Jeoreferans alt nesnesini görmek için Proje Dosyası işlemlerini (*Destek / Bakım / Proje Dosyası...*) açtıktan sonra nesnenize bir kere tıklayarak alt nesnelerini görebilirsiniz. UTM adlı alt nesne jeoreferans nesnesidir (Bu nesne farklı isimlerde olabilir; Arbitrary, LatLon vs. gibi).



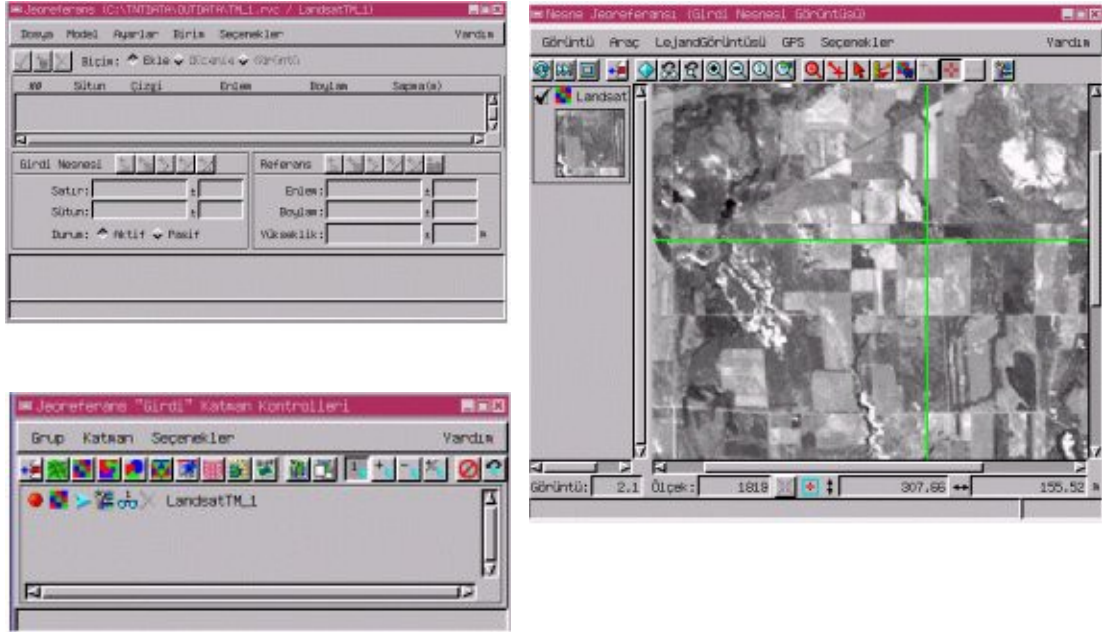
Jeoreferanslama İşlemi:

TNT'de jeoreferanslama işlemi etkin ve basit bir işlemdir. Bu işlemi *Düzenle / Jeoreferans...*'ı çalıştırarak başlatabilirsiniz.



Karşınıza ana pencere olan Nesne Jeoreferanslama penceresi çıkacaktır. *Dosya / Aç...* tıklayarak jeoreferanslamak istediğiniz nesneyi açtığınızda ana pencerenin ismi "Jeoreferans" olarak değişecek ve iki pencere daha açılacaktır. Bu pencereler eklenen nesnelerle ilgili kontrollerin yapıldığı "Jeoreferans "Girdi" Katman Kontrolleri" ve

jeoreferanslanacak nesnenin görüntülediği “Nesne Jeoreferansı (Girdi Nesnesi Görüntüsü)” dır.



Jeoreferanslama işleminde ilk yapılması gereken jeoreferanslanacak olan nesneyi açmaktır. Jeoreferanslama için gerekli koordinat bilgisini bir referans nesnesi, basılı bir harita, yazı dosyası ya da GPS gibi değişik kaynaklardan alabilirsiniz.

Eğer bu nesnenin jeoreferanslaması için gerekli noktaların koordinat değerlerine ulaşmak ya da haritadan okumak mümkünse, yapmanız gereken sadece kullanacağınız projeksiyon sistemini ve ilgili parametreleri belirledikten sonra, resim ya da vektör veriniz üzerinde kontrol noktasını işaretlemek ve Jeoreferans penceresinde ayrılmış olan kısma bu noktanın bilinen koordinat değerlerini manuel olarak girmektir.

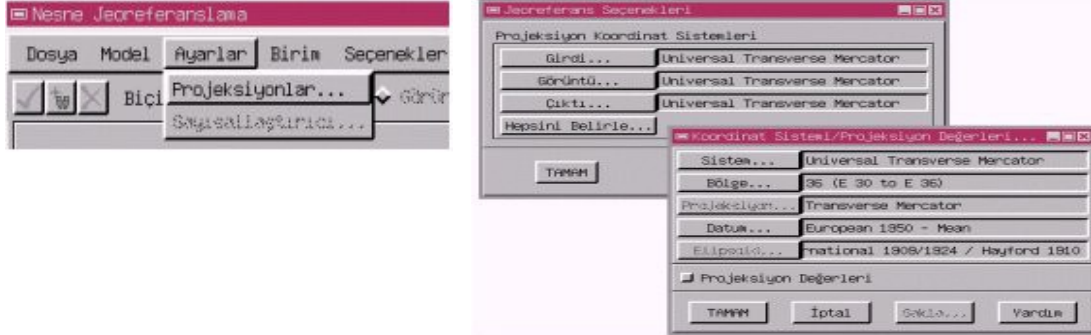
Yer kontrol noktaları için koordinat değerlerini manuel olarak girme işini TNT’de nasıl yapacağımızı basamaklar halinde inceleyelim:

Manuel Koordinat Girişi Yöntemi

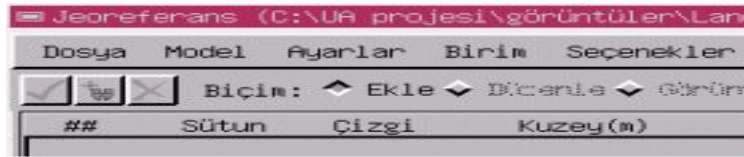
- ☒ Dosya / Aç: Jeoreferanslanacak nesneyi açın.



- ☑ Ayarlar / Projeksiyonlar: Kullanılacak olan projeksiyon sistemini ve ilgili parametreleri belirleyin.



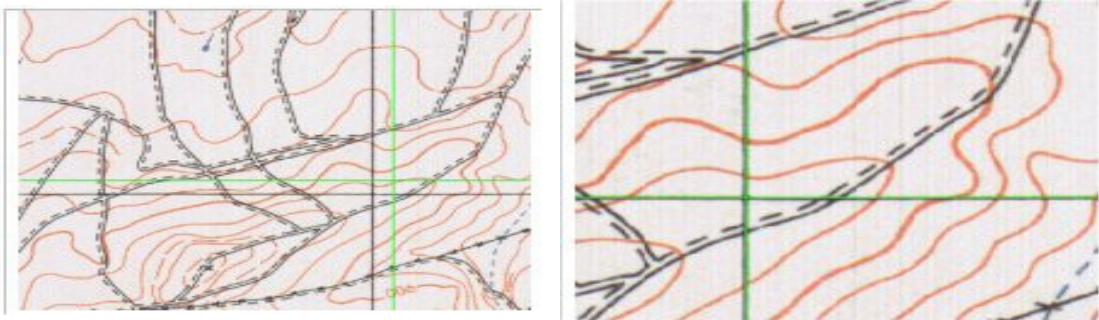
- ☑ Jeoreferans penceresinde Biçim'i Ekle konumuna getirin.



- ☑ Girdi Nesnesi Görüntüsü penceresinden İşaret Noktası ikonunu seçin.



- ☑ İşaret Noktası aracını koordinatları bilinen bir noktada konumlandırın.



- ☑ Bu noktanın x, y koordinat değerlerini ana penceredeki Referans kısmına girin.



☒ Bu yer kontrol noktasını onaylamak için ana pencerede uygula ikonuna basın, ya da fare imleci görüntü penceresi üzerinde iken enter tuşuna basın veya fare ile sağ tıklayın.



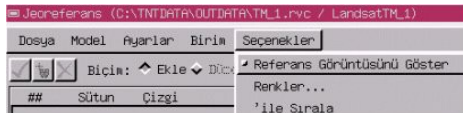
Referans Haritadan Görüntüye Koordinat Girişi Yöntemi

Nesnenizi jeoreferanslamak için bir referans nesne de kullanabilirsiniz. Referans nesnesi belli bir projeksiyon sistemi bulunan jeoreferanslı yani coğrafi olarak doğru konumda olduğu kabul edilen bir nesnedir. Bu jeoreferanslı nesne; bir harita, bir uydu görüntüsü, vektör vs. olabilir.

Bu işlem için yapmanız gereken; nesnenizi açtıktan sonra referans olarak kullanacağınız nesneyi referans penceresinde açmak ve her iki nesnede birbirine eş olan şekilleri işaretleyerek bu noktaları onaylamaktır. Böylece girdi nesnesi, referans nesnesinden işaretlediğiniz noktalara karşılık gelen koordinat değerlerini otomatik olarak alacaktır. Bu işlemi adım adım inceleyelim:

☒ Dosya / Aç: Jeoreferanslanacak nesneyi açın

☒ Seçenekler / Referans Görüntüsünü Göster: Referans penceresini açın



☒ Referans Katman Kontrolleri penceresinde Katman Ekle: Referans alınacak nesneyi



seçin

☒ Jeoreferans penceresinde Biçim'i Ekle konumuna getirin.



☒Girdi Nesne Görüntüsü ve Referans Nesne Görüntüsü pencerelerinden İşaret Noktası ikonunu seçin.



☒Her iki pencerede bulunan İşaret Noktası araçlarını birbirinin aynı olan bir şekil üzerinde konumlandırın (Örnek olarak eğer koordinat vermek istediğiniz nesne bir yerin hava fotoğrafı ve referans katmanınız o alanın vektör verileri ise; yol kesişim noktaları, bina köşeleri, kuyular gibi noktalar önemli referans noktaları oluşturacaktır)

☒Belirlediğiniz yer kontrol noktasını onaylamak için ana pencerede uygula ikonuna basın, ya da fare imleci görüntü penceresi üzerinde iken enter tuşuna basın veya fare ile sağ tıklayın.



(Projeksiyon sistemi otomatik olarak girdi nesnenize geçeceğinden projeksiyon parametreleri ayarlamanız gerekmeyecektir)

Önemli Noktalar: Bir nesnenin jeoreferanslanması için toplamınız gereken minimum yer kontrol noktası sayısı geometrik düzeltme işleminde kullanılacak olan modele bağlıdır. Varsayılan model olan Affine modeli için, en az 3 nokta gerekmektedir. İki sıralı polinom modeli için bu rakam 6, üç sıralı polinom için 10 dur, vs.

Ancak bu rakamlar geometrik düzeltme modellerinde kullanılan hesaplamalar için gerek duyulan en az nokta sayısını göstermektedir. Gerçekte hassas bir geometrik düzeltme için bu rakamların oldukça üstünde nokta kullanılmaktadır.

Görüntünün geometrik düzeltilmesi için gerek duyulan yer kontrol noktaları beklenen hassasiyete göre belli sayıda ve olabildiğince homojen olarak dağılmış olmalıdır.

Nesne Jeoreferanslama ile ilgili daha geniş ve detaylı bilgiye ulaşmak için Eğitime Başlarken kitapçığı: Jeoreferanslama-Georeferencing veya TNT Kullanım Kılavuzundan Edit / Georeference altındaki dokümanlara bakabilirsiniz.

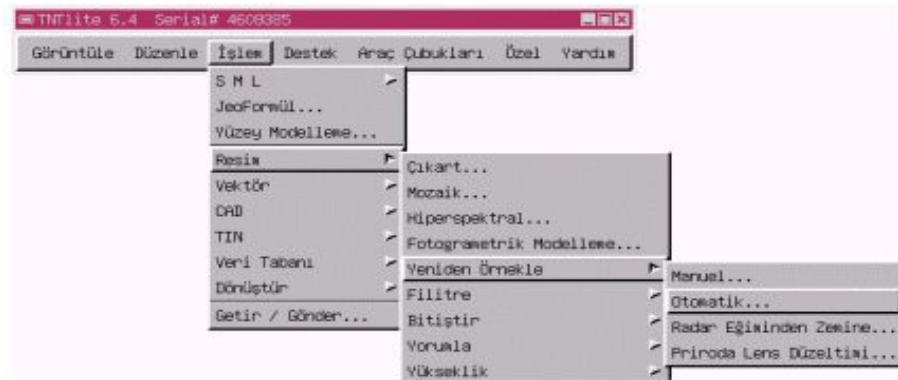
4.1.2.2. TNTmips'te Yeniden Örnekleme İşlemi

TNT'de hem mekansal enterpolasyon hem de radyometrik enterpolasyon aynı işlem penceresi altında gerçekleştirilmektedir. Bu işlem Yeniden Örnekleme'dir. Yeniden örnekleme işleminde nesne için toplanan yer kontrol noktaları, daha önce bahsetmiş olduğumuz geometrik modellere (affine, 2 sıralı polinom, vb.) göre geometrik düzeltme işleminde kullanılmakta ve bir yeniden örnekleme metodu belirlenerek (en yakın komşu, bilineer enterpolasyon, vb.) sonuç rastera ulaşılmaktadır.

Yeniden Örnekleme işleminde temel olarak yapılması gerekenler, daha önce yer kontrol noktaları toplanmış (jeoreferanslanmış) bir resim nesnesini Yeniden Örnekleme işleminde açarak, Model'den mekansal enterpolasyon için kullanılacak modeli belirlemektir; işlemin gerçekleştirileceği metodu belirlemektir. Görüntü ya da raster verinin geometrik düzeltilmesi bu işlem sayesinde tamamlanacaktır.

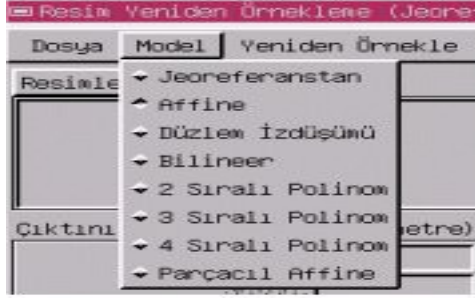
Yeniden Örnekleme penceresinde bunların dışında, hücre büyüklüğünü değiştirme, projeksiyon sistemi, yön ve ölçek değiştirme gibi işlemleri yapabilmemiz için seçenekler sunulmuştur. Şimdi adım adım yeniden örnekleme işleminin nasıl yapıldığını inceleyelim:

☒ TNTmips menüsünden İşlem / Resim / Yeniden Örnekle / Otomatik...’i çalıştırarak yeniden örnekleme’yi başlatın



☒ Resimler...: Yeniden örneklenecek nesneyi seçin

☒ Model: Mekansal enterpolasyon için kullanılacak metodu belirleyin.



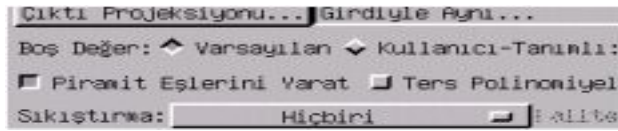
(Jeoreferansla seçeneğini aktif yaparsanız Jeoreferanslama işleminde belirlediğiniz model varsayılan olarak alınır)

☑Yeniden Örnekle: Radyometrik dönüşümde kullanacağınız metodu belirleyin.

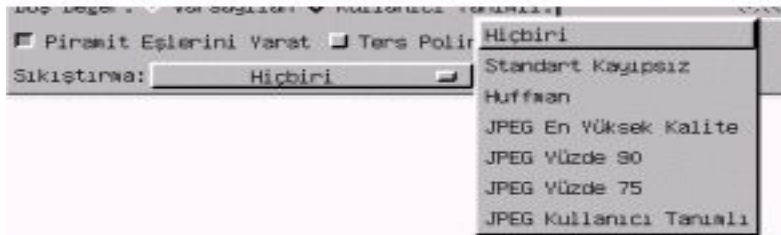


☑Ölçek: Hücre Büyüklüğü ile, Yön: Projeksiyona, Uzunluklar: Tüm çıktı varsayılan seçeneklerdir. Tipik bir yeniden örnekleme işlemi için bu seçenekleri kullanabilirsiniz.

☑Piramit eşleri yarat aktif olmalıdır. Bu sayede yeni üretilecek olan resmin hızlı görüntülenmesi sağlanacaktır.



☑Verinizin daha az yer kaplaması için Sıkıştırma metodu seçebilirsiniz.



☑Tanımlamalarınız tamamlandıktan sonra Dosya / Çalıştır'ı seçin ve karşınıza gelen yeni pencerede yeniden örneklenmiş raster nesnesinin yaratılacağı proje dosyasını ve resim nesnesini belirleyin. Kısa bir süre sonra yaptığınız tanımlara göre nesneniz yeniden örneklenmiş (rektifiye edilmiş) olacaktır.

4.1.2.3. Projede Uygulanan Geometrik ve Radyometrik Düzeltme İşlemleri

Çalışmada üç farklı tipte uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bunlar

- LANDSAT 7 ETM+
- IRS
- IKONOS

görüntüleridir. Ayrıca yardımcı veri ve referans veri olarak da

- 1/25,000 ölçekli Topoğrafik Haritalar
- Orman Amenajman Planları

kullanılmıştır. Bu farklı tipte verilerin her biri için farklı geometrik düzeltme yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemler hakkında detaylı bilgiler yukarıda verilmiştir (haritadan - görüntüye, görüntüden-görüntüye vs. bakınız 4.2.2.1).

Bu bölümde çalışmada takip edilen aşamalara uygun olarak sırasıyla tüm verilerin geometrik düzeltmelerinin hangi yöntemlerle ve ne şekilde yapıldığına, nelere dikkat edilmesi gerektiği anlatılmaktadır.

Topoğrafik Haritaların Geometrik Olarak Düzeltilmesi

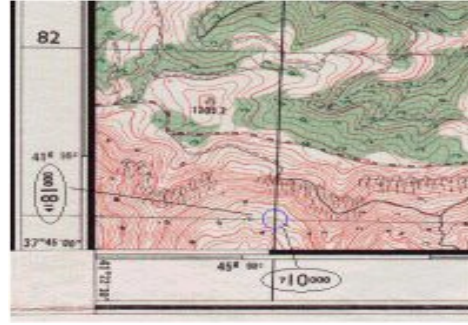
Çalışmada hem yardımcı veri olarak kullanılacak hem de geometrik düzeltme işlemlerinde referans alınacak olan 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaların kullanılması söz konusudur. Bu haritalar kağıt ortamda olduğundan tarama ve import işlemlerinden geçerek çalışma ortamımıza aktarılmıştı. GIS ortamında henüz bir koordinat sistemi ve harita projeksiyonu olmayan bu haritalar için bundan sonraki aşama Jeoreferanslama işlemidir.

Çalışmada kullanılan LANDSAT 7 ETM+ görüntüsünün kapladığı alana 249 adet 1/25000 ölçekli harita girmektedir. Bu haritaların hepsi çalışma sırasında jeoreferanslanmıştır.

Topoğrafik haritalar üzerinde hem enlem-boylam (LatLon) hem de UTM koordinatları ve ilgili parametreler bulunmaktadır. Çalışma için belirlenen projeksiyon sistemi UTM olduğu için harita üzerindeki UTM değerleri esas alınmıştır. Her bir harita için 50-60 civarında yer kontrol noktası değeri girilmiştir.

Bir 1/25000 topoğrafik harita üzerinde 1000 metre arayla geçen enine ve boyuna çizgiler bulunmaktadır. Bunlar UTM gridleridir. Bir 1/25000 ölçekli haritada bu grid

kesişimlerinden yaklaşık 250 adet bulunmaktadır. Haritanın dört köşesine en yakın grid kesişimlerinin koordinat değerleri haritanın üzerinde yazılıdır.



Buna göre 1/25000 raster topoğrafik haritalar grid kesişim noktalarına belli aralıklarla belirtilen koordinat değerlerinin girilmesi suretiyle jeoreferanslanmıştır. Bu noktaların harita üzerinde homojen olarak dağılmasına dikkat edilmiştir.

Adımlar halinde topoğrafik haritaların jeoreferanslanması işlemi:

Düzenle / Jeoreferans...

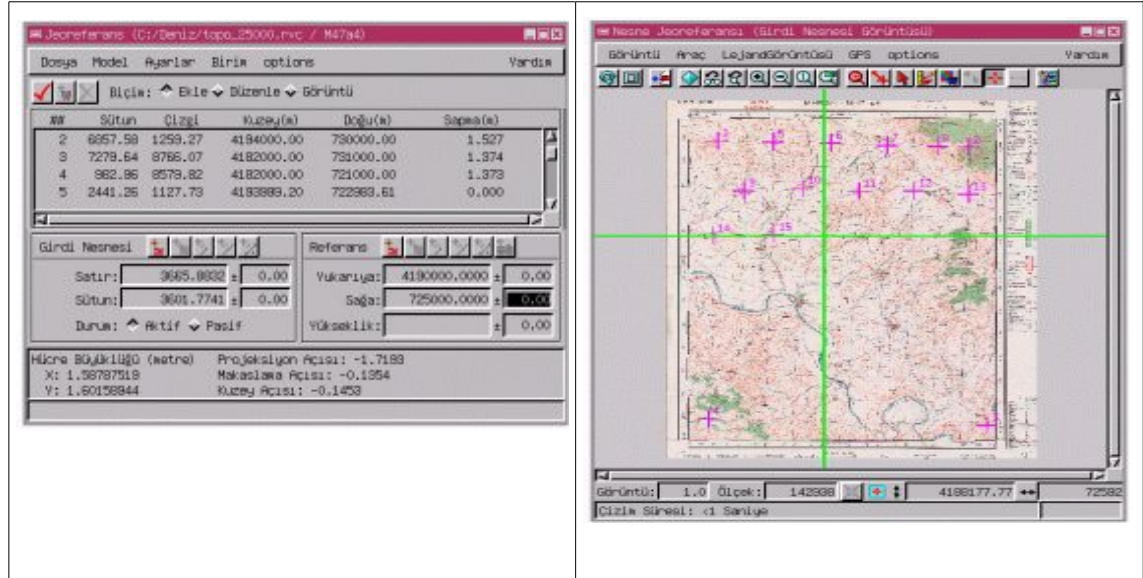
- ☒ Dosya / Aç: Jeoreferanslanacak topoğrafik harita resim nesnesini açın.
- ☒ Ayarlar / Projeksiyonlar: Jeoreferans Seçenekleri penceresini açın.
- ☒ Jeoreferans Seçenekleri penceresinden Hepsini Belirle'ye tıklayarak Koordinat Sistemi/Projeksiyon Değerleri penceresini açın.
- ☒ Sistem: Universal Transvers Mercator (UTM) belirleyin.
- ☒ Bölge: Haritanın lokasyonuna göre uygun bir bölge (zon) belirleyin. (Türkiye 35, 36, 37, 38 bölgeleri içine girmektedir.)
- ☒ Datum: European 1950 – Mean seçin (Harita Genel Komutanlığı topoğrafik haritalarda bu datumu -ED50- kullanmaktadır.)
- ☒ Jeoreferans penceresinde Biçim'i Ekle konumuna getirin.
- ☒ Girdi Nesnesi Görüntüsü penceresinden İşaret Noktası ikonunu seçin.
- ☒ İşaret Noktası aracını UTM grid kesişimi üzerine hassasça yerleştirin.
- ☒ Bu noktanın x, y koordinat değerlerini ana penceredeki Referans kısmına manuel olarak girin.
- ☒ Bu yer kontrol noktasını onaylamak için ana pencerede uygula ikonuna basın, ya da fare imleci görüntü penceresi üzerinde iken enter tuşuna basın veya fare ile sağ tıklayın.

Haritanın dört köşesinde bulunan grid kesişimleri harita üzerinden okunarak N (yukarıya) E (sağa) değerleri olarak girilir.

Not: TNT jeoreferanslama işlemi üç yer kontrol noktasının koordinatları girildikten sonra toplayacağınız diğer kontrol noktalarının koordinatlarını tahmin edebilmektedir. Bu yüzden 3. noktadan sonra koordinat değerlerini tahmin ettirerek küsurları yuvarlamak suretiyle asıl değerleri verebilirsiniz böylece her nokta için haritadan koordinat okumanıza gerek kalmayacaktır.

Referans	
Yukarıya:	
Sağa:	

1/25000 ölçekli topoğrafik haritaların Jeoreferanslanması



Topoğrafik haritalar uydu görüntülerinin ve diğer verilerin geometrik olarak düzeltilmesinde referans olarak kullanılacaktır. Topoğrafik haritaların geometrik olarak doğru olmaları bu bakımdan önemlidir. Bu haritalar referans olarak kullanıldığından var olan hatalar diğer verilere geçecek böylece tüm çalışma etkilenecektir.

Topografik haritalar için yer kontrol noktası toplama işlemi (Jeoreferanslama) tamamlandıktan sonra yaklaşık 10m.ortalama RMS hatası ortaya çıkmıştır. HGK tarafından hassas biçimde üretilen ve basılan bu haritalarda 15 m hata yani kağıt harita üzerinde 0.6 mm hata çalışmamız için kabul edilebilirlik sınırında bir hatadır. Bu hata kullandığımız haritaların orijinal altlığın bir kopyası olması, kağıt ortamda bulunduğu zamanla fiziksel olarak bozulması, yani gerilmesi ya da büzülmesi gibi yani kopyalama ve zamanın kağıt medya üzerindeki etkisi gibi sebeplerle meydana gelmektedir.

Bu hatanın minimuma indirilmesi gerekmektedir. Bunun için toplanan yer kontrol noktalarında hatayı sıfıra indiren parçacıl affine modeli kullanılmıştır.

Adımlar halinde topoğrafik haritaların yeniden örneklenmesi işlemi:

İşlem / Resim / Yeniden Örnekle / Otomatik...

- ☒Resimler...: Yeniden örneklenecek topoğrafik harita nesnesini seçin.
- ☒Model: Parçacıl Affine
- ☒Yeniden Örnekle: En Yakın Komşu
- ☒Ölçek: Hücre Büyüklüğü ile, Yön: Projeksiyona, Uzunluklar
- ☒Piramit eşleri yarat aktif olmalıdır.
- ☒ Sıkıştırma: Huffman

Çalışmada Kullanılan Görüntülerin Geometrik Olarak Düzeltilmesi

Çalışmada Geometrik düzeltme işlemleri kullanılan uydu görüntüsünde bulunan ve satır-sütun numaraları ile ifade edilen hücreleri belli bir projeksiyon sistemindeki gerçek koordinat değerleri ile ilişkilendirmek suretiyle yapılmıştır. İlişkilendirme bu noktaların referans alınan ve coğrafi olarak doğru kabul edilen bir harita ya da görüntüdeki noktalarla eşleştirilmesi veya GPS ile ölçülen koordinatlarının bu noktalarla girilmesi yoluyla yapılır.

IRS uydu görüntüsünün geometrik olarak düzeltilmesi

Çalışma için 5 adet IRS görüntüsü temin edilmiştir. Her bir IRS görüntüsü yaklaşık 5000000000 m² (500000 ha)dır. Beş IRS görüntüsünün toplam alanı bir Landsat görüntüsünün hemen hemen yarısını kapsamaktadır.

Bu görüntülerin geometrik olarak düzeltilmesi daha önce jeoreferanslanmış olan 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar referans alınarak yapılmıştır. Bu tür geometrik düzeltme haritadan-görüntüye jeoreferanslama olarak bilinmektedir. Bir referans haritasına göre jeoreferanslama temel olarak görüntüdeki noktaları haritadaki eşleri ile ilişkilendirmek şeklinde olmaktadır. Bu yüzden toplanan yer kontrol noktalarının hem görüntüde hem de topoğrafik haritada bulunan belirgin noktalar olması gerekmektedir. Yol kesişimleri, nehir ayrımları, köprü gibi şekiller bu tür jeoreferanslama için uygundur.

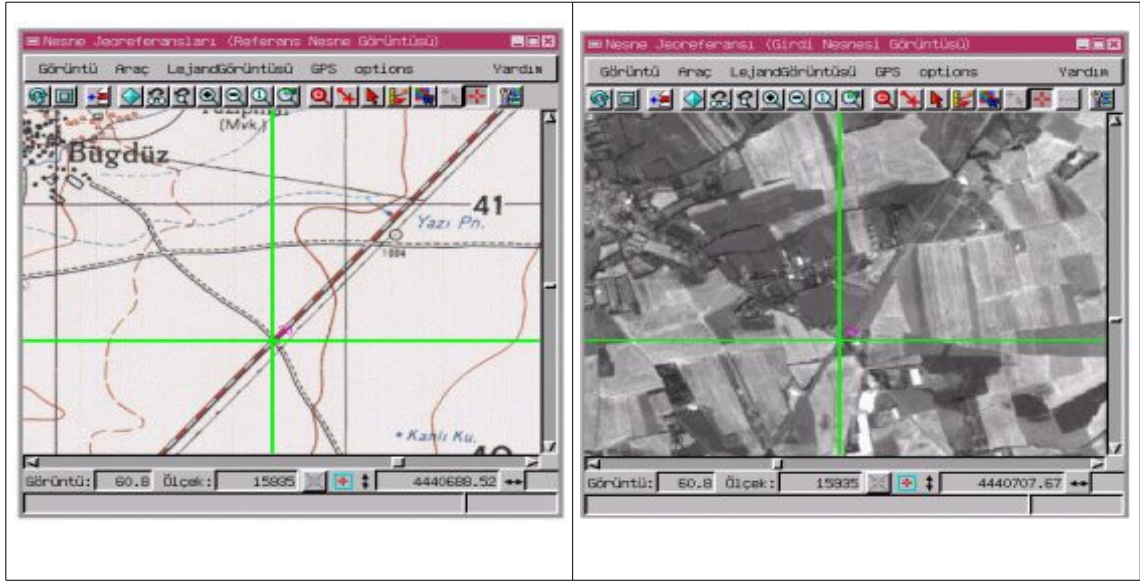
Görüntüde ve topoğrafik haritada eş nokta sayısı fazla olmadığından eş olan hemen her nokta yer kontrol noktası olarak alınmıştır. Noktaların görüntü üzerinde mümkün olduğunca eşit dağılması sağlanmaya çalışılmıştır. Kontrol noktaları görüntünün kimi yerinde yoğun kimi yerinde seyrek olmamalıdır. Buna göre birbirine çok yakın noktalardan yalnızca biri alınmıştır ve eş noktalar bulmanın zorlaştığı alanlar nokta bulmak üzere dikkatle incelenmiştir. Ancak eş noktalar bulmanın çok zorlaştığı özellikle dağlık alanlarda zorunlu olarak görüntünün geneline göre daha az yer kontrol noktası bulunmaktadır. Her bir IRS görüntüsü için yaklaşık 40 adet yer kontrol noktası kullanılmıştır.

Adımlar halinde IRS görüntülerinin jeoreferanslanması:

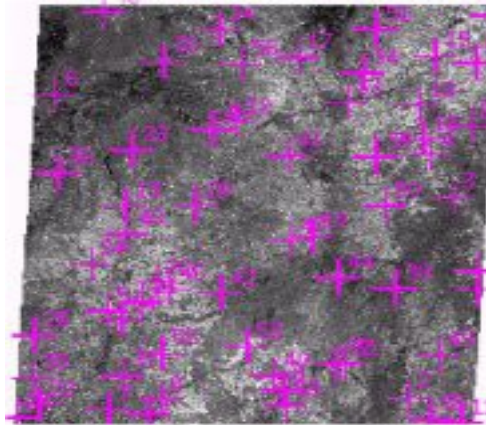
Düzenle / Jeoreferans....

- ☒Dosya / Aç: Jeoreferanslanacak IRS görüntüsünü açın.
- ☒Seçenekler / Referans Görüntüsünü Göster: Referans penceresini açın
- ☒Referans Katman Kontrolleri penceresinde Katman Ekle: IRS görüntüsüne denk gelen topoğrafik haritaların hepsini açın
- ☒Jeoreferans penceresinde Biçim'i Ekle konumuna getirin.
- ☒Girdi Nesne Görüntüsü ve Referans Nesne Görüntüsü pencerelerinden İşaret Noktası ikonunu seçin.
- ☒Her iki pencerede bulunan İşaret Noktası araçlarını IRS görüntüsünde ve topoğrafik haritada birbirinin aynı olan bir şekil üzerinde konumlandırın.
- ☒Belirlediğiniz yer kontrol noktasını onaylamak için ana pencerede uygula ikonuna basın, ya da fare imleci görüntü penceresi üzerinde iken enter tuşuna basın veya fare ile sağ tıklayın.

IRS görüntüsünün topoğrafik haritalardan jeoreferanslanması



Jeoreferanslanması tamamlanmış bir IRS görüntüsü- yer kontrol noktaları



Notlar:

- Bina, çeşme gibi noktasal şekiller bu ölçekte haritadan görüntüye jeoreferanslamada tercih edilmemelidir. Çünkü 1/25000 topoğrafik haritalarda bu tür noktasal veriler semboliktir ve harita üzerinde doğru konumda olmayabilirler.
- Çalışmada referans olarak kullanılan haritaların bir kısmı eski tarihli olduğundan, görüntü üzerindeki güncel özellikler bu haritalarda bulunmamaktadır. Görüntülerde bulunan yol, yapı gibi elemanlara eski haritalarda rastlanmamaktadır, bu durum jeoreferanslama işlemini bu tür alanlarda güçleştirmiştir.

- Belirgin yollar ve yapılaşmaların azaldığı bazı alanlarda yer kontrol noktası toplamak oldukça güçleşmektedir. Özellikle de bu karakterde olan dağlık alanların jeoreferanslanması problemlidir.
- Dağlık alanlarda belirgin bir nokta tespit edebilseniz bile, bu noktayı yer kontrol noktası olarak kabul ettiğinizde yüksek sapma hataları ile karşılaşmanız olasıdır. Bunun nedeni kullandığımız 2 Boyutlu Geometrik düzeltme tekniklerinin topoğrafyadan kaynaklanan tüm hataları düzeltememesinden ileri gelir. Yeryüzünde normale göre yüksekte ya da alçakta bulunan alanlar, görüntüde yükseklik farkından dolayı rölyef kaymalara sebep olur. Rölyef hatalarının tam olarak düzeltilmesi için Ortorektifikasyon gerekmektedir. Ancak çalışma alanındaki dağlık alanlar bitki örtüsü ve arazi özellikleri açısından değişkenlik göstermeyen tek düze alanlardır ve buralarda geometrik hassasiyet çalışma açısından fazla önem göstermemektedir. Dağlık alanlarda dikkat edilmesi gereken, görüntü genelindeki sapmaların yükselmesine sebep olacak çok yüksek hatalı (30-40 metrenin üzerinde) noktaları yer kontrol noktası olarak toplamaktan kaçınmaktır.

Maksimum hata 10m civarındadır.

IRS uydu görüntüsünün yeniden örneklenmesi (rektifikasyonu)

IRS uydu görüntüsü için mekansal enterpolasyon modeli olarak 2 sıralı polinom, yeniden örnekleme metodu olarak da en yakın komşu metodu kullanılmıştır.

Not: 2 Sıralı polinom görüntülerin yeniden örneklenmesinde kullanılan en yaygın metottur.

Adımlar halinde IRS uydu görüntülerinin yeniden örneklenmesi:

İşlem / Resim / Yeniden Örnekle / Otomatik...

☒Resimler...: Yeniden örneklenecek IRS görüntüsünü seçin

☒Model: 2 Sıralı Polinom

☒Yeniden Örnekle: En Yakın Komşu

☒Ölçek: Hücre Büyüklüğü ile, Yön: Projeksiyona, Uzunluklar: Tüm çıktı

☒Piramit eşleri yarat aktif olmalıdır.

☒ Sıkıştırma: Huffman

Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsünün geometrik olarak düzeltilmesi

Landsat 7 ETM+, farklı çözünürlükte bantlara sahip bir uydu görüntüsüdür. Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan her Landsat bandını ayrı ayrı jeoreferanslamak yerine, bunlardan sadece bir tanesi jeoreferanslanmış, bu jeoreferans bilgisi ileride bahsedeceğimiz yöntemlerle diğer bantlara aktarılmıştır. Landsat görüntüsünün jeoreferanslanması için seçilen bant 15 metre çözünürlüklü pankromatik banttır.

Landsat görüntüsü için referans olarak daha önce geometrik düzeltilmesi yapılmış olan IRS ve IRS'in kapsamadığı alanlarda 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılmıştır.

Landsat görüntüsü, mekansal hassasiyet ve içerik bakımından 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalarla eşdeğer sayılabilecek nitelikte bir veri değildir. Pankromatik bantı 15m, diğer bantları 30m mekansal hassasiyete olan Landsat görüntüsü, topoğrafik haritalara göre kaba sayılır. Bu nedenle IRS'in jeoreferanslanmasından farklı olarak, Landsat görüntüsünde mecbur kalınmadıkça topoğrafik haritalar referans alınmamıştır. Bunun yerine Landsat ve IRS görüntülerinin üst üste geldiği bölümde referans olarak IRS'dan yararlanılmıştır.

Bir görüntüyü başka bir görüntüye göre jeoreferanslamak aslında yer kontrol noktası toplama işlemini de kolaylaştırmaktadır, öyle ki görüntülerde yeryüzü şekillerini birbiri ile eşleştirmek bir görüntü ile haritada yeryüzü şekillerini birbiri ile eşleştirmekten daha kolaydır. Haritalarda yeryüzündeki kısıtlı özellikler gösterilirken gerçek görüntülerde mekansal ve spektral hassasiyetin elverdiği ölçüde her şeyi görmek mümkündür. Ayrıca çalışmada kullanılan görüntülerin birbirine çok yakın tarihlerde alınmış olması da bu anlamda bir avantajdır.

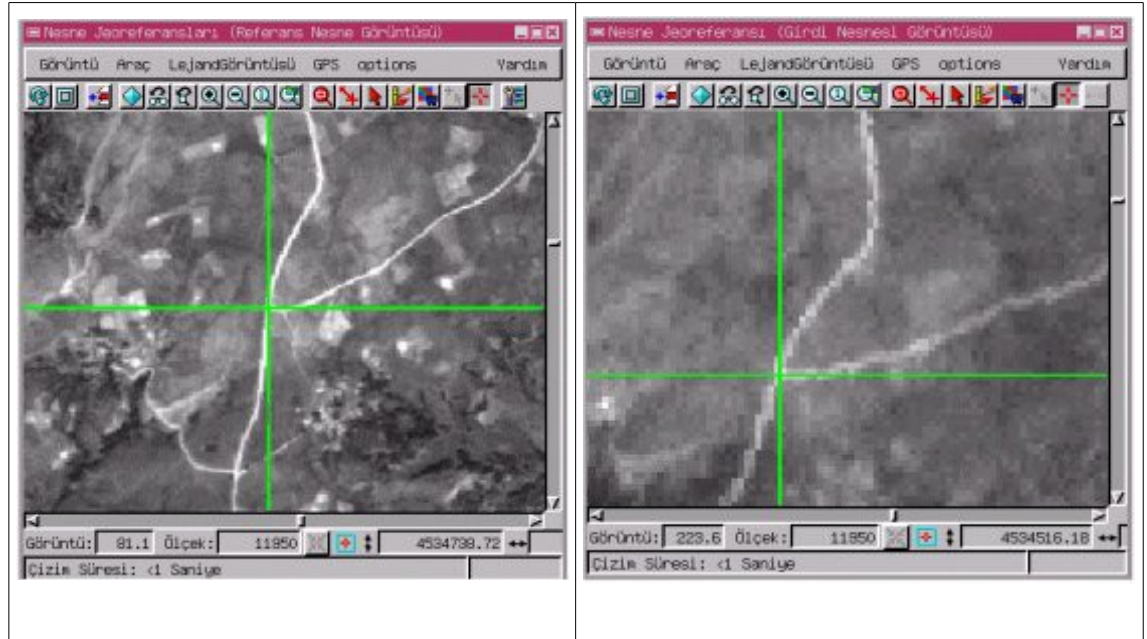
Landsat görüntüsünün IRS'a göre jeoreferanslanması, görüntüden-görüntüye rektifikasyon ve haritadan-görüntüye rektifikasyon yöntemlerinin birlikte gerçekleştiği hibrid yöntemdir. Landsat IRS görüntüsüne göre jeoreferanslanmış olsa bile projeksiyon sistemi ve koordinatları topoğrafik harita kaynaklıdır.

Adımlar halinde Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsünün jeoreferanslanması (görüntüden - görüntüye):

Düzenle / Jeoreferans...

- ☒ Dosya / Aç: Landsat Pankromatik bandını seçin.
- ☒ Seçenekler / Referans Görüntüsünü Göster: Referans penceresini açın
- ☒ Referans Katman Kontrolleri penceresinde Katman Ekle: Geometrik düzeltmesi yapılmış 5 adet IRS görüntüsünü açın
- ☒ Jeoreferans penceresinde Biçim'i Ekle konumuna getirin.
- ☒ Girdi Nesne Görüntüsü ve Referans Nesne Görüntüsü pencerelerinden İşaret Noktası ikonunu seçin.
- ☒ Her iki pencerede bulunan İşaret Noktası araçlarını birbirinin aynı olan bir şekil üzerinde konumlandırın
- ☒ Belirlediğiniz yer kontrol noktasını onaylamak için ana pencerede uygula ikonuna basın, ya da fare imleci görüntü penceresi üzerinde iken enter tuşuna basın veya fare ile sağ tıklayın.

Landsat pan görüntüsünün IRS görüntülerinden jeoreferanslanması



Landsat görüntüsünün IRS ile örtüşmediği alanlarda referans olarak geometrik düzeltmesi yapılmış olan 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılmıştır.

Bu işlem tipik bir haritadan-görüntüye jeoreferanslamadır.

Adımlar halinde Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsünün jeoreferanslanması (haritadan - görüntüye):

Düzenle / Jeoreferans...

- ☒ Dosya / Aç: Landsat Pankromatik bandını seçin.
- ☒ Seçenekler / Referans Görüntüsünü Göster: Referans penceresini açın
- ☒ Referans Katman Kontrolleri penceresinde Katman Ekle: Landsat görüntüsünde IRS'in kapsadığı alan dışında kalan tüm topoğrafik haritaları açın.
- ☒ Jeoreferans penceresinde Biçim'i Ekle konumuna getirin.
- ☒ Girdi Nesne Görüntüsü ve Referans Nesne Görüntüsü pencerelerinden İşaret Noktası ikonunu seçin.
- ☒ Her iki pencerede bulunan İşaret Noktası araçlarını birbirinin aynı olan bir şekil üzerinde konumlandırın
- ☒ Belirlediğiniz yer kontrol noktasını onaylamak için ana pencerede uygula ikonuna basın, ya da fare imleci görüntü penceresi üzerinde iken enter tuşuna basın veya fare ile sağ tıklayın.

Landsat görüntüsü için iki farklı referans kullanılmıştır. Landsat TM pankromatik görüntüsü için 353'ü IRS'dan, 23'ü topoğrafik haritalardan gelmek üzere toplam 376 adet yer kontrol noktası toplanmıştır.

Görüntülerin jeoreferanslanması hassasiyet gerektiren bir iş olduğundan tahmin edilenden uzun sürebilmektedir. Bu çalışmada Landsat görüntüsünün jeoreferanslanması zamandan kazanmak üzere iki kişi tarafından eş zamanlı olarak yapılmıştır.

Bir kişi yer kontrol noktalarını IRS'tan toplarken diğeri topoğrafik haritalardan toplamıştır. Bu ayırım yerine göre farklı şekillerde de yapılabilir. İki farklı kişinin topladığı bu yer kontrol noktaları metin olarak saklama seçeneği kullanılarak, ayrı ayrı yazı dosyalarına kaydedilmiş, daha sonra bu iki yazı dosyası tek bir metin olarak birleştirilmiş ve TNT jeoreferanslama işleminde kontrol noktalarını metin olarak okuma seçeneği kullanılarak bütün halde okutulmuştur. Bu işlem; vakit darlığı söz konusu olduğunda, özellikle büyük boyutlarda olan, çok sayıda kontrol noktası gerektiren veya farklı kaynaklardan referans alan verilerinizin jeoreferanslanmasında etkin olarak kullanabileceğiniz bir metot olarak tavsiye edilir.

Neden referans olarak pankromatik bant kullanıldı?

Landsat 7 ETM+ uydusu 8 banda sahiptir. Landsat 7 ETM+ görüntülerine, diğer Landsat serilerinden farklı olarak bir de pankromatik bant eklenmiştir. Biz çalışmamızda Landsat bantların altısını kullandık. (PAN, 1, 2, 3, 4, 5). Yani elimizde geometrik olarak düzeltilmesi gereken 6 adet Landsat bandı bulunmaktadır. Bunlardan pankromatik bant 15m, diğerleri 30m mekansal hassasiyettedir. Pankromatik bandın özelliği mekansal hassasiyetinin diğer bantlara göre daha iyi olması (15m) ve EMS'nin görünebilir aralığında olmasıdır.

Geometrik olarak düzeltilmesi gereken 6 adet Landsat görüntüsü bulunmaktadır, ancak bu görüntülerin her birini ayrı ayrı jeoreferanslanmamıştır ki bu çok uzun ve zahmetli bir iş olurdu. TNT bir nesnede bulunan Jeoreferans bilgisinin diğer nesnelere kopyalanabilmesine izin verir. Yani jeoreferanslama işlemi sadece bir görüntü için yapıp, daha sonra jeoreferans bilgisinin tutulduğu alt nesne diğer beş görüntüye kopyalanabilir. Jeoreferanslama için pankromatik bant seçilmiştir. Bunun en önemli sebebi de pankromatik bandın mekansal hassasiyetinin diğerlerinden iki kat daha yüksek olması dolayısıyla görüntüde yeryüzü elemanlarını daha net ve belirgin biçimde algılayabilmemizdir.

Pankromatik bantta kaydedilen Jeoreferans diğer bantlara nasıl kopyalandı?

Jeoreferans bilgisinin tutulduğu "Gereference" alt nesnesi içinde rasterin satır ve sütun numaraları ve bu numaralara karşılık gelen koordinat değerlerini tutmaktadır. Bu alt nesne başka bir raster veriye kopyalandığında o verinin aynı satır ve sütun numaraları karşılıkları olan koordinat değerlerine eşlenir. Böylece yeni görüntü yapay olarak jeoreferanslanmış olur.

Bu işlemde dikkat edilmesi gereken nokta, jeoreferanslanacak olan raster ile alt nesnenin alındığı kaynak rasterin aynı boyutlarda ve aynı hücre büyüklüğüne sahip olmaları gerektirir.

Landsat görüntüsünün tüm bantları tam olarak aynı boyutlara sahiptir ancak, Landsat bantlarının hücre büyüklükleri farklıdır. Landsat pankromatik bandı 15m hücre büyüklüğüne sahipken, Landsat'ın çalışmada kullanacağımız diğer bantları 30m hücre büyüklüğüne sahiptir.

Buna göre, Landsat PAN bandının 4, 4 numaralı satır ve sütunları Landsat'ın 30m hücre büyüklüğü olan diğer bantlarında 2, 2 numaralı satır ve sütuna tekabül

etmektedir. Böyle bir durumda yer kontrol noktaları olması gereken yerlere konumlandırılamayacağı için kopyalama yoluyla alınan jeoreferans yanlış olacaktır.

Bu sorun iki şekilde çözülür.

- Landsat bantlarının 30m hücre büyüklüğüne sahip hücrelerini 15m ye dönüştürerek,
- 15m pankromatik bant için toplanmış yer kontrol noktaları için satır ve sütun numaralarını ikiye bölerek.

Çalışmada 30m hücre büyüklüklerini 15m ye dönüştürme yoluna gidilmiştir. Bunun tercih edilmesinin nedeni bu yöntemin Landsat 1, 2, 3, 4, 5 bantlarını RGBI bileşenlerinde pankromatik bantla beraber kullanabilmemizi de sağlamasıdır.

RGBI bileşenlerinden daha sonraki bölümlerde bahsedilecektir.

Hücre büyüklüklerini değiştirmek için Yeniden Örnekleme işlemi kullanılır.

30m çözünürlüklü bantların hücre büyüklüklerinin 15 m'ye dönüştürülmesi için uygulanan adımlar şunlardır:

İşlem / Resim / Yeniden Örnekle / Otomatik...

☒Resimler...: Hücre büyüklükleri değiştirilecek olan 30m hücre büyüklüğüne sahip Landsat bantlarını seçin.

☒Model: Affine

☒Yeniden Örnekle: En Yakın Komşu

☒Ölçek: Referans eşle, Yön: Referansa, Uzunluklar: Çakışma Referansı

☒referans Resim: Landsat PAN

☒Piramit eşleri yarat aktif olmalıdır.

☒ Sıkıştırma: Huffman

IKONOS uydu görüntüsünün Geometrik Olarak Düzeltilmesi

1m mekansal hassasiyete sahip olan IKONOS görüntüsü, bu özelliği ile çalışmada kullanılan diğer verilerden ayrılmaktadır. IKONOS görüntüsü daha önce de bahsedildiği gibi, özel amaçlı bir görüntüdür. Bu görüntünün amacına uygun olarak kullanılabilmesi için geometrik düzeltmesinin olabildiğince hassas biçimde yapılması gerekmektedir. Bir pikseli yeryüzünde 1 metreye eşdeğer olan bu görüntü için kabul edilebilir hata

santimetre düzeyindedir. Bu nedenle zaten 10-15 metre düzeyinde hatalar içeren ve içerik bakımından da IKONOS görüntüsünün jeoreferanslanmasında kullanılamayacak nitelikte olan topoğrafik haritalar bu görüntünün geometrik düzeltmesinde referans alınmamıştır. Bunun yerine GPS ile araziden kontrol noktaları toplama yoluna gidilmiştir.

Görüntünün GPS yoluyla geometrik olarak düzeltilmesi ile ilgili işlemlere geçmeden önce GPS teknolojisine kısaca değinelim:

GPS (Ground Positioning System), Küresel Konumlandırma Sistemi veya Yer Belirleme Sistemi olarak dilimize çevrilmiştir.

24 adet GPS uydusu yeryüzüne GPS aletlerinin algılayacağı türden sinyaller yollamaktadır. GPS alıcısı bu uyduların en az üçünden sinyal alabilirse üçgenleme yöntemiyle yeryüzünde bulunduğu konumu tayin edebilir ve kullanıcıya bu konumun koordinatlarını verir. GPS uyduları Amerikan Savunma Teşkilatı (U.S. Department of Defence) tarafından gönderilmekte ve yönetilmektedir.

GPS alıcıları özel firmalar tarafından üretilip satılmaktadır. Bu aletler, bilimsel, ticari, endüstriyel vb. pek çok amaçla kullanılmaktadır. GPS alıcıları çeşitli hassasiyetlerde veri sağlamaktadır. A.B.D. Mayıs, 2000 tarihinden bu yana GPS sinyallerinin hassasiyetini düşürücü faaliyetine son vermiştir. Bu yüzden GPS alıcısının hassasiyeti halihazırda alıcının tipine ve kalitesine bağlıdır.

Not: A.B.D. Savunma Teşkilatı uluslararası çatışma ya da karışıklık dönemlerinde karşıt güçlerin veya terörist grupların GPS avantajından mahrum edilmesi için uydu sinyallerine müdahale edebilir.

Çalışmada kullanılan GPS ve özellikleri

Çalışmada Ashtech Locus marka tek frekanslı son teknoloji jeodezik GPS kullanılmıştır. Bu GPS diferansiyel GPSdir, tek frekanslıdır ve real time özelliği yoktur. Ancak bu GPS ile santim hassasiyetinde ölçüm yapılabilmektedir. Özellikle nirengi noktası, poligon noktası, detay alımı, gibi hassas haritacılık işlerinde kullanılan bu GPS, IKONOS görüntüsü için yer kontrol noktası toplamaya elverişlidir. Ayrıca infrared özelliği sayesinde kablosuz olması da arazi çalışmasında bir avantajdır.

Bu GPS nasıl çalışır?

Bu GPS ile, koordinatları belirlenmek istenen nokta üzerinde en az 3 uydudan sinyal alana kadar beklenir. Sinyaller alındıktan sonra GPS o noktanın koordinat değerlerini tanımlanan projeksiyonda verir. Bu koordinatlar nokta numaraları belirlenerek GPSin hafızasında saklanır.

Bu GPS diferansiyel olduğu için, arazide veri ham halde toplanır ve hatalar içermektedir. Bu hatalar sabit nokta ölçüm değerlerine göre dengeleme yazılımları kullanılarak düzeltilir.

IKONOS görüntüsü için yapılan arazi çalışmasında toplam 15 nokta daha önceden IKONOS görüntüsü üzerinde tespit edilmiştir. Bu noktaların hem görüntüde belirgin bir biçimde ayırt edilmesine, hem de arazide gidilebilir, yeri bulunabilir bir nokta olmasına dikkat edilmiştir. Bu noktalar için bir de detay gösterir çıktılar alınmıştır. Böylece noktanın tam olarak nereye denk geldiğini anlamak daha kolay olmuştur.

Çalışma iki ekip tarafından 1 gün içinde gerçekleştirilmiştir. Noktalar iki ekip arasında bölgelere paylaştırılmıştır. IKONOS için toplam 13 yer kontrol noktasının koordinatı tespit edilebilmiştir.

Bu noktalar daha sonra Glonass yazılımı ile dengeleme işleminden geçirilmiş ve düzeltilmiştir. Düzeltilen koordinat değerleri IKONOS görüntüsünde yer kontrol noktaları olarak girilmiştir. IKONOS görüntüsü için maksimum RMS hatası, 6 metredir.

IKONOS görüntüsünün jeoreferanslanması (koordinat girişi) sırasında uygulanan işlemler şunlardır:

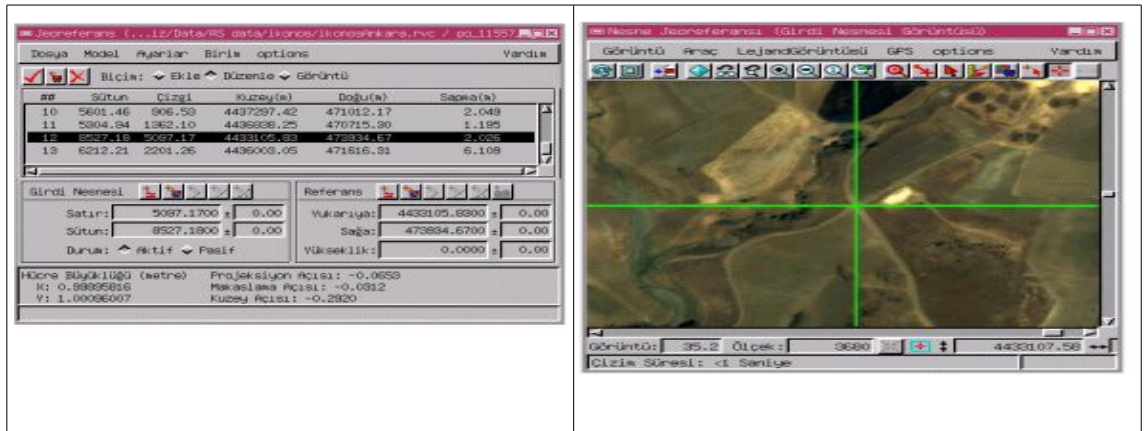
Düzenle / Jeoreferans...

- ☒ Dosya / Aç: Jeoreferanslanacak IKONOS görüntüsünü açın.
- ☒ Ayarlar / Projeksiyonlar: Jeoreferans Seçenekleri penceresini açın.
- ☒ Jeoreferans Seçenekleri penceresinden Hepsini Belirle'ye tıklayarak Koordinat Sistemi/Projeksiyon Değerleri penceresini açın.
- ☒ Sistem: Universal Transvers Mercator (UTM) belirleyin
- ☒ Bölge: Haritanın lokasyonuna göre uygun bir bölge (zon) belirleyin. (Türkiye 35, 36, 37, 38 bölgeleri içine girmektedir.)
- ☒ Datum: European 1950 – Mean seçin (Harita Genel Komutanlığı topoğrafik haritalarda bu datumu kullanmaktadır.)

- ☒ Jeoreferans penceresinde Biçim'i Ekle konumuna getirin.
- ☒ Girdi Nesnesi Görüntüsü penceresinden İşaret Noktası ikonunu seçin.
- ☒ İşaret Noktası aracını daha önceden belirlenmiş olan yer kontrol noktası üzerine hassasça yerleştirin.
- ☒ Bu noktanın arazide GPS ile ölçülen ve daha sonra dengeleme programı ile düzeltilen koordinat değerlerini ana penceredeki Referans kısmına manuel olarak girin.
- ☒ Bu yer kontrol noktasını onaylamak için ana pencerede uygula ikonuna basın, ya da fare imleci görüntü penceresi üzerinde iken enter tuşuna basın veya fare ile sağ tıklayın.

IKONOS görüntüsünün GPS noktalarından jeoreferanslanması

###	Column	Line	North(m)	East(m)	Residual(m)
1	615.64	1717.38	4436477.63	466031.17	0.860
2	660.66	3645.05	4434548.89	466075.78	0.406
3	2528.10	3879.61	4434315.32	467944.26	1.186
4	3658.99	5397.31	4432797.71	469073.09	0.784
5	3032.07	11091.65	4427101.10	468447.86	0.116
6	8510.47	10140.00	4428053.25	473925.39	0.258
7	4998.70	4738.38	4433460.15	470411.84	1.210
8	4511.40	3368.36	4434829.17	469925.57	1.333
9	3205.61	1855.25	4436342.49	468619.68	0.289
10	5601.46	906.53	4437297.42	471012.17	2.082
11	5304.94	1362.10	4436838.25	470715.30	1.862
12	8527.18	5097.17	4433105.83	473934.67	1.208
13	6212.21	2201.26	4436003.05	471616.31	4.489



IKONOS görüntüsünün yeniden örneklenmesi sırasında uygulanan işlemler şunlardır:

İşlem / Resim / Yeniden Örnekle / Otomatik...

- ☒ Resimler...: Yeniden örneklenicek IKONOS görüntüsünü seçin.
- ☒ Model: 2 sıralı polinom
- ☒ Yeniden Örnekle: En Yakın Komşu
- ☒ Ölçek: Hücre Büyüklüğü ile, Yön: Projeksiyona, Uzunluklar
- ☒ Piramit eşleri yarat aktif olmalıdır.
- ☒ Sıkıştırma: Huffman

4.1.3. Görüntü ve Yardımcı Verilerin Zenginleştirilmesi

4.1.3.1. TNTmips'te Kontrast Zenginleştirme

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti projesinde kullanılan tüm uydu görüntüleri üzerinde kontrast zenginleştirme işlemi uygulanmaktadır. Uydu görüntülerinde orijinal piksel değerleri genellikle dar bir aralıkta toplanmıştır. Birbirine yakın ve az sayıda değerle görüntülenen bir nesne için düşük kontrasttan söz edilir. Düşük kontrastlı bir görüntüde açık ve koyu tonlar arasında çok fazla zıtlık olmadığından, bu görüntülerdeki şekilleri, özellikleri ayırt etmek zor olabilir. Kontrast iyileştirme ile, görüntünün kontrastı yükseltilmekte ve belli belirsiz özellikler birbirinden ayırt edilebilir hale gelmektedir.

TNT ürünlerinde kontrast iyileştirme, görüntü ilk kez açıldığında uygulanıp, saklanabilir. Böylece görüntü her açıldığında kontrastı düzeltilmiş olarak gelecektir. Kontrast ayarı bir kere yapıp saklanabildiği gibi, görüntünün farklı tonal özellikler gösteren alanlarında daha iyi ayırım elde etmek için yeri geldikçe de yapılabilir. Kontrast ayarı görüntü açıldıktan sonra yapılmaktadır.

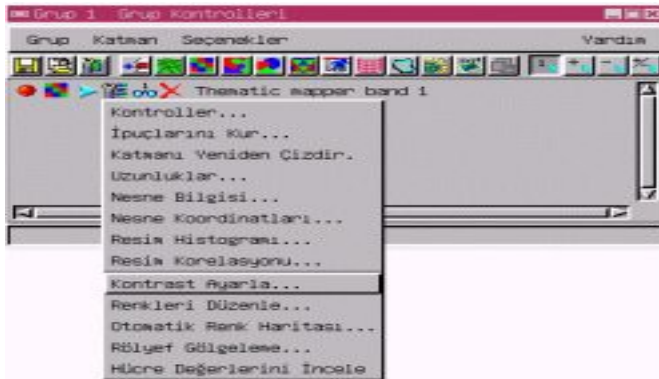
Kontrast iyileştirme için uygulanan adımlar:

Görüntü / Mekansal Veri / Yeni 2B Grup

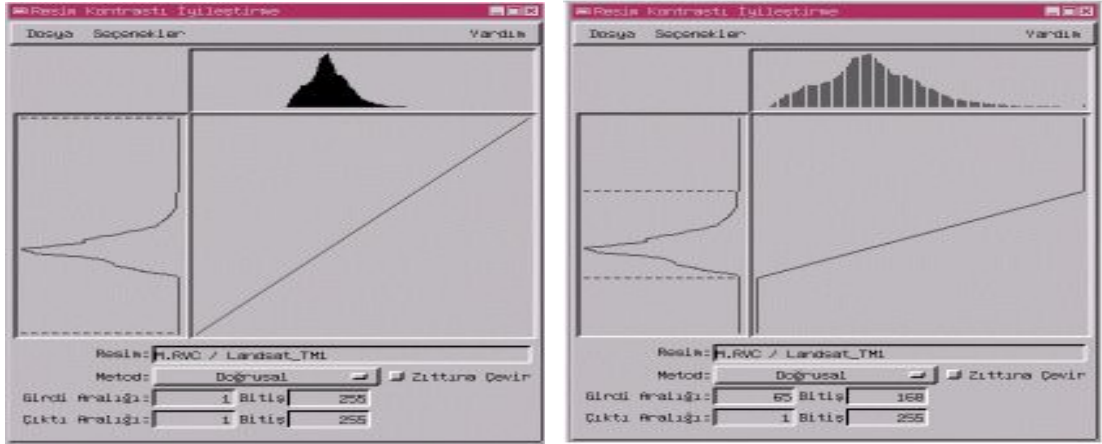
☒ Görüntü referans olarak eklendikten sonra Grup Kontrolleri penceresinde katman satırında araçlar ikonuna basın.



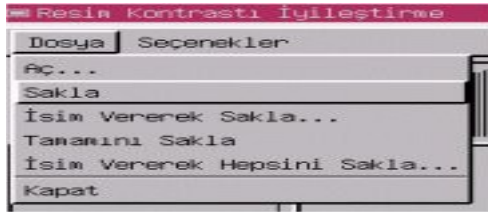
☒ Bir liste halinde görüntülenen araçlar arasından Kontrast Ayarla'yı seçin



☑ Resim Kontrastı İyileştirme Penceresi açılacaktır. Aşağıda, solda iyileştirilmemiş halde bulunan doğrusal dağılımlı bir kontrast görmektesiniz. Bu pencerenin sol yanındaki grafikte kesik çizgilerle gösterilen ayarlama çubuklarını histogram eğrisinin sonlarına yaklaştıracak şekilde daraltırsanız, kontrast iyileştirme işlemi gerçekleşmiş olur.



☑ Kontrast üzerinde yaptığınız bu değişikliği saklamak isterseniz; Resim Kontrastı İyileştirme penceresinde Dosya / Sakla'ya basabilirsiniz.



4.1.3.2. TNTmips'te RGB Kompozit Resimler

RGB / KYM kompozit, bir uyduya ait üç bandın kırmızı (R), Yeşil (G), Mavi (B) kanallarına atanması ile elde edilen renkli görüntülere denir. Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında Landsat Mayıs, 2000 ve Landsat Eylül, 1999 bantlarını renkli olarak görüntülemeye kullanılmıştır. Landsat görüntülerinin 3-2-1 ve 4-5-3 bantları kompozitler halinde çalışmada yer almaktadır.

Kırmızı bant	kırmızı kanal
Yeşil bant	yeşil kanal
Mavi bant	mavi kanal

Şeklinde yapılan bir atamaya gerçek renk (true color) denir. Bu görüntü yeryüzündeki gerçek renkleri verir.

Kızıl ötesi bant kırmızı kanal

Kırmızı bant yeşil kanal

Yeşil bant mavi kanal

Şeklinde yapılan bir atamaya yanlış renk (false color) denir. Bu görüntü yer yüzündeki olağan renklerden farklı renkler verir ve özel amaçlı kullanılır.

Görüntüleme grubuna RGB kompozit ekleme adımları:

Görüntüle / Mekansal Veri / Yeni 2B Grup

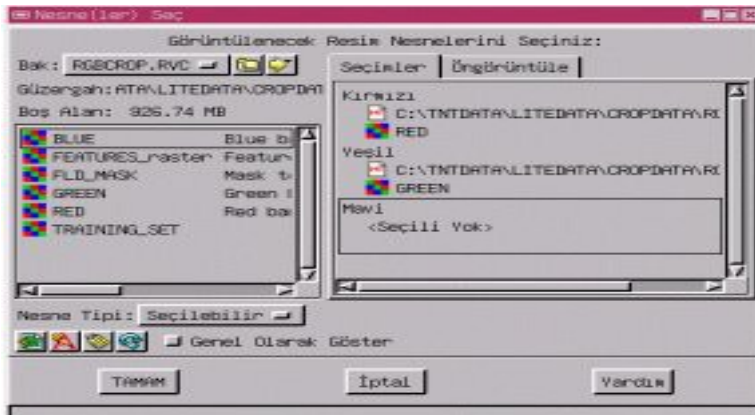
☒ Grup Kontrolleri Penceresinde Resim ekle ikonuna basın

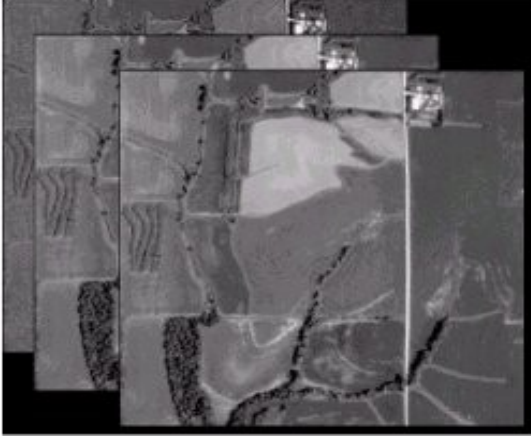


☒ Açılan listeden KYM-RGB Hızlı Ekle'ye basın



☒ Bantları kanallara atayın.





Kırmızı, mavi ve yeşil bantlar



RGB kompozit

4.1.3.3. TNTmips'te Resimlerin Mozaiklenmesi

Mozaikleme işlemi aynı alanın parçaları olan görüntüleri bir araya getirmek için kullanılan bir işlemdir. Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında 5 komşu IRS görüntüsünü tek parça halinde birleştirmek için kullanılmıştır. Bu görüntülerin birleştirilmesi hem pratik kolaylıklar sağlamaktadır hem de daha sonra yapılacak birleştirme (sentetik çözünürlük) için bu görüntülerin tek parça olması gerekmektedir.

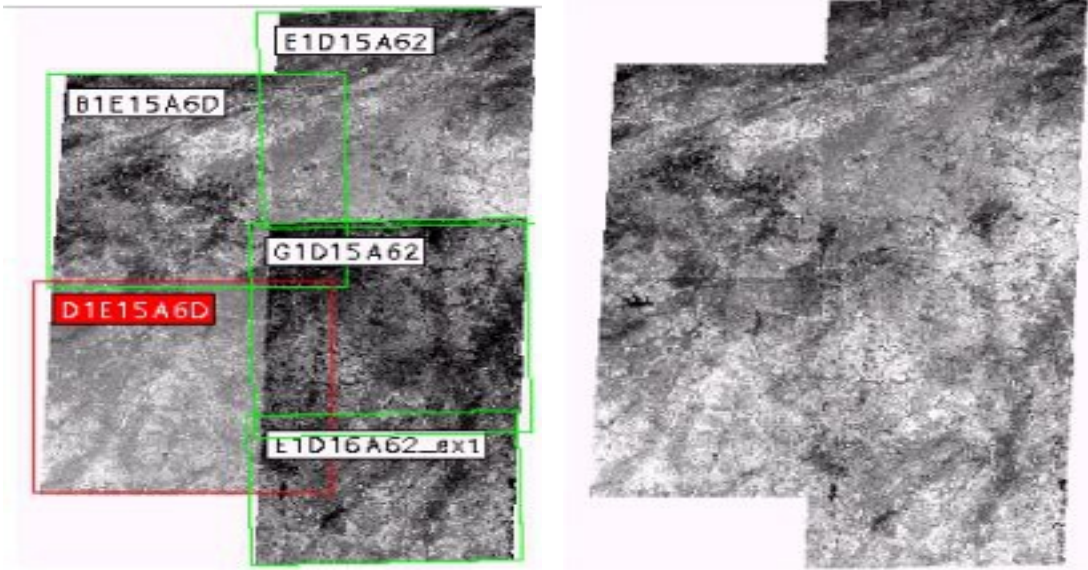


Mozaik işlemini başlatmak için İşlem / Resim / Mozaik...'e basınız.

Açılan mozaik penceresinden birleştirmeyi istediğiniz görüntüleri seçiniz. Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışması için bu görüntüler IRS uydu görüntüleridir.

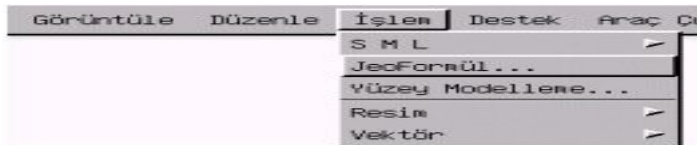


Daha önceden Geometrik olarak düzeltilmiş IRS görüntülerinin 5'ini de açın. Görüntüleme penceresinde aşağıdaki gibi bir görünüm elde edeceksiniz. Mozaikleme penceresindeki kontrolleri kullanarak her resim için mozaik işlemine katılmasını istediğiniz kısımları tanımlayabilirsiniz.



4.1.3.4. TNTmips'te Görüntü Birleştirme – Brovey Dönüşümü

Brovey Dönüşümü Görüntü Birleştirme işlemini gerçekleştiren ve yaygın olarak kullanılan bir metottur. TNT' de brovey dönüşümünün algoritması TNT litedata verileri içinde Jeoformüller GOFRMLA klasörünün içinde bulunmaktadır. Jeoformül işlemini TNT ana menüsünde işlem' in altından başlatabilirsiniz.



Açılan Jeoformül Nesne Kombinasyonları penceresinden Dosya / Aç' a basın.



TNTDATA / LITEDATA klasörleri içinde Brovey1.gsf dosyasını açın.



Nesne Seçimi Penceresinde sırasıyla:

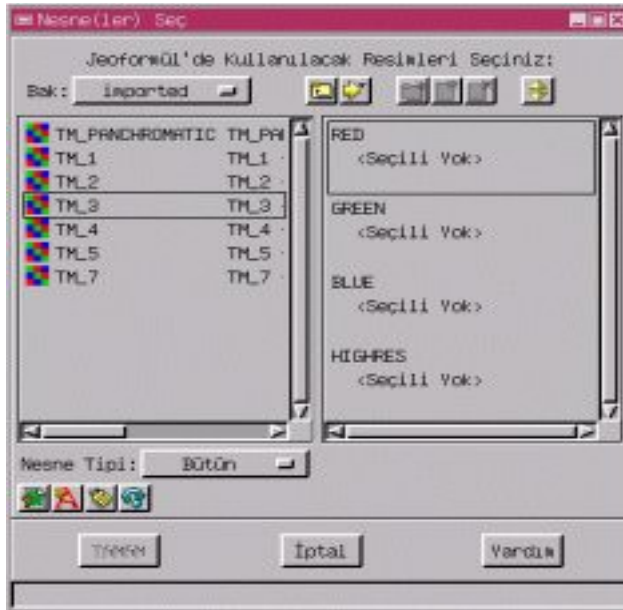
Landsat TM 4 (yakın kızılötesi)

Landsat TM 5 (orta kızılötesi)

Landsat TM 3 (kırmızı)

IRS mozaik

Görüntülerini seçin.



Dosya / Çalıştır' a basarak işlemi başlatın. Bu sayede görüntünüze brovey dönüşümü uygulanacak, renkli ve hassas referans görüntüleri elde etmiş olacaksınız.

4.2. Uygulamalar

4.2.1. Çalışmada Kullanılan Veri Setleri

UA ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan veriler temel ve yardımcı veriler olarak ikiye ayırabiliriz.

Temel veriler yorumlamada esas alınan, ağırlıklı kabul edilen verilerdir. Yardımcı veriler ise yorumlama aşamasında temel verilerden sonra ikinci ya da üçüncü derecede ağırlıklı olan verilerdir. Bunun yanı sıra, yardımcı veriler, temel verilerin belirsizlik gösterdiği durumlarda büyük önem kazanmaktadır. Bunun anlamı; yardımcı veriler bazı durumlarda temel verilerin yerini alabilmektedirler.

Çalışmada temel veri olarak uydu görüntüleri ve uydu görüntülerinden elde edilen ürünler seçilmiştir. Bunun sebebi uydu görüntülerinin;

- Güncel olması,
- Tüm çalışma alanı için mevcut olması,
- Kaynak niteliğinde olması ve yorumlanmaya açık olmasıdır. Şöyle ki; çalışmada kullanılan diğer veriler (orman-amenajman planları, topoğrafik haritalar, vb.) zaten belli kurallara göre verilerin yorumlanarak derlenmesinden oluşturulmuş son ürünlerdir, bu sebeple yorumlanmaya açık değildirler.

Çalışmada kullanılan temel veriler:

Uydu Görüntüleri - Ürünler	Kısaltma	Özellikler	Tarih
Landsat 4-5-3 IRS PAN birleştirilmiş	453IRS	Brovey dönüşümü ile birleştirilmiş Landsat 453 kompozit ve IRS	Landsat: mayıs, 2000 IRS: ağustos, 2000
IRS	IRS	Mozaiklenmiş – kontrastı iyileştirilmiş	IRS: ağustos, 2000
Landsat 4-5-3	453may	Landsat 453 kompozit	Landsat: mayıs, 2000
Landsat 4-5-3	453agt	Landsat 453 kompozit	Landsat: eylül, 1999
Landsat NDVI	NDVI	Normalize edilmiş Bitki İndeksi	Landsat: mayıs, 2000

* Çalışmanın çeşitli aşamalarında bu veriler kısaltmaları ile anılacaktır.

Çalışmada kullanılan yardımcı veriler:

Mekansal Veriler	Tarih
Topoğrafik Haritalar	1984- 1990
Orman Amenajman Planları	1994 - 1995
Toprak Haritaları	1966 - 1971
Hava Fotoğrafları	1994 - 1995

4.2.1. Yorumlama – Sınıflandırma İşlemleri

Sınıflandırma ve yorumlama prosedürünü bir işlem sırasına sokacak olursak 5 aşamadan söz edebiliriz:

- Arazi türlerini ayıran sınırların belirlenmesi
- Arazi türlerinin tespit edilmesi
- Görüntü setleri ve yardımcı verilerin yetersiz kaldığı alanlarda hava fotoğraflarının kullanılması
- Hava fotoğraflarının eksik olması ya da güncel olmaması gibi sebeplerden dolayı sınıf tespiti yapılamayan alanlarda arazi çalışması sonuçlarının değerlendirilmesi
- Kontrol işlemleri

Bu aşamaların hangi işlemleri içerdiğinden ve ne şekilde gerçekleştirildiğinden bahsedelim:

4.2.1.1. Arazi Türlerini Ayıran Sınırların Belirlenmesi

Sınır belirleme işleminden önce bir ön işlem olarak görüntünün gözden geçirilmesinde fayda vardır. Temel verileri oluşturan uydu görüntülerinin bütünüyle incelenmesi için belli bir zaman ayrılmalıdır. Bu süre alanın büyüklüğüne göre değişebilir ama en az 10-20 dakika görüntünün incelenmesine ayrılmalıdır. Görüntünün bütünüyle incelenmesi çalışma alanının yapısını ve genel özelliklerini anlamak açısından önemlidir. Böylece, görüntü yorumlayıcı ne tür bir alanda çalıştığını kavrayıp, karşılaşılabileceği güçlükleri daha önceden görebilir ve konuya daha hakim biçimde çalışmaya başlayabilir. Görüntü

genel olarak incelendikten sonra arazi türlerini birbirinden ayıran sınırların çizilmesi işlemine geçilebilir.

Sınırların çizilmesi işlemi görsel yorumlamaya dayanır. Görüntü yorumlayıcı, görsel yorumlama yetilerini kullanarak farklı birimleri birbirinden ayırır. Sınır belirleme işleminde yapılması gereken, birimleri birbirinden ayıran sınırların belirlenmesidir. Bu aşamada birimlerin hangi arazi sınıfına girdiği belirlenmeyecek sadece ve sadece sınırlar çizilecektir.

Aslında yorumlayıcı, birimler arasındaki sınırları belirlerken bu birimlerin ne olduğu üzerinde ister istemez fikir yürütmek durumundadır, böylece arazi türlerinin belirlenmesinde bir ön çalışma yapmış olur.

Bu aşamada temel veriler referans olarak kullanılacak, üzerinde bir vektör katman oluşturulup, birimlerin sınırları bu vektör katmanda çizilecek ve düzenlenecektir.

Yalnız, arazi türlerini ayıran sınırların belirlenmesinde sınırlı olarak yardımcı verilerin kullanıldığı durumlar olacaktır. Örneğin yerleşim alanları sınıflandırma şemasında yer alan sınıflardan biridir ve özellikle yoğun olmayan yerleşimlerin uydu görüntülerinden tespit edilebilmesi hayli güçtür. Bu sebeple benzer nitelikteki sınıflara ait sınırların tespitinde öncelikli olarak yardımcı verilerden, özellikle de topoğrafik haritalardan faydalanılır.

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında,

- Karayolları,
- Demiryolları,
- Yapılaşma alanları

topoğrafik haritalardan faydalanmak suretiyle önceden sayısallaştırılmıştır. Diğer arazi sınıfı sınırlarının sayısallaştırılmasına bu katman üzerinden devam edilmiştir.

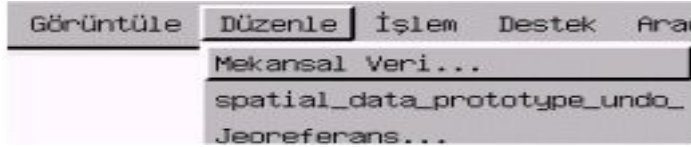
TNTmips resim ve vektör verinin entegre biçimde kullanılması konusunda üstün özelliklere sahip bir programdır. Resim ve vektör veriler bir arada rahatlıkla açılabilmekte, resim verilerin üzerinde ilk defa oluşturulan vektör nesne koordinat bilgisini otomatik olarak resim veriden alabilmektedir.

Bu özellikler, ekranda sayısallaştırma (heads-up digitizing) yönteminin rahatlıkla gerçekleştirilebilmesini sağlar.

Bu işlem görüntü analiz sistemlerinin henüz yeteri kadar gelişmemiş olduğu yıllarda kağıt medyaya basılmış uydu görüntülerinin üzerine yerleştirilen şeffaflara sabit mürekkeple çizilmek suretiyle yapıldı. 90'lı yılların ilk yarısında gerçekleştirilen CORINE çalışmasında sınıflandırma ile ilgili tespitler şeffaf medya üzerine çizilmiştir ve şeffafların üzerindeki sınırlar sayısallaştırma tabletleri kullanılarak dijital ortama aktarılabilmektedir.

Sınırların belirlenmesi işleminde uygulanan adımlar şunlardır:

Düzenle / Mekansal Veri...



☒ Referans Katman Kontrolleri penceresinde Katman Ekle ikonu ile temel veri setinden 453may, 453IRS, IRS referans katmanı olarak eklenir.



☒ Dosya / Yeni / Vektör...: Arazi sınıflarını çizmek üzere bir vektör katman yaratılır



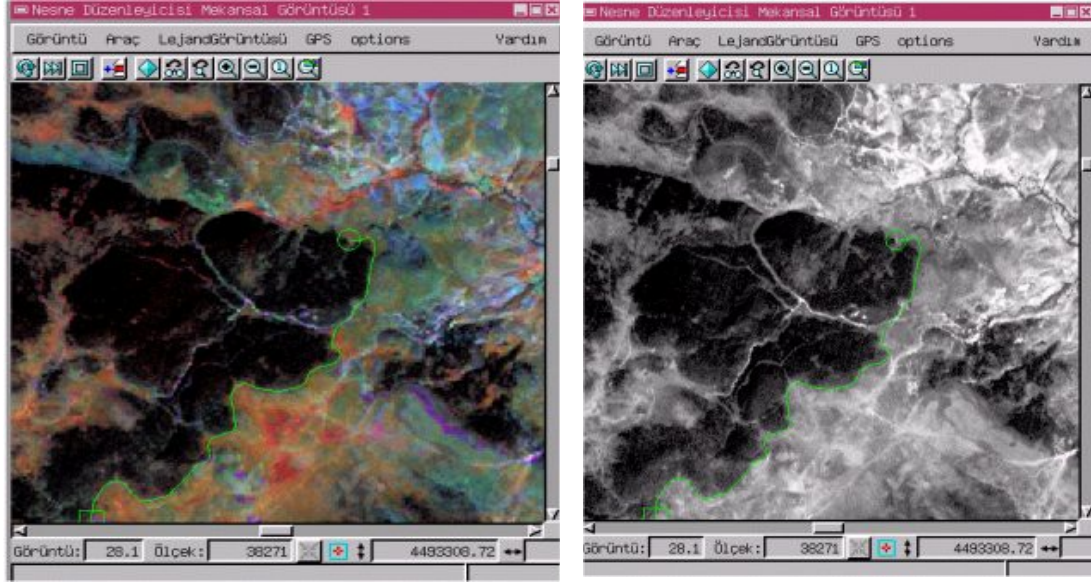
☒ Karşınıza çıkan Nesne Değerleri penceresinde tamam tıklanarak vektör katmanın altında bulunan görüntünün jeoreferans verisinin otomatik olarak vektöre geçmesini sağlanır.

☒ Vektör Araçları kutusunun "eleman ekle" bölümünden çizgi ekle ikonuna basılır.



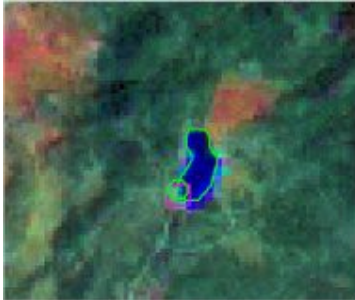
☒ Çizgi/Poligon Düzen Kontrolleri penceresi açılır. Çizgi çizimi ile ilgili tüm kontroller bu araçlar penceresi içinde bulunur.

Bir sınıfın sınır çizgisinin çizilmesi

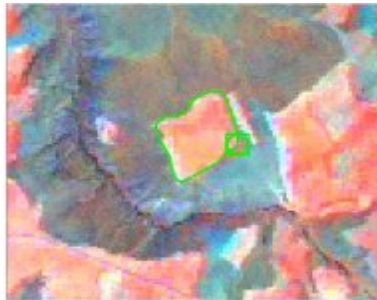


Ayrılmış birimler için bazı örnekler:

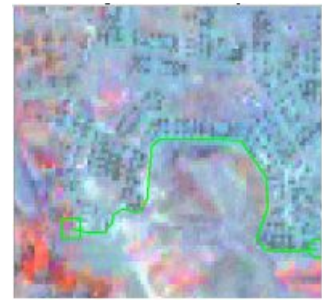
Su Yüzeyi Ayrımı



Tarım-Mera Ayrımı



Yerleşim Alanları Ayrımı



4.2.1.2. Arazi Türlerinin Tespit Edilmesi

Sınırların genel olarak belirlenmesi işleminden sonraki aşama, sınırlarla  vrelenen birimlerin hangi arazi türüne girdiğinin belirlenmesidir. Bu aşamada yardımcı verilerden ve görsel yorumlama anahtarlarından faydalanılır. Çalışmada kullanılacak olan yardımcı veriler önem ve öncelik sırasına göre şu şekildedir:

- 1/25 000  l ekli Topoğrafik haritalar
- Orman Amenajman Planları
- Hava Fotoğrafları
- Toprak Haritaları

Yardımcı Verilerin Kullanımı

Öncelikle çalışma alanı içine giren yardımcı verilerin incelenmesi için belli bir süre ayrılmalıdır. Yardımcı verilerin tematik içeriği, tematik birimlerin çalışma alanına dağılımı incelenmeli, bunlar görüntülerle genel olarak ve fazla detaya girmeden karşılaştırılmalıdır.

Eğer bu veriler arasında tüm çalışma alanını kapsamayanlar varsa bunların alanın hangi kısımları için mevcut, hangi kısımları için noksan olduğu önceden bilinmelidir. Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında Orman-Amenajman planları ve hava fotoğrafları maalesef tüm çalışma alanını kapsamamaktadır. Bu verilerin çalışılan parçanın ne kadarını kapsadığı incelenmelidir. Orman-amenajman planlarının ve/veya hava fotoğraflarının mevcut olmadığı kısımlarda görüntüler daha detaylı incelenmeli ve diğer yardımcı verilere daha fazla önem verilmelidir. Bu alanlarda, arazide incelenmesi gereken noktaların da ortaya çıkması muhtemeldir.

Sınıflandırma işlemlerinin birinci aşamasını oluşturan sınırların belirlenmesi işleminden sonra arazide farklılık gösteren birimler genel hatları ile birbirinden ayrılmış olur. Bu aşamada ağırlıklı olarak uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Arazi sınıflarının belirlenmesinde temel veriler ve yardımcı veriler hep bir arada ve geri besleme yöntemiyle kullanılır.

Bu yöntemi kısaca şöyle açıklayabiliriz;

Temel verileri oluşturan uydu görüntülerinin yorumlanması ile varılan sonuç yardımcı verilerle karşılaştırılır, daha sonra yardımcı verilerin tek tek değerlendirilmesinin ardından varılan sonuç tekrar görüntü ile karşılaştırılır. Eğer görüntü ve yardımcı verilerin incelenmesi sonucunda elde edilen sonuçlar birbirini doğruluyorsa, yorumlayıcı son kararı vererek veri tabanına bu birimin hangi arazi sınıfı olduğunu girer.

Arazi tiplerinin veri tabanına girilmesinde uygulanan adımlar:

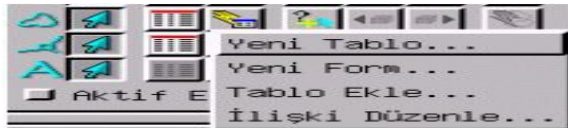
Düzenle / Mekansal Veri... çalıştırılmış, referans uydu görüntüsü aşağıda, düzenlenmekte olan vektör verisi yukarıda olacak şekilde açılmış olmalıdır.

☒ Vektör katmanın “Detayları Göster” ikonuna basılarak vektörün nokta, çizgi, poligon elemanları ile ilgili bazı kontroller görüntülenir.



☑ Poligon satırında “Tablo/Form yap” ikonuna basılır

☑ Çıkan seçeneklerden “Yeni Tablo...” seçilir



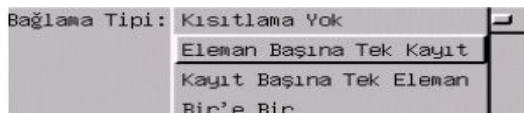
☑ Çıkan pencere içinde isim: satırındaki boşluğa veritabanı için isim girilir.



☑ Veri tabanının ismi belirlendikten sonra otomatik olarak veri tabanı ile ilgili parametrelerin tanımlanacağı bir pencere açılır. Bu pencerede, Türkçe karakter problemi yaşamamak için yazı dilini Unicode UTF8 yapınız.



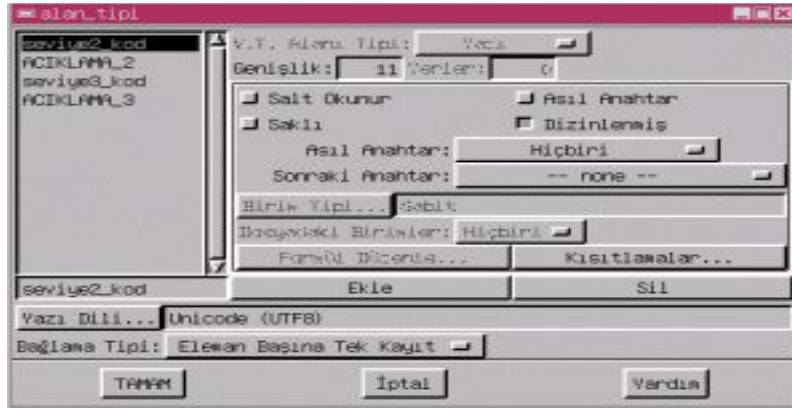
☑ Bağlama tipini Eleman Başına Tek kayıt olarak değiştiriniz. Bu bir kaydın birden fazla poligona bağlanabilmesini sağlarken, aynı poligonun birden fazla kaydı olmasına izin vermemektedir.



☑ Bu pencerede V.T. Alanı ekle ikonuna basılarak veritabanı için alan eklenir ve ismi girilir.



- ☑ Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında Veri Tabanı alanında isim olarak aşağıdaki isimler girilmiştir:

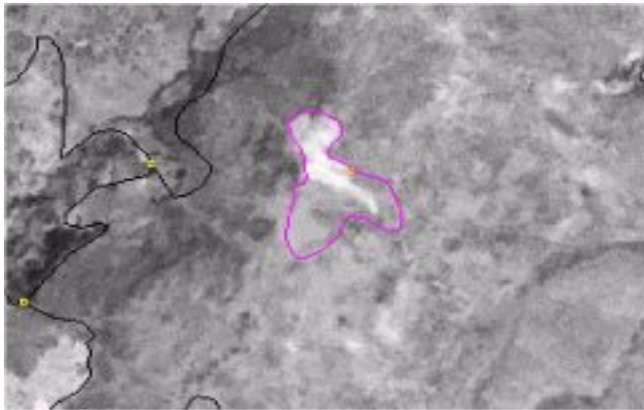


Arazi sınıfı poligonlarını uygun kayıtlara bağlamak için yapılması gereken işlemler sırasıyla şöyledir:

- ☑ Mekansal Görüntü penceresinden seçtir ikonuna basılır



- ☑ Veri tabanına bağlanmak istenen poligon seçilir



- ☑ Daha sonra veri tabanı tablosundan bu poligonun arazi tipi seçilir

seviye2_kod	ACIKLAMA_2	seviye3_kod	ACIKLAMA_3
1.4.	Ulaşım ve Taşımacılık	1.4.3.	Hava Alanları
1.4.	Ulaşım ve Taşımacılık	1.4.2.	Demiryolları ve İstasyonları
1.5.	Açık Alanlar	1.5.1.	Açık Alanlar
1.6.	diğer		
2.2.	Kuru Tarım		Kuru Tarım
2.3.	Sulu Tarım		Sulu Tarım
3.1.	Orman Alanları		Orman Alanları
3.2.	Mera Alanları	3.2.1.	Doğal Otlak Alanları
3.2.	Mera Alanları	3.2.2.	Çalı, Fundalık Alanları
3.3.	Savunaklı Bitkili Alanlar	3.3.1.	Savunaklı Bitkili Alanlar

☒ Kayıt / Aktif Elemana Bağla seçilerek poligon kaydına bağlanır.



Görüntü Yorumlama Anahtarının Kullanımı

Uydu görüntülerinin ya da hava fotoğraflarının yorumlanmasında da benzer biçimde, gördüklerimizi belli kurallara göre arazi sınıfı olarak tanımlanan birimlerle eşleştirmeye çalışırız.

Görüntü yorumlama, bu konuda uzmanlaşmış kişilerin görüntüyü değerlendirmeleri ve görüntüde farklı görsel niteliklere sahip alanların gerçekte hangi tematik sınıfa dahil olduklarına dair fikir yürütmeleri esasına dayanır. Bir görüntüde görsel olarak algılayabileceğimiz bileşenler ton, renk, doku, desen, şekil, büyüklük, gölge, yükseklik, çevre elemanlarla ilişkisi ve alan içindeki konumudur. Bu bileşenleri bir önem ve öncelik sırasına koyacak olursak sırasıyla;

- Ton-renk
- Büyüklük, şekil, doku
- Desen, yükseklik, gölge
- Konum, çevre elemanlarla ilişkisi,
- Mevsimsel koşullar

şeklinde gruplayabiliriz.

Görsel bileşenler konusuna teorik bölüm Manuel / Görsel Yöntemle Sınıflandırma' da değinilmiştir.

Görsel yorumlama anahtarı yukarıda bahsettiğimiz bileşenlerden renk ve ton bilgisini esas alan bir tür şablondur. Görüntü yorumlama anahtarı, bir birleşik görüntüde (genellikle renkli kompozit ya da sentetik çözünürlüklü kompozit) hangi renk ve tonların, hangi arazi sınıfını temsil ettiğini gösteren bir anahtar şablondur.

Görüntü yorumlama anahtarının oluşturulmasında, üzerinde çalışılan bileşik görüntünün hangi bileşenlerden oluştuğu, bunların hangi teknikle birleştirildiği (RGB kompozit, IHS dönüşümü, vb.), çalışma alanının yerel özellikleri etkindir. Görüntü yorumlama için özel projeler kapsamında ya da teorik olarak oluşturulmuş anahtarlar bulunmaktadır. Ancak U.A. ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında yukarıda bahsedilen etkenlere bağlı değişkenleri iyi temsil edebilmek için yeni bir yorumlama anahtarı oluşturulmuştur.

- Yorumlama anahtarının oluşturulmasındaki amaçları şu şekilde sıralayabiliriz:
- Görüntü yorumlamada bir standardizasyon sağlamak
- Görüntü analizcilerin yorumlamalarında subjektif farklılıkları en aza indirmek
- Çalışma bittikten sonra yapılan incelemeler için yorumlamanın nasıl yapıldığına dair somut ip uçları bırakmak
- Benzer çalışmalar için referans oluşturmak

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan Görsel Yorumlama Anahtarı:

Esas alınan bileşik görüntü: 453IRS

Birleştirme tekniği: Brovey dönüşümü

Çalışma alanı: Ankara ve kuzeyi

Arazi Sınıfı	Renk-ton
Kentsel Yapılaşma Alanları	Mavi, açık mavi, karışık renkler
Kentsel Yeşil Alanlar	Koyu kırmızı
Karayolları	Mavi, koyu mavi
Kuru Tarım (yetişkin)	Kırmızı, bordo, açık kırmızı, pembe
Kuru Tarım (biçilmiş)	Açık yeşil, açık mavimsi yeşil
Kuru Tarım (sürülmüş toprak)	Mavi, açık mavi
Sulu Tarım	Koyu kırmızı, bordo
Sabit Ürünler	Mavi, koyu kırmızı-mavi karışık
Orman (iğne yapraklı)	Kahverengi-bordo, kahverengi-yeşil
Orman (geniş yapraklı)	Canlı kırmızı, koyu kırmızı, turuncumsu kırmızı
Mera – Doğal Alanlar	Haki, sarımsı yeşil, açık yeşil
Maden Ocakları, Taş Ocakları, İnşaat Alanları	Beyaz, gri
Çıplak Alanlar	Beyaz, gri, mavi-gri
Göller	Siyah, mavi-siyah
Akarsular	Mavi-siyah
Yanmış Alanlar	Siyah, koyu gri, mavimsi gri

Diğer yorumlama bileşenlerinin etkisi, yardımcı verilerin kullanımı:

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan yorumlama anahtarı yorumlama bileşenlerinden sadece renk ve ton bilgisini esas almaktadır. Ancak, desen, doku, büyüklük, şekil, gölge, konum, vb gibi diğer özellikler olmaksızın görsel yorumlama yapılamaz. Çünkü görsel yorumlama tüm bu bileşenlerin aynı anda değerlendirilmesi ile gerçekleştirilen bir işlemdir.

Homojen yapı gösteren arazi türlerinde (tarım arazisi, orman, su yüzeyi gibi) renk-ton bilgisi büyük ölçüde yeterlidir, ancak heterojen içeriğe sahip arazi türlerinde (çalılık, fundalık, seyrek ağaçlık, yapılaşma alanları gibi) renk-ton bilgisinin yanı sıra desen, doku, şekil gibi bileşenler önem kazanır.

Görsel Yorumlamada Kullanılan temel diğer değişkenleri ve özelliklerini aşağıdaki tabloda görmek mümkündür.

Değişkenler	Seçenekler
Sınırların belirlenmesi: farklı sınıflar arasındaki ayrımın belirlenmesi	Keskinlik Bulanıklık Açısal yönlülük Düzenlilik
Renk: arazi türünün doğası, eğim ve yöne bağlı olan renk durumu	Renk çeşitlilikleri: Açık Koyu Soluk Değişken
Büyüklük	Küçük: <1 km ² Orta: 1-5 km ² arasında Büyük: >5 km ²
Doku: farklı tonların görüntü üzerindeki değişimi. Değişken tonların sıkça ya da seyrek aralıklarla bir arada bulunması tanımlayıcıdır	Sık: <50m Orta: 50-250 m arasında Seyrek: > 250m
Mekansal Dağılım – İlişkiler: mekansal birimlerin coğrafi olarak ne şekilde dağılım gösterdiği tanımlayıcıdır.	Çizgisel Düzenli Düzensiz Konsantre Gruplaşmış Ayrık Değişken
Lokasyon: Yüzey materyallerinin birbirine göre ne konumda bulunduğu belirleyicidir.	Büyük kentsel bir alanın dışında hava alanı bulunması gibi

Görüntü yorumlamada yardımcı veri kullanımı da yorumlamayı yönlendiren, zenginleştiren ve doğruluk düzeyini artıran bir diğer etkidir. Bu bağlamda yardımcı verileri de görüntü yorumlama bileşenlerinden biri gibi kabul edebiliriz. Yardımcı veriler bazı durumlarda eldeki görüntü ve hava fotoğraflarının önüne geçebilmektedir.

Arazi türlerinin görüntü ve yardımcı veriler ile ilişkisi ve görsel yorumlama işleminde kullanılan karakteristik özellikleri Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanım Sınıfları bölümünde daha detaylı olarak incelenmiştir.

4.2.1.3. Problemler Alanlarda Hava Fotoğraflarının Kullanımı

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında hava fotoğrafları yardımcı veri olarak kullanılmaktadır. Hava fotoğraflarının temel veri olarak kullanılmamasının sebeplerine daha önceden değinilmiştir.

Çalışmada hava fotoğraflarının kullanımı sınırlıdır. Bu veriler;

- Uydu görüntüsünde sınırları tam olarak ayırt edilemeyen birimleri birbirinden ayıran kesin çizilerin belirlenmesi,
- Uydu görüntülerinde hangi arazi sınıfına girdiği tam olarak anlaşılamayan birimlerin arazi sınıfının belirlenmesi

konularında faydalanan yardımcı verilerdir.

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan hava fotoğrafları renklidir ve yakın kızıl ötesi bandına hassastır. Fotoğraflarda bitkisel varlık gösteren alanlar kırmızı ve kırmızının tonlarındadır.

Gerekli durumlarda hava fotoğrafı incelenmesi gereken alanın hangi 1/25000 grid içine düştüğü tespit edilir, o gride ait, daha önceden ayrılmış olan hava fotoğrafları uçuş planından faydalananarak bindirmeli olarak dizilir ve problemler alan bulunarak gereken işlem yapılır.

Hava fotoğrafları yukarıda bahsedildiği şekliyle iki boyutlu olarak incelenebileceği gibi, stereoskop yardımı ile üç boyutlu olarak da incelenebilir. Alanın yapısını daha iyi anlamak gerektiği durumlarda söz konusu alanı içine alan ardışık iki fotoğraf stereoskopla incelenmiştir.

4.2.1.4. Arazi Çalışması

Arazi çalışması gerektiren durumlar eldeki verilerden bir ya da bir kaçının mevcut olmadığı alanlarda gerekebilir. Bazen de elde temel ve yardımcı verilerin tümü olsa bile hangi arazi türü olduğuna karar veremediğimiz alanlar olabilir. Bu tür alanların gidilip yerinde görülmesinde fayda vardır.

U.A. ile Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan hava fotoğraflarının çalışma alanımızın büyük bir kısmını kapsaması büyük avantajdır. Hava fotoğraflarının mekansal çözünürlüğü temel veri olarak kullandığımız Landsat ve IRS görüntülerine göre oldukça yüksektir. Bu sebeple sınırları ya da türü belirlenemeyen sınıfların tespitinde önemli bir ihtiyaca cevap verebilmektedir. Kullandığımız hava fotoğrafları 1994 ve 1995 tarihli dir. Doğal ve yarı doğal arazi türleri ile ilgili işlemler için bu veriler yeterince güncel kabul edilebilir. Ancak kritik değişimlere konu olan kentsel yapılaşma, ulaşım ve tarım alanları gibi arazi sınıfları ile ilgili tespitlerde bu veriler yeterince güncel sayılamayacakları için güvenilirliklerini yitirmektedirler.

Arazi çalışması genellikle bu gibi durumlarda gündeme gelir. Problemlı alanlar için bir vektör katmanına bu alanları temsil edecek şekilde noktalar eklenir ve bir listede bu noktaların kullanıcı tanımlı numaraları, koordinatları tutulur ve her bir nokta için problem tanımı yapılır.

Arazi çalışmasına çıkılırken, problemlı alanlara ait haritalar, diz üstü bilgisayarlar da yüklü bulunan görüntüler, GPS, rota planının yanınızda bulunmasında fayda vardır. Bu bileşenler olmadan arazi çalışmasını başarı ile tamamlayabilmek pek mümkün olmayabilir.

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti projesinin sınıflandırma aşamasında arazi çalışması gerektiren toplam 12 nokta tespit edilmiştir. Arazi çalışmasında GPS yardımı ile nokta koordinatlarına gidilmiş ve arazi özellikleri yerinde tespit edilmiştir.

Problemlı alanların yerinde incelenmesi için yapılan arazi çalışmasında noktalara numaralar verilmiş, koordinatları tespit edilmiş, arazi inceleme ve rota planı çıkartılmış, arazide yer bulmada kullanılacak altlık görüntüleri ve topoğrafik haritalar diz üstü bilgisayarlara yüklenmiştir.

Çalışmada Magellan marka el GPSleri kullanılmış, yerinde incelenerek arazi türü tespit edilen noktalar, daha sonra tanımlanamayan poligonların arazi sınıflarını belirlemede kullanılmıştır.

4.2.2. Birleştirme ve Kontrol

Çalışmaya hız kazandırmak ve veri üretimini ekip içinde dağıtmak amacıyla çalışma alanı 12 eşit parçaya bölünmüştür. Bu parçaların ekipten bir ya da birkaç kişinin ortak çalışması ile birbirinden bağımsız olarak tamamlanmıştır. Ancak son ürünün bir bütün olarak tamamlanması gerektiğinden ayrı katmanlarda bulunan birbirinden bağımsız bu parçaların birleştirilmesi gerekmektedir.

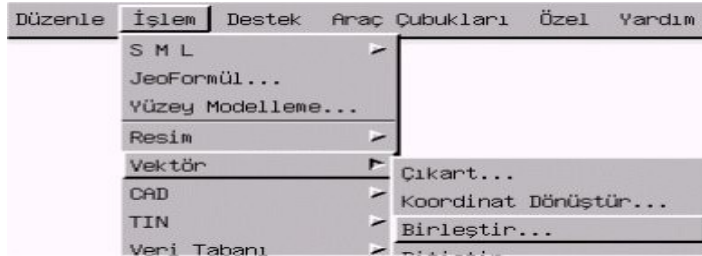
Birleştirme işlemi iki aşamadan oluşur:

- Vektör katmanlarının tek bir vektör katman haline gelecek şekilde birleştirilmesi
- Birleşme yerlerinin kontrol edilerek düzeltilmesi (kenarlaştırma işlemi)

Kenarlaştırma işlemi yapılırken poligonların veritabanı kayıtlarına dikkat edilmeli ve kenarlaştırma işlemi sırasında mutlaka altlık olarak görüntüler ve gerekirse diğer yardımcı veriler kullanılmalıdır.

Vektör Birleştirme işleminde izlenen adımlar şunlardır:

TNTmips' te vektör birleştirme işlemi *İşlem / Vektör / Birleştir...*' den yapılır.



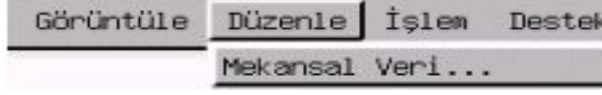
☒ Açılan “Vektör Birleştir” penceresinde “Seçtir” düğmesine basılarak birleştirilmek istenen vektör nesneler açılır.



☒ Program çalıştırılır. Çıktı nesnesi için dosya ve nesne adı tanımlanır. İşlem tamamlandığında tek bir vektör ortaya çıkacaktır.

Kenarlaştırma işleminde izlenen adımlar şunlardır:

Kenarlaştırma işlemi için *Düzenle / Mekansal Veri...* açılır.



☑ “Düzenleme için Nesne Aç” ikonuna basılarak vektör birleştirme işlemi ile tek parça haline getirilen vektör açılır.



☑ Poligonları kesen kenar çizgileri silinir, uyuşmazlıklar düzenleme araçları kullanılarak giderilir, veritabanı kontrol edilir, düzenleme işlemleri sırasında kayıtların yanlış poligonlara geçmemesine dikkat edilir.



☑ Kenarlaştırma işlemi tamamlandıktan sonra bütün hale gelen veri aşağıda sıralanmış olan kontrollerden geçmelidir.

- Herhangi bir arazi sınıfı kaydına bağlı olmayan poligon kalmamalıdır.
- Bir poligon birden fazla arazi sınıfı kaydına bağlı olmamalıdır.
- Aynı arazi sınıfı kaydına bağlı olan poligonlar arasında sınır çizgisi olmamalıdır.
- En küçük haritalama alanından küçük poligon bulunmamalıdır (ancak bölüm ... de belirtilen durumlarda bu kural aşılabılır. Bu durumlar hariç, en küçük haritalama biriminden daha küçük alan olmayacaktır.)
- Açık poligon kalmamalıdır
- Ucu boşta kalan çizgi kalmamalıdır

4.2.3. Doğruluk Analizi ve Hata Matrisi

Uydu görüntüleri esas alınarak üretilen tematik haritaların ve bu haritalardan elde edilen istatistiki bilgilerin referans alınabilmesi için bu haritaların doğruluk oranının tespit edilmesi şarttır. Uydu görüntüleri, yapıları itibariyle çevresel ve doğal etkenlerden kaynaklanan belli oranda hatalar içermektedir, görsel yorumlama tekniklerinin kullanımı ile buna bir de kullanıcı hataları eklenebilmektedir. Yardımcı verilerin yetersiz nitelikte olması yada noksanlığı gibi etkenlerin de bulunduğu düşünülürse uzaktan algılama teknikleri ile üretilen bir tematik verinin yüzde yüz doğrulukta olamayacağı bir gerçektir. Böyle bir verinin ne kadar güvenilir olduğunu saptamak için doğruluk analizi işlemini gerçekleştirmek gerekmektedir.

Doğruluk analizi işleminde iki tür verinin karşılaştırılması esastır. Bunlardan biri uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile elde ettiğimiz üründür, diğeri ise doğru kabul ettiğimiz referans veridir. Bu iki verinin arasındaki ilişki “hata matrisi” adı verilen tabloda gösterilir.

Hata Matrisi

Hata matrisi ürün ve referans verisinin karşılaştırıldığı bir tablodur. Satırlarda doğruluğu test edilecek olan ürün, sütunlarda ise referans verisi bulunur. Matriste her sınıf için test edilen nokta sayısı bunların kaç tanesinin doğru olduğu kaç tanesinin yanlış olduğu ve aslında hangi sınıfa dahil olması gerektiği belirtilmektedir. Hata matrisi doğruluk düzeyini ifade etmede oldukça etkili bir sunum yöntemidir. Çünkü, her bir arazi sınıfının doğruluğu aynı tablo içinde gösterilebilmektedir.

Doğruluk analizinde kesin olarak doğru kabul edebileceğimiz referans ya da yer gerçekliği verisinin elde edilmesi gibi bir sorunsal her zaman vardır. Referans verinin nasıl elde edilebileceği konusuna şu şekilde açıklık getirebiliriz:

- Referans veri çoğu zaman birden çok kaynaktan derlenir. Böyle bir veriyi tek kaynaktan elde etmek pek mümkün değildir. Zaten, doğruluk analizi için kullanılabilecek kadar doğru bir veri mevcut olsaydı, uydu görüntülerinden tematik bilgi elde etmek gibi bir zahmete girmemiş olmamız beklenirdi.

- Doğruluk analizi belli bir örnekleme sistemine dayanır. Çalışma genelinde, örnekleme mantığıyla belli sayıda nokta rasgele seçilerek, bu noktalardaki bilginin doğruluğu test edilir.

Örnekleme Stratejisi

Örnekleme stratejilerini incelediğimizde iki farklı yaklaşım görürüz. Bunlardan biri basit örnekleme, diğeri de sınıfsal örneklemedir.

Basit örnekleme yöntemi, sınıfları değil tüm alanı esas alır. Örnekleme noktaları tüm alana rasgele biçimde dağıtılır. Bu örnekleme yöntemi, sınıfların yeterince geniş ve birbirine yakın büyüklüklerde olduğu durumlarda kullanılır. Bu yöntemde alanı küçük olan sınıflara örnekleme noktası düşmeme ihtimali bulunmaktadır.

Sınıfsal örneklemede ise, çalışma alanı içindeki tematik sınıflar esas alınır ve her bir sınıfa büyüklüğüne göre belli sayıda nokta düşmesi sağlanır. Sınıfsal örnekleme metodu tematik içerikli mekansal verilerin doğruluğunun tespitinde diğesine göre daha çok tercih edilen bir yöntemdir.

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında sınıfsal örnekleme metodu kullanılmıştır. Tüm sınıflara belli sayıda örnekleme noktası düşmesi sağlanacak şekilde toplam 930 nokta belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen tematik sınıfların alanları ve her bir sınıf için belirlenen örnekleme büyüklüğü (nokta sayısı) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Sınıf	Toplam Alan	Nokta sayısı
1.1.1 Yoğun Yerleşim Alanları	17,300	75
1.1.2 Az yoğun Yerleşim Alanları	12,970	75
1.2 Konut Dışı Kentsel Yapılaşma Alanları	9,300	50
1.3.1 Kentsel Yeşil Alan.	1,530	20
1.3.2 Spor Alanları	273	10
1.4.1 Karayolları ve İlgili Kullanım	3,800	30
1.4.2 Demiryolları ve İlgili Kullanım	338	10
1.4.3 Hava Alanları	1,670	20
1.5 Açık Alanlar	4,690	30
1.6 Diğer	1,270	20
2.2 Kuru Tarım	219,880	100
2.3 Sulu Tarım	11,035	75
3.1 Orman Alanları	80,775	100
3.2.1. Doğal Otlak Alanları	249,342	100
3.2.2. Çalı, Fundalık, Seyrek Ağaç	76,038	100
3.3.1. Seyrek Bitkili Alanlar	1,065	20
3.3.2. Çıplak Alanlar	4,220	30
4.1 Göller	2,165	20
4.2 Akarsu ve Kanallar	232	10
7.1 Bataklık	330	10
7.2 Sazlık	26	5
7.3 Irmak Yatağı	1,922	20
TOPLAM	700,242	930

Referans – Yer Gerçekliği Verileri

Çalışma alanına dağılan 930 noktada sınıflandırma sonucu ulaşılan tematik bilginin gerçekte öyle olup olmadığı test edilmelidir. Bu noktalarda doğrulanan bilginin yüzde olarak oranı bize yapılan çalışmanın doğruluk düzeyini verir. Sınıflandırma sonuçlarını sınamakta kullanılacak referans verisinin sınıflandırma analizinde kullanılan görüntülerle yakın bir tarihte olmasına dikkat edilmelidir.

Doğruluk analizi için tüm referans bilgisinin görüntünün tarihine yakın bir tarihte ve mevsimde araziden toplanması şüphesiz en ideal yöntemdir. Bu koşulların gerçekleştirilmesi oldukça zordur.

Görüntüler ne kadar yeni olursa olsun, sınıflandırma işlemi tamamlanmadıkça arazi çalışmasına başlanamayacağı için, arazi çalışması genellikle bir sonraki yılın görüntü alınma döneminde gerçekleştirilir.

Ayrıca bir sorunda çok sayıda ve geniş alana yayılmış noktalar söz konusu olduğunda arazi çalışmasının zorlaşması, maliyeti ve süresinin artmasıdır. Bu sebeple çoğu zaman referans olarak eldeki veriler değerlendirilir. Bu verilerin yetersiz kaldığı noktalarda arazi çalışmasına başvurulur.

Çalışma alanı içine rasgele dağılmış olan noktaların büyük bir kısmı görüntülerden hangi sınıfa dahil olduğu çok net biçimde anlaşılan arazi türleridir. Örneğin bir nokta görüntüde su yüzeyi olarak tespit edilmiş bir alan içine düşmekte ise, bu noktanın yerinde gidilip görülmesi şart değildir. Çünkü zaten eldeki görüntü bu alanın bu alanın su yüzeyi olduğunu açık biçimde göstermektedir. Görüntüde tespiti güçleşen alanlarda ise hava fotoğrafları gündeme gelir.

Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında toplam yaklaşık 350 noktanın doğruluk tespiti uydu görüntülerinden, 530 noktanın hava fotoğraflarından, kalan 50 noktanın da arazi çalışması ile yapılmıştır.

Arazi çalışması daha önceden belirlenmiş olan noktaların arazide yerine gidilerek incelenmesi yoluyla yapılmıştır. Arazi çalışmasını iki donanımlı ekip üç gün içinde tamamlamıştır.

Araziye çıkılmadan önce çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ve topoğrafik haritalar diz üstü bilgisayarlara yüklenmiş, her noktaya bir numara verilmiş ve koordinatları belirlenmiştir. Arazide izlenecek rota daha önceden belirlenmiş, böylece zaman kaybı ve yer bulamama sorununun bir miktar önüne geçilmiştir.

Belirlenen noktaların bir kısmı doğruluk analizinde kullanılacak test amaçlı noktalardır, bir kısmı da eldeki verilerden hangi sınıfa dahil olduğu tespit edilemeyen alanlara ait noktalardır. Bu iki çalışma amaç ve öncelik sırasına göre tamamen farklı niteliktedir. Problemlili noktaların incelenmesi sınıflandırma işleminin bir aşamasıdır ve doğruluk analizinden önce gelir, ancak imkanların el verdiği doğrultuda iki arazi çalışması birleştirilmiş ve bu iki grup nokta arazide bir arada incelenmiştir. Ancak problemlili noktalar ile test noktaları birbirinden bağımsız olarak ele alınmış ve problemlili noktalar sınıflandırmanın iyileştirilmesinde kullanılmış, daha sonra test noktaları işlem sırasına göre doğruluk analizi aşamasında kullanılmıştır.

5. ARAZİ ÖRTÜSÜ ve ARAZİ KULLANIM SINIFLARI

5.1. Kentsel ve Kırsal Yapılaşma Alanları

5.1.1. Yoğun Yerleşim Alanları

Yoğun yerleşim alanları, tipik kentsel mesken alanlarını ifade eden bir tanımdır. Bu alanlar düzenli veya düzensiz nizamda yoğun yapılaşmaya maruz kalmış alanlardır. Yoğunluk ifadesi doluluk boşluk oranını, yani bina yoğunluğunu ifade etmektedir.

Not: Yüzeyin hemen hemen hepsi yapılar ve ulaşım ağı ile kaplıdır. Binalar, yollar ve diğer yapay yüzeyler alanın %80' inden fazlasını kaplamaktadır.

Hangi veriler kullanılarak tespit edilir?

Yoğun yerleşim alanlarının belirlenmesinde uydu görüntüleri yeterli olabilmektedir. IRS görüntüsü tek başına yoğun yerleşimlerin belirlenmesinde kullanılabilir. Ancak görüntülerin yetersiz kaldığı durumlarda hava fotoğraflarına başvurulmuştur. Topoğrafik haritalar, dinamik yapıda olup hızlı değişimlere maruz kalan bu alanlar için referans olabilecek kadar güncel değildir. Bu sebeple nadiren kullanılmıştır.

Tanım:

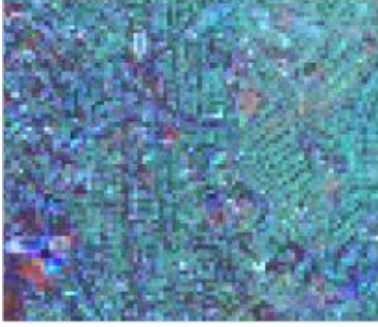
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

- Mavi ve tonları hakimdir, ancak siyah, koyu kırmızı, beyaz gibi farklı tonlar da, seyrek olarak karışmış durumdadır.
- Yoğun yerleşim alanları heterojen bir yapıya sahiptir.

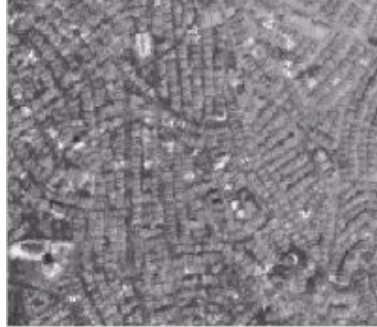
IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

- Belirgin bir dokuya sahiptir. Bu doku yapılaşmanın düzenli olduğu yerlerde düzgün, düzensiz olduğu yerlerde karmaşıktır.
- Bina şekil ve büyüklüklerinin, yapı nizamının algılanabilmesi alanın yerleşim olduğuna dair önemli bilgi vermektedir.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



1/25 000 topoğrafik



5.1.2. Az Yoğun Yerleşim Alanları

Az yoğun yerleşim alanı tanımı, kırsal yerleşim alanları ile kent çeperinde bulunan yeni yapılaşma alanlarını, gecekondu tarzında seyrek olan yapılaşma alanlarını, bahçeli evleri, vb içine almaktadır. Doluluk boşluk oranı yarı yarıyadır veya binalar ve yapay yüzeyler için yarıdan azdır.

Not: Alanın çoğunluğu yapılar ve nispeten daha zayıf bir ulaşım ağı ile kaplıdır. Az yoğun yerleşim alanları tanımı, kent çeperinde bulunan gelişme alanları, ya da uydu kent ve 2. konut alanları türünde yoğunluğu az yapılaşma alanlarını ve kırsal yapılaşma alanlarını, yani köy ve benzeri küçük yerleşimleri içine almaktadır.

Az yoğun yerleşim alanları kent ve çeperinde bulunuyorsa doku daha düzenli olduğundan uydu görüntüleri belirleyicidir. Ancak kırsal yerleşim alanları dağınık olduğundan ve belirgin bir doku göstermediğinden çoğunlukla görüntülerden ayırt edilememiştir. Bu alanların tespitinde topoğrafik haritalardan faydalanılmıştır.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Mavi, gri ve kahverengi tonlar karışık durumdadır. Yerleşim bahçeli evler şeklinde ise kırmızı oranı artabilir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Gri, koyu gri tonlardadır. Doku düzenli ya da düzensiz olabilir. Ancak binaların küçük, birbirinden uzak ve dağınık olduğu durumlarda IRS görüntüleri yetersiz kalabilir.

5.1.3. Konut Dışı Kentsel Yapılaşma Alanları

Konut dışı kentsel yapılaşma alanları mesken amaçlı kullanılmayan tüm yapılaşma alanlarını içine alan esnek bir tanımdır. Konut dışı yapılaşma tanımının içine giren kullanımlar;

- Sanayi tesisleri,
- Ticaret alanları,
- Ticaret merkezleri,
- Kamu kurumlarına ait binalar,
- Eğitim tesisleri,
- Sağlık tesisleri, vb.

şeklinde sıralanabilir.

Konut dışı kentsel yapılaşma gibi genel bir alan tanımının yapılmasının başlıca sebebi, çalışma için kentsel kullanımların ayrıntılı biçimde bilinmesinin elzem olmaması ve bununla beraber, kentsel kullanım türlerinin tespitinin uydu görüntülerinin esas alındığı bir çalışmada oldukça güç olmasıdır.

Not: Konut dışı kentsel yapılaşma alanları görece olarak büyük ve yer yer açık alanlara sahip bütünleşik alanlardır. Bu alanları tanımlayan görsel bileşenler, büyüklük, şekil ve bazen de çevresel elemanlarla ilişkilerdir.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Mavi ve gri tonları hakimdir, heterojen bir yapıya sahiptir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Belirgin şekillere sahip olmakla birlikte, görece olarak mesken türü yapılardan daha büyük olmaları ile ayırt edilebilirler. Kentsel alanın dışında ise çoğunlukla servis yolu sayesinde ulaşım ağı ile bağlantısı kurulmuş, kendi servis alanlarını içinde bulunduran büyükçe alanlardır. Kentsel alan içinde iseler nispeten daha küçük yapılar olup etrafından ayırt edilmesi zordur.

Şekil ve büyüklüklerin algılanabilmesi alanın konut dışı yapılaşma olduğuna dair önemli bilgi vermektedir.

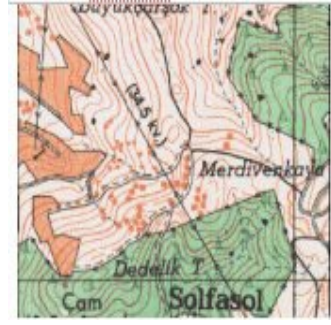
Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



1/25 000 topoğrafik



Uydu görüntülerinde konut dışı kentsel yapılaşma alanları çoğu zaman mesken alanları ile karıştırılmaktadır çünkü, mesken ve konut dışı yapı kapsamına giren yapay yüzey materyalleri hemen hemen aynı malzemeler kullanılarak yapılmıştır (beton, çatı, kaplama malzemeleri, vb.)

Uydu görüntülerinde konut dışı kentsel yapılaşma alanlarının tespiti büyüklük ve şekil kriterleri göz önünde bulundurularak yapılır. Çünkü konut dışı yapıların büyüklüğü ve şekli meskenlerden farklıdır.

Konut dışı kentsel yapılaşma alanlarının tespitinde çözünürlük özelliğinin sağladığı avantaj yüzünden IRS görüntüsünün kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Bu alanların tespitinde topoğrafik haritaların kullanımı şarttır. Çünkü büyüklük ve şekil bakımından meskenden ayrılamayan kullanımlar olabilir. Nispeten daha küçük olan okul, kamu kuruluşları, sağlık kuruluşları ve benzeri yapılar büyük ölçüde topoğrafik haritalardan tespit edilebilir. Bu sebeple topoğrafik haritaların mümkün olduğunca güncel olmasında fayda vardır. Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Sınıfları Tespiti çalışmasında kullanılan topoğrafik haritaların tarihi 1984- 1990 yılları arasındadır. Pek çok konut dışı yapılaşma alanı bu haritalar yardımıyla belirlenebilmiştir, ancak yeni yapıların tespitinde uydu görüntülerinin kullanımı gerekmiştir.

Mesken alanları içinde kalan, an küçük haritalama alanı sınırında veya daha az büyüklükteki konut dışı yapılaşma alanları tanımlanmamıştır. Büyüklüğü 20 ha üzerindeki konut dışı yapılaşma alanları çoğunlukla sanayi ve ticaret kompleksleridir. Büyük sanayi ve ticaret alanları kapalı ve açık alanları ile birlikte bir bütün olarak kabul edilmiştir. Otopark, yeşil alan, depolama ve benzeri açık alanlar konut dışı yapılaşma

alanının içinde kabul edilebilir. Ancak bu alanlar 20 hektarın üzerinde ise alan türüne göre ayrılır ve konut dışı kentsel yapılaşma olarak kabul edilmez.

5.1.4. Kentsel Yeşil Alanlar

Kentsel yeşil alan tanımı, kent içinde bulunan ve en küçük haritalama alanı kriterini sağlayan çoğunlukla kamuya ait yeşil alanları içermektedir. Parklar, yeşil alanlar kentsel yeşil alanlardır. Bunun yanında, oyun bahçeleri, hobi alanları, mezarlıklar tamamen yeşillendirmenin hakim olmadığı alanlar olsalar da kent içinde ya da kent çeperinde iseler kentsel yeşil alan tanımına girerler.

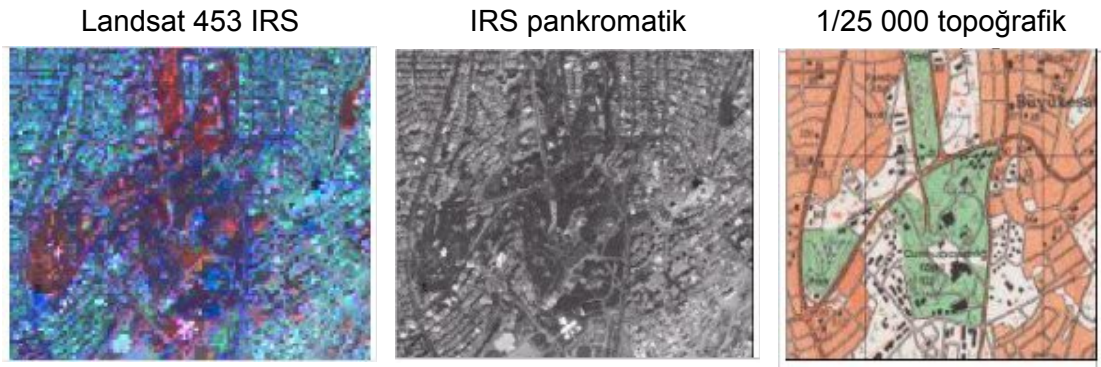
Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Kırmızı, koyu kırmızı renklere sahiptir. Çoğunlukla homojen yapıdadır.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Siyaha yakın renktedir. Yoğun yapıda ise doku özellikleri ile kendini belli eder.



Kentsel yeşil alanlar eğer yoğun bir yeşil örtü özelliğinde ise tespit edilmeleri için uydu görüntüleri yeterlidir. Ancak yeşil dokunun düzensiz ve seyrek olduğu alanlarda topoğrafik harita ve hava fotoğraflarının kullanımı gerekmektedir. Örneğin kent mezarlıklarının görüntülerden tespit edilmesi mümkün olmayabilir, ama topoğrafik haritalarda gösterilmektedir.

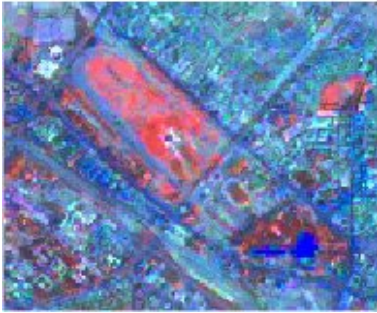
5.1.5. Spor Alanları

Açık ve kapalı spor alanları, futbol sahaları, hipodromlar, spor ve rekreasyon faaliyetlerinin hakim olduğu yeşil alanlar spor alanları tanımına girmektedir.

Not: Spor alanlarının görüntüdeki özellikleri yapılan spor faaliyetinin türü ile yakından ilişkili olduğundan, bu alanlar için çok belirgin bir tanım yapılamayabilir. Alanın görsel özellikleri büyük ölçüde sportif faaliyetin türüne bağlıdır.

Çözünürlüğü yüksek görüntüler, hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar ve bunların yetersiz kaldığı durumlarda yer gerçekliği bilgisi spor alanlarını belirlemekte kullanılır.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



1/25 000 topoğrafik



5.1.6. Karayolları ve İlgili Kullanım Alanları

25 metreden daha dar olmamak üzere karayolları ve karayolu ulaşımının sağlanabilmesi için tahsis edilmiş alanlar (kavşak, göbek) karayolları ve ilgili kullanım alanlarını oluşturur. Kırsal alanda 25 metrenin altında, kentsel alanda 20 metrenin altında yollar ihmal edilmiştir.

Not: Karayolları şekil olarak çizgisellik gösterir ve kalınlıkları genellikle önem derecelerini belirler.

Karayolları ve ilgili kullanım alanlarının tespitinde IRS görüntüsü kullanılmıştır. Topoğrafik haritalar görüntünün yetersiz olduğu durumlarda kullanılır.

Tanım:

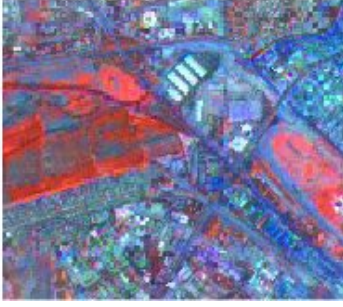
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Mavi, Açık mavi, gri tonlar asfalt yolları gösterir. Toprak yollar, gri, açık kahverengi renklerde.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Açık renklerde. Ancak karayolunu görsel olarak belirleyen temel faktör şekildir.

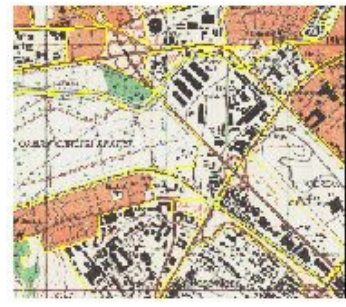
Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



1/25 000 topoğrafik



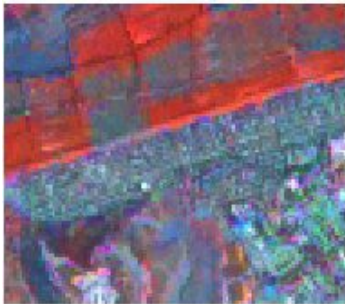
5.1.7. Demiryolları ve İlgili Kullanım Alanları

Tüm demiryolları işgal ettiği alanın genişliğine bakılmaksızın demiryolu olarak tanımlanmıştır. Demiryolu istasyonları, makas alanları da demiryolu ile ilgili kullanım alanlarıdır.

Not: Demir yolları şekil olarak çizgisellik gösterir.

Demiryollarının görüntüler üzerinden tespiti zordur. Yer yer çizgisellik özelliği sayesinde belirginleşse de, eldeki Landsat ve IRS görüntülerinin çözünürlüğü demiryollarını belirlemede yetersizdir. Demir yollarının belirlenmesi topoğrafik haritalardan yapılmıştır.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



1/25 000 topoğrafik



5.1.8. Hava Alanları

Hava alanları ve hava alanlarına ait ofis, terminal binası, hangar, otopark gibi kullanımlar hava alanları tanımı içindedir.

Not: Hava alanları çevresel elemanlardan büyüklüğü şekli ve homojen renk-ton özellikleri ile belirginleşen bir kullanımdır.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Hava alanları gri tonlardadır ve renk özelliği homojendir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Açık gri tonlardadır. Ancak hava alanını belirleyici özellik şekil ve büyüklüktür.



5.1.9. Açık Alanlar

Kentsel alanların içinde kalan üzerinde herhangi bir yapı bulunmayan, tanımsız alanlara denmektedir. Bu alanlar doğal ya da yarı doğal halde olup kırsal arazi özelliği gösterse de kent içinde bulunduğu için açık alan olarak tanımlanmaktadır. Açık alanlar içinde ayırık biçimde ve az sayıda yapı, müstemilat veya kullanım alanı olabilir. Bu yapılar bir arada kentsel kullanım türlerinin herhangi birine girebilecek ve en küçük haritalama ölçeğinden daha büyük bir alan tanımlayamıyorsa ve tüm alanda kapsadıkları yer yaklaşık %5'in altındaysa bu alanlar açık alan olarak tanımlanabilir.

Not: Açık alanlar homojen yapısı ile belirginleşen bir arazi türüdür.

Tanım:

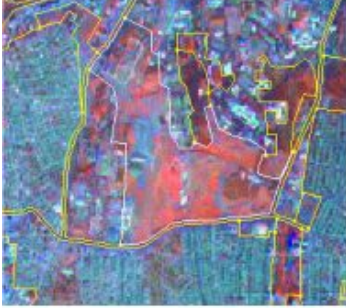
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Açık alanlar açık mavi, gri, açık yeşil, açık kahverengi gibi renklerde olabilir. Ancak hangi renklerde olursa olsun renk özelliği homojendir fazla değişkenlik göstermez. Bu da heterojen yapıda olan kentsel alanlardan kolaylıkla ayrılabilmesini sağlar.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Açık gri tonlardadır. Homojendir. Yarı doğal açık alanlarda bazı izler farkedilebilir.

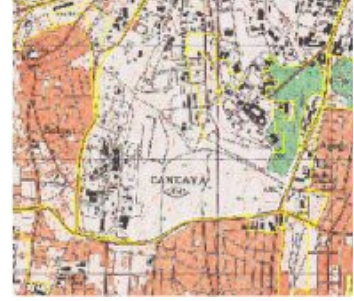
Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



1/25 000 topoğrafik



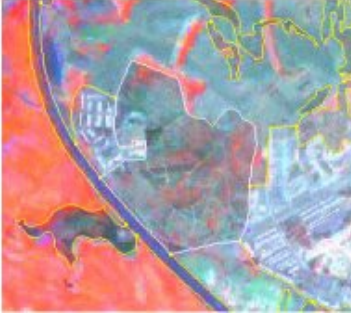
5.1.10. Diğer Kentsel Alanlar

“Diğer” adı altında toplanan kullanımlar, inşaat alanlarını ve tanımlanamayan yani daha önce belirlemiş olduğumuz beş kullanımdan birine dahil edilemeyen kullanım alanlarını ifade etmektedir. İnşaat alanları bina ya da yol inşaatı sebebiyle boş ya da tamamlanmamış yapıların yer aldığı alanlardır. Bu alanlar üzerlerindeki hafriyat ve çalışmalar nedeni ile doğal olan özelliğini büyük ölçüde kaybetmiş, yakın gelecekte farklı bir kullanıma dönüşecek alanlardır, bu sebeple açık alanlardan ayrı tutulmalıdır.

Tanımsız alan her ne kadar “diğer” kapsamına girse de çalışmada tanımsız alandan çok ne olduğu eldeki verilerin yetersiz kalması nedeniyle belirlenemeyen alanlar vardır. Bu alanlar içinde hava fotoğrafları kullanılarak veya arazi çalışması yapılarak alan bir arazi türü olarak tanımlanabilmiştir.

Not: Diğer alanlar açık tonlarda, çoğunlukla homojen ama heterojen yapıda da olabilen, üzerlerinde bazı izler ve tahripler bazen de yapılar bulunan alanlardır.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



5.2. Tarım Alanları

5.2.1. Daimi / Sabit Ürünler

Sabit ürünler toprak üzerinde daimi olarak bulunan, tarımsal nitelikte ürünlerdir. Sabit ürünler, adından da anlaşıldığı üzere, dönemsel olarak ekilip yeniden dikilen ürünler değildir. Bu ürünler ömrü süresince toprakta kalır ve ürün verme mevsiminde ürünleri toplanır. Elma, armut, turunçgiller, vb meyve ağaçları, üzüm bağları, çay bitkisi sabit ürünlere örnektir. Sabit ürünler odunsu bitki sınıfında olup yerden en az yarım metre yüksekte fiziksel koşullara dayanıklı bitkilerdir. Sabit ürünler çoğunlukla yeri tamamen örtmez, birbirinden uzak olacak şekilde ve çoğu zaman düzenli aralıklarla dikilmiştir. Bu da görüntülerde çok belirgin bir yeşil doku oluşturmaz.

Sabit ürünlerin tespit edilmesinde uydu görüntüleri yetersiz kalmaktadır. Landsat görüntüsü ancak renk bilgisi verebilir. Landsat görüntülerinin çözünürlüğü sabit ürünlerin tespiti için yeterli değildir. Landsat görüntülerinin eylül tarihinde alınmış olanı, sabit ürünlerin tespitinde yararlı olmuştur. Bu ürünler diğer tarım ürünlerinden farklı olarak sonbahar aylarında da yeşil kalabilmektedir. Böylece hem mayıs, hem de eylül görüntülerinde kırmızı tonlarda görünen alanların sabit tarım olması muhtemeldir. Ancak yine de landsat görüntülerinin tek başına sabit tarım alanlarının tespitinde kullanılması söz konusu değildir.

IRS görüntüsü de landsat görüntüsünden daha yüksek çözünürlükte olmasına rağmen çoğu zaman yetersiz kalır. Bu sebeple sabit ürünlerin tespitinde yardımcı veri kullanımı şarttır. Sabit ürünlerin tespiti büyük ölçüde hava fotoğraflarından yapılabilmektedir. Hava

fotoğraflarında düzenli sıralar halinde bulunan sabit ürünler hava fotoğraflarından net bir biçimde algılanabilmektedir.

Ayrıca sabit ürünlerin tespitinde eğim bilgisi de önem kazanmaktadır, çünkü bu ürünler zaman zaman sulandığı için düz eğimli alanlar tercih edilmektedir. Topoğrafik haritalar en azından eğimli alanlarda sabit ürün olamayacağı varsayımı ile bazı tereddütleri kesinleştirebilir. Topoğrafik haritalar üzerinde bağ, bahçe gibi gösterimler vardır. Ancak bu bilgiler haritalar güncel olmadığı için her zaman doğru olmayabilir.

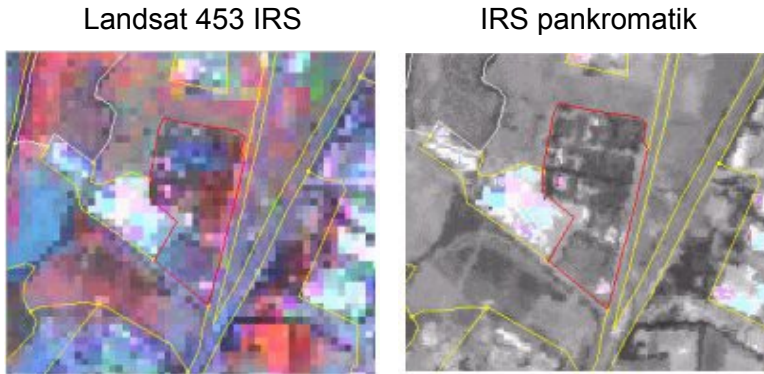
Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Koyu kırmızı-mavi karışık.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Koyu gri tonlardadır, belli belirsiz bir doku seçilebilir.



5.2.1. Kuru Tarım

Kuru tarım tanımı, mevsimsel olarak ekilen sonra biçilen veya toplanan uzunlukları genellikle 1 metreyi aşmayan otsu bitkileri ifade eder. Bu ürünlere kuru tarım denmesinin sebebi, sulama gerektirmemesidir. Buğday, arpa gibi tahıllar, mısır, nohut, ayçiçeği, tipik kuru tarım ürünleridir. Bu ürünler genellikle sonbahar döneminde ekilir, ilk baharda gelişmeye başlar, yazın ürün verir ve yaz sonunda hasat edilir.

Kuru tarım toprağı her sene sürülen, ekilen ve işlenen alanlardır. Bu sebeple kuru tarım yapmak için mümkün olduğunca eğimsiz yerler tercih edilir. Ancak ülkemizde %30'dan yüksek eğimlerde de tarım yapıldığı görülmektedir. Kuru tarım çoğu zaman yan yana

parseller halindedir, ancak bazen de şekil olarak tanımlanamayan sahipsiz alanlarda yapılabilir.

Kuru tarım yapılan alanlar uydu görüntülerinden büyük ölçüde tespit edilebilir. Tarım alanlarının parselli yapısı, bu alanların şekilleri sayesinde kolayca algılanabilmelerini sağlar. Tarım alanları homojen yapıdadır. Ayrıca renk özellikleri de etrafındaki doğal alanlardan ayırt edilebilmelerini kolaylaştırır.

Kuru tarım alanlarının tespitinde topoğrafik haritalar eğitim bilgisini temin etmektedir. Eğimi %20- 30 üzerindeki alanlarda kuru tarım yapılma ihtimali azalmaktadır. Ayrıca ülkemizdeki orman varlığı ve türlerinin envanteri niteliğinde olan orman-amenajman planları yeri geldikçe tarım alanlarının tespitinde kullanılmıştır. Orman-amenajman planları ormanlık alanların yanında, ziraat alanlarını da göstermektedir.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Tarım alanlarının görsel özellikleri, görüntülerin alındığı tarihte ürünlerin gelişiminin hangi safhasında olduğu ile yakından ilgilidir. Bahar döneminde alınmış bir görüntü ile sonbahar döneminde alınmış bir görüntü karşılaştırıldığında, tarım alanlarının aynı özellikleri göstermeyeceği bir gerçektir.

Kuru tarım alanlarının belirlenmesi için en uygun tarih, mayıs- temmuz dönemidir. Bu dönemde tüm kuru tarım ürünlerinin gelişimi üst noktaya ulaşmaktadır. Çalışmada kullanılan Landsat görüntüleri mayıs döneminde aittir. Kuru tarım alanlarında bu dönemde iki farklı kategori görülmektedir. Bu kategoriler ve özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz:

Yetişkin ürünler: Gelişim dönemini tamamlamış veya tamamlamak üzere olan ürünleri ifade etmektedir. Bu ürünler koyu kırmızı, kırmızı, açık kırmızı, bazen de turuncu-kırmızı tonlardadır.

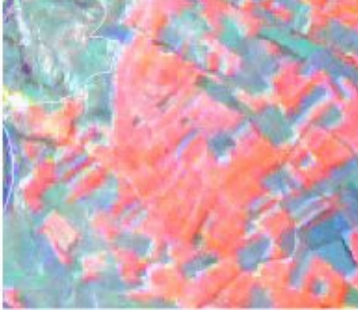
Boş tarım arazileri: Bu araziler tarım amaçlı kullanılan ancak o dönemde nadas veya başka sebeplerle boş bırakılmış arazilerdir. Bu alanlar çıplak tarım topraklarıdır. Genellikle mavi, yeşilimsi mavi, açık yeşil renklere sahiptir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

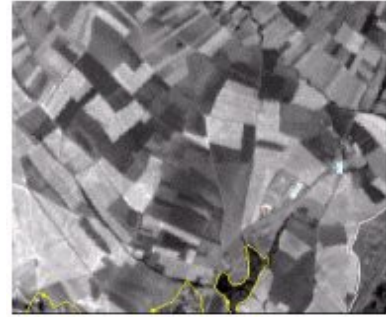
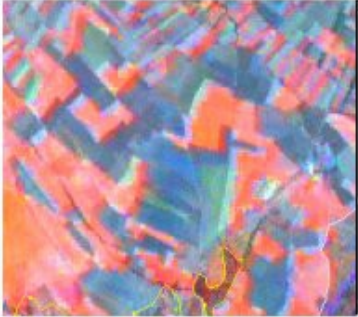
Yetişkin ürünler: Homojen yapıdadır ve koyu tonlardadır.

Boş tarım arazileri: Homojen yapıdadır ve gri tonlardadır.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



5.2.2. Sulu Tarım

Sulu tarım, doğal sulanmanın dışında, yapay olarak sulama gerektiren ürün tarımını ifade eder. Sulu tarım genel olarak sebze ve benzeri ürünleri içine alan, uzunluğu 1 metreyi geçmeyen otsu ve yeşil bitkilerdir. Bazı sulu tarım alanları devlet tarafından kanalet sistemi ile düzenli olarak sulanmaktadır. Diğer alanlarda sulama çiftçinin kendi imkanları ile yapılmaktadır. Bu ve sayılabilecek başka sebeplerden dolayı sulu tarım alanları genellikle yerleşimlere yakın alanlarda bulunur. Bu da sulu tarım alanlarının tespitinde önemli bir kriterdir. Sulu tarım alanları gelişimin maksimum noktasına yaz aylarında ulaşır.

Uydu görüntülerinden sulu tarım alanlarını tespit etmek kolay değildir. Sulu tarım alanlarının tespit edilmesinde yardımcı veri kullanımı gerekmektedir. Sulu tarım sulamada kolaylık sağlaması sebebiyle düzenli biçimde yapılır. Hava fotoğraflarından bu düzenli yapı kolayca tespit edilebilmektedir. Ayrıca sulu tarım düz alanlarda yapılır,

bu da topoğrafik haritaların kullanımını gerektirir. Ayrıca yerleşimlere yakın olma kriterini değerlendirebilmek için de topoğrafik haritalardan faydalanılmaktadır.

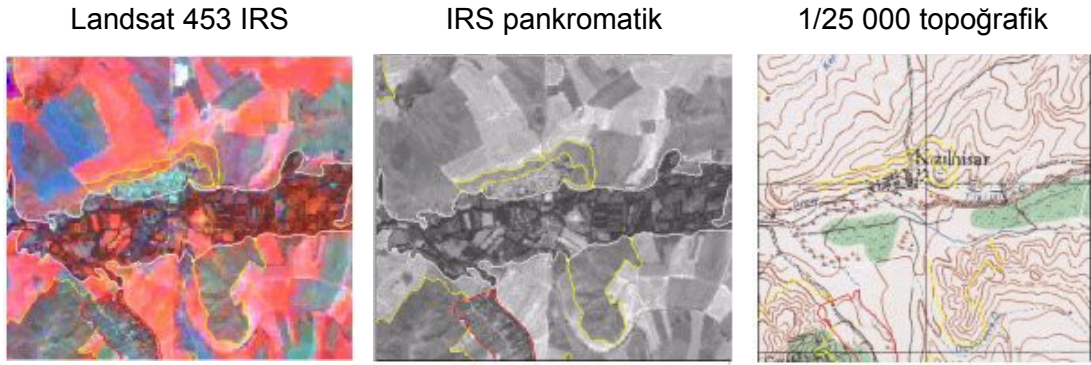
Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Kırmızı, kırmızı- açık mavi karışık

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Homojen yapıdadır, koyu tonlardadır.



5.3. Ormanlık ve Doğal Alanlar

5.3.1. Orman Alanları

Ormanlar, iğneli ya da geniş yapraklı ağaçlardan oluşan, doğal ya da yapay olarak geliştirilmiş ağaçlıklardır. Çok çeşitli ağaç türleri değişik özelliklerde ormanlar oluşturabilir. Ancak, çalışmada orman türleri gibi bir detaya ihtiyaç duyulmadığından herhangi bir ayırım yapılmamış bu alanlara orman denmiştir. Bir ağaçlık alana orman denebilmesi için o alandaki ağaçlar yüzeyin en az ½'sini kaplamalıdır.

Orman alanlarının tespitinde uydu görüntüleri oldukça etkin biçimde kullanılabilmektedir. Türkiye'de orman envanterimizin detaylı bir biçimde gösterildiği 1/25 000 ölçekli orman-amenajman planları orman alanlarının tespitinde yararlı olmuştur. Ayrıca topoğrafik haritalarda da orman alanları gösterilmektedir ve bu bilgi de orman tespitinde yararlanılan bir bilgidir.

Tanım:*Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:*

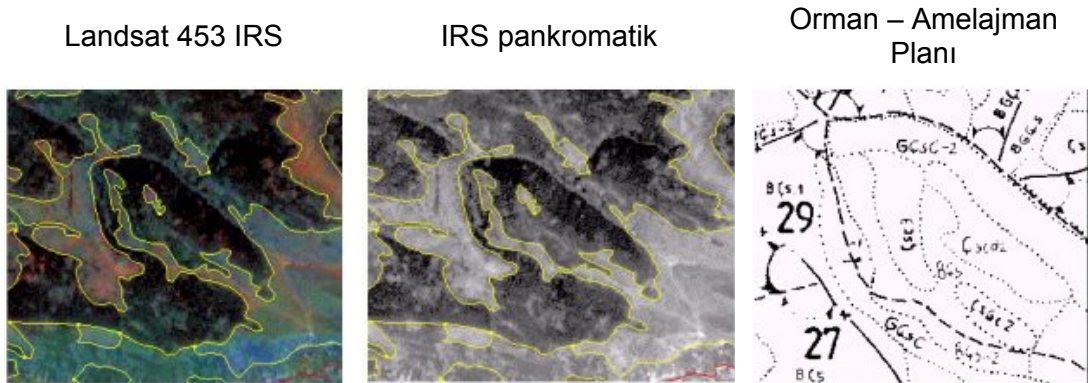
Orman alanlarının görüntüdeki özellikleri orman türü ile yakından ilgilidir. Ormanları görsel olarak tanımlarken iki temel türe ait karakteristik özelliklerden bahsetmekte fayda vardır.

Geniş yapraklı ormanlar: Geniş yapraklı ağaçlardan oluşan ormanlar, canlı kırmızı, koyu kırmızı ve canlı turuncumsu kırmızı renklere sahiptir.

İğne yapraklı ormanlar: İğne yapraklı ormanlar, kahverengi-bordo, kahverengi-yeşil gibi tonlardadır.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Her iki orman türü de IRS görüntüsünde siyaha yakın koyuluktur. Doku özellikleri ormanın yoğunluğunu gösterir. Genel olarak homojen bir yapıdan söz edilebilir.

**5.3.1. Doğal Otlak Alanlar**

Mera alanları tanımına giren doğal otlak alanları, tarım amaçlı kullanılmayan, üzerinde ağaç varlığı bulunmayan, her hangi bir özel kullanımı olmayan doğal alanlardır. Bu alanlar genellikle orta eğimli, bahar aylarında otsu bitkilerle örtülen (otlak tanımı, bu alanların hayvan otlatmaya elverişli olmasından gelmektedir) alanlardır.

Doğal otlak alanları uydu görüntülerinden büyük ölçüde tespit edilebilmektedir. Doğal otlak alanlarının tespitinde karşılaşılan temel sorun, bu alanların kimi zaman tarım

alanlarından ayırt edilememesidir. Bu gibi durumlarda hava fotoğrafları ve orman-amenajman planlarına başvurulmuştur.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Doğal otlak alanları, haki, sarımsı yeşil, açık yeşil gibi renklerle tanımlanabilir. Homojen bir yapıya sahiptir. Herhangi bir belirleyici şekil, doku ve desen özelliğine sahip olmayan, tamamen doğal alanlardır. Bazı durumlarda bu özellikleri sayesinde etrafındaki arazi türlerinden ayırt edilebilmektedir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Gri, açık gri tonlardadır. Homojendir.

5.3.2. Çalı, Fundalık, Seyrek Ağaç

Tarım veya başka bir amaçla kullanılmayan, tamamen doğal alanlardır. Bu alanları doğal otlak alanlarından ayıran, üzerinde yer yer çalı, funda türü doğal olarak gelişen odunsu bitkiler veya tek tük ağaçların bulunuyor olmasıdır. Çalı, funda veya seyrek ağaçların oluşturduğu bu arazi türü genellikle orta ve yüksek eğimli yerlerde görülür. Ayrıca genellikle ormanlık alanların bulunduğu bölgelerde yaygın olarak görülür.

Akdeniz bölgesinin doğal örtüsü olan maki bu tür arazilere örnektir. Çalılıktan daha büyükçe olan fundalıklar odunsu ve bodur ağaçlara benzer. Orman-amenajman planlarında genellikle BM (Bozuk Baltalık) sınıfında gösterilmektedir.

Tanım:

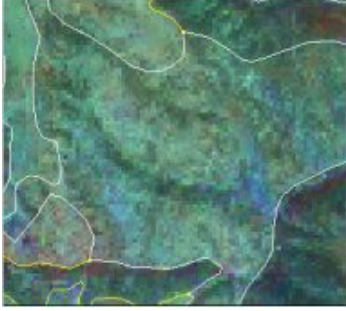
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Doğal otlak alanlarına benzer biçimde haki, sarımsı yeşil ve yeşil gibi tonlar hakimdir. Ancak yer yer belli bir doku oluşturan kahverengi, koyu yeşil tonlarında noktalara ve öbeklere rastlanır. Heterojen bir yapıya sahiptir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Gri ve açık gri tonlar üzerinde daha koyu noktalar ve öbekler gözlenir. Heterojen bir yapıya ve düzensiz bir dokuya sahiptir.

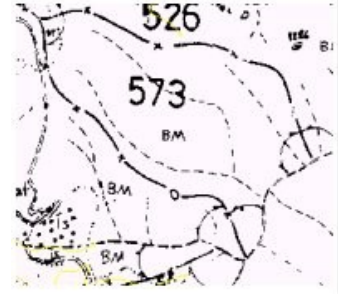
Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



Orman – Amelajman Planı



5.3.3. Seyrek Bitkili Alanlar

Seyrek bitkili alanlar hemen hemen çıplak toprak yüzeylerde bulunan çok zayıf ve tek tük bitki örtüsünü ifade eder. Bu alanlara ne tam olarak çıplak alan denebilir, ne de çalı, funda, seyrek ağaçlık ya da doğal otlak denebilecek bir doğal arazi tanımı yapılabilir.

Seyrek bitkili alanların tespitinde daha çok IRS görüntüsü ve bu görüntülerin yetersiz kaldığı durumlarda hava fotoğrafları kullanılır.

Tanım:

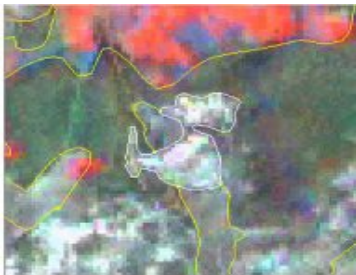
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Beyaz, gri, açık mavi renkler üzerinde dağılmış çok seyrek ve zeminden daha koyu renklerde küçük noktalardan oluşan bir görünüme sahiptir.

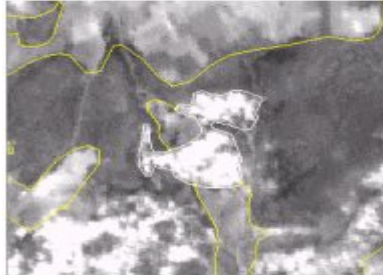
IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

Gri ve açık gri tonlar üzerinde daha koyu noktalar gözlenir. Heterojen bir yapıya ve düzensiz bir dokuya sahiptir.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



5.3.4. Çıplak Alanlar

Çıplak toprak yada kayalıkları ifade eden arazi türüdür. Bu tür arazilerin üzerinde herhangi bir bitki varlığına rastlanmaz, ya da ihmal edilebilecek oranda bitki varlığı bulunabilir. Çıplak alanlar genellikle su tutma oranının çok düşük olduğu eğimli ve sarp ve yüksek yerlerin arazi türüdür. Bu sebeple topoğrafik haritalardan eğim durumu ve yükseklikleri incelemeye etkin biçimde yararlanılır.

Tanım:

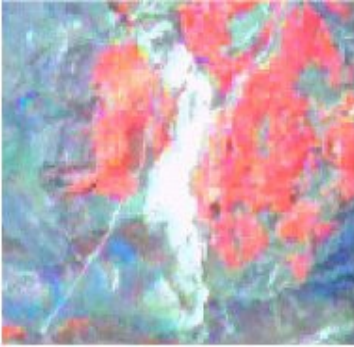
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Çıplak toprak alanlarda renk belirleyici unsur, toprağın rengidir. Kuru ve açık renkli toprak araziler beyaz ve gri tonlarda yansıma verirken kahverengi, kırmızı ve diğer koyu renkli topraklar mavi ve tonlarda görünür.

IRS görüntüsünde karakteristik zellikler:

Beyaz ve gri tonlardadır. Homojen yapı hakimdir.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



5.4. Su Alanları

5.4.1. Göller

Kara alanları içinde kalan durgun su yüzeyleridir. Göller doğal ve yapay olabilir, baraj rezervuarları da gl olarak kabul edilmiştir. Arazide 1.56 hektardan daha büyük su birikintileri gl olarak tanımlanmıştır. Gllerin tespit edilmesinde Uydu görüntüleri yeterlidir. Gllerin sınırları mekansal znrlğ daha yüksek olan IRS görüntülerinin yardımı ile daha kolay tespit edilebilir.

Tanım:

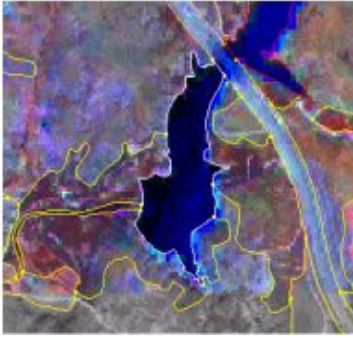
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Göller Landsat görüntüsünde lacivert ve mavi tonlardadır. Göl suyunun bulanıklığı ya da derinliği renk faktörünü etkilemektedir. Su yüzeyleri homojen yapıdadır. Göller çevredeki diğer arazilerden çok belirgin biçimde ayrılabilir.

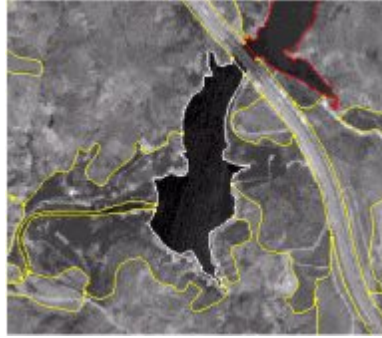
IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

IRS görüntüsünde göller siyah renktedir ve homojen yapıdadır.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik

**5.4.2. Akarsu ve Kanallar**

Yer yüzü akarsu ağı ve drenaj yatakları ile kaplıdır. Ancak bunların görüntülerden belirgin biçimde seçilebilen kalınlıkta olanları akarsu ve kanal olarak tanımlanmıştır. Akarsular ve kanallar çevre elemanlardan çizgisellikleri ve koyu renkleri ile kolayca ayrılabilirler. Akarsuların kıyı sınırları IRS görüntüsü ile daha iyi tespit edilebilmektedir. Görsel yorumlamada problemli olan yerlerde topoğrafik haritalar kullanılır. Topoğrafik haritalarda akarsular gösterilmektedir.

Tanım:

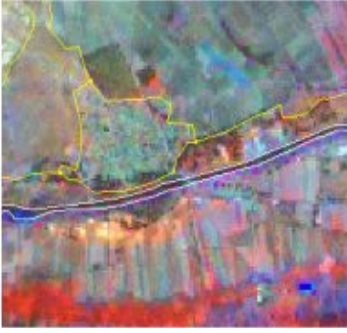
Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Akarsular Landsat görüntüsünde mavi tonlardadır. Çizgiseldir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

IRS görüntüsünde akarsular siyaha yakın tonlardadır. Çizgiseldir.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik



5.5. Sulak Alanlar

5.5.1. Bataklıklar

Bataklık alanlar su tablosunun yüzey seviyesine yaklaştığı yerler, kurumak üzere olan su birikintileri ve benzeri alanlar bataklık olarak ifade edilebilir. Bu alanlar çoğunlukla çamurludur ve bazen hafif bir bitki örtüsü ile kaplanmış olabilirler.

Bataklıkların uydu görüntülerinden tespit edilmesi zordur. Hatta hava fotoğrafları bile bataklık alanları tespit etmekte yetersiz kalabilir. Topoğrafik haritalarda bataklıklar gösterilmektedir. Topoğrafik haritalarda gösterilen bataklık alanları eğer haritalar güncel ise güvenilirdir. Ancak çalışmada kullanılan topoğrafik haritalar yeterince güncel olmadığından bataklıkların tespitinde referans alınamaz. Bu alanların tespiti için arazi çalışması gerekebilir.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Bataklıklar, siyaha yakın kahverengi tonlardadır. Heterojen bir yapıya sahiptir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

IRS görüntüsünde bataklıklar siyaha yakın tonlardadır. Heterojendir.

5.5.2. Sazlık Alanlar

Sazlık alanlar kurumaya yüz tutmuş göl kenarları ve su birikintilerinin tipik bitki örtüsüdür. Saz, boyu 4-5 metreye ulaşabilen çok sık biçimde yetişen bir bitkidir.

Sazlık alanların uydu görüntülerinden ayırt edilebilmesi çok zordur. Bu alanlar çalılık ya da ağaçlık alanlarla karıştırılabilirler. Ancak sazlıkların genellikle göl kenarlarında bulunması önemli bir bilgidir.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Sazlıklar, kuyu kırmızı tonlardadır. Heterojen bir yapıya sahiptir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

IRS görüntüsünde sazlıklar siyaha yakın tonlardadır. Heterojendir.

5.5.3 Irmak Yatakları

Su akışı olmayan ya da çok az olan, yataklardır. Bu alanlar alüvyon birikintileri ile dolu çıplak alanlar olabildiği gibi, ırmak yatağı boyunca bitki örtüsü ile kaplı olabilir.

Irmak yatakları uydu görüntülerinden etkin biçimde tespit edilebilmektedir. Topoğrafik haritalarda ırmak yataklarını takip edebilmekte zaman zaman kullanılmaktadır.

Tanım:

Lsat453 görüntüsünde karakteristik özellikler:

Irmak yatakları çıplak ise gri veya açık gri tonlardadır. Eğer bitki örtüsü var ise ırmak yatağı boyunca kırmızı bir doku gözlenir.

IRS görüntüsünde karakteristik özellikler:

IRS görüntüsünde ırmak yatakları gri ya da koyu gri tonlardadır.

Landsat 453 IRS



IRS pankromatik

