

Orman Bakanlığı Yayın No : 144
Müdürlük Yayın No: : 232

ISSN 1300-395 X

**UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNDEN
YARARLANILARAK, ADAPAZARI ve DÜZCE OVALARINDA
MELEZ KAVAK DİKİLİ ALANLARIN ENVANTERİ**

(ODC: 587.154 : 176.1 Populus)

An Area Inventory Study for Poplar Plantations Using Remote-
Sensing Techniques in the Adapazarı and Düzce Regions of Turkey

Mehmet ERCAN
Kâzım ULUER **Fazıl SELEK**

Teknik Bülten No: 192

T. C.
ORMAN BAKANLIğI
KAVAK ve HIZLI GELİŞEN ORMAN AĞAÇLARI
ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

POPLAR and FAST GROWING FOREST TREES
RESEARCH INSTITUTE

İZMİT

İÇİNDEKİLER

ÖZ	II
ABSTRACT	II
1.GİRİŞ	1
2.TÜRKİYE’DE ORMANCILIK ÇALIŞMALARINDA UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN KULLANILMASI	3
3.ÇALIŞMANIN AMAÇLARI	3
4.GENEL BİLGİLER	4
4.1.Uzaktan Algılama	4
4.2.Uzaktan Algılama Verisi	5
4.3.Uydu İmajlarının Bilgisayar Ekranında Görüntülenmesi ve İncelenmesi	8
4.4.SPOT IV İmaj Uydusu	9
4.4.1.Pankromatik Görüntü	10
4.4.2.Multispektral (Xi) Görüntü	10
5.MATERYAL ve METOT	11
5.1.Bilgisayar Yazılım ve Donanımı	11
5.1.1.Donanım	11
5.1.2.Yazılım	11
5.1.3.Haritalar	11
5.1.4.Çalışma Sahası	12
5.1.5.Uydu İmajları	14
6.ENVANTER ÇALIŞMALARI	14
6.1.Uydu Görüntülerinin Temini	14
6.2.Ham Görüntülerin Kesilmesi	16
6.3.Geometrik Düzeltme	16
6.4.Rektifiye Edilmiş Görüntülerin Kesilmesi	18
6.5.Arazi Çalışmaları ve Yorumlamalar	18
6.6.Endekslerin oluşturulması	19
6.7.Katman Yığını (Layer Stack) Oluşturma	19
6.8.Görüntülerin İncelenmesi ve Yorumlama	19
6.9.Sınıflandırma	20
6.10.Yeniden Kodlama (Recoding) ve Sınıfların Birleştirilmesi	22
6.11.Doğruluk Denetimi (Accuracy Assesment)	23
7.ELDE EDİLEN BULGULAR, SONUÇ ve TARTIŞMA	26
7.1.Görüntü Çekim Zamanı ve Temini	26
7.2.Görüntü Çözünürlüğü	28
7.3.Sınıflandırma	29
7.4.Farklı Tür ve Klonlar	30
8.ODUN HACMINİN TAHMİNİ	30
ÖZET	31
SUMMARY	32
YARARLANILAN KAYNAKLAR	34
RESİMLERE AİT AÇIKLAMA ve YORUMLAR	35
RESİMLER	38

ÖZ

Bu çalışma ile, Türkiye'nin önemli melez kavak üretim bölgeleri olan Adapazarı ve Düzce ovalarında uydu görüntülerinden yararlanılarak kavak plantasyon alanları envanteri yapılmıştır.

Uydu verisi olarak, 2000 yılı Haziran ayında özel sipariş ile çektilen SPOT IV Xi (multispektral - 4 band) görüntüleri kullanılmıştır.

Sınıflandırmalar, orijinal görüntünün 4 bandına, IR/R ve SQRT(IR/R) endekslerinin ilavesiyle elde edilmiş 6 katmanlı veri üzerinde yapılmıştır.

Uydu görüntülerinde *I-214* (*P. X euramericana*) kavakları, diğer kavak klonlarından (Türkiye'de "*Samsun*" diye bilinen *I-77/51* (*Populus deltoides*) ve *I-45/51* (*P. X euramericana*) ayırt edilebilmiştir.

Yapılan sınıflandırmalara göre:

Adapazarı ovasında: 6529 ha *I-214*, 340 ha diğer klonlar;

Düzce ovasında : 3403 ha *I-214*, 103 ha diğer klonlar

dikili olduğu tesbit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, görüntü işleme, kavakçılık, envanter.

ABSTRACT

This study was implemented to investigate methods of inventory for areas planted with poplar, using satellite data. It was carried out on the Adapazarı and Düzce-plains, where there are extensive hybrid poplar plantations.

Panchromatic and multispectral SPOT Xi images were used as satellite data. The images were taken on 21/6/2000. For each plain, one image (scene) was used.

An image with 6 layers consisting of 4 original layers of Xi + IR/R + SQRT(IR/R) were used for classification.

Poplar clones, such as *I-77/51* (*Populus deltoides* known as "*Samsun*" in Turkey) and *I-45/51* (*P. X euramericana*) can be distinguished from the most commonly grown *I-214* (*P. X euramericana*) on images. So, poplar plantations were classified as ("*I-214*" and "*other clones*") on images.

The study found that:

I-214: occupied 6529 ha; and *others clones*: 340 ha on Adapazarı plain;

I-214: occupied 3403 ha; and *other clones* 103 ha on Düzce plain.

Keywords: Remote sensing, image processing, poplar growing, inventory.

1. GİRİŞ

Türkiye ekonomisinde odun endüstrisi ve bunun içinde 4 milyon m³'e ulaştığı tahmin edilen kavak odunu önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizin odun tüketimi giderek artmakta ve buna paralel olarak üretim ile tüketim arasında var olan açık giderek büyümektedir (BİRLER 1995, s.8). Bu durumda hızlı gelişen orman ağaçlarından melez kavaklar özellikle ön plana çıkmaktadır.

Ancak kavaklar diğer orman ağaçlarından bazı önemli ayrıcalıklar göstermektedir. Bunlar, öncelikle bir kültür ağacı olmaları, bu özellikleriyle endüstriyel plantasyon ormancılığına çok müsait olmaları ve tarım alanlarında, özel mülkiyet rejimi altında işletilen arazilerde halk tarafından yetiştirilmeleridir. Kavakçılık, bir anlamda özel ormancılıktır. Bu bakımdan, halen Türkiye'de hemen tamamı devletin elinde olan klasik devlet orman işletmeciliğine önemli bir alternatiftir. Bu durum, ormanlardan yapılacak odun üretimini önemli derecede düşürmeye ve ormanlar üzerindeki baskıyı azaltmaya büyük katkı sağlamaktadır.

Ancak kavakçılık halen küçük arazilerde, aile işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Buna karşılık, Türkiye ormancılığında gündeme gelen yeni politikalar çerçevesinde düşünülen özel ormancılık görüşlerine göre, endüstriyel plantasyonların (kavakçılık dahil) daha büyük arazilerde, özel sektör bazında teşvik edilerek kitle üretimi halinde yapılması hedeflenmektedir (BİRLER 1995, s.23).

Öngörülen hedeflerin gerçekleşmesi için, yatırımcılara ve devlete kavak dikili/dikilebilecek alanların yerleri ve halihazır büyüklükleri gereklidir. Diğer taraftan, kavak işleyen odun endüstrisi de, geleceğe ait üretim ve yatırım planlamaları için aynı bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca kavakçılık, çevre, Türkiye tabiatı, ormanları ve ormancılığı ile ilgilenen bazı gönüllü kuruluşların da dolaylı olarak dikkatini çekmektedir.

Halen Türkiye'de nerelerde, ne büyüklükte kavaklıklar olduğu, ne miktarda kavak odunu üretildiği tam olarak bilinmemekte ve sağlıklı olarak tahmin edilememektedir. Odun üretimi hakkında önceleri Devlet Orman Fidanlıklarından satılan fidan sayısı üzerinden bazı tahminler yapılmakla beraber, son yıllarda bir çok özel fidanlığın ortaya çıkışıyla bu yol anlamını kaybetmiş bulunmaktadır. Diğer taraftan, Devlet İstatistik Enstitüsü verilerinde de bu tür bir bilgi yer almamaktadır. Kavak dikili alanların güncel miktarı yanında, bu sahaların yıllara göre veya belli zaman aralıklarıyla değişimi hakkında bilgi de mevcut değildir.

Bu bilgileri sağlamak amacıyla, Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'nde yıllardır sözü edilen "Türkiye kavaklık alanları envanteri" halen yapılabilmiş

değildir. Böyle bir envanterin bugüne kadar yapılamayışının sebebi, veri toplama metotlarının yetersizliği, yeni teknolojiler için gerekli bütçe sıkıntıları, bu metotlara yabancı personel, ilgili kuruluş ve kişilerin soruna yeteri kadar eğilmemeleri vs olarak sıralanabilir.

Yeryüzü bitki örtüsü ile ilgili bir alan envanteri için anketler, yersel metotlar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve bunların kombinasyonları akla gelebilir. Anketlerin güvenilirliğinin düşük, yersel metodların ve hava fotoğraflarının pahalı ve zaman alıcı olması sebebiyle, geniş kapsamlı, hızlı ve güvenli bir yol olarak, geriye uydu görüntülerinden yararlanma kalmaktadır. Esasen uydu görüntüleri de ucuz değildir. Ancak mevcut durumu, -belli şartlar çerçevesinde- istenildiği zaman tesbit edebilmesi ve hava fotoğraflarına nazaran çok daha geniş sahaları kapsaması sayesinde çalışma süresini kısaltması, bunları avantajlı kılmaktadır. Fakat bunun yanında çözünürlüklerinin fotoğrafa nazaran düşük oluşu önemli bir dezavantaj teşkil etmektedir.

Bu araştırma ile, uzaktan algılama verisi (uydu görüntüleri) kullanılarak, belli bir sahada kavak dikili sahaların envanteri yapılmak istenmiştir. Ancak konular henüz Türkiye ormancılığı ve ormancılık araştırmaları için yeni olduğundan, önce uydu görüntüsü işleme/değerlendirme (image processing) metotlarının ve buna bağlı olarak Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) temini ve öğrenilmesi gerekmiştir. Bu amaçla çalışmalar İ. Ü. Orman Fakültesi, Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı'ndan Prof. Dr. Kadir Erkin ve Doç. Dr. Ayhan Koç'un danışmanlığında yürütülmüştür.

Bu çalışma, Orman Bakanlığı bünyesinde 1998 yılında uygulamaya alınan TARP projesinin mali imkanlarıyla gerçekleştirilmiştir.

TARP Projesi imkanlarıyla, önce imaj işleme ve CBS için gerekli donanım ve yazılımlar satın alınmış, sistemler Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'ne kurularak proje personeline danışmanlar tarafından gerekli eğitim verilmiştir.

Ancak yine de imkanlar kısıtlı olduğundan, kavak alanları envanterinin tüm ülke çapında yapılması yerine, bir model çalışma olarak, melez kavak plantasyonlarının yoğun olarak yer aldığı, Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'ne fazla uzak olmayan Adapazarı ve Düzce ovalarında bir envanter düşünülmüştür. Böylelikle, daha sonra tüm Türkiye için kullanılacak bütünüyle yeni olan bu metot uygulamaya kazandırılmıştır. İmkan bulunduğu takdirde, bu yoldan yararlanılarak, kavakçılıkta periyodik değişimler izlenebilecek, ayrıca diğer bazı ormancılık çalışmaları CBS çerçevesinde gerçekleştirilebilecektir.

2. TÜRKİYE’DE ORMANCILIK ÇALIŞMALARINDA UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN KULLANILMASI

Türkiye’de ormancılıkta uydu görüntülerinden yararlanılarak yapılan bazı çalışmalar aşağıdaki gibi sıralanabilir. Ancak bunlar daha çok metod geliştirme mahiyetinde yapılmış çalışmalardır:

Delli, G., 1998: “Kavak Yetiştirilen Araziler ve Odun Hacminin Tahmini”, Türkiye’de Kavakçılığı Geliştirme Projesi, Türk-İtalyan Ortaklığı, AGM – Ankara, IAO -İtalya.

Erdin, K., ve Ark., 1998: “Remote Sensing (Uzaktan Algılama) Verileriyle İstanbul Çevresi Ormanlarının Alansal Ve Yapısal Değişikliklerinin Saptanması Ve ORBİS (Orman Bilgi Sistemi)’in Oluşturulması” İ. Ü. Araştırma Fonu, Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje No: 636/210994, İstanbul.

Koç, A., 1997: "Belgrad Ormanındaki Ağaç Türü ve Karışımlarının Uydu Verileri ile Belirlenmesi", İ. Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, İstanbul.

Yener, H., 1998: “Orman İşletmeciliğinde Bilgi Sistemi”, Doktora Tezi, İ. Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Ölçme ve Kadastro Programı.

Yeşil, A., ve Ark., 1999: Statistical Modelling and Stand Type Forest Mapping Selected Area Around İstanbul Using Landsat TM and SPOT Data, International Symposium on Remote Sensing & Integrated Technologies, 20-22 October 1999, İstanbul-Turkey.

Bunlardan özellikle birincisi, bu çalışma ile büyük benzerlik göstermektedir. Söz konusu çalışma ile, Konya – Ereğli’si civarında 14870 ha’lık bir alanda kavak dikili alanlar ve bu alanlardaki kavak odunu hacmi Landsat TM uydusu görüntülerinden yararlanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 1996 yılı Nisan ve Ekim aylarına ait multispektral görüntüler birleştirilerek kullanılmıştır. Ancak sonuçta, “Landsat TM’in çözünürlüğünün yetersizliği, bölgedeki meyvalıkların kavaklıklarla benzer spektrumda oluşu (karışması) ve iki görüntünün birleştirilmesindeki uygunsuzluk” gerekçeleriyle, LANDSAT TM verisinden kavak plantasyonları tahmininin tatmin edici olmadığı sonucuna varılmıştır (DELLI 1998, s.8).

3. ÇALIŞMANIN AMAÇLARI

Projenin uzun dönemli (kalkınma amacı) ve kısa dönemli amaçları aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

Kalkınma amacı: Türkiye’de kavakçılığın geliştirilmesi.

Kısa dönemli amaç: Proje uygulamasının tüm Türkiye için bir model olmak üzere, 2000 yılı sonu itibariyle, Adapazarı ve Düzce ovalarındaki kavak dikili alanlara ait güvenilir envanter elde edilmesi.

Kısa dönemli amacın gerçekleşmesiyle, kavak alanları envanteri yanında, Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'nde bir "İmaj Değerlendirme ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarı" kurulmuş ve uzaktan algılama yanında aynı zamanda Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde (CBS) deneyimli personel yetişmiştir.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. ERDAS Field Guide'ta (1997, s.5) uzaktan algılama, "Bir obje veya manzara hakkında, bu objenin uzağında olan bir algılayıcı tarafından veri elde etme" olarak tanımlanmıştır. Buna göre hava fotoğrafları, uydu imajları ve radar görüntüleri, hepsi uzaktan algılanmış birer veri tipidir.

SESÖREN (1999, s.12) ise uzaktan algılamayı, "Yeryüzünden belirli uzaklıklarda, atmosfer ya da uzaya yerleştirilen platformlara monte edilmiş ölçüm aletleriyle yeryüzünün doğal ve yapay objeleri konusunda bilgi alma ve değerlendirme tekniği" olarak tarif etmektedir.

Ancak genellikle uzaktan algılama denilince, daha çok uydular vasıtasıyla elde edilen veri/bilgi akla gelmektedir. Bu bilgilere **uydu görüntüsü** veya **uydu imajı** denilmektedir. Uzaktan algılama tekniğinin kullanılmasında uydu görüntüleri bilgisayar ortamında işlenip değerlendirilerek istenen sonuca gidilmektedir. Günümüzde ticari amaçla kullanılan bazı imaj uyduları, SPOT, Landsat, ERS, IRS, Ikonos olarak sayılabilir. Bunlardan 1999'da hizmete giren Ikonos, 1×1 m çözünürlüklü pankromatik ve 4×4 m çözünürlüklü multispektral imajlarıyla dikkat çekmektedir.

Uydu verileri, günümüzde yeryüzü ile ilgili hemen her sahada kullanılmaktadır. Bunlar, tarım, arazi kullanımı ve planlama, kadastral haritacılık, harita ve topoğrafya, şehir planlama, ormancılık, tabii kaynak planlaması ve yönetimi, tabii afetler ve kirlilik izleme, jeoloji, maden ve petrol yatakları, sulak alanlar, sahil ve okyanus incelemeleri, vejetasyon örtüsü ile ilgili çalışmalar olarak sayılabilir. Uydu verileri, geniş alanlara yönelik değerlendirmelerde hızlı bir veri toplama yöntemi olması nedeniyle sürekli artan bir oranda kullanım alanı bulmaktadır (ERDİN ve Ark. 1998, s.1). Diğer taraftan uydu görüntülerinin sayısallaştırmaya gerek kalmadan bilgisayar tarafından okunabilmesi ve CBS ile bütünleşebilmesi, düzenli olarak güncelleştirmeye ve meydana gelen değişiklikleri izlemeye imkan

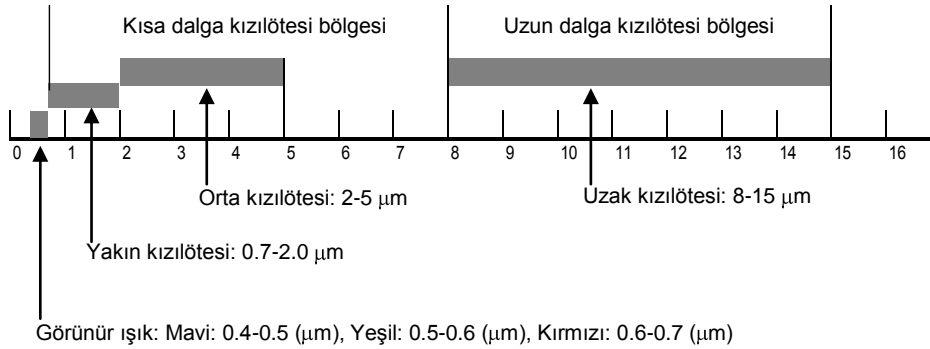
tanınması, çok bantlı algılayıcılarıyla insan gözünün göremediği olguları - olayları görüntüleyebilmesi, uzaktan algılama yöntemlerine daha da önem kazandırmaktadır (YENER 1998, s.50).

4.2. Uzaktan Algılama Verisi

Uydu görüntüleri veya imajı, sayısal bir resimdir (ERDAS Field Guide 1997, s.1). İmaj uyduları, üzerlerinde taşıdıkları algılayıcılar (sensörler) vasıtasıyla, yörüngeleri üzerinde dolaştıkları müddetçe yeryüzünü tarayarak, elde ettikleri görüntüleri bilgisayarlar tarafından okunabilecek sayısal veri dosyaları halinde yer istasyonuna gönderirler. Bu tür verilerde görüntü (resim) bir **grid (ızgara)** sistemine oturtulmuştur. Izgaranın her gözüne, bir **resim elemanı**, yani **piksel** denir. Bu tür veri, **raster veri** olarak da bilinir. KOÇ (1995)'a göre BILL ve FRITSCH, raster verilerde her pikselin bağımsız olarak, grilik tonu, renk değeri, yükseklik, remisyon değeri gibi özellikler hakkında belirli bir değer taşıyabildiğini ifade etmektedir (s.38).

Uyduların elde ettiği görüntü, yeryüzünden uzaya ışık halinde yansıyan **ElektroManyetik Radyasyonun (EMR)**, sayısal değerlere çevrilmiş halidir. Her piksel, bir **yansıma değerine (reflektans)** sahiptir.

EMR, mor ötesinden başlayıp, radyo dalgalarına kadar giden bir ışınım bütünüdür. İmaj uyduları bu **spektrumun (tayfın)** görünen ışıktan başlayıp, uzak kızıl ötesine kadar olan sahasını algılayabilmektedir. Bu sahanın dalga boyu 0.4 ile 12 μm (mikrometre=1/1.000.000 m) arasında kalmaktadır (Şekil 1).



Kaynak: ERDAS Field Guide 1997, s.5

Şekil 1. Elektromanyetik spektrum (EMS)

İmaj uyduları, genellikle **pankromatik** ve **multispektral** (çok spektrumlu) denilen iki ayrı türde görüntü kaydı yapmaktadırlar. Pankromatik sözcüğü, bütün görünen renklere hassas anlamındadır. Pankromatik görüntü grinin tonlarında siyah–beyaz fotoğrafa benzemektedir. Multispektral görüntüler ise, elektromanyetik radyasyonun, belli dalga boylarını kapsayan kısımlarının ayrı ayrı algılanıp kaydedilmiş halleridir. Bu dalga boyları, **band** (veya **kanal**) diye bilinmektedir. Bu bakımdan, multispektral görüntüler çok spektrumlu görüntülerdir. Multispektral görüntüler, bilgisayar ekranında renkli ve farklı band kombinasyonlarında farklı renklerde görünür. İmaj uyduları, yapımcısına göre genellikle EMR’un farklı sahalarına ait, farklı sayıda spektral bandı kaydetmektedir.

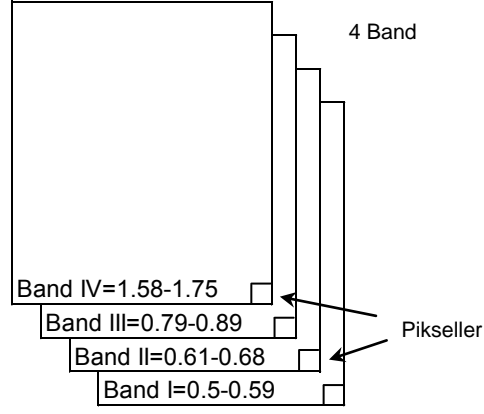
İmaj değerlendirme terminolojisinde bandlar, **katman (layer)** diye de anılmaktadır. Bu metinde de “katman” aynı anlamda kullanılmıştır; genellikle örneklemelerde söz konusu olan “strata” ile karıştırılmamalıdır.

EMR’un belli dalga boylarını ayrı ayrı (bandlar halinde) algılamaktan maksat, belli dalga boylarının, yer yüzünün toprak, su yüzeyi, bitki örtüsü, yer altı kaynakları veya insan tarafından ortaya konulmuş nesnelere gibi belli özelliklerini farklı şekillerde aksettirmeleridir. Çünkü her madde, kendi kimyasal bileşimine bağlı karakteristik bir spektruma sahiptir (ERDAS Field Guide 1997, s.9).

Bir sensörün kaydedebildiği **spektrum genişlikleri** (EMR’un dalga boyu aralıkları), **spektral çözünürlük** olarak bilinir. Uydu elektromanyetik spektrumu ne kadar dar aralıklarda algılayabiliyorsa, imajın spektral çözünürlüğü o kadar yüksek demektir. Diğer bir ifadeyle spektrumdaki geniş aralıklar kaba spektral çözünürlüğü, dar aralıklar yüksek spektral çözünürlüğü ifade eder (ERDAS Field Guide 1997, s.15) (Şekil 2).

Uydu imajlarının, “yeryüzüne ait bir sayısal resim olduğu” yukarıda belirtilmişti. Bu imajlar, bilgisayar ortamında özel programlarla görüntülenebilir ve üzerlerinde işlem yapılabilir. Diğer resim dosyalarında olduğu gibi, uydu imajları da **piksel** denilen parçacıklardan oluşmaktadır. Uzaktan algılamada bir piksel, yeryüzünde kare şeklinde belli bir alanın elektromanyetik görüntüsüdür. Bir pikselin boyutu, **mekansal çözünürlük** olarak bilinir ve uydudan uyduya değişir. Bir imajın mekansal çözünürlüğü arttıkça, yeryüzünde gördüğü alan küçülür. Böylelikle mekansal çözünürlük arttıkça, imaj hava fotoğrafı kalitesine yaklaşır. (Şekil 3).

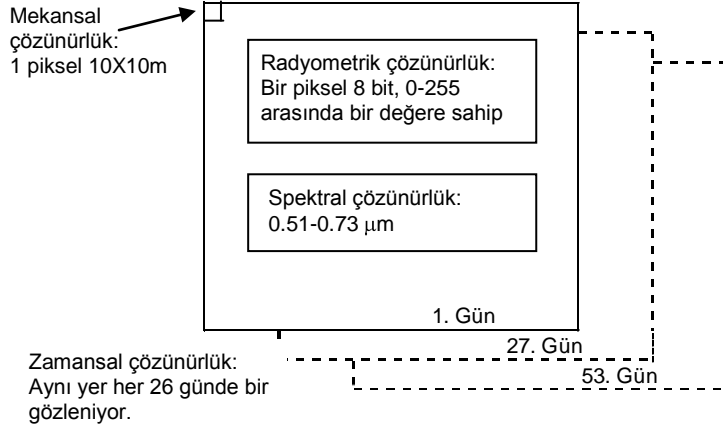
Piksellerin alabileceği sayısal değer adedine (yansıma değeri sayısı), **radyometrik çözünürlük** denir ve **bit** ile ifade edilir. Mesela, SPOT pankromatik imajının radyometrik çözünürlüğü 8 bit’tir. Bu ifade, piksellerin $2^8=256$ grilik tonundan herhangi bir değeri alabileceği anlamını taşır. (Şekil 3).



Kaynak: ERDAS Field Guide 1997, s.2

Şekil 2. SPOT IV Multispektral imajda bandlar (spektral çözünürlük) ve pikseller

Bir uydunun dünya etrafındaki turunu tamamlama zamanı veya sensorun belli bir sahadan hangi zaman aralıklarıyla imaj elde ettiği ise **zamansal çözünürlük** olarak bilinir. (Şekil 3).



Kaynak: ERDAS Field Guide (s.18)

Şekil 3. SPOT IV pankromatik imajda çözünürlükler

4.3. Uydu İmajlarının Bilgisayar Ekranında Görüntülenmesi ve İncelenmesi

Uydulara ait görüntüler, bunlar için yazılmış özel bilgisayar programlarıyla okunup, üzerlerinde çalışılabilmektedir. Çeşitli yazılım firmaları tarafından geliştirilmiş ve farklı fiyatlarla satılan bu programlar, günümüzde işlemci, sabit disk ve bellek kapasitesi, görüntü yetenekleri yönünden çok gelişmiş –notebook’lar dahil- PC standardında her tür bilgisayarda çalışmaktadır. Bu programlar vasıtasıyla görüntüler bilgisayar ekranında gözle incelenebilir.

Daha önce de değinildiği gibi, pankromatik görüntüler siyah-beyaz görüntülerdir ve ekranda grinin 256 tonunda görünür. Bu, bir pikselin 0 ile 255 arasında her hangi bir gri ton değeri alabileceği anlamını taşır. Diğer bir ifadeyle, pankromatik görüntülerde bir piksel 8 bit yani 2^8 değerlidir.

Multispektral görüntüler ise renkli görüntülerdir. Bunların görüntülenmesi bilgisayar ekranının renk kapasitesine göre değişebilir. 24 bit (2^{24} adet) renk gösterme kapasitesi olan bir ekranda her pikselin 24 bitlik değeri üç ana renge (kırmızı, yeşil, mavi) ayrılarak, piksel başına 8 bite bölünür. 8 bit (2^8) = 256 olduğundan, bir pikselin ekranın her renk tabancası (color gun) için alacağı değer, 0’dan 255’e kadar değişen 256 muhtemel parlaklık değerinden (renkten) biri olabilir. Her biri 256 muhtemel parlaklık değerinde olan 3 ana rengin kombinasyonu, 256^3 adet, yani her pikselde 16.777.216 renk verir. Eğer ekran 24 bit olarak kullanılmıyorsa, muhtemel parlaklık değerinin sayısı ona göre hesaplanır. Ancak günümüzde her bilgisayar, “**gerçek renk (true color)**” denilen bu yeteneğe sahiptir.

Ancak multispektral imajlarda görüntünün, yani piksellerin ekranda aldığı renkler, imajın spektrum bandlarıyla da ilgilidir. Ekranda görüntünün tüm bandları aynı anda gösterilebilir veya seçilerek istenen bandlar gösterilebilir. Gösterilecek bandlar bilgisayar programı vasıtasıyla seçilir. Bandların seçimi, kırmızı (Red=R), yeşil (Green=G) ve mavi (Blue=B) renk tabancalarına istenen bandın atanmasıyla olur. Bu işlem, gösterimde kullanılan **band kombinasyonu** olarak anılmaktadır.

Mesela bu çalışmada multispektral görüntüler, kırmızıya 4 no’lu band, yeşile 3 no’lu band, maviye 2 no’lu band getirilerek, yani R=4, G=3, B=2 şeklinde ekranda incelenmiştir.

R, G, B’ye farklı bandlar getirilerek, arazinin veya arazi örtüsünün bazı özellikleri daha iyi belirginleştirilebilmektedir. Mesela toprak yollar R=4, G=2, B=2 band kombinasyonunda daha iyi görünmektedir.

4.4. SPOT IV İmaj Uydusu

Fransız “Centre National d’Etudes Spatiales (CNES)” firması tarafından geliştirilmiş ilk SPOT (System Pour L’Observation de la Terre - Dünyanın Gözlenmesi Sistemi) uydusu, 1986 başlarında yörüngeye oturtulmuştur. İkinci SPOT uydusu 1990’da ve üçüncüsü 1993’te; SPOT IV uydusu ise 24 Mart 1998’de yörüngeye oturtulmuştur.

SESÖREN (1999, s.70)’e göre SPOT IV şu özelliklere sahiptir:

- Uydunun sensorleri multispektral ve pankromatik olmak üzere iki moda çalışır. Bu uydunun bütün tarayan parçalarının sabit olduğu ve taramanın, **tarayıcının (scanner)** ileriye doğru hareketiyle yapıldığı **pushbroom (iterlek süpürme)** denilen tarayıcıya sahiptir.
- SPOT IV, **eğik (oblik) kutupsal** bir uydudur; yörüngesi tam kutuptan kutuba değil, kutuplara yakındır. Yörünge yüksekliği ekvatorda 822 km’dir. Dünya etrafındaki dönüşünü 101.4 dakikada tamamlar ve yeryüzünde aynı yeri her 26 günde bir gözleyebilir.
- SPOT IV tarayıcısı normal olarak **nadir (yeryüzüne tam dik açılı)** görüş sağlar. **Tarama (swath) genişliği**, 832 km yükseklikten nadir görüşte 60 km’dir. Fakat eğimi değiştirilebilir tarayıcı aynası sayesinde dikey açıdan $\pm 24^\circ$ ’ye kadar sapan açılarda (**off-nadir/nadir dışı/eğik**) imaj alımı yapabilmektedir. Tarama genişliği off-nadir görüşte 80 km’yi bulur. “Detektörlerin doğrudan altında kalmayan, yan taraflardaki sahanın görüntülenmesi” denilen off-nadir (eğik) görüş sayesinde, gözlenen saha, uydunun yer izinin iki yanında sağlı sollu 900 km’ye kadar çıkabilir. Bu sayede dünya üzerindeki belli bir sahadan tekrar imaj elde etme süresi kısalmıştır. Bu süre enleme göre değişmekle beraber, mesela, 45° enleminde ortalama 2.4 gündür.
- Algılanan görüntü, 60×60 km veya 60×80 km’yi bulan dikdörtgenler halinde kesilerek satılır. Bunlara **scene (manzara, çerçeve)** denir. Her manzara, pankromatik imajlarda 6000, multispektral imajlarda 3000 satırdan meydana gelir.

Eğik görüşlü (off-nadir) imaj alımı için uydunun yer kontrol istasyonu tarafından istenilen yer ve zaman için programlanabilir. Bu durum, sensörlerin doğrudan yolu üzerinde kalmayan, veri toplama zamanı çok önemli ve sınırlı olan bölgelerden (tabii yahut insan kaynaklı felaket bölgeleri gibi) veri toplanması için oldukça uygun ve önemlidir. Eğik görüşlü imaj alımı, yükselti (rakım) verilerinin üretilebileceği stereo veri toplama için de çok kullanışlıdır. (ERDAS Field Guide 1997, s.61).

SPOT IV’ün pankromatik ve multispektral görüntüleri aşağıdaki niteliklere sahiptir:

4.4.1. Pankromatik Görüntü

SPOT IV pankromatik imaj 10×10 m yersel çözünürlüğe sahiptir. EMS'un $0.51 \mu\text{m}$ 'den $0.73 \mu\text{m}$ 'ye kadar kısmını kapsayan 1 band ihtiva eder ve siyah–beyaz fotoğrafa benzer. 8 bit radyometrik çözünürlüktedir. Diğer bir ifadeyle, yeryüzünü grinin 2^8 tonunda algılar.

4.4.2. Multispektral (Xi) görüntü

SPOT IV'ün multispektral görüntüsü, 20×20 m yersel çözünürlüğe; kırmızı, yeşil ve mavinin her birinde 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahiptir. 4 band ihtiva eden multispektral SPOT IV görüntüsü, **SPOT Xi imajı** olarak da bilinir. Bu bandlar şu amaçlar için kullanışlıdır (ERDAS Field Guide 1997, s.58, s.60):

Band 1=Yeşil, 0.50-0.59 μm

Sağlıklı vejetasyonun yeşil yansımaya karşılık gelir.

Band 2=Kırmızı, 0.61-0.68 μm

Bitki türlerinin ayrımı için kullanışlıdır. Toprak sınırları ve jeolojik sınırların resmedilmesinde de kullanışlıdır.

Band 3=Yansıyan kızılötesi, 0.79-0.89 μm

Bu band, özellikle bir manzarada mevcut vejetasyon biyomasının miktarına cevap verir. Ekili alan tanımlamalarında ve toprak saha/ekili alan ve toprak/su kontrastlarının belirginleştirilmesinde de yararlıdır.

Band 4=Orta kızılötesi, 1.58-1.75 μm

Bu band, bitkilerdeki su miktarına hassastır. Bu bakımdan, bitki sağlığı analizlerinde ve ekili alanlarda kuraklık incelemelerinde kullanışlıdır. Aynı zamanda, bulut, kar ve buz ayırdımında kullanılacak birkaç banddan biridir.

Bu özellikler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. SPOT IV uydu verisinin bazı teknik özellikleri

Özellik	Multispektral	Pankromatik
Spektral bandlar (μm)		
Band I	0.50 – 0.59	0.61 – 0.68
Band II	0.61 – 0.68	
Band III	0.79 – 0.89	
Band IV	1.58 – 1.75	
Piksel büyüklüğü (m)	20×20	10×10
Tarama genişliği (km)		
Dikey görüşte	60	60
Eğik görüşte	80 km'ye kadar	80 km'ye kadar

(Kaynak: SPOT Image web sayfaları.)

5. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, aşağıdaki materyal kullanılmış ve anlatılan yöntem izlenmiştir.

5.1. Bilgisayar Yazılım ve Donanımı

5.1.1. Donanım

Bu çalışmada, aşağıdaki özelliklerde bilgisayar donanımı kullanılmıştır:

İki adet, BX Chip setli ana karta, Pentium II 400 MHz işlemciye, 128 MB SDRAM ve 10 GB IDE Hard diske, 16MB görüntü kartına sahip, ATX T-5 kasa ve 19" monitorü olan PC sistemi.

Bir adet Pentium II 330 MHz işlemcili, 64 MB RAM, 4 GB Hard diskli Notebook bilgisayar.

Garmin Survey II GPS (coğrafi mevki belirleme sistemi) cihazı.

A3 inkjet yazıcı.

A0 geniş ölçekli yazıcı/çizici.

5.1.2. Yazılım

İmaj işleme/değerlendirme yazılımı olarak, ERDAS Imagine Professional 8.3.1 kullanılmıştır.

Ayrıca vektör grafik çalışmalarında ArcInfo 7.2.1 yazılımı kullanılmıştır.

Görüntülerin haritaya dönüştürülmesinde ve baskıya hazırlanmasında ise ERDAS Imagine Map Composer ve ArcView yazılımları kullanılmıştır.

5.1.3. Haritalar

Arazi ve büro çalışmaları sırasında 1/25.000 ölçekli ve 1997 baskılı topoğrafik memleket haritalarından yararlanılmıştır.

Adapazarı ovası için kullanılan paftalar şunlardır:

ADAPAZARI-G24-a3

ADAPAZARI-G24-b1

ADAPAZARI-G24-b3

ADAPAZARI-G24-c1

ADAPAZARI-G24-d2

ADAPAZARI-G25-a1

ADAPAZARI-G25-a3

ADAPAZARI-G25-b4

ADAPAZARI-G24-b2

ADAPAZARI-G24-b4

ADAPAZARI-G24-c2

ADAPAZARI-G25-a2

ADAPAZARI-G25-a4

ADAPAZARI-G25-c1
ADAPAZARI-G25-d1
ADAPAZARI-G25-d3

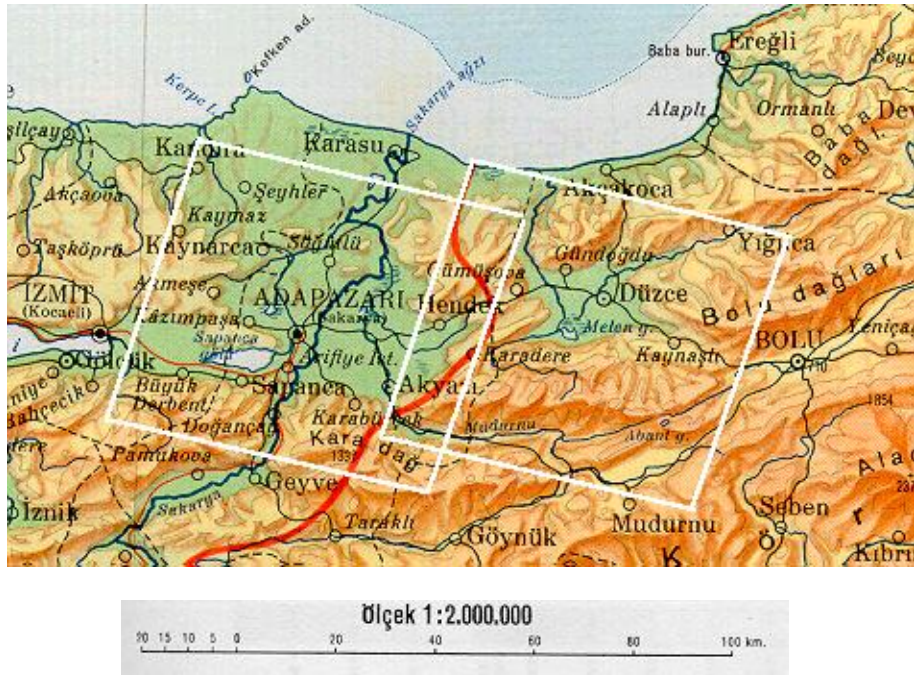
ADAPAZARI-G25-d2
ADAPAZARI-G25-d4

Düzce ovası için ise şu paftalar kullanılmıştır:

ADAPAZARI-G25-b2
ADAPAZARI-G25-b3
ADAPAZARI-G26-a1
ADAPAZARI-G26-a2
ADAPAZARI-G26-a3
ADAPAZARI-G26-a4
ADAPAZARI-G26-d2

5.1.4. Çalışma Sahası

Projenin çalışma alanı, Adapazarı ve Düzce ovalarıdır (Resim 1). Bu ovaların her ikisi de dört taraftan meyilli araziler ve dağlarla çevrilmiştir. Bu arazilerin ormanla kaplı olmayan nispeten alçak kısımlarında yer yer tarım yapılmaktadır. Kalan kısımlar ise yapraklı ormanlarla kaplıdır.



Resim 1. Adapazarı ve Düzce Ovaları'nın coğrafi konumu ve SPOT Xi görüntülerinin yaklaşık olarak kapladığı alanlar (DURAN 1974).

Adapazarı ovasının güney batısında Sapanca Gölü bulunmakta, orta batısında güney-batı – kuzey-doğu yönünde Sakarya Nehri akmaktadır. Bunun doğusunda ise, Mudurnu Çayı yer alır. Ovanın kuzeyinde, güneye doğru sarkmış bir dağ kitlesi bulunur. Adapazarı şehri ovanın batısında kurulmuştur.

Düzce ovasının batısında güney-doğudan, kuzey-batıya doğru Büyük Melen Çayı akmaktadır. Daha doğuda yer alan Küçük Melen Çayı ise ovayı güneyden, kuzey-doğuya doğru yaklaşık ikiye böler. Ovanın tam güneyinde dağ kitlesinin dibinde Melen Çayları'nın kaynağını oluşturan Melen Gölü yer alır. Düzce şehri, ovanın orta - doğusunda bulunmaktadır.

Her iki ovada da tarımsal sulama imkanı mevcuttur.

Melez kavaklar düz, sulanabilir arazilerde yetiştirildikleri için, bu çalışmada söz konusu iki ova ele alınmış, ovaları çeviren meyilli ve dağlık araziler üzerinde durulmamıştır. Bu ovalarda kavaklıklar tarlaların arasında sıravâri, birkaç ağaçlık veya birkaç ha'lık gruplar halinde, bitişik veya dağınık olarak serpilmiş durumdadır. Yetiştirilen melez kavaklar genellikle *P. X euramericana I-214* klonudur. Son yıllarda bunlara yer yer Türkiye'de "Samsun" adı verilen *Populus deltoides I-77/51* klonu ile *P. X euramericana I-45/51* klonu katılmaktadır.

Ovaları dörtgen şeklinde içine alan sahaların köşe noktalarının yer aldığı pafta numaraları ile bunların yaklaşık UTM ve coğrafi koordinatları Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Adapazarı ovasını içine alan sahanın köşe koordinatları

Pafta No/UTM koordinatları	Coğrafi koordinatlar
ADAPAZARI-G24-b1: 271540 – 4540670	40° 59' 00'' kuzey - 30° 16' 20'' doğu
ADAPAZARI-G25-b1: 315200 – 4529120	40° 53' 30'' kuzey - 30° 48' 20'' doğu
ADAPAZARI-G25-d3: 306400 – 4495950	40° 35' 25'' kuzey - 30° 42' 55'' doğu
ADAPAZARI-G24-d2: 262800 – 4507220	40° 40' 45'' kuzey - 30° 11' 45'' doğu

Tablo 3. Düzce ovasını içine alan sahanın köşe koordinatları

Pafta No/UTM koordinatları	Coğrafi koordinatlar
ADAPAZARI-G25-b2: 328190 – 4538730	40° 58' 50'' kuzey - 30° 57' 40'' doğu
ADAPAZARI-G26-b1: 356640 – 4532440	40° 55' 40'' kuzey - 31° 17' 50'' doğu
ADAPAZARI-G26-d2: 351070 – 4507420	40° 42' 15'' kuzey - 31° 14' 35'' doğu
ADAPAZARI-G25-b3: 323070 – 4513960	40° 45' 20'' kuzey - 30° 54' 15'' doğu

5.1.5. Uydu İmajları

Çalışmada Adapazarı ovası için 1 pankromatik, 1 multispektral görüntü; Düzce ovası için 1 pankromatik, 1 multispektral görüntü kullanılmıştır. Bunların coğrafi köşe koordinatları Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir.

Her iki bölgeye ait multispektral görüntüler 21/6/2000 günü yerel saatle 09:06'da, pankromatik görüntüler ise 27/7/2000 günü 08:55'de çekilmiştir.

Bunlar ham görüntüler olmakla beraber, üzerlerinde, SPOT IV tarafından Level 1B olarak adlandırılan bazı düzeltmeler yapılmıştır. Level 1B işlemleri, imajdaki dahili geometrik sapmaları düzeltmek için tasarlanmıştır. Bunlar, uydunun konumundan kaynaklanan değişimler, panoramik etkiler, dünya yüzeyinin eğriliği, imaj çekimi sırasında dünyanın dönüşünden kaynaklanan etkilerdir (SPOT Image, İnternet web sayfaları).

Adapazarı ovasına ait multispektral ham görüntü Resim 2'de, Düzce ovasına ait multispektral ham görüntü ise Resim 3'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Adapazarı bölgesi uydu görüntüsünün coğrafi köşe koordinatları

Pankromatik	Multispektral
41° 05' 33" kuzey, 30° 10' 44" doğu	41° 06' 14" kuzey, 30° 08' 23" doğu
40° 59' 21" kuzey, 30° 53' 10" doğu	40° 58' 45" kuzey, 30° 51' 48" doğu
40° 34' 01" kuzey, 30° 00' 41" doğu	40° 34' 55" kuzey, 29° 56' 57" doğu
40° 27' 52" kuzey, 30° 42' 47" doğu	40° 27' 30" kuzey, 30° 40' 03" doğu

Tablo 5. Düzce bölgesi uydu görüntüsünün coğrafi köşe koordinatları

Pankromatik	Multispektral
41° 04' 48" kuzey, 30° 52' 43" doğu	41° 05' 27" kuzey, 30° 52' 00" doğu
40° 58' 25" kuzey, 31° 34' 38" doğu	40° 57' 24" kuzey, 31° 36' 58" doğu
40° 33' 19" kuzey, 30° 42' 20" doğu	40° 34' 12" kuzey, 30° 40' 13" doğu
40° 26' 59" kuzey, 31° 23' 56" doğu	40° 26' 14" kuzey, 31° 24' 51" doğu

6. ENVANTER ÇALIŞMALARI

6.1. Uydu Görüntülerinin Temini

Yukarıda bahsedildiği gibi, bu çalışmada Fransız SPOT IV uydusu tarafından çekilen imajlar kullanılmıştır. Ancak kavak plantasyonlarının

güncel durumunu tesbit edebilmek maksadıyla, eski yıllara ait arşiv görüntüleri yerine, projenin yürütüldüğü yıllar olan 1999 ve 2000 yıllarına ait görüntülerin temini yoluna gidilmiştir. Bu maksatla, firmanın Türkiye'deki temsilcisi ile temasa geçilerek, görüntüler bu yoldan özel siparişe elde edilmiştir.

Bu tür çalışmalarda arazi örtüsüne ait sınıflandırmaların esasen multispektral görüntülerde yapıldığı bilinmektedir. Ancak bunların çözünürlüğü genellikle pankromatik görüntülerden daha düşük olduğundan, sınıflandırmalar için, her iki görüntünün üst üste çakıştırılarak birleştirilmesi (**resolution merge** veya **fusion**) ile elde edilen birleşik görüntüler daha elverişli olmaktadır. Böylelikle elde edilen yeni görüntü, pankromatik görüntünün çözünürlüğüne sahip olmaktadır. Bu sayede de daha hassas bir sınıflandırma yapmak mümkün olmaktadır. Ancak böyle bir işlemin yararlı olabilmesi için, her iki görüntünün birbirinden hemen hemen hiç sapma göstermeden çakışması gerekir. Bu düşünceden hareketle, hem pankromatik, hem de multispektral görüntülerin alınması planlanmıştır.

Diğer taraftan, projeye göre, hem 1999 sonbahar ve hem de 2000 yılı ilkbahar görüntülerinin temini öngörülmüştür. Bundan maksat, sonbaharda bitki örtüsünde olan değişikliklerden yararlanarak, görüntülerde kavak dikili alanları daha kolay tanımak; aynı şekilde de ilkbaharda kavaklar yapraklanıp henüz tarla bitkileri ortaya çıkmadan kavaklıkları görüntülerde kolaylıkla ayırt edebilmektir.

Yorumlama ve sınıflandırmalarda kolaylık ve bütünlük sağlaması için, Adapazarı ve Düzce ovalarına ait görüntülerin aynı gün çekilmesi talep edilmiştir. SPOT IV'ün eğik görüşte (off nadir) çekim yapabilme yeteneği ve uydunun programlanmasıyla bu talep gerçekleşmiştir. Firmayla yapılan anlaşma uyarınca pankromatik görüntülerin aynı gün, multispektral görüntülerin bir başka tarihte yine aynı gün çekilmesi sağlanmıştır.

Görüntülerin çekim zamanı olarak, 1999 sonbaharı için Eylül ayının ikinci yarısından itibaren 1.5 aylık bir süre tanınmıştır. Böylelikle pankromatik görüntüler 26/9/1999'da, multispektral görüntüler 3/10/1999'da çekilmiş ve bir süre sonra teslim edilmiştir. Ancak bu görüntüler üzerinde yapılan incelemelerde, kavaklıklarla arazideki tarım bitkilerinin henüz büyük çapta benzerlik gösterdiği, kavaklıklarda beklenen renk değişikliğinin henüz oluşmadığı ve bu görüntülerde yapılacak sınıflandırmalarda büyük oranda karışmalar olacağı, dolayısıyla sağlıklı sonuç alınamayacağı anlaşılmıştır. Bu bakımdan sonbahar görüntüleri değerlendirme işlemlerinde kullanılmamıştır.

Bunun üzerine, 2000 ilkbahar görüntüleri hedeflenmiş ve 15 Nisan – 31 Mayıs arası dönemde görüntülerin çekilmesi istenmiştir. Ancak bu zaman zarfında bölgede meteorolojik şartların uygun gitmemesi sebebiyle, uydu tarafından tatminkar görüntüler alınamamıştır. Bu sebepten çekim zamanı

için belirlenen tarih sınırı uzatılmıştır. Neticede multispektral görüntüler 21/6/2000 tarihinde, pankromatik görüntüler 27/7/2000 tarihinde çekilmiştir.

Ham görüntüler üzerinde ve arazide yapılan incelemelerde, kavaklıkların bahar dönemi multispektral görüntülerde belirgin şekilde fark edilebildikleri anlaşılmıştır. Envanter çalışması bu görüntüler üzerinde yapılmıştır.

Bu bakımdan, yapılacak benzeri bir çalışmada, tercihan daha erken, nisanın ikinci yarısı - mayıs aylarına ait görüntüler daha yararlı olacaktır.

6.2. Ham Görüntülerin Kesilmesi

SPOT IV görüntüleri yer yüzünde 60 km × 80 km'ye kadar bir alanı kapladığından, önce her iki bölgeye ait görüntüler Tablo 4 ve Tablo 5'te dört köşesinin koordinatları verilen noktalardan kesilmiştir (**Subsetting**). Bundan amaç, rektifikasyon için daha küçük bir sahada çalışmak, daha küçük bir alana ait bir görüntüyü, daha doğru olarak rektifiye edebilmektir. Özellikle multispektral görüntülerde çözünürlük daha düşük olduğundan araziye ait detaylar belirginleşmemekte ve ormanla kaplı arazilerde rektifikasyon için kontrol noktası bulmak zorlaşmaktadır.

6.3. Geometrik Düzeltme (Rektifikasyon)

Bir uydu veya uçaktan uzaktan algılamayla elde edilmiş ham veri yer yüzünün düzensiz bir temsilidir. Yukarıda bahsedildiği gibi SPOT IV Level 1B verisi bir düzleme transforme edilmiştir; fakat istenen harita bilgisine (geocoding) kavuşturulmamıştır. İmajlar görsel olarak "düzlem" halinde olsa da, hem dünyanın küreselliği hem de kullanılan sensor tarafından çarpılmıştır. Bu bakımdan imajları, bir düzlem yüzeyinde temsil edebilmek, diğer imajlarla uyumlu ve bir haritayla bütünlük sağlamak üzere, geometrik olarak düzeltilmeleri gerekir. Bu işlemler bütünü, **rektifikasyon** olarak bilinir. Rektifikasyon, n'inci derece bir polinomial kullanılarak veriyi bir grid sisteminden başka bir grid sistemine transfer işlemidir (ERDAS Field Guide 1997, s. 307).

Rektifikasyon, mevcut haritalara göre veya aynı sahaya ait rektifiye edilmiş bir başka görüntüye göre yapılabilir. Haritaya göre rektifikasyon sırasında, görüntüler üzerinde belirli noktalar (**GCP: Ground Control Point - yer kontrol noktaları**) alınmakta, bunların koordinatları haritalardan okunarak bir dosyaya kaydedilmekte ve aşağıda belirtilen parametreler çerçevesinde işlem tamamlanarak, görüntünün tümünün harita koduna kavuşması sağlanmaktadır. Bir başka görüntüye göre rektifikasyonda ise, yer kontrol noktaları, rektifiye edilmiş görüntüden alınmaktadır.

Bu çalışmada rektifikasyon, şu parametrelere göre yapılmıştır:

Polinomial: 1. Derece (ERDAS Field Guide'a göre, yüksek bir RMS hatası görülmediği müddetçe, SPOT verisinde transformasyon derecesini yükseltmek tavsiye edilmemektedir. 1997, s. 315.).

Projeksiyon tipi: UTM

Harita birimi: metre

Sferoid: Modifiye edilmiş Mercury 1968

Datum: Modifiye edilmiş Mercury 1968

UTM zonu: 36. Gerek Adapazarı yöresi, gerekse Düzce yöresi bu dilimde kalmaktadır.

Pankromatik görüntüler 1:25.000 ölçekli memleket haritalarına göre, multispektral görüntüler ise pankromatiklere göre rektifiye edilmiştir. Yer kontrol noktaları olarak, daha çok tali yolların kesişme noktaları tercih edilmiştir. Görüntülerde bu tür noktaların belirgin hale gelmesi için, **Gaussian contrast** metodu ile kontrast arttırılmıştır. Multispektral görüntüler, bu kontrast düzeltmesinin yanında kırmızı=4, yeşil=2, mavi=2 band kombinasyonunda incelenmiştir.

Rektifikasyonda genellikle mükemmel bir transformasyon sağlanamamaktadır. Bu sebepten rektifikasyona esas olan koordinatlar (kaynak koordinatlar) ile dönüştürülme sonucu elde edilen koordinatlar arasında bir sapma vardır. Bunun rektifikasyondaki toplam miktarı **RMS (Root Mean Square)** hatası ile ölçülmektedir. RMS hatası, bir GCP'nin gerçek koordinatlarıyla, aynı noktanın transformasyonla hesaplanmış koordinatları arasındaki mesafedir. Bunun birimi veri dosyasının birimi ile aynıdır (ERDAS Field Guide 1997, s. 326).

Bu çalışmada, rektifikasyonda kullanılan nokta sayıları ile rektifikasyonun RMS hataları Tablo 6'da verilmiştir. Yapılan denemeler sonucu, bu tabloda görülen büyüklükte RMS hatalarının, yapılacak bir imaj birleştirme (resolution merge) için yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Bu sebepten bu aşamadan sonra yapılan çalışmalar tamamen multispektral görüntüler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Multispektral görüntülerin dört kenarından kesilmiş ve rektifiye edilmiş halleri Resim 4 ve Resim 5'te görülmektedir.

Tablo 6. Rektifikasyonda kullanılan nokta sayısı

Adapazarı ovası görüntülerinde	Pankromatik	Multispektral
GCP adedi	22	15
Toplam RMS hatası (piksel)	1.57	1.43
Düzce ovası görüntülerinde	Pankromatik	Multispektral
GCP adedi	27	11
Toplam RMS hatası (piksel)	1.55	1.53

6.4. Rektifiye Edilmiş Görüntülerin Kesilmesi

Daha önce belirtildiği gibi, melez kavaklar sadece sulanabilir nitelikte düz arazilerde yetiştirildiğinden, rektifiye edilmiş görüntüler ovaların etrafından çepeçevre kesilmiş, etraftaki meyilli ve dağlık araziler atılarak sadece ovalar ele alınmıştır. Böylelikle, bazı bölgelerde bitişik arazide yer alan ve çeşitli türlerden meydana gelen karışık yapraklı ormanların kavaklıklarla karışma olasılığı ortadan kaldırılmıştır.

Bu şekilde kesilmiş imajlar üzerinde önce ön sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar sonucu, Adapazarı görüntüsünde, ovanın kuzeyinde yer alan ve ovanın içine doğru uzanan dağ sırası üzerindeki Sahil Çamı (*Pinus pinaster*) plantasyonlarının kavaklıklarla karıştığı anlaşılmıştır. Diğer taraftan, yine bu ovadaki Mudurnu Çayı boyunca yer alan ve Dişbudak, Akçaağaç, Kızılağaç ile diğer yapraklı türlerden meydana gelen saf veya karışık meşcerelerin de büyük oranda kavaklıklarla karıştığı görülmüştür. Bu türlerin özellikle yaşlı meşcerelerinin, kavak plantasyonlarıyla daha çok karıştığı anlaşılmaktadır. Bunun üzerine her iki saha da görüntüden kesilerek sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Bu sebepten, Resim 5’de görüldüğü üzere, Adapazarı görüntüsü çok daha girintili – çıkıntılı bir şekilde kesilmiştir.

Düzce ovasında bu tür sorunlarla karşılaşmamıştır.

Ancak her iki ovada da, kavak plantasyonlarıyla karışmaya meyilli çok yıllık tarım bitkileri (özellikle fındık, bazı meyva ağaçları gibi), söğüt ve yer yer çevre ormanlarda yer alan yapraklı ağaç türleri bulunmaktadır.

Multispektral görüntülerin yukarıda belirtilen şekilde kesilmiş halleri Resim 6 ve Resim 7’de görülmektedir.

6.5. Arazi Çalışmaları ve Yorumlamalar

Görüntüler rektifiye edildikten sonra dikkatle incelenmiş ve yorumlama için araziye çıkılmıştır. Arazide, üzerinde görüntüler ve ERDAS IMAGINE yazılımı yüklü Notebook bilgisayar, 1:25.000 ölçekli memleket paftaları ve GPS kullanılmıştır. Arazide nispeten geniş alanlar kaplayan kavaklık, farklı renklerde bazı tarım ürünleri gibi arazi örtüsü tipleri görüntüler üzerinde bulunarak yorumlama çalışmaları sürdürülmüştür. Diğer taraftan görüntüler üzerinde ne olduğu bilinmeyen ve değişik renkler arz eden yerler arazide bulunarak, buraların arazi örtüsü yerinde görülmüştür. Bu sahaların yerinin belirlenmesinde zaman zaman GPS’den yararlanılmıştır.

6.6. Endekslerin Oluşturulması

Uydu görüntüleri üzerinde yapılan bitki örtüsü sınıflandırmalarında (ve maden aramalarında), multispektral görüntüde mevcut spektral bandların yanında, bunlardan yazılımlar vasıtasıyla belli hesaplamalarla türetilen ve **vejetasyon endeksi (vegetation indice)** denilen görüntü katmanlarından da yararlanılmaktadır. Vejetasyon endeksleri, bir tür “spektral zenginleştirilmiş” görüntülerdir. Bunlar, vejetasyon sınıfları arasındaki küçük farkları belirginleştirmekte, gölge etkisini azaltmaktadır (ERDAS Field Guide 1997, s.163). Endeks görüntüleri tek bantlıdır ve yalnız 8 bit (256) grilik tonu taşır.

ERDAS IMAGINE 8.3.1 yazılımı, SPOT görüntüleri üzerinden şu endeksleri oluşturabilmektedir:

IR/R (Infra red/Red): Band 3/band 2

SQRT(IR/R): Karekök (Band 3/band 2)

Vegetation Index: Band 3 – Band 2

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): $(\text{Band 3} - \text{band 2}) / (\text{Band 3} + \text{band 2})$

TNDVI: $\text{SQRT}((\text{Band 3} - \text{band 2}) / (\text{Band 3} + \text{band 2}) + 0.5)$

Bu çalışmada, **Stretch to unsigned 8 bit** seçeneği işaretli olarak tüm endeksler oluşturulmuş, ön sınıflandırma işlemleri çok katmanlı imajlar üzerinde yapılmıştır.

“8 bit contrast stretching” denilen bu uygulama ile, dar bir sahada toplanmış veri dosya değerleri 0 – 255 arasını dolduracak şekilde yayılır. Böylelikle imajın görülebilir kontrastı artırılır (ERDAS Field Guide 1997, s.133)

6.7. Katman Yığını (Layer Stack) Oluşturma

Her endeksin avantajından yararlanmak üzere, sınıflandırmalarda mevcut multispektral görüntünün istenen katmanları (bandları) ve oluşturulan endekslere ait katmanlar üst üste bir yığın (stack) haline getirilir. Bu işleme **katman yığını oluşturma** denir.

Bu çalışmada, sınıflandırma öncesi multispektral görüntünün 4 katmanı ve elde edilen endekslere ait 5 adet katman birleştirilmiş, sınıflandırma çalışmaları bu şekilde oluşmuş 9 katmanlı görüntüler üzerinde yapılmıştır.

6.8. Görüntülerin İncelenmesi ve Yorumlama

Sınıflandırma çalışmaları için, yukarıda da değinildiği gibi görüntüler kırmızı=4, yeşil=3, mavi=2 band kombinasyonunda incelenmiştir.

Bu band kombinasyonunda *I-214* kavaklarının koyu yeşil göründükleri anlaşılmıştır. Bitkilerin refleksiyon değerleri, yaprakların büyüklüğü, sıklığı ve duruş şekli, tacın yapısı ve yan dalların diziliş şekli, yaprakların, dalların, meyvaların ışıқта veya gölgede kalan kısımlarının oranı gibi morfolojik ve sosyolojik faktörlerden etkilenmektedir. Bu konuda, bitki topluluklarında türlerin terkibi ve yaşı, meşcerenin sıklığı gibi yapısal elemanlar da etkili olmaktadır (GARZA 1992, s.11). Burada da yaş, dikim sıklığı gibi faktörlere göre kavaklıkların farklı koyulukta yansıma değeri verdikleri ve özellikle yaşlı kavaklıkların daha koyu yeşil renkte göründükleri anlaşılmıştır. Diğer taraftan görüntülerin incelenmesi sırasında ve yapılan arazi kontrolleri sonucu, her iki ovada da *I-214*'ün yanında kavaklık tesisinde kullanılan diğer klonların (*I-77/51* ve *I-45/51* klonları) görüntülerde farklı yansıma değerleri verdiği ve açık yeşil renkleriyle ayırt edilebildikleri fark edilmiştir. Bunun üzerine kavak plantasyonlarının "*I-214*" ve "*diğer klonlar*" şeklinde sınıflandırılmalarına karar verilmiştir.

Görüntülerde yapraklı orman alanları açık yeşil – hâki, otlaklar hâki – açık kahverengi, ekili ancak henüz tam olarak bitki ile kaplanmamış tarlalar morun çeşitli tonlarında; göller, sığ sular, çok su bulunduran topraklar koyu maviden siyaha değişen tonlarda; akarsular açık mavi; yerleşim alanları, şantiyeler, açık alanlar pembe; fabrika - prefabrik yapı kurulu alanlar beyaz renklere görünmektedir.

Tarımsal alanlar olarak ele alınan sahalarda, mısır, tütün, kabak, buğday, şeker pancarı, çeltik gibi ürünler yer almaktadır. Bunlardan şeker pancarı, 4, 3, 2 band kombinasyonunda parlak yeşil renkte çok farklı bir yansıma vererek diğer çeşitlerden belirgin şekilde ayrılmıştır. Diğer taraftan çeltik tarlaları da, bulundurduğu yüksek oranda su sebebiyle, sulak alanlara benzer koyu mavi renkli bir yansıma değeriyle diğer tarım alanlarından ayrılmıştır (Resim 4 ve 5).

6.9. Sınıflandırma

Sınıflandırma (**klasifikasyon**), görüntüyü, arazide algılanan, ayırd edilebilen özelliklerine, arazi örtüsü tiplerine göre gruplara ayırmaktır. Bir bilgisayar sistemi sınıflandırma işlemini, spektral özelliklerine göre tanıyarak ve pikselleri matematik kriterlere göre ayırarak yapar (ERDAS Field Guide 1997, s. 213).

Sınıflandırma, **bilinçsiz (unsupervised)** ve **bilinçli (supervised)** sınıflandırma olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Bilinçsiz sınıflandırma, kullanıcı tarafından verilen sınıf adedi üzerinden bilgisayar tarafından yapılır. Daha sonra kullanıcı bu sahaları arazide kontrol ederek tanımlar ve isimlendirir.

Bilinçli sınıflandırma ise, kullanıcı tarafından görüntü üzerinde belirlenen ve arazide ne olduğu veya ne tip arazi örtüsünün yer aldığı bilinen örnek sahalardan, bilgisayar tarafından tanınıp, tüm görüntüde aranıp bulunmasıyla yapılır. Bu örnek alanlara **eğitim alanı (training area)** denmektedir.

Bilinçli sınıflandırma işlemleri için, önce örnek alanlar görüntü üzerinde belirlenir. Bu alanlar, çokgen saha, çizgi, hatta birkaç piksel büyüklüğünde olabilmektedir. Ancak örnek alanların bilgisayar tarafından tanınabilmesi için, nisbeten homojen onlarca pikselden meydana gelmesinde yarar vardır. Belirlenen örnek alanlar **ilgi alanı (Area of Interest – AOI)** denilen dosya türü olarak bilgisayara kaydedilir. Bilgisayar, sınıflandırmayı bu alanlara bakarak yapar.

Bu çalışmada bilinçli sınıflandırma metodu kullanılmıştır.

Sınıflandırma işlemlerinde,

None Parametric Rule: None,

Parametric Rule: Maximum Likelihood kullanılmıştır.

Parametrik kurallardan **maximum likelihood**, bir pikselin belirli bir sınıfa ait olduğu olasılığı esasına dayanır (ERDAS Field Guide 1997, s.250).

Sınıflandırma uygulamaları, bir imaj dosyasının mevcut katmanlarından seçilen istenen katmanlar üzerinden yapılabilmektedir. Böylelikle çok katmanlı bir dosyada, sınıflandırmada kullanılacak birçok katman kombinasyonu söz konusu olabilmektedir. Bu çalışmada sınıflandırma denemeleri için **katman yığını** olarak elde edilen 9 katmanlı imaj dosyası kullanılmıştır. Bu amaçla farklı katman kombinasyonları denenmiştir.

Sınıflandırma çalışmaları, daha küçük bir alanı kapladığı için önce Düzce bölgesinde yapılmıştır. Yapılan ön sınıflandırmalarda, “Asfalt” olarak belirlenen sahanın, tarımsal alanlarla büyük oranda karıştığı görülmüştür. “Açık alan” olarak belirlenen arazilerin ise, bir kısmının bazı tarım alanlarıyla, bir kısmının yerleşim bölgeleriyle karıştığı gözlenmiştir. Bu sebepten, bu araştırmanın amacı dışında kaldığından, Adapazarı yöresinde bu iki sınıf kullanılmamıştır.

Yine ilk sınıflandırmalar sonucu, esas çalışma konusunu teşkil eden sınıflardan, “Kavak” olarak belirlenen sahalarla, “Yapraklı” olarak belirlenen sahalardan karışma eğiliminde olduğu ve az da olsa yer yer karıştığı anlaşılmıştır. “Yapraklı” olarak belirlenen sahalardan, genellikle fındıklıklar, meyvalıklar, akarsu boylarında yer alan söğütler ve bitişik tabii ormanlarda yer alan ağaç türlerinin oluşturduğu irili ufaklı ağaçlıklardır. Bunlar yer yer kavaklıklarla yan yana bulunabilmektedir.

Sınıflandırma işleminde hangi katmanların kullanılacağına karar vermek için, eğitim alanı olarak belirlenen sahalardan görüntü ile

ilişkilendirilerek bunların katmanlardaki yansıma değerleri incelenmektedir. Bu değerler hangi katmanda birbirlerinden daha fazla ayrılmışsa, o katman veya katmanlar sınıflandırma için tercih edilmektedir (KOÇ 1997, s.95). Burada *I-214* klonu, diğer kavak klonları ve karışık yapraklı ağaçlıkların karışması söz konusu olduğundan, bu sınıfların bandlara göre yansıma değerleri incelenmiştir. Bu değerlere ait grafikler RESİMLER bölümünde Şekil 4 ve Şekil 5’de gösterilmiştir.

Şekillerde görüldüğü gibi, karışması muhtemel sınıflar en iyi IR/R ve SQRT(IR/R) katmanlarında birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Bu sebepten, sınıflandırmaların 1, 2, 3, 4 nolu orijinal bandlar ile, bunlara ilave edilmiş IR/R ve SQRT(IR/R) band kombinasyonunda yapılmasına karar verilmiştir.

Sınıflandırmalar için, Tablo 7’de görülen isimlerle Adapazarı ovasında 32, Düzce ovasında 36 eğitim alanı (AOI) belirlenmiş ve görüntüler bu tip araziler (veya arazi örtüleri) olarak sınıflandırılmıştır.

Bu tabloda “Kavak” isimli sınıflar *I-214* klonuna aittir. “Diğer klon” olarak belirlenen sınıflar ise “*Samsun*” (*I-77/51*) ve *I-45/51* klonlarına aittir.

Farklı yansıma değerleri sebebiyle, *I-214* kavağı için Adapazarı bölgesinde 7 adet, Düzce bölgesinde 5 adet eğitim alanı belirlenmiştir. Diğer klonlar için ise, her iki bölgede ikişer adet eğitim alanı kullanılmıştır.

Diğer arazi sınıfları, otlak, tarım, yapraklı (ağaçlık alan, orman), yerleşim alanları, sulak alanlar (göl, durgun su, akarsu, sazlık), açık alanlar, fabrika-prefabrik sahaları, asfalt yollar şeklindedir. Yine farklı yansıma değerleri sebebiyle eğitim alanı olarak birkaç çeşit otlak, tarım alanı, karışık yapraklı alan, açık alan, durgun su, akarsu, göl, sazlık ele alınmıştır.

Tablo 7’de görülen sınıflar üzerinden yapılan sınıflandırmalara göre, Adapazarı ve Düzce ovalarında her sınıf arazinin belirlenen alanları ha olarak aynı tabloda verilmiştir.

6.10. Yeniden Kodlama (Recoding) ve Sınıfların Birleştirilmesi

Sınıflandırmalarda genellikle çok miktarda sınıf esas alınmakla beraber, bunlardan bazıları tek bir ana başlık altında birleştirilebilecek nitelikte olmaktadır. Böylelikle sınıf sayısı azaltılmakta ve bu sayede sınıfların görüntü veya harita üzerinde görülebilirliği kolaylaşmaktadır. Sınıfların birleştirilmesi **Recoding (yeniden kodlama)** denilen işlemle yapılmaktadır.

Bu çalışmada da, yukarıda değinildiği gibi sınıflandırma aşamasında, aynı başlık altında toplanabilecek “Kavak”, “Tarım”, “Yapraklı” vs gibi sınıflardan kendi içlerinde bir kaç tane kullanılmıştır. Bu bakımdan, Adapazarı bölgesinde 7, Düzce bölgesinde 5 adet “Kavak” sınıfı birleştirilerek “Kavak (*I-214*)” sınıfında, 2’şer adet “Diğer klon”

birleştirilerek “Kavak (*Diğer klonlar*)” sınıfında toplanmıştır. Bunlara benzer şekilde, otlak, tarım, yapraklı, açık alan, akarsu, durgun su, göl, sazlık gibi birden fazla sınıflarda yer alan arazi tipleri de birleştirilerek tek bir sınıf haline getirilmiştir. Böylelikle Adapazarı'nın sınıflandırılmış görüntüsü 9 sınıfa, Düzce'nin sınıflandırılmış görüntüsü ise 12 sınıfa indirilmiştir (Tablo 8).

Bu şekilde oluşturulan birleştirilmiş sınıflar üzerinden yapılan yeniden kodlama işlemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 8'de, görüntüler ise Resim 8 ve Resim 9'da verilmiştir. Ancak yeniden kodlama işlemi sonucu bulunan sınıf alanları, esas sınıflandırma ile bulunan alanlardan küçük farklar gösterebilmektedir.

6.11. Doğruluk Denetimi (Accuracy Assesment)

Doğruluk denetimi, daha az sınıfı ihtiva etmesi sebebiyle yeniden kodlama sonucu elde edilmiş olan birleştirilmiş sınıflar görüntüsü üzerinde yapılmaktadır.

Genel anlamıyla **doğruluk denetimi**, sınıflandırma işleminin doğru olup olmadığına karar vermek maksadıyla sınıflandırma sonuçlarını coğrafi verilerle karşılaştırmaktır. Genellikle “doğru” sayılıp sayılmama, yer kontrol noktalarından elde edilir. Sınıflanmış görüntüdeki her pikselin yerde kontrolü tabii ki pratik değildir. Bunun için sınıflandırılmış görüntü üzerine bilgisayar programı vasıtasıyla noktalar atılarak, bunların gerek sınıflandırılmış görüntü üzerinde ve gerekse arazide ait oldukları sınıfların ne olduğuna bakılır.

Görüntü üzerinde noktalar sistematik olarak belli aralık - mesafede atılabileceği gibi, rasgele de atılabilir. Rasgele nokta atılmasında, “tam rasgelelik” kullanılabilir veya “her sınıfa belli adette nokta isabet etmesi” yolu seçilebilmektedir. Ancak sistematik nokta atılmasında veya tam rasgele nokta atılmasında her sınıfa farklı sayıda nokta isabet etmekte, bazılarında ise hiç rasgelmeyebilmektedir. Bu çalışmada doğruluk denetiminde ikinci yol izlenmekle beraber, Adapazarı görüntüsünde her sınıfa 12 ile 18 arasında nokta, Düzce görüntüsünde ise her sınıfa 15 nokta isabet etmesi öngörülmüştür.

Sınıflara istenen sayıda nokta atılması öngörülmekle beraber, bazı noktaların sınıflandırılmış görüntü üzerinde bilgisayarın attığını varsaydığı sınıfa düşmediği görülür. Buradaki uygunluğa **işlem doğruluğu (producers accuracy)** denir. Doğruluk denetimi için bilgisayarın görüntü üzerinde attığını varsaydığı sınıfa düşen noktalar, arazide bulunarak, yer aldıkları sınıfa bakılır. Bu amaçla bazı sınıflar için, sınıflandırılmamış görüntü ve haritalardan da yararlanılabilir. Mesela akarsu, göl veya yerleşim bölgesi

Tablo 7. Sınıflandırmalarda kullanılan eğitim alanları ve bunların sınıflandırma sonucu görüntülerde belirlenen miktarları

ADAPAZARI ovası için kullanılan sınıflar (AOI)	Belirlenen alan (ha)	DÜZCE ovası için kullanılan sınıflar (AOI)	Belirlenen alan (ha)
Kavak 1	696	Kavak 1	159
Kavak 2	453	Kavak 2	467
Kavak 3	789	Kavak 3	1810
Kavak 4	4106	Kavak 4	391
Kavak 5	484	Kavak 5	576
Diğer klon 1 (Samsun vs.)	263	Diğer klon 1 (Samsun vs.)	39
Diğer klon 2	77	Diğer klon 2	64
Otlak 1	754	Otlak 1	393
Otlak 2	256	Otlak 2	78
Otlak 3	3373	Otlak 3	1504
Tarım 1 (Şeker pancarı)	3964	Otlak 4	208
Tarım 2 (Mısır vs)	5297	Otlak 5	4483
Tarım 3	3125	Tarım 1 (Şeker pancarı)	128
Tarım 4	9622	Tarım 2 (Çeltik 1)	29
Tarım 5	4145	Tarım 3 (Çeltik 2)	1526
Tarım 6	338	Tarım 4 (Mısır)	620
Tarım 7	5116	Tarım 5	205
Tarım 8	90	Tarım 6	279
Tarım 9	1461	Tarım 7	1574
Yapraklı 1	221	Tarım 8	3349
Yapraklı 2	190	Yapraklı 1	2465
Yapraklı 3	198	Yapraklı 2	608
Yapraklı 4	8098	Yapraklı 3	379
Yapraklı 5	770	Yapraklı 4	61
Yapraklı 6	635	Açık alan 1	61
Yapraklı 7	64	Açık alan 2	81
Yerleşim	4482	Açık alan 3 (Şantiye)	589
Fabrika, prefabrik	169	Yerleşim	4066
Durgun su 1	114	Fabrika, prefabrik	33
Durgun su 2	439	Göl 1	69
Akarsu 1	174	Göl 2	13
Akarsu 2	167	Akarsu	28
		Sazlık 1	337
		Sazlık 2	114
		Asfalt	862
		Yapraklı 5 (Söğüt vs.)	2092
TOPLAM ALAN	60128	TOPLAM ALAN	29738

Tablo 8. Birleştirilmiş sınıflar ve alanları

ADAPAZARI		DÜZCE	
Sınıf Adı	Alanı (ha)	Sınıf Adı	Alanı (ha)
Kavak (I-214)	6529	Kavak (I-214)	3403
Kavak (Diğer klonlar)	340	Kavak (Diğer klonlar)	103
Karışık yapraklı	10178	Karışık yapraklı	5609
Otlak	4382	Otlak	6672
Tarım	33157	Tarım	7714
		Açık alan	732
Yerleşim	4482	Yerleşim	4072
Fabrika, Prefabrik	169	Fabrika, Prefabrik	33
Göl (Durgun su)	553	Göl	82
Akarsu	341	Akarsu	28
		Sazlık	452
		Asfalt	864
TOPLAM	60131	TOPLAM	29765

gibi sınıflara düştüğü varsayılan noktaların gerçekten bu sınıflara ait olup olmadığının doğruluğu, arazide kontrol edilmeden anlaşılabilir. Buradaki uygunluğa da **kullanıcı doğruluğu (users accuracy)** denir.

Doğruluk denetimi için, noktaların atıldığı varsayılan sınıfların numaraları bu amaçla bilgisayar tarafından oluşturulan tablonun “sınıf (class)” sütununda yer alır. Bunların sınıflandırılmış görüntüde yer aldıkları sınıfların numaraları ise “referans” sütununda yer alır. Atılan noktalar gözden geçirilerek, referans sütununda belirtilen sınıf numaraları ile görüntüde yer aldıkları sınıf numaraları karşılaştırılır. Bilgisayarın attığını varsaydığı sınıfa düşmeyen (sınıf numarası ile referans numarası aynı olmayan) sınıf numaralarına dokunulmaz. Aynı olan sınıflar ise arazide (veya yukarıda açıklandığı durumlarda sınıflandırılmamış görüntü üzerinde) bulunarak yer aldıkları sınıflara bakılır; doğru ise sınıf numaraları aynen bırakılır, yanlış ise gerçek sınıf numaraları yazılır. Bu tablonun bilgisayar programı tarafından değerlendirilmesiyle doğruluk denetimine ait **sınıflandırma doğruluk denetimi raporu (Classification accuracy assesment report)** alınır.

Bu raporda, her sınıfa atılan nokta adedi “Sınıflandırılan nokta sayısı” sütununda; referans noktası adedi “Referans adedi” sütununda; “referans sınıf noları”, “sınıf noları” ile aynı olan nokta adedi ise “Doğru nokta sayısı” sütunlarında verilmiştir. Ayrıca bu raporda her sınıf için sınıflandırmadaki doğruluğun yüzdesi “işlem doğruluğu” ve “kullanıcı doğruluğu” olarak görülebileceği gibi, genel doğruluğun yüzdesi de görülebilir.

Sınıflandırma doğruluk denetimi raporları Tablo 9 ve Tablo 10'da verilmiştir. Tabloların ilk sütunlarında sınıf adları, ikinci sütunlarda sınıflandırılan nokta sayısı, 3. sütunlarda referans adetleri, 4. sütunlarda doğru nokta sayısı, 5. sütunda işlem doğruluğu oranı (%) ve son sütunda kullanıcı doğruluğu oranı (%) görülmektedir. Tablolarda görüleceği üzere, Adapazarı ovasında *I-214* kavakları %87.5, *diğer klonlar* %91.67; Düzce ovasında ise *I-214* kavakları %80.0, *diğer klonlar* %80.0 kullanıcı doğruluğunda belirlenebilmiştir. Genel doğruluklar ise Adapazarı yöresinde %77.78, Düzce yöresinde %73.61 olmuştur. Düzce bölgesinde genel doğruluğun düşüklüğü, özellikle asfalt, açık alanlar, sazlık ve yerleşim alanlarındaki doğrulukların düşüklüğünden kaynaklanmaktadır. Ancak bu çalışmada önemli olan kavak alanlarının belirlenmesindeki doğruluktur.

Diğer taraftan bir kere daha vurgulamak gerekirse, bu belirlemeler; 1, 2, 3, 4 nolu orijinal bandlar ile, bunlara ilave edilmiş IR/R ve SQRT(IR/R) band kombinasyonunda yapılmıştır.

7. ELDE EDİLEN BULGULAR, SONUÇ ve TARTIŞMA

Tablo 7'deki sınıflar dikkate alınarak yapılan sınıflandırmalara göre, Adapazarı ve Düzce ovalarında 2000 yılında belirtilen arazi sınıflarının işgal ettikleri alanlar aynı tabloda verilmiştir. Tablo 7'deki benzer sınıfların birleştirilmiş hali Tablo 8'de verilmiştir. Tablonun en alt satırında görüldüğü gibi, sınıflandırmaya konu sahaların toplam alanı Adapazarı ovasında 60128 ha, Düzce ovasında 29738 ha'dır.

Kavak plantasyonlarında, *I-214* kavakları diğer klonlardan ayrılabilir. Yine Tablo 8 incelendiğinde, 2000 yılında:

Adapazarı ovasında: 6529 ha *I-214*, 340 ha *diğer klonlar*,

Düzce ovasında : 3403 ha *I-214*, 103 ha *diğer klonlar* dikili olduğu görülmektedir.

Bunların tek parça olarak büyüklüğü Adapazarı ovasında *I-214*'lerde 164.7 ha, *diğer klon*'larda 8.4 ha; Düzce ovasında *I-214*'lerde 58.1 ha, *diğer klon*'larda 8.7 ha'ı bulmaktadır.

Proje çalışmaları sırasında, edinilen bilgilere göre, uydu görüntüleri ile yapılacak kavak alanları ile ilgili envanter çalışmalarında şu hususlara dikkat edilmelidir.

7.1. Görüntü Çekim Zamanı ve Görüntülerin Temini

Uydu görüntülerinden yararlanılarak yapılacak güncel bir envanter için, tabii ki envanterin yapılacağı yıl, belli bir mevsimde ve tarih olarak belli bir zaman aralığında çekilmiş görüntülerin kullanılması gerekir.

Tablo 9. Adapazarı bölgesi doğruluk denetimi raporu

Sınıf Adı	Sınıflandırılan nokta sayısı	Referans Adedi	Doğru nokta sayısı	İşlem doğruluğu (%)	Kullanıcı doğruluğu (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(4/3)	(4/2)
Kavak (I-214)	16	18	14	77.78	87.50
Kavak (Diğer klonlar)	12	11	11	100.00	91.67
Karışık yapraklılar	17	15	10	66.67	58.82
Otlaklar	13	12	10	83.33	76.92
Tarım ürünleri	18	31	15	48.39	83.33
Yerleşim alanları	15	9	9	100.00	60.00
Fabrika, prefabrik alanı	15	15	15	100.00	100.00
Göl (Durgun su)	15	13	11	84.62	73.33
Akarsu	14	11	10	90.91	71.43
Toplam	135	135	105		
GENEL DOĞRULUK ORANI (%)					77.78

Tablo 10. Düzce bölgesi doğruluk denetimi raporu

Sınıf adı	Sınıflandırılan nokta sayısı	Referans Adedi	Doğru nokta sayısı	İşlem doğruluğu (%)	Kullanıcı doğruluğu (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(4/3)	(4/2)
Kavak (I-214)	15	13	12	92.31	80.00
Kavak (Diğer klonlar)	15	12	12	100.00	80.00
Karışık yapraklılar	15	22	11	50.00	73.33
Otlak	15	17	9	52.94	60.00
Tarım ürünleri	15	33	10	30.30	66.67
Açık alanlar	15	11	6	54.55	40.00
Yerleşim alanları	15	22	6	27.27	40.00
Fabrika, prefabrik alanı	15	12	12	100.00	80.00
Göl	15	11	9	81.82	60.00
Akarsu	15	15	12	80.00	80.00
Sazlık	15	8	6	75.00	40.00
Asfalt	15	4	3	75.00	20.00
Toplam	180	180	10694		
GENEL DOĞRULUK ORANI (%)					73.61

Etraftaki tarla bitkileriyle karışmayı önleyecek sağlıklı bir sınıflandırma için, sonbahar ve ilkbahar olarak iki mevsim akla gelmektedir. Bundan maksat, uydu görüntülerinin ya kavakların yapraklarını dökmeye yüz tuttuğu Ekim sonu-Kasım başlarında, veya yapraklanmanın henüz tamamlandığı Nisan sonu - Mayıs başlarında, diğer bir ifadeyle vejetasyon mevsimi sonu veya başında alınmasıdır. Vejetasyon sonundaki zaman aralığı kısadır. Diğer taraftan, aynı günlerde tarla bitkileri de aynı yansıma değerlerini verebilir. Nitekim bu çalışmada Ekim başlarının henüz erken olduğu görülmüştür. Buna karşılık ilkbahar başlangıcı çok daha elverişli bulunmuştur. Zira kavaklarda vejetasyon başlamış olmasına rağmen, (tahıllar hariç) tarla bitkileri henüz çimlenmemiş veya toprak yüzeyini kaplamamıştır. Yine bu çalışmada görüntüler 21 Haziranın ikinci yarısında alınmış olmasına rağmen, kavaklıklar tarla bitkilerinin ekili olduğu arazilerden belirgin şekilde ayrılabilmiştir.

Diğer taraftan, görüntülerin istenilen zaman diliminde çekilebilmesi mümkün olmayabilmektedir. Bunun sebebi kötü veya kapalı hava halleri olmaktadır. Türkiye gibi güneşli ülkelerde bile ilkbaharda mesela Doğu Marmara - Batı Karadeniz bölgelerinde günlerce bulutlu havalar sürebilmektedir. Bunun yanında, vejetasyon mevsimi başlangıcının yıldan yıla birkaç haftayı bulabilen değişimi de dikkate alınmalıdır.

Yaz ortasında alınmış bir görüntünün ise uygun olmayacağı anlaşılmaktadır.

7.2. Görüntü Çözünürlüğü

Ülkemizde genellikle halk ve küçük çiftçi tarafından yetiştirilen kavaklar, gerek ticari gerekse kişisel ihtiyaçlarda kullanılmak üzere, sulama imkanı bulunan, yetişme ortamının elverdiği rasgele yerlere dikilmektedir. Bunlar tek-tek ağaçlar, birkaç ağaçlık küçük gruplar, sıralar veya birkaç hektarı bulan alanlar halinde olabilmektedir. Sıra kavaklıkları genellikle tarla kenarlarında veya tarlalara bitişik akarsu boylarında görülmektedir.

Ancak bilindiği gibi uydu görüntülerinin çözünürlükleri uydudan uyduya değişmekte ve km'lerden başlayarak m'lere kadar inmektedir. Bir sınıflandırma ve alan belirleme çalışmasında tabii ki görüntünün yüksek çözünürlükte olması tercih sebebidir. Yer yüzünde küçük alanlar kaplayan arazi örtülerinin belirlenmesinde bu önem daha da artmaktadır.

Tam olarak bir piksel içinde yer almak şartıyla en az 400 m² (bir piksele kısmen oturma olasılığında en az 1600 m²) alan işgal eden ağaçlardan meydana gelen bir kavaklık, bitişikindeki arazi örtüsü ile karışmadığı müddetçe SPOT Xi görüntülerinde kolaylıkla görülebildiği halde, tek ağaçlar, tek sıradan meydana gelen sıra kavaklıkları veya daha küçük alan işgal eden gruplar belirlenmemektedir. Yetişkin ve tek halde

büyümüş bir melez kavağın tepe çapı 7-8 m'yi bulabilmektedir. Bu bakımdan, tek ağaçlar veya tek sıradan oluşan sıravari kavaklıkların uydu görüntülerinde sağlıklı olarak belirlenebilmesi için, kullanılacak görüntü çözünürlüğünün 5m× 5m'lere inmiş olması gerekmektedir. Nitekim 1996 yılında Türk-İtalyan ortaklığı ile AGM tarafından yürütülen "Türkiye'de Kavakçılığı Geliştirme Projesi" çerçevesinde, Konya – Ereğli'si civarında 14870 ha'lık bir alanda, kavak dikili alanlar ve bu alanlardaki kavak odunu hacminin Landsat TM uydusu görüntülerinden yararlanılarak belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, 30m×30m çözünürlüklü Landsat TM görüntüsünün uygun olmadığı ifade edilmiştir (DELLI, 1998, s.8).

7.3. Sınıflandırma

Bilindiği gibi yer yüzündeki farklı bitki ve arazi örtüleri, uzaya farklı dalga boylarında yansıma ışınları (reflektans) vermekte, bu değerlerin belli dalga boylarını kapsayan kısımları da uydular tarafından algılanarak sayısal değerlere çevrilerek yer istasyonlarına gönderilmektedir. Elektromanyetik spektrumun farklı "band" veya "kanal"larına ait bu değerler, bilgisayar ekranında farklı renklerde görünmektedir. Bu bandların görüntüsü tek tek veya müştereken ekranda gözle incelenerek foto-yorumlamaya benzer bir çalışmayla yerdeki bitki ve arazi örtüsü tanınabilmektedir. Ancak bu durum, her ayrı tür bitki örtüsünün, ayrı bir yansıma değeri vereceği anlamını taşımamaktadır. Bazı bitkiler çok farklı ve kendine özgü, görüntüde ayırt edilebilir bir yansıma (renk) verdikleri halde, bazılarının yansıma değerleri birbirlerine benzer olmaktadır. Bu durum da, bazı tür bitkilerin yapılan bir sınıflandırmada diğerleriyle karışmasına ve birbirlerinden ayırt edilememesine sebep olmaktadır. Mesela kavaklıklar, orman sahaları, bir çok yapraklı ağaç ve ağaççık, hatta iğne yapraklı ağaç türüyle karışabilmektedir. Bunun önüne geçmenin yegâne yolu, mümkünse bu sahaları görüntüden keserek sınıflandırma dışı bırakmaktır.

Ancak bu her zaman mümkün olmamakta ve uydu görüntülerinde kavak alanlarını belirlemede sorun bu uygulamayla tamamen çözülememektedir. Tarım arazilerinde mevcut irili ufaklı fındıklık, mevvalık ve diğer bazı ağaçlıklar da kavaklıklarla karışabilmektedir. Bu durum, bu tür bitkilerin kavaklarla aşağı yukarı aynı zamanda uyanmasından ve kavaklıklara yakın yansıma değerleri vermesinden ileri gelmektedir. Bu bakımdan, tarla bitkilerinin henüz tam olarak ortaya çıkmadığı vejetasyon mevsiminin başlangıcı gibi uygun bir zamanda çekilmiş olsa bile, bu sahalar bilgisayar tarafından "kavaklık" olarak sınıflandırılabilir. Mesela "Türkiye'de Kavakçılığı Geliştirme Projesi"nde Nisan ve Ekim aylarına ait multispektral görüntüler birleştirilerek kullanılmış olmasına rağmen,

bölgedeki meyvalıkların kavaklıklarla karıştığı ifade edilmiştir (DELLI, 1998, s. 8). Bu çalışmada da aynı durumla karşılaşmıştır. Ancak bölgede bu tür vejetasyon örtüsünün küçük sahalar halinde oluşu ve fazla yaygın olmayışı sınıflandırmadaki doğruluğu yeterli düzeyin altına düşürmemiştir.

Türkiye'nin diğer taraflarında yapılacak benzer çalışmalarda, narenciye bahçeleri, üzüm bağları, zeytinlik gibi çok yıllık tarım bitkileri sorun çıkarabilecektir.

7.4. Farklı Tür ve Klonlar

Bu çalışmadan elde edilen bilgilere göre uydu görüntülerinde, farklı kavak klonlar belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, Adapazarı ve Düzce ovalarında yaygın şekilde yetiştirilen *I-214* klonunun, *I-77/51* ve *I-45/51* klonlarından farklı bir yansıma verdiği ve görüntülerde oldukça yüksek bir doğrulukla ayrılabilceği anlaşılmıştır. Ancak ülkemizde özellikle İç , Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da kültürü yapılan başka kavak tür ve klonları (özellikle Karakavak klonları) mevcuttur. Farklı bölgelerde yapılacak benzeri çalışmalarda bu konu üzerine durulmalı görüntülerde tür ve klonlar ayırd edilmeye çalışılmalıdır.

8. ODUN HACMINİN TAHMİNİ

BİRLER'e göre (1985, s.86 ve 91), birinci sınıf yetiştirme muhitlerinde 5×5 m aralık mesafe ile dikilmiş 10 yaşında bir *I-214* kavaklığında ha'da 460 m³ ağaç hacmi (dallar dahil), 46 m³ yıllık ortalama artım vardır. İkinci sınıf yetiştirme muhitlerinde ise bu miktarlar 328 m³ ve 33 m³leri bulmaktadır.

Tüm sahalardaki kavaklıkların 5×5 m aralık mesafede dikilmiş 10 yaşında *I-214* kavakları olduğu ve tamamının birinci sınıf yetiştirme muhitlerinde yer aldığı varsayılırsa, 2000 yılı tesbitlerine göre,

Adapazarı ovasında:

$6869 \times 460 = 3159740$ m³ servet, $6869 \times 46 = 315974$ yıllık ortalama artım;

Düzce ovasında ise:

$3506 \times 460 = 1612760$ m³ servet, $3506 \times 46 = 161276$ m³ yıllık ortalama artım olduğu söylenebilir.

Kavak dikili alanların tamamının ikinci sınıf yetiştirme muhitlerinde bulunduğu varsayılırsa, bu miktarlar:

Adapazarı ovasında:

$6869 \times 328 = 2253032$ m³ servet, $6869 \times 33 = 226677$ m³ yıllık ortalama artım;

Düzce ovasında ise:

$3506 \times 328 = 1149968$ m³ servet, $3506 \times 33 = 115698$ m³ yıllık ortalama artım olarak tahmin edilebilir.

ÖZET

Türkiye’de kavakçılık, özel mülkiyete ait arazilerde halk tarafından ve özel ormancılık mahiyetinde yapılmaktadır. Bu maksatla daha çok melez kavaklar kullanılmaktadır. Ancak ne kadar alanda kavakçılık yapıldığı, ne miktarda kavak odunu üretildiği ve potansiyel alanların büyüklüğü somut olarak bilinmemektedir. Bu çalışma ile, daha kapsamlı bir çalışmaya da örnek teşkil etmek üzere, uydu görüntülerinden yararlanılarak bir kavak alanları envanteri yapılmak istenmiş, bu amaçla melez kavakların oldukça yaygın olarak yetiştirildiği Adapazarı ve Düzce ovaları seçilmiştir.

Uydu görüntüsü olarak, pankromatik ve multispektral SPOT Xi verisi satın alınmıştır. Özel sipariş ile temin edilen görüntülerden multispektraller, 21/6/2000 günü yerel saatle saat 9:06’da çekilmiştir. Çalışmalarda, Adapazarı ve Düzce ovalarını kapsayan iki çerçeve kullanılmıştır.

Görüntü işleme yazılımı olarak ERDAS Imagine Professional 8.3.1 kullanılmıştır. Görüntüler, önce ovaların kenarlarına kadar dikdörtgen şeklinde kesilmiş, daha sonra rektifiye edilmiştir. Önce pankromatik görüntüler, daha sonra bunlara göre multispektral görüntüler rektifiye edilmiştir. Rektifikasyonda 1. Derece polinomial kullanılmış ve yaklaşık 1.5 piksel genel RMS hatasına inilmiştir.

Envanter konusu alanlar sadece ovalar (düz alanlar) olduğundan, her iki bölgeye ait görüntüler de kenarlarındaki eğimli ve dağlık sahaları dışarıda bırakmak üzere poligon şeklinde tekrar kesilmiştir. Böylelikle kavaklıkların, bitişik ormanlık arazilerde yer alan yapraklı karışık ormanlarla muhtemel karışmasının önüne geçilmiştir. Ancak Adapazarı ovasında Mudurnu Çayı boyunda düz alanda da böyle meşcereler (Batak Ormanı) yer aldığından, bu saha da kesilerek çalışma alanı dışında bırakılmıştır.

Görüntüler, R (kırmızı) = 4, G (yeşil) = 3 ve B (mavi) = 2 band kombinasyonunda gözle incelenmiştir. Yapılan incelemelerde ve arazide yapılan kontrollarda, kavak dikili alanların görüntüde oldukça belirgin şekilde ayırd edilebildiği anlaşılmıştır. Diğer taraftan, *P. X euramericana I-214* kavaklıklarının, bölgede az miktarda da olsa yer alan *P. X euramericana I-45/51* ve “Samsun” adıyla bilinen *Populus deltoides I-77/51* klonlarından ayrıldığı dikkat çekmiştir. Bunun üzerine yapılan sınıflandırmalarda “I-214” ve “Diğer klonlar” şeklinde iki ayrı tip kavak alanı ayırt edilmeye çalışılmıştır.

Sınıflandırmalar için Adapazarı bölgesinde 32, Düzce bölgesinde 36 eğitim alanı (AOI) belirlenmiştir. 5 adet vejetasyon endeksi türetilerek bunlar multispektral görüntünün 4 katmanına ilave edilmiş ve elde edilen 9 katmanlı görüntü üzerinde değişik kombinasyonlarda sınıflandırmalar denenmiştir. Bunlara göre, I-214 kavaklıkları ile yer yer ovalarda görülen

yapraklı karışık orman ağacı türlerinin ve her iki ovada da bulunan fındıklıkların karışma eğiliminde olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, sınıflandırmalarda, multispektral görüntünün 4 katmanına IR/R ve SQRT(IR/R) vejetasyon endeksinin ilavesiyle elde edilen 6 katmanlı kombinasyon kullanılmıştır. Buna, kavak alanları ile yapraklı karışık alanların, yansıma grafiklerinde en iyi bu kombinasyonda ayrılabilirdiğinin anlaşılması üzerine karar verilmiştir.

Sınıflandırmaya konu sahaların toplam alanı Adapazarı ovasında 60128 ha, Düzce ovasında 29738 ha hesaplanmıştır. Bu şekilde yapılan sınıflandırmalara göre:

Adapazarı ovasında: 6529 ha *I-214*, 340 ha *diğer klonlar*;

Düzce ovasında : 3403 ha *I-214*, 103 ha *diğer klonlar* dikili

olduğu tesbit edilmiştir. Bunların dikili olduğu sahaların büyüklüğü birkaç ağaçlık gruplardan, Adapazarı ovasında *I-214*'lerde 164.7 ha, *diğer klon*'larda 8.4 ha; Düzce ovasında *I-214*'lerde 58.1 ha, *diğer klon*'larda 8.7 ha'a kadar değişmektedir.

Yapılan doğruluk denetimleri sonucu bu tesbitlerin,

Adapazarı ovasında:

I-214'te: %77.78 işlem, %87.50 kullanıcı doğruluğunda,

Diğer klonlarda: %100.00 işlem, %91.67 kullanıcı doğruluğunda;

Düzce ovasında:

I-214'te: %92.31 işlem, %80.00 kullanıcı doğruluğunda,

Diğer klonlarda: %100.00 işlem, %80.00 kullanıcı doğruluğunda;

olduğu anlaşılmıştır.

Diğer taraftan, yapılacak benzeri bir çalışmada, biraz daha erken, tercihan mayıs ayında alınacak görüntülerin daha yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

SUMMARY

Poplar growing is carried out by small farmers in Turkey in their private field. Usually hybrid poplar clones are planted, mostly *P. X euramericana I-214*. Some others are also used (*Populus deltoides I-77/51* and *P. X euramericana I-45/51*). The potential areas for poplar growing, the area and location of existing poplar plantations and amount of wood produced are not known. This study was implemented to investigate methods of inventory for areas planted with poplar, using satellite data. For this purpose, the Adapazarı and Düzce plains, where hybrid poplar plantations are quite extensive, were selected. The intention was that this study should be a model for more extensive work.

Panchromatic and multispectral SPOT Xi images were purchased as satellite data. The images were acquired on 21/6/2000. For each plain, a single image (scene) was used.

For image processing, ERDAS Imagine Professional 8.3.1 was used. The images were first subsetting in the shapes of rectangles to decrease the areas of study, then rectified. First the panchromatic images were rectified to maps, then the multispectral images were rectified fit them. The total RMS errors were about 1.5 pixels for each image.

After rectification, to exclude the mountainous and sloping areas, which exist round both the plains, the images were subsetting a further time in the shape of polygons. This was to prevent the possibility of stands of other broadleaved trees being confused with poplar plantations.

The images are studied in a Red=4, Green=3, Blue=2 band combination. The poplar plantations can be distinguished quite easily by eye. However, other poplar clones, like *I-77/51* (known as “*Samsun*” in Turkey) and *I-45/51* can be identified in images. So, poplar plantations were classified as (“*I-214*” and “*other clones*”) in images.

To classify the images, 32 training areas (as Areas of Interest) in the Adapazari region and 36 in the Düzce region were identified. 5 vegetation indices (NDVI, IR/R, SQRT(IR/R), TNDVI and VI) were produced. These layers were added to Xi data and so, images with 9 layers were obtained. These images were used for inventory purposes. In several pre-classifications, it was observed that, *I-214* plantations could be confused with stands of broadleaved trees, and hazelnut plantations, which already exist on both plains. After several attempts, an image with 6 layers consisting of the 4 original layers of Xi + IR/R + SQRT(IR/R) were used for classification. The reflectance values of *I-214* and other broadleaved trees diverged best with this combination.

As result of this study it was found that:

The total classified area for poplar plantations is 60128 ha on the Adapazari plain and 29738 ha on the Düzce plain.

There are:

6529 ha of *I-214*; and 340 ha of *others* on the Adapazari plain;

3403 ha of *I-214*; and 103 ha of *others* on the Düzce plain.

The plantations are variable in size ranging from a group of few trees up to several hectares (In the Adapazari plain 164.7 ha as *I-214* and 8.4 ha as *others*; in the Düzce plain 58.1 ha as *I-214* and 8.7 ha as *others*).

Poplar plantations were classified with a producers and users accuracy in excess of 80%.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- BİRLER, A. S.**, 1985, "A study of yields from «I-214» poplar plantations", Poplar and Fast Growing Exotic Forest Trees Research Institute, İzmit, Turkey. 103 s.
- BİRLER, A. S.**, 1995, "Ormanlarımızın Korunması İçin Endüstriyel Plantasyonların Önemi", T.E.M.A. Vakfı Yayınları, No: 8. 28 s.
- DELLI, G.**, 1998, "Kavak Yetiştirilen Araziler ve Odun Hacminin Tahmini", Türkiye'de Kavakçılığın Geliştirme Projesi, Türk-İtalyan Ortaklığı, AGM – Ankara, IAO -İtalya. 43 s.
- DURAN, F. S.**, 1974, "Büyük Atlas", Kanaat Yayınları, İstanbul.
- ERDAS Inc.**, 1997, "ERDAS Field Guide", ERDAS Inc., 2801 Buford Highway, NE, Atlanta, Georgia – USA. 656 s.
- ERDİN, K., KOÇ, A., YENER, H.**, 1998, "Remote Sensing (Uzaktan Algılama) Verileriyle İstanbul Çevresi Ormanlarının Alansal ve Yapısal Değişikliklerinin Saptanması ve ORBİS (Orman Bilgi Sistemi)'nin Oluşturulması" Projesinin Kesin Raporu, T.C. İ.Ü., Araştırma Fonu, Proje No: 636/210994. İstanbul. 109 s.
- GARZA, E. J. T.**, 1992, "Verwendung von Satellitenaufnahmen zur Vegetationskartierung am Beispiel der Region "Sierra Madre Oriental" in Nordostmexico", ISBN 3-88452-724-X, Verlag Erich Goltze GmbH&KG, Göttingen.
- KOÇ, A.**, 1995, "Bilgisayar Destekli Konusal Orman Haritalarının Üretimi ve Orman Bilgi Sisteminin Oluşturulması", Doktora Tezi, T.C. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 134 s.
- KOÇ, A.**, 1997, "Belgrad Ormanındaki Ağaç Türü ve Karışımlarının Uydu Verileri ile Belirlenmesi", İ. Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, İstanbul. 22 s.
- SESÖREN, A.**, 1999, "Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar", Mart Matbaacılık Ltd. Şti., İstanbul. 126 s.
- SPOT IMAGE**, 2001, İnternet Web Sayfaları.
<http://www.spotimage.fr/home/proser/geninfo/level/1b/1b.htm>
<http://www.spotimage.fr/home/system/introsat/seltec/welcome.htm>
- YENER, H.**, 1998, "Orman İşletmeciliğinde Bilgi Sistemi", Doktora Tezi, T.C. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 184 s.
- YEŞİL, A., MUSAOĞLU, N., KAYA, Ş., COŞKUN, G., ASAN, Ü., ÖRMECİ, C.**, 1999, Statistical Modelling and Stand Type Forest Mapping Selected Area Around İstanbul Using Landsat TM and SPOT Data, International Symposium on Remote Sensing & Integrated Technologies, 20-22 October 1999, İstanbul-Turkey. 12 s.

RESİMLERE AİT AÇIKLAMA ve YORUMLAR

2, 4, 6, 3, 5, 7 nolu resimler, SPOT Xi multispektral görüntüsünün R=4, G=3, B=2 band kombinasyonlarındaki görünüşleridir.

Resim 2: Bu resimde, Adapazarı bölgesine ait SPOT Xi multispektral görüntüsünün bütünü orijinal haliyle verilmiştir. Görüntüde Sapanca gölü belirgin şekilde görülmektedir. Açık yeşil alanlar, bölgede yer alan karışık yapraklı ormanlardır. Adapazarı ovası ortada koyu renkte görülmektedir. Kuzey batıda aynı renkte görünen sahalalar, ovanın dışında kalmakla beraber, tarım yapılan sahalardır. Şehir resminin tam ortasında koyu mor renkte seçilebilmektedir.

Resim 4: Bu resim, Resim 2'deki görüntünün, ova ortada kalacak şekilde dört taraftan kesilmiş ve rektifiye edilmiş halidir. Bu görüntü UTM koordinat bilgisine sahiptir. Kuzey yönü işaretlenmiş ve ölçeklendirilmiştir. Görüntü yine R=4, G=3, B=2 band kombinasyonundadır; ancak kesilme sırasında pikseller yeniden kodlandığı için, renkler bir miktar değişmiştir. Adapazarı Ovası koyu morun hakim olduğu bir renkte görülmektedir. Koyu mor sahalalar, genellikle mısır tarlalarıdır. Bunun içinde koyu yeşil lekeler halinde kavak plantasyonları seçilebilmektedir. Açık yeşil lekeler ise şeker pancarı tarlalarıdır. Sapanca gölünün kuzey doğusunda Adapazarı şehri, görüntünün doğusunda ise Hendek kazası yer almaktadır. Kuzey batıdaki pembe renkli sahalalar, yamaç arazilerdeki tarım sahalarıdır. Dikkat edileceği üzere, yerleşim alanları (şehirlere) ile yamaç arazilerdeki bu tip tarım sahalaları, aynı yansıma değerlerini vermekle karışma eğilimindedir. Resimde Sakarya Nehri de seçilebilir durumdadır.

Resim 6: Bu resim, Resim 4'teki görüntünün ovayı çevreleyen meyilli, dağlık, ormanlık alanın kesilerek atılmış halidir. Kesilen kısımlara, ovanın kuzeyinde yer alan dağlık kitle ile Mudurnu Çayı boyunda yer alan karışık yapraklı meşçere de dahil edilmiştir. Koordinat bilgisini göstermek amacıyla, görüntüye UTM grid koordinat şebekesi ilave edilmiştir.

Resim 8: Bu resim, Resim 6'daki görüntünün sınıflandırılmış, sınıf sayısı 9'a indirilerek yeniden kodlanmış halidir. Sınıflar ve gösterildikleri renkler, resmin altındaki Özel İşaretler'de verilmiştir.

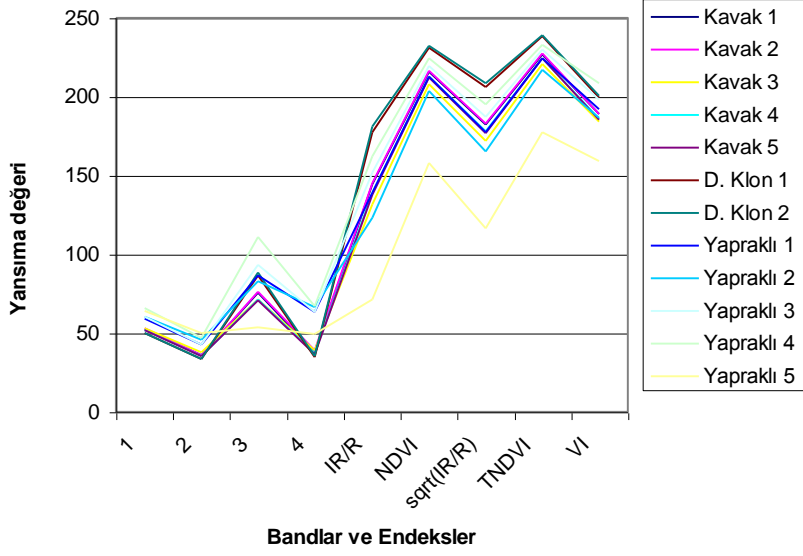
Resim 3: Bu resimde, Düzce bölgesine ait SPOT Xi multispektral görüntüsünün bütünü orijinal haliyle verilmiştir. Düzce Ovası görüntüsünün

ortasında koyu yeşil rengeyle yer almaktadır. Ovayı çevreleyen açık yeşil alanlar, yine karışık yapraklı ormanlardır.

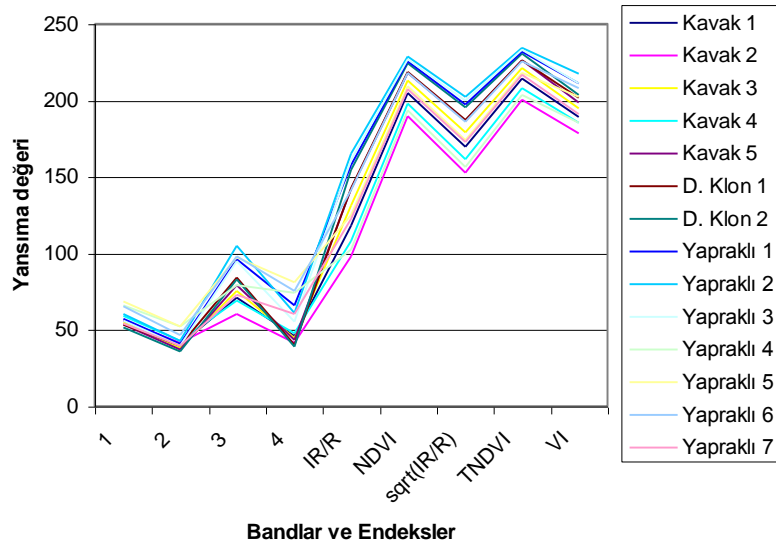
Resim 5: Bu resim, Resim 3'deki görüntünün, ova ortada kalacak şekilde dört taraftan kesilmiş ve rektifiye edilmiş halidir. Görüntü UTM koordinat bilgisine sahiptir. Kuzey yönü işaretlenmiş ve ölçeklendirilmiştir. Kesilme sırasında pikseller yeniden kodlandığından, yine renkler bir miktar değişmiştir. Mor – pembe rengin hakim olduğu ovada, kavaklıklar koyu yeşil renkleriyle kolaylıkla seçilebilmektedir. Mor sahalar yine mısır, pembe sahalar ise yerleşim bölgesi, açık alan ve tarlalardır. Ortada yine az miktarda açık yeşil renkli şeker pancarı tarlası ile kuzeyde lacivert renkli çeltik tarlaları dikkat çekmektedir. Güneyde yer alan Melen Gölü ve bundan çıkan Büyük ve Küçük Melen akarsuları belirgindir. Otoyol ve E-100 karayolu da resimde seçilebilmektedir.

Resim 7: Bu resim, Resim 5'teki görüntünün ovayı çevreleyen meyilli, dağlık, ormanlık alanın kesilerek atılmış halidir. Koordinat bilgisini göstermek amacıyla, görüntüye UTM grid koordinat şebekesi ilave edilmiştir.

Resim 9: Bu resim, Resim 7'deki görüntünün sınıflandırılmış, sınıf sayısı 12'ye indirilerek yeniden kodlanmış halidir. Sınıflar ve ifade ettikleri renkler, resmin altındaki Özel İşaretler'de verilmiştir.

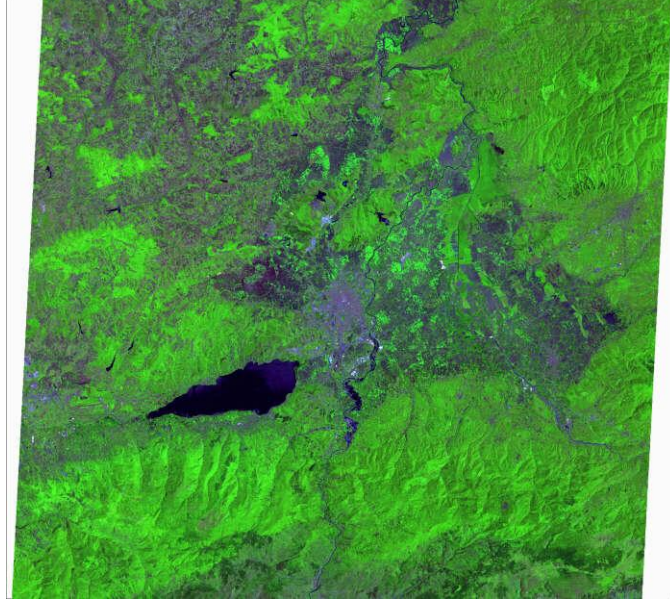


Şekil 4. Adapazarı görüntüsünde kavaklık ve yapraklı karışık ağaçların yansıtma grafiği

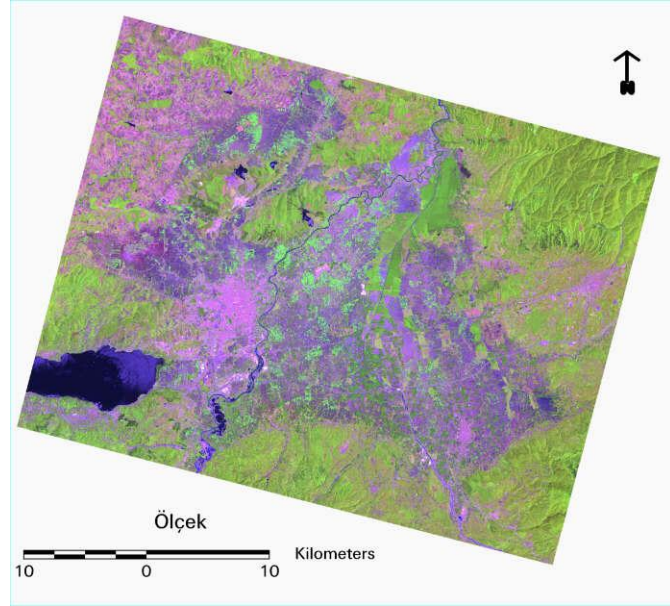


Şekil 5. Düzce görüntüsünde kavaklık ve yapraklı karışık ağaçların yansıtma grafiği

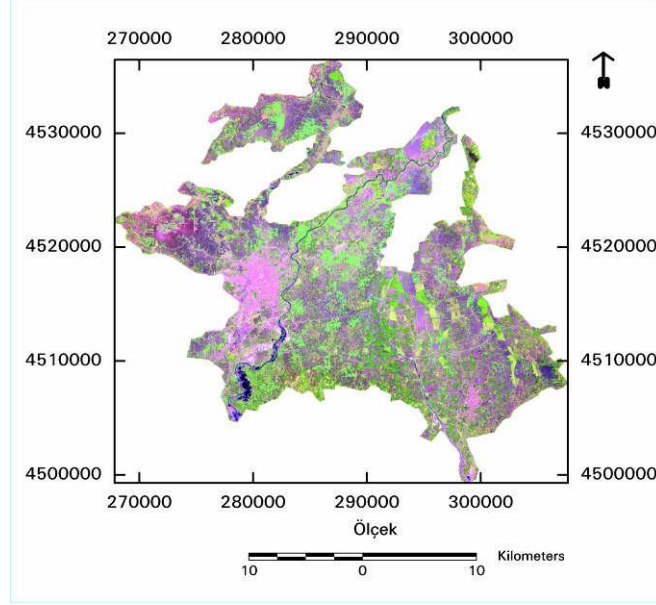
RESİMLER



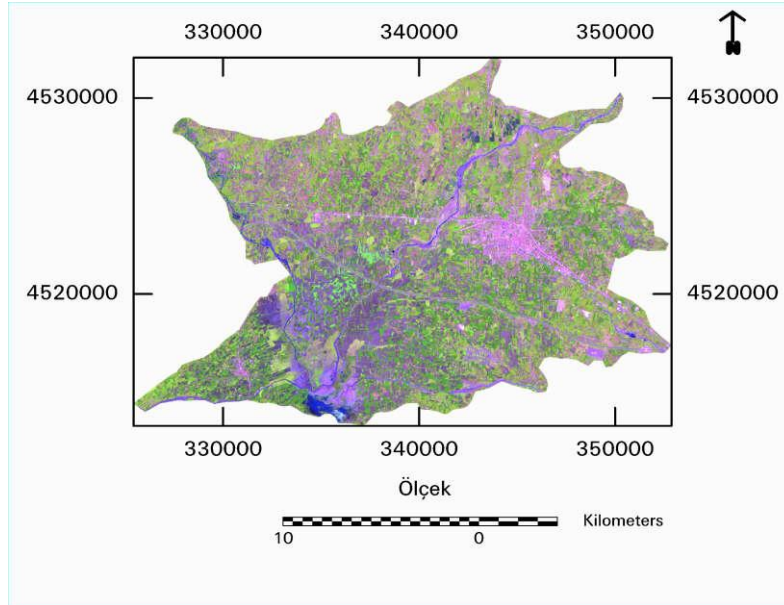
Resim 2. Adapazarı ovasına ait ham SPOT Xi görüntüsü



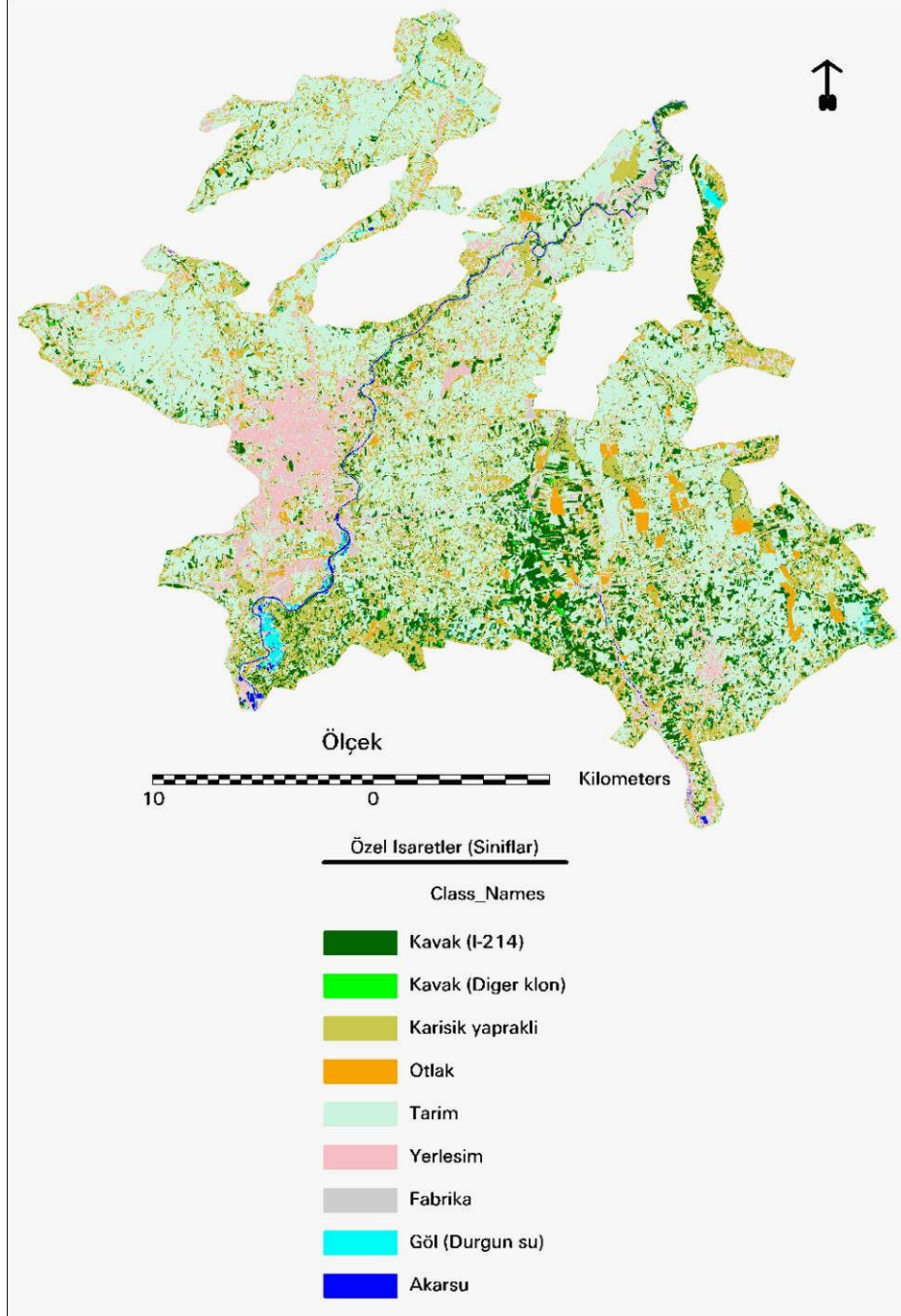
Resim 4. Resim 2'deki görüntünün, kısmen kesilmiş ve rektifiye edilmiş hali



Resim 6. Resim 4'teki görününün, Adapazarı Ovası'nın etrafınca kesilmiş ve UTM grid şebekesi konulmuş hali



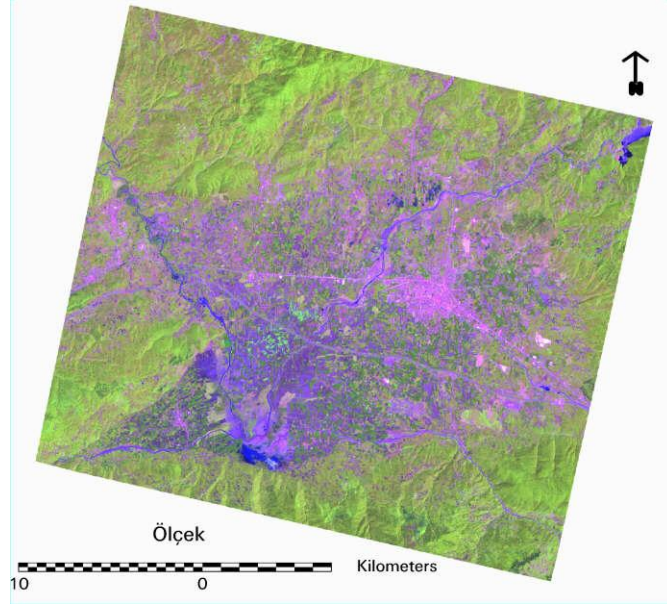
Resim 7. Resim 5'teki görününün, Düzce Ovası'nın etrafınca kesilmiş ve UTM grid şebekesi konulmuş hali



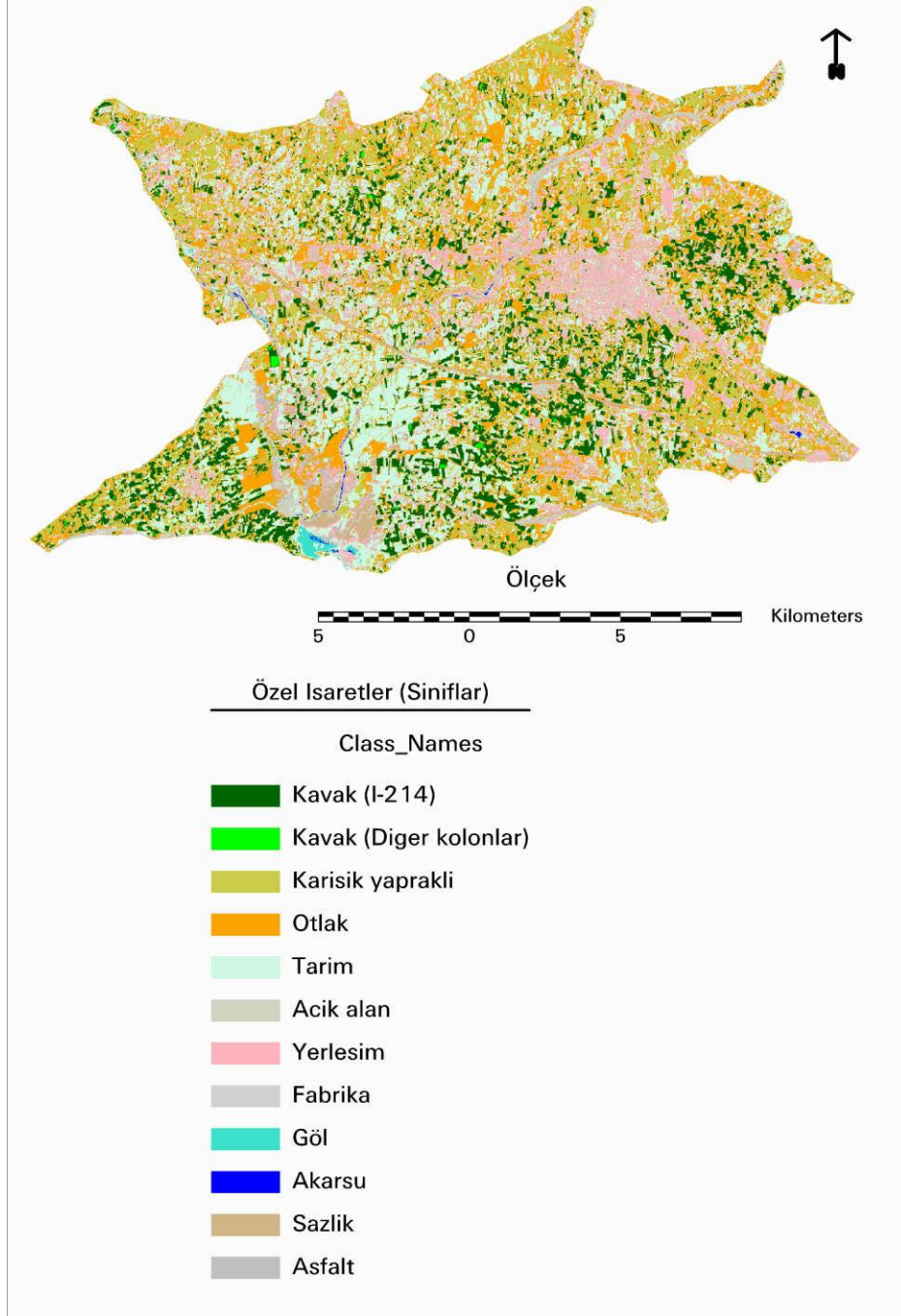
Resim 8. Adapazarı ovasında belirlenen sınıflar ve yerleri



Resim 3. Düzce ovasına ait ham SPOT Xi görüntüsü



Resim 5. Resim 3'deki görüntünün, kısmen kesilmiş ve rektifiye edilmiş hali



Resim 9. Düzce ovasında belirlenen sınıflar ve yerleri