

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE PEYZAJ TİPLERİNİN BELİRLENMESİNDE  
MEKANSAL ÇÖZÜNÜRLÜĞÜN ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Berk HACIAĞAOĞLU**

**Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Geomatik Mühendisliği Programı**

**HAZİRAN 2013**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE PEYZAJ TİPLERİNİN BELİRLENMESİNDE  
MEKANSAL ÇÖZÜNÜRLÜĞÜN ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Berk HACIAĞAOĞLU  
501111627**

**Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Geomatik Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Filiz SUNAR**

**HAZİRAN 2013**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501111627 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Berk HACIĞAOĞLU**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE PEYZAJ TİPLERİNİN BELİRLENMESİNDE MEKANSAL ÇÖZÜNÜRLÜĞÜN ETKİSİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Prof. Dr. Filiz SUNAR**      .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Prof. Dr. Derya MAKTAV**      .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU**      .....

Çukurova Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **03 Mayıs 2013**  
**Savunma Tarihi :**      **10 Haziran 2013**



## ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği'nde gerçekleştirilen bu yüksek lisans çalışmasında uydu görüntüleri ile peyzaj tiplerinin mekansal çözünürlüğün etkisi araştırılmıştır.

Bana araştırma olanağı sağlayan ve çalışmamın her safhasında yakın ilgi ve önerileriyle beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Filiz SUNAR'a çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasındaki yardımlarını esirgemeyen başta projesinde çalıştığım Doç. Dr. Hayriye EŞBAH olmak üzere projede çalışan arkadaşlarım Gonca BOZKAYA, İrem ÇİÇEK, Esra SERT ve bana destek olan sevgili aileme teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
KISALTMALAR .....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. UZAKTAN ALGILAMANIN TEMELLERİ.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tanımlamalar.....	3
2.2 Elektromanyetik Işınım Ve Spektrum.....	3
2.3 Atmosfer-Enerji Etkileşimleri .....	5
2.4 Enerjinin Yeryüzü Cisimleri İle Etkileşimleri.....	6
2.4.1 Albedo .....	7
2.4.2 Spektral yansıtım ve yansıtım eğrisi .....	7
2.4.3 Farklı yeryüzü cisimlerinin spektral yansıtımı.....	8
<b>3. PEYZAJ TİPLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Tanımlamalar.....	11
3.2 Peyzaj Tipleri .....	13
3.3 Peyzaj Tiplerinin Bulunmasında Uzaktan Algılamanın Önemi .....	14
<b>4. UYDU SİSTEMLERİ .....</b>	<b>19</b>
4.1 Uydu Yörüngeleri.....	19
4.2 Çalışmada Kullanılan Uzaktan Algılama Uyduları.....	21
4.2.1 Landsat .....	21
4.2.1.1 Algılayıcılar ve özellikleri .....	21
4.2.2 Rapideye.....	24
4.2.2.1 Algılayıcı ve özellikleri .....	24
<b>5. DİJİTAL VERİ İŞLEME.....</b>	<b>27</b>
5.1 Raster Görüntü Verisi.....	27
5.1.1 Çözünürlük .....	27
5.1.2 Yeniden örnekleme ve mekânsal çözünürlüğün değiştirilmesi.....	29
5.2 Dijital Görüntü İşleme Seviyeleri.....	31
5.3 Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) .....	32
5.4 Sınıflandırma .....	33
5.4.1 Kontrolsüz sınıflandırma.....	33
5.4.2 Kontrollü sınıflandırma .....	34
5.4.2.1 Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood) Yöntemi.....	34
5.4.3 Sınıflandırma doğruluğu .....	35
5.5 Vektör Veri.....	37
5.5.1 Topoloji .....	37
5.5.2 Veri tabanı .....	37
5.5.2.1 Mekânsal veri tabanı.....	38

<b>6. UYGULAMA</b> .....	<b>39</b>
6.1 Çalışmanın Uygulama Alanı Ve Kullanılan Veriler .....	39
6.2 Yeniden örnekleme.....	43
6.3 Sınıflandırma .....	44
6.3.1 Kontrollü sınıflandırma .....	44
6.3.1.1 Maksimum olabirlik (Maximum Likelihood) yöntemi.....	44
6.3.1.2 Doğruluk analizi.....	45
6.3.2 Raster formattaki sınıflandırılmış görüntülerin vektör formatına dönüştürülmesi .....	47
6.4 Yükseklik, Bakı, Eğim Haritalarının Oluşturulması Ve Sınıflandırılması.....	47
6.5 Jeoloji Ve Hidrojeoloji Haritalarının Vektör Formata Çevrilip Sınıflandırılması.....	50
6.6 Peyzaj Tiplerinin Belirlenmesi .....	50
6.7 Farklı Mekânsal Çözünürlüklü Görüntülerden Belirlenen Peyzaj Tiplerinin Karşılaştırılması .....	53
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>57</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>59</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>61</b>

## **KISALTMALAR**

<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>LANDSAT</b>	: Land Satellite
<b>NDVI</b>	: Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index)
<b>PTK</b>	: Peyzaj Karakter Tipi
<b>TM</b>	: Thematic Mapper



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3.1 : Peyzajların tanımlanmasında bazı yaklaşımlar .....	11
Çizelge 3.2 : Doğal görsel peyzaj elemanları ve kültürel görsel peyzaj elemanları..	14
Çizelge 3.3 : Malatya ili peyzaj karakter tipleri sınıflandırması kodları .....	16
Çizelge 4.1 : Landsat 5 TM uydusu teknik özellikleri.....	22
Çizelge 4.2 : Landsat 7 ETM+ uydusu teknik özellikleri.....	23
Çizelge 4.3 : RapidEye uydusunun teknik özellikleri .....	24
Çizelge 6.1 : Sınıflandırma sonrası doğruluk analizi.....	46
Çizelge 6.2 : Eğim ve yükseklik sınıfları.....	46
Çizelge 6.3 : Jeoloji ve hidrojeoloji sınıfları .....	49
Çizelge 6.4 : Mekânsal veri tabanı özellik tablosu .....	50



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : Uzaktan algılamanın temel bileşenleri. ....	4
Şekil 2.2 : Elektromanyetik dalga.....	4
Şekil 2.3 : Rayleigh saçılımı.....	5
Şekil 2.4 : Gelen toplam enerji. ....	6
Şekil 2.5 : Farklı yeryüzü cisimlerinin albedo değerleri.....	8
Şekil 2.6 : Yansıtım eğrisi ve spektral imza. ....	8
Şekil 2.7 : Farklı yeryüzü cisimlerinin spektral yansıtımı.....	9
Şekil 2.8 : Farklı nem içeriğine sahip toprağın spektral yansıtım eğrisi. ....	10
Şekil 3.1 : Peyzaj tipleri.....	13
Şekil 3.2 : Xigu Bölgesi'ne ait tematik harita.....	15
Şekil 3.3 : Peyzaj Karakter Tipleri Bölge Düzeyi (Seviye 1).....	17
Şekil 3.4 : Peyzaj Karakter Tipleri Alt Bölge Düzeyi (Seviye 2).....	17
Şekil 4.1 : Kepler kanununa göre uydu yörüngeleri. ....	20
Şekil 4.2 : Kutupsal ve ekvatorial yörünge.....	21
Şekil 5.1 : Dijital görüntü (8x8 piksel). ....	27
Şekil 5.2 : Mekansal çözünürlüğün etkisi.....	28
Şekil 5.3 : Radyometrik çözünürlük. ....	29
Şekil 5.4 : En yakın komşuluk örnekleme. ....	30
Şekil 5.5 : Bilineer enterpolasyon.....	30
Şekil 5.6 : Kübik enterpolasyon.....	30
Şekil 5.7 : Birleştirme yöntemi. ....	31
Şekil 5.8 : Kontrollü sınıflandırma. ....	34
Şekil 5.9 : Maksimum olabilirlik yöntemi.....	35
Şekil 6.1 : Çalışma alanı ve örnek fotoğraflar. ....	39
Şekil 6.2 : Çalışma alanının haritası ve uydu görüntüsü. ....	40
Şekil 6.3 : Rapideye uydu görüntüsü.....	41
Şekil 6.4 : Meşçere haritası.....	42
Şekil 6.5 : Jeoloji haritası (Oğuz ve ark., 2011). ....	42
Şekil 6.6 : Hidrojeoloji haritası (Oğuz ve ark., 2011). ....	43
Şekil 6.7 : Farklı mekansal çözünürlüklü görüntüler.....	43
Şekil 6.8 : Kontrollü sınıflandırılmış görüntü. ....	44
Şekil 6.9 : Sınıflandırılmış görüntünün raster formatından vektör formatına çevrilmesi. ....	47
Şekil 6.10 : Dijital yükseklik modeli. ....	48
Şekil 6.11 : Bakı haritası.....	48
Şekil 6.12 : Eğim haritası. ....	49
Şekil 6.13 : Mekânsal veri içeren gridler.....	51
Şekil 6.14 : Sql sorgusu örneği. ....	52
Şekil 6.15 : Çalışma bölgesinden örnek peyzaj karakter tipleri haritası.....	53
Şekil 6.16 : Peyzaj tipleri arasındaki farklılıklar. ....	55

**Şekil 6.17** : CBS ile belirlenmiş peyzaj tipleri ve uydu görüntüsünden dijitalleştirilmiş peyzaj tipi arasındaki farklar.....56

## UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE PEYZAJ TİPLERİNİN BELİRLENMESİNDE MEKANSAL ÇÖZÜNÜRLÜĞÜN ETKİSİ

### ÖZET

Uzaktan algılama uyduları öncelikle askeri amaçlara yönelik fırlatılmış daha sonra sivil kullanıma açılmıştır. Uydular tarafından algılanan yeryüzü dijital uydu görüntüsü olarak elde edilir ve bu görüntüleri etkileyen birçok faktör vardır. Bunların en başında mekânsal çözünürlük gelmektedir. Mekânsal çözünürlük görüntüde ayırt edilebilir detay seviyesini gösteren bir özelliktir. Diğer bir ifade ile bir uydu görüntüsünde görünen detaylar, algılayıcının mekânsal çözünürlüğüne bağlı olup bu değer, görüntünün en küçük elemanı olan pikselin yeryüzünde kapladığı alana karşılık gelmektedir.

Avrupa'nın doğal ve kültürel peyzajlarının bir bütün olarak korunması, yönetilmesi ve planlanması konusunda bir çerçeve sözleşmesi olan Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (APS) ülkemiz tarafından 2000 yılında imzalanmış, 2003 yılında 4881 sayılı Kanun ile onaylanarak yürürlüğe girmiştir. Avrupa peyzaj sözleşmesi ile peyzaj tiplerinin belirlenmesinde uzaktan algılamanın ve Coğrafi Bilgi Sisteminin önemi vurgulanmıştır.

Bu tezin giriş kısmında uzaktan algılama, Coğrafi Bilgi Sistemi ve peyzaj hakkında genel bilgiler verilmiş ve tanımlamalar yapılmıştır. Birinci ve ikinci bölüm olan "Uzaktan algılamanın temelleri" ve "Peyzaj tipleri ve uzaktan algılama" kısmında ise uzaktan algılama hakkında daha ayrıntılı bilgiler ve tanımlamalar yapılmış, uzaktan algılama ile peyzaj ve peyzaj tiplerinin ilişkisinin öneminden bahsedilmiştir. Tezin uydu sistemleri bölümünde çalışmada kullanılan RapidEye uydusunun ve uydu görüntüsünün özellikleri anlatılmıştır. Ardından dijital veri işleme kısmında, uygulamada kullanılan raster ve vektör veri işleme ve düzenleme yöntemleri açıklanmıştır. Tezin uygulama kısmına, çalışmanın uygulama alanı ve kullanılan veriler hakkında bilgi verilerek giriş yapılmıştır. Ardından mekânsal çözünürlüğü 5 metre olan RapidEye uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğü 30 metre ve 60 metreye yeniden örneklenmesi, bu verilerin kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırması alanın eşyükselti eğrileri yüzey modellenmesi yapılarak dijital yükseklik modelinin üretilmesi ve bu haritalardan yükseklik, bakı ve eğim haritalarının oluşturulması aşamaları detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Son işleme adımı olarak, veriler raster formattan vektör formata çevrilmiştir ve tüm alan için oluşturulan 30 metre kenara sahip karelere (gridlere) mekânsal olarak işlenmiş ve belirlenen sınıf kodlarıyla kodlanmıştır. Bu işlem veri tabanında boş bir mekansal tablo oluşturulup tüm verilerin işlenmesi ile devam etmiştir. Diğer bir ifade ile çalışma alanının tüm bilgilerini içeren personal geodatabase formatında mekânsal veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanında aynı koda sahip gridlerin olduğu veritabanı satırları her kod yalnızca bir satıra olacak şekilde gruplanıp birleştirilerek peyzaj karakter tipleri belirlenmiştir. Oluşturulan mekansal veritabanı ile sql sorguları yapılarak istenilen bilgiye ulaşılabilmektedir.

Sonuç kısmında, farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıflandırması ile belirlenen peyzaj karakter tipleri alansal, şekilsel ve konumsal karşılaştırılarak çözünürlüğün etkisi irdelenmiştir.

## **EFFECT OF SPATIAL RESOLUTION OF SATELLITE IMAGE DEFINING LANDSCAPE TYPES**

### **SUMMARY**

Firstly, remote sensing satellites were using just for military purposes. After that, remote sensing satellites were opened for use for civil applications. Remote sensing is the sensing technique of integration sensors on planes and satellites without physical touch. Remote sensing senses that human being can't see a large spectrum of electromagnetic waves with their eyes and also senses large areas depending on satellites specifications. With this technique, remote sensing has lot of benefits such as distinguish objects more than human being.

Electromagnetic waves have a large scale spectrum with nanometers to meters, kilometers. Human eyes can only senses optical electromagnetic spectrum area that is starting with 400 nanometers to 700 nanometers. On the other hand, remote sensing senses nearly all electromagnetic spectrum depending on sensor types. For example, with infrared region of electromagnetic spectrum, thermal objects can be distinguished with their temperature and with microwave of electromagnetic spectrum, objects that under 1,2 centimeters of soil can be detectable. Remote sensing satellites convert earth sensing to digital data. There are lots of factors that affect digital images.

Satellites can senses the earth and there are so many factor of affecting satellite images such as spatial resolution, spectral resolution and radiometric resolution. The first and the most important factor is spatial resolution. Spatial resolution shows recognizable objects size. In remote sensing, spatial resolution is typically limited by diffraction, as well as by aberrations, imperfect focus, and atmospheric distortion. The ground sample distance (GSD) of an image, the pixel spacing on the Earth's surface, is typically considerably smaller than the resolvable spot size.

Europe's protection, manage and plan of natural and cultural landscape is begun with European Landscape Convention is signed by Turkey in 2000 and with number of low 4881 European Landscape Convention is came in force in 2003. Geographic Information System and remote sensing is getting more and more important with European Landscape Convention.

In this thesis, general information about Geographic Information System and landscape are given and thesis consists of some of definition about them. Second of thesis consists of remote sensing fundamentals and some important definitions about remote sensing regarding landscape and geographic information system. Electromagnetic spectrum, atmosphere and energy relations such as absorbing and scattering energy, earth and energy relations such as albedo, spectral reflection, object and spectral reflection relations. Third part of thesis is about landscape definitions regarding the remotes sensing and Geographic Information System.

Landscape types and its importance is given in this part. In this thesis, remote sensing Geographic Information Systems benefits are mentioned by giving examples. Also there is an explanation about remote sensing importance of specifying landscape types with giving two example.

Landscape character shows visual landscape analyses and gives natural and cultural landscape elements for defining characters. Natural landscape elements are topography, vegetation, geologic formations and water surfaces and cultural landscape elements are human based elements mass-space relations, circulation networks such as railways, architecture styles and other all superstructure objects such as electric poles.

Fourth part of thesis consists of definition of remote sensing satellite systems. There are general definitions about remote sensing satellites and their specifications such as spatial, spectral and radiometric resolution and satellite orbits. Detailed definition of satellites (RapidEye and Landsat) which is used in this thesis is given for the understanding effects of satellites clearly. There are two main satellite orbit such as sun synchronised and earth synchronised. RapidEye satellite is sun synchronised satellite that provides monitoring all of world.

Fifth part of thesis explains digital image processing such as raster image data and spatial, spectral, radiometric and temporal resolution definition. This part includes digital satellite image processing levels and levels' definitions. These levels are defined by satellite image processings. Level 1 satellite image data is raw data and eliminated geometric and radiometric errors. Level 2 satellite image data is rectified data with control points. Level 3 satellite image data is orthorectified data that consist of elevation of ground control points or digital elevation model.

In this project, RapidEye satellite image is used with digital satellite image processing level. Level 3. Orthorectify satellite image is used with digital elevation model that generates from radar satellite data. Also normalized difference vegetation index is generated from RapidEye satellite image for differentiate vegetation clearly. There are steps of satellite image processing such as classification types and their methods and classification accuracy. Fifth part also includes vector data type and vector data definitions such as topology, spatial database system.

In spatial database, Esri Shapefile is used for data storage and all sql queries are created from Esri, Arcgis, Arcmap software. The database is esri geodatabase that is the common data storage and management framework for ArcGIS. It combines spatial data with data repository to create a central data repository for spatial data storage and management. With this database system, data stores centralized location, roles, relationships and topologies are defined and multiusers can reach at same time. Each data model uses commonly adopted points, lines, and polygons (spatial representations), classifications, and map layer specifications that can be implemented in any GIS. Each data model specifies the commonly used integrity rules for key data layers and feature classes.

Sixth part is application of thesis. Beginning of application, 5 meters spatial resolution RapidEye satellite image is used for artificially produce different spatial resolutions of satellite image such as 30 and 60 meters for effect of spatial resolution defining landscape types.

Working area is Kapisuyu Havzası 41°50'57.29"-41°44'39.22" North parallel and 32°51'44.74"-32°39'30.18" East meridians. Working area consists of Kömeç,

Yeniköy, Kapısuyu, Kirlikmüslim, Hacıköy, İlyasgeçidi, Başköy, Kaleköy, Sarideresi, Ziyaret, Kavaklı and Aydınlar villages with 51.997 km<sup>2</sup>. There are many canyons, valleys, caves, waterfalls in this working area. Working area has many elevation differences from sea level to 1381 meters. Kapısuyu Basin is between the mountains that are perpendicular to Black Sea. Kapısuyu Basin also has different valleys and hills. Elevation changes low to high from sea to Küre Mountains National Park. Hills have valley between each other.

Resampling of RapidEye images is done using average value method from 5-meter spatial resolution to 30 and 60 meters spatial resolution. There are 3 methods of interpolation such as bilinear interpolation, cubic interpolation and nearest neighbor resampling for higher spatial resolution and combination methods for producing lower spatial resolution. In this thesis, new pixels (30, 60 meters) are larger than original pixels (5 meters), so mean combination method is applied for resampling the satellite image.

Classification methods depends on reflecting or emitting electromagnetic energy from objects. With this method, the different reflecting electromagnetic energy can be detected to distinguish objects to other. There are 2 main classification methods such as supervised classification and unsupervised classification. In this thesis, supervised classification is applied with sample pixels that we know from the field work or the other maps that are produced with different methods.

Classification is done with maximum likelihood method with 8 classes with 62960 sample pixels (5 meters spatial resolution data). Sample areas are same spatial areas for 3 different satellite images for the best results. Supervised classification is done with all different spatial resolution of satellite images for comparison results.

Classification accuracy is calculated for all different spatial resolution of satellite images. After the classification, all classes in raster format is converted to vector format to work with the other vector format together.

Digital elevation model that includes contour lines 10 meters by 10 meters is used for elevation, aspect and slope analyses. Elevation, aspect, slope analyses is used for classifying by intervals and they are coded. Geology and Hydrogeology maps are prepared from other foundations for this application. These maps are classified by intervals they are coded. After arranging these vector format maps, spatial geodatabase is created with spatial tables and indexes (for sql queries). Database format is personal geodatabase and all tables have poly column.

For base plate, 30 meters by 30 meters squares are created for all work area and squares shows in database with one line. All classified maps are spatially joined with these squares for defining landscape types. After spatial join, all lines that have same coded columns are merge. After merging, all lines show different landscape types in database. This method is applied for all 3 different spatial resolution satellite images with same other vector data.

Results are examined for comparison, 1582 landscape types with 5 meter spatial resolution satellite image, 1547 landscape types with 30 meter spatial resolution satellite image and 1595 landscape types with 30 meter spatial resolution satellite image is defined. On the other hand, a landscape type area is digitalize from satellite image in vector format and this vector data is compared with the other 3 landscape types with their shape and total area. Within the shape and total area, 30 meters spatial resolution satellite image classification gives the best result for this work.

In conclusion, for this work 30 meters spatial resolution satellite image gives best result because the other data resolutions are closer to 30 meters. While choosing satellite image, the other data have to consider with spatial resolution and their scale.

## 1. GİRİŞ

Uzaktan algılama fiziksel bir temas olmadan özel algılayıcılarla yeryüzü hakkında veri toplama ve inceleme tekniğidir. Uzaktan algılama için uydulara ve uçaklara monte edilen özel algılayıcılar kullanılır. Uzaktan algılama uydularının algılayıcıları özelliklerine bağlı olarak yeryüzünün büyük alanlarının gösterimini ve insan gözünün görmediği elektromanyetik dalga boylarını algılama görevi görür. Bunun sayesinde insan gözüyle görülemeyecek farklılıklar ayırt edilebilmektedir.

Yeryüzü ile insan ilişkilerini anlama gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Çevresel ve ekolojik ilişkilerin önemi toplumlara daha iyi anlatmak ve ileriye yönelik plan yapım gerektiren önlem almak adına Kyoto Protokolü, Avrupa Birliği Biyoçeşitlilik Stratejisi, Avrupa Peyzaj Sözleşmesi gibi anlaşmalar ile gösterilmiştir (Lechner, 2010). Bu anlaşmalarda küresel ölçekte önlem alınmasının ve plan yapmanın önemi vurgulanmıştır. Küresel ölçekte strateji oluştururken en önemli disiplinlerden biri de peyzaj planlamadır. Peyzaj çalışmalarında özellikle büyük alanlardaki insan gözü ile ayırt edilebilen veya ayırt edilemeyen bitki veya nesnelere tespit etmede en çok kullanılan ve en doğru sonucu veren yöntem uzaktan algılamadır.

Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak jeoloji, hidrojeoloji ve yükseklik verileri ile uzaktan algılama kullanılarak oluşturulan tematik sınıflandırma verileri entegre edilmiş ve peyzaj karakter tipleri oluşturulmuştur.

Bu çalışmada RapidEye uydu görüntüsü ve bu uydu görüntüsünden yapay yol ile oluşturulmuş 2 ayrı mekânsal çözünürlükteki uydu görüntüleri ile tematik sınıflandırma yapılmış ve bu uydu görüntüleri ile 3 ayrı peyzaj karakter tipleri belirlenmiştir.

Belirlenen farklı peyzaj karakterlerini içeren verileri karşılaştırarak uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğünün peyzaj karakter tiplerine etkisi araştırılmıştır.



## **2. UZAKTAN ALGILAMANIN TEMELLERİ**

### **2.1 Tanımlamalar**

Günümüzde uzaktan algılama, özel algılayıcılar kullanarak nesnelere fiziksel temas olmadan onlar hakkında bilgi toplama tekniğidir. Uzaktan algılama teknolojinin eriştiği son imkânları kullanarak hava araçlarına veya uzay araçlarına monte edilen geniş spektrumlu algılayıcılarla elde edilen yeryüzü verilerinin tanımlama, gözleme ve ölçme bilimi ve sanatıdır.

Uzaktan algılama bileşenleri aşağıda verilmektedir;

**Enerji Kaynağı ve Işınım:** Cisimden yansıyan veya yayılan enerji kaynağıdır. Pasif uydular için enerji kaynağı güneş, aktif uydular için ise uydunun kendi ürettiği kaynağıdır (Şekil 2.1.).

**Işınım ve Atmosferik Etkileşim:** Enerjinin kaynaktan çıkarak cisime ve ardından uydu algılayıcısına kadar izlediği yol boyunca atmosfer ve çevre ile etkileşimidir.

**Yayılan ve Yansıyan Enerjinin Algılayıcı Tarafından Kayıt Edilmesi:** Uzaktan algılama uydusu tarafından yayılan ve yansıyan enerjinin kayıt edilmesidir.

**Aktarma, Bilgi Alma ve İşleme:** Algılayıcı ile kayıt edilen enerji, görüntüler üzerinde işlem yapılmak üzere işleme istasyonuna aktarılır.

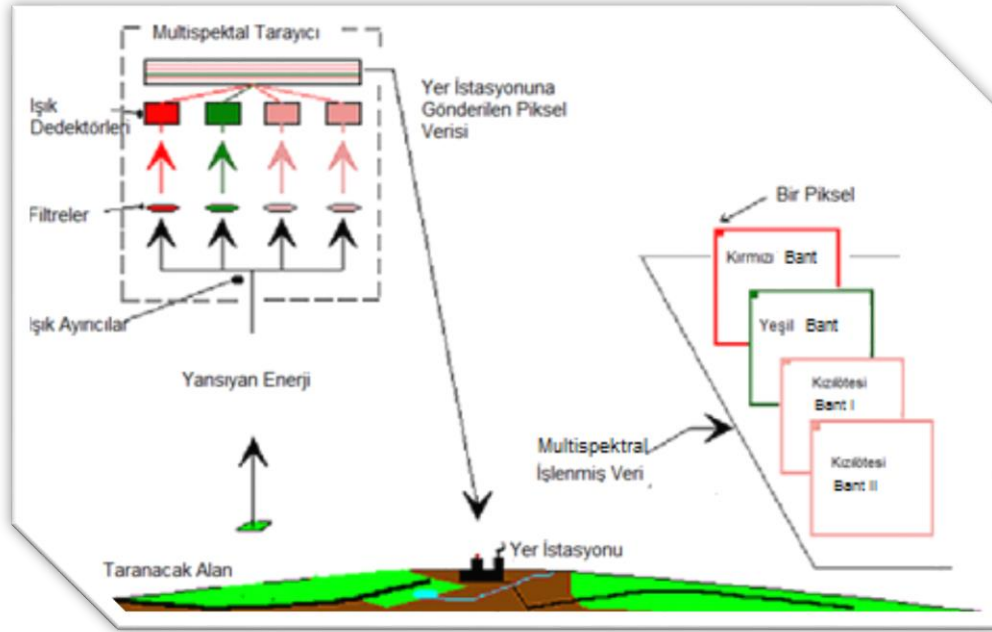
**Yorumlama ve Analiz Etme:** Görüntüler yorumlanarak analiz edilir. Bunlar görsel, dijital ve elektronik olarak üçe ayrılır.

**Uygulama:** Görüntüler yeryüzü hakkında esas bilgiye ulaşmak için işlenir. Daha doğru bilgiye ulaşmak için farklı kaynaklardan bilgiler de entegre edilebilir. (Hacıağaoğlu, 2011)

### **2.2 Elektromanyetik Işınım Ve Spektrum**

İnsan gözünün gördüğü ışık, elektromanyetik dalganın gerçek bir parçasıdır. Elektromanyetik spektrumun görünür kısmı, gök kuşağının sahip olduğu turuncu ve kırmızıdan, mor ve maviye kadar bütün renkleri içermektedir. Bu renklerin her biri ışığın farklı dalga boylarına karşılık gelir. Okyanus dalgaları, suyun yüzeyinde

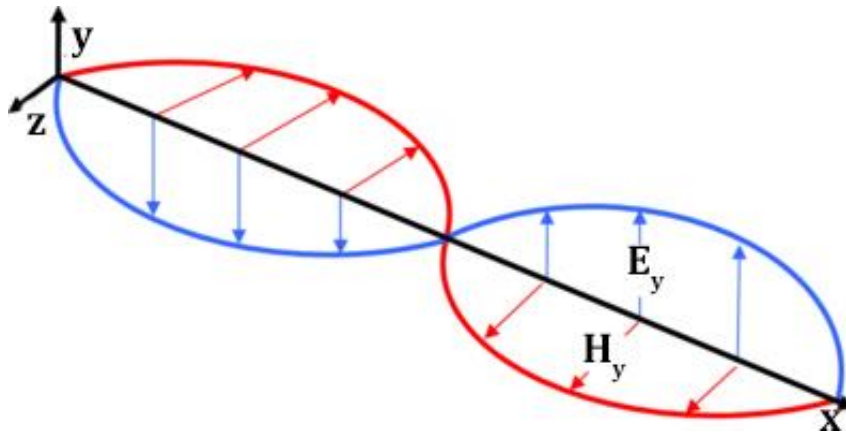
hareket eder, görülebilir ve hissedilebilir. Suyun içerisinde yüzerken, dalga üretilebilir.



Şekil 2.1 : Uzaktan algılamanın temel bileşenleri.

Elektromanyetik dalgalar, yayılmaları için herhangi bir ortama ihtiyaç duymadıkları için ses dalgalarından farklı olduklarından, hava ve katı materyaller içinde yayıldığı gibi herhangi bir madde içermeyen boş uzayda da yayılabilir. Elektromanyetik ışınım uzaktan algılama verisinin oluşması ve taşınmasını sağlar (Sunar, 2010).

Elektromanyetik ışınım bir vakum veya maddede kendi kendine yayılan dalgalar formunu alan bir olgudur. Işınım birbirlerine ve enerji yayılım yönüne dik fazda salınan elektrik ve manyetik alanlardan dolayı oluşur (Şekil 2.2.).



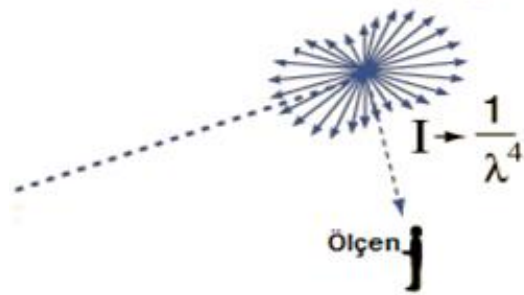
Şekil 2.2 : Elektromanyetik dalga.

### 2.3 Atmosfer-Enerji Etkileşimleri

Atmosferdeki parçacıklar ve gazlar atmosfere giren ışığı ve enerjiyi etkiler. Bu ise, elektromanyetik enerjinin atmosferden geçerken saçılmasına veya yutulmasına neden olur.

Saçılma: Atmosferdeki moleküller ile etkileşime giren ışınların farklı yönlere sapmalar göstermesine saçılma denir. Üç farklı saçılma vardır.

Rayleigh Saçılımı ( $a < \lambda$ ): Çalışmalar sonucunda dalga boyuna oranla küçük parçacıkların saçılıma uğrattığı ışığın şiddetinin, dalga boyunun dördüncü kuvveti ile ters bağıntılı olduğu görülmüştür (Şekil 2.3.). Işık dalgaları moleküllere çarptıklarında saçılırlar fakat hepsi aynı oranda saçılmaz. Mavi ışık diğer renklere göre daha fazla saçılım gösterir. Bu nedenle gündüzleri gökyüzü mavi görünür.

$$I = I_0 \frac{8\pi^4 N\alpha^2}{\lambda^4 R^2} (1 + \cos^2\theta)$$


$N = \text{saçılma sayısı}$   
 $\alpha = \text{polarizasyon}$   
 $R = \text{saçılım yaptırılan maddeden uzaklık}$

Şekil 2.3 : Rayleigh saçılımı.

Mie Saçılımı ( $a \approx \lambda$ ): Mie saçılması, atmosferdeki parçacıkların çapları, algılanan enerjinin dalga boyuna eşit olması durumunda ortaya çıkan ışık saçılması türüdür. Su buharı ve toz zerrecikleri Mie saçılmanın başlıca nedenleridir. Saçılmanın bu şekli Rayleigh ile kıyaslandığında, daha uzun dalga boylarını etkileme eğiliminde olduğu görülür.

Seçmesiz Saçılım: Atmosferin alt tabakalarındaki parçacıkların, ışınların dalga boylarına göre çok büyük olması halinde gerçekleşir. Bütün renklerin saçılımı eşit gerçekleştiğinde gökyüzünde beyaz bulutlar veya sis görünür.

Yutulma: Atmosferdeki yutulma, atmosferi oluşturan bileşenlerin etkin enerjilerinin yutulması ile sonuçlanır. En etkin yutucular, su tanecikleri, karbondioksit ve ozondur. Atmosferdeki saçılma olayının tersine atmosfer içindeki moleküllerin farklı dalga boylarındaki enerjiyi yutma olayıdır.

Yutulma olarak nitelendirilen olayın asıl nedeni, çok atomlu moleküllerin titreşim ve dönmelerinin değişik enerji seviyelerine geçişi olduğu kadar, atom ve moleküle bağlı elektronların farklı enerji seviyelerine geçişidir.

Yutulmaya neden olan temel bileşenler ozon, karbondioksit ve su buharıdır.

#### 2.4 Enerjinin Yeryüzü Cisimleri İle Etkileşimleri

Elektromanyetik enerji, cisim ile etkileştiğinde elde ettiği bilgiyi algılayıcılara taşır. Ancak bu taşıma sürecinde cisim ile algılayıcı arasındaki uzaklığı kat etmek zorundadır. Bu yol boyunca ışık, atmosferin farklı katmanlarında farklı fiziksel ve kimyasal yapılarla etkileşir.

Eşdeğer önem taşıyan başka bir etkileşim ise elektromanyetik dalga ile yeryüzü ve cisimler ile olan temastır. Bu aşamada elektromanyetik dalganın tanecik karakteri de analizlerde göz önünde bulundurulmalıdır. Doğanın koyduğu kuralları anlayabilmek için farklı ana bilim dallarından da destek almak gerekir. Işık ile etkileşen cisimlerin geometrik özelliklerinin yanı sıra, atomik, moleküler ve elementer yapıları da bu aşamada etkin rol oynar.

Tüm bu prensiplerin sentezi sonucu doğanın koyduğu kurallar çerçevesi netleşecek ve cismin oluşum veya ortamların ışık ile etkileşimi doğruya en yakın ve eksiksiz açıklanabilecektir (Sunar, 2010).



Şekil 2.4 : Gelen toplam enerji.

Gelen toplam enerji şu şekilde aşağıdaki eşitlik ile belirlenir.

$$I=A+R+T \quad (2.1.)$$

Burada,

I=Toplam enerji,

A= Yutulan enerji,

R= Yansıtılan enerji,

T= Geçirilen enerjidir.

#### **2.4.1 Albedo**

Uzaktan algılama için cisimlerin yansıttığı enerji miktarı önemlidir. Cisimden yansıyan ışınım miktarı “albedo (yansıtılabilirlik)” olarak tanımlanmaktadır. Bir cisim gelen ışınımın büyük bir kısmını yansıtıyorsa, yüksek albedo değerine sahip olacak ve açık renk tonunda gözükecektir. Albedo değeri, matematiksel olarak aşağıdaki eşitlik ile verilmektedir.

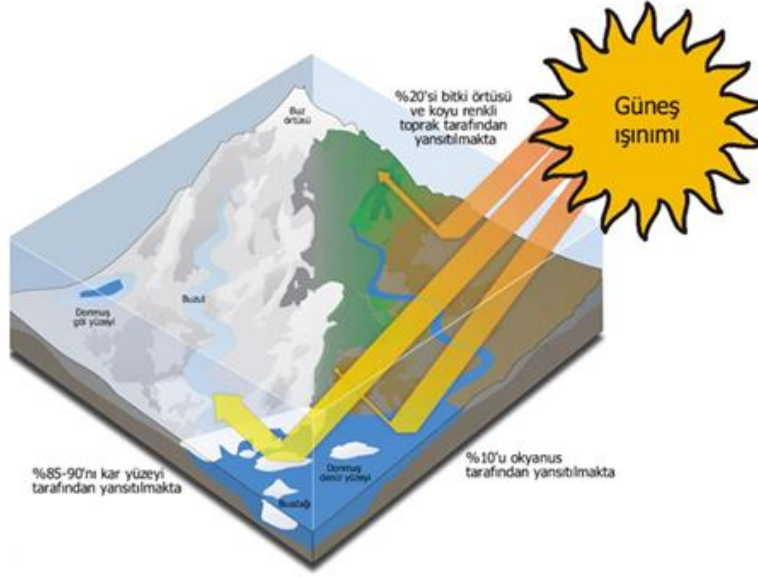
$$\text{Albedo} = \frac{\text{cisimden yansıyan ışınım}}{\text{cisime gelen toplam ışınım}} \cdot 100 \quad (2.2.)$$

Albedo, cismin yüzey dokusuna, özelliklerine ve alanına bağlı olarak değişir. Uzaydan dünyaya bakıldığında, üzerlerine düşen Güneş ışınımının büyük bölümünü yansıtan bulutlar parlak (albedoları yüksek), üzerlerine düşen güneş ışınımının büyük bölümünü yutan okyanus yüzeyleri genelde koyu (albedoları düşük) olarak gözükür. Genelde yeryüzü cisimleri arasında en yüksek albedo oranına sahip olan cisimler kar ve kum, en düşük albedo değerlerine sahip olanlar ise yeni sürülmüş nemli topraklar ve ormanlık alanlardır (Weatherhead ve ark, 2000) (Şekil 2.5.).

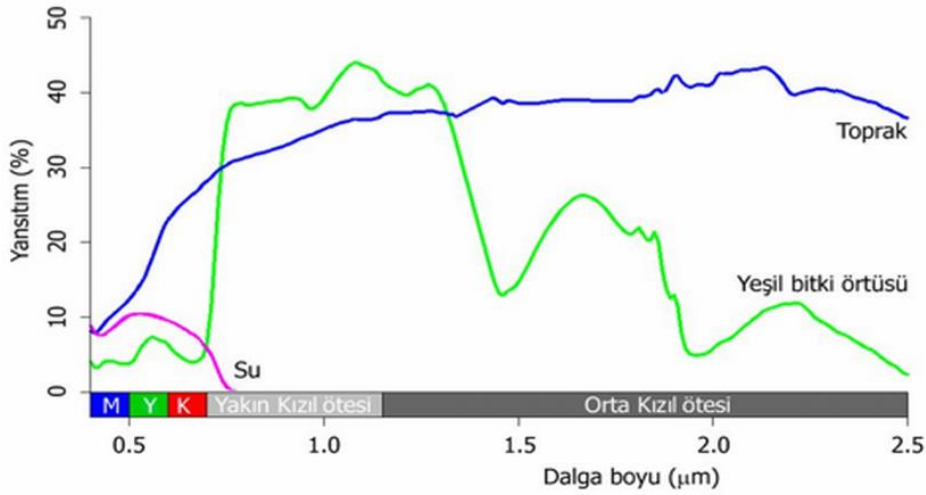
#### **2.4.2 Spektral yansıtım ve yansıtım eğrisi**

Spektral yansıtım cismin yüzeyine bağlı olarak dağınık yansıtım ve speküler yansıtım olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Uzaktan algılama için dağınık yansıtımın önemi daha fazladır.

Yeryüzündeki her cismin farklı dalga boylarında kendine özgü yansıtım değerleri vardır ve bu yansıtım eğrileriyle gösterilir. Bu değerler cisimlerin değişik dalga boylarında ayırt edilebilirliğini sağlar. Bu yansıtım değerlerine o cismin spektral imzası denir(Sunar, 2010) (Şekil 2.6.).



Şekil 2.5 : Farklı yeryüzü cisimlerinin albedo değerleri.



Şekil 2.6 : Yansıtım eğrisi ve spektral imza.

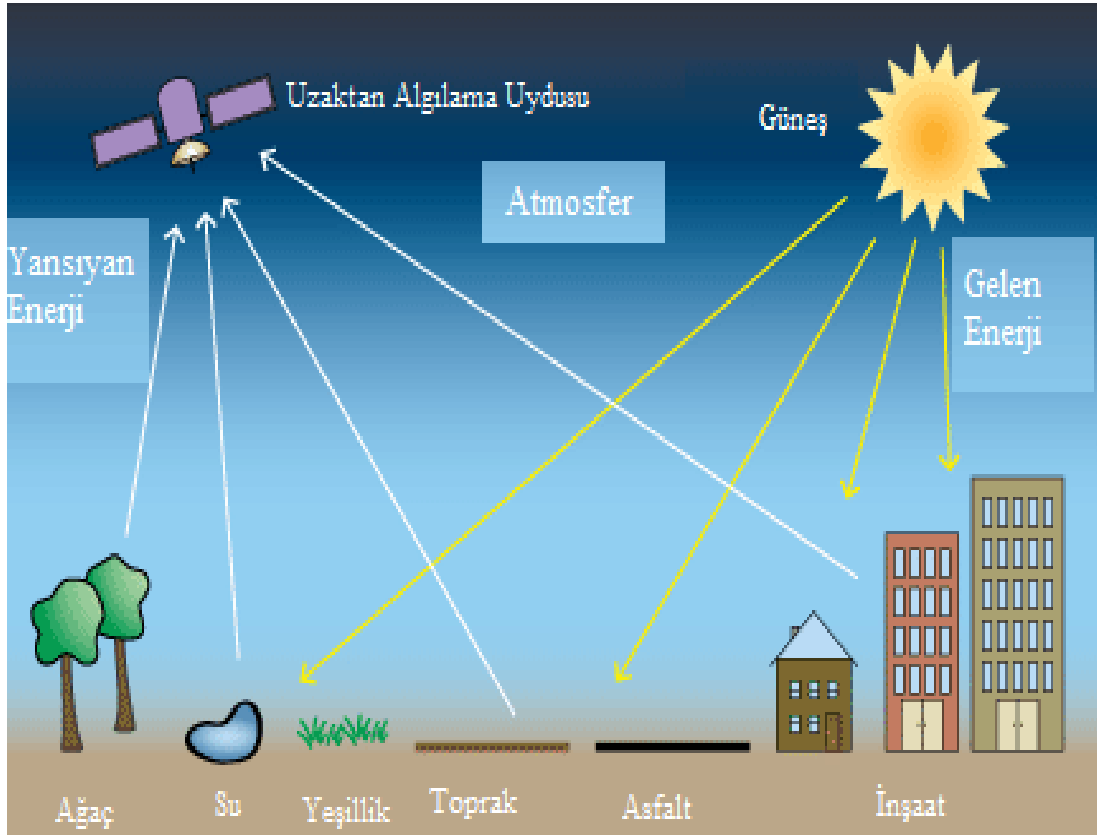
### 2.4.3 Farklı yeryüzü cisimlerinin spektral yansıtımı

Bitki örtüsünün yansıtımı: Görünür bölgede, bitkilerin içerdiği pigmentler (klorofil-a ve b, beta karoten, ksantofil vb.), fotosentez için gelen enerjiyi yutar. Pigmentler içinde en önemlisi klorofildir. Yutulma, yeşil bölgede daha az olduğundan, sağlıklı yapraklar gözümüze yeşil renkte görünür. Her dalga boyunda gelen elektromanyetik enerji, bitki ile etkileştiğinde, Kırmızı ve Mavi dalga boyu bitki tarafından yutularak geri yansıtılmaz. Elektromanyetik dalganın, bitki açısından en önemli dalga boyu Yeşil'dir. Yeşil dalga boyu, yüzeydeki hücrelerden geri yansıtılarak algılayıcılara gelir. Bitkilerin orta kızılötesi bölgedeki yansıtımları içerdiği su miktarına bağlıdır.

Su arttıkça yutulma artar, yansıtım azalır. En çok yansıtım yakın kızılötesi bölgede gerçekleşir (Şekil 2.6.).

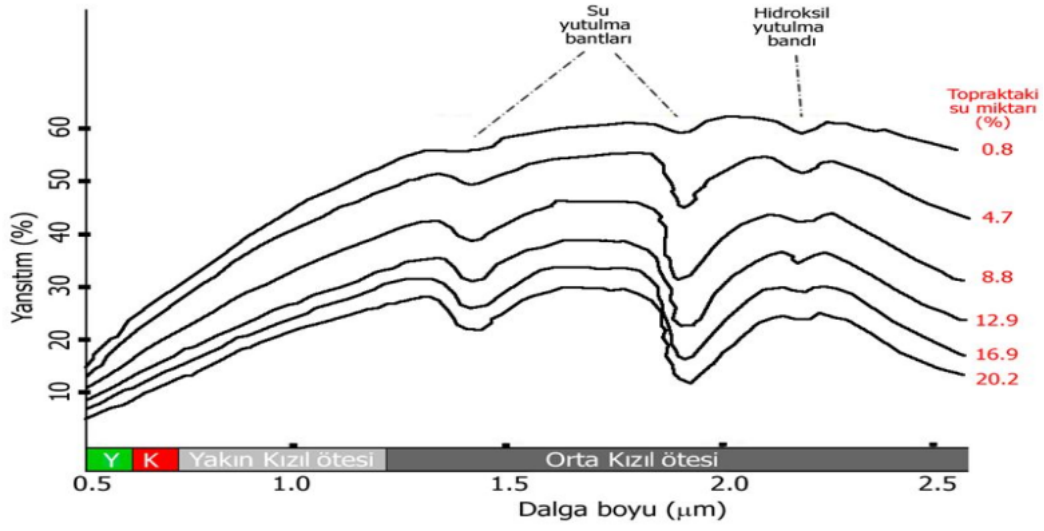
Suyun yansıtımı: Görünür bölgede enerjinin büyük bir bölümü su tarafından yutulur veya iletilir. Bu yüzden yansıtım çok düşük seviyededir. Suyun yansıtım değeri suyun derinliğine, suyun içeriğine ve yüzeyinin pürüzlülüğüne bağlıdır (Şekil 2.6.).

Toprağın yansıtımı: Toprağın elektromanyetik dalga enerjisini yansıtma özelliğinin dalga boyundaki farklılığa bağlı olarak değişiklik göstermesi, zeminlere ait yansıtım eğrilerine de yansır(Sunar, 2010). Genel olarak zeminlerin yansıtma özellikleri, zeminin su içeriğine, zemini oluşturan minerallerin cins ve miktarına, doku ve yüzey pürüzlülüğüne, organik madde içeriğine bağlıdır (Şekil 2.7.).



**Şekil 2.7 :** Farklı yeryüzü cisimlerinin spektral yansıtımı.

Zeminde su muhtevası arttıkça yansıtım özelliği azalmakta olup, bu azalma, toprak doygunluğa ulaşıncaya kadar sürer. Kuru bir zemin, ıslak bir zemine göre, elektromanyetik enerjiyi daha fazla yansıtma özelliğine sahiptir. Yakın kızıl ötesindeki toprağın enerjiyi yansıtması da nem içeriği ile ters ilişkilidir. Nem içeriğindeki artış, su ve hidroksildeki yutulma bantlarından dolayı, yansıtımda ani, hızlı bir düşmeye neden olmaktadır (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8 : Farklı nem içeriğine sahip toprağın spektral yansıtım eğrisi.

### 3. PEYZAJ TİPLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA

#### 3.1 Tanımlamalar

Peyzaj kavramı çeşitli meslek gruplarının ilgi alanına girmektedir. Peyzajın sözlük anlamına bakıldığında; manzara veya görünüm anlamına gelmektedir. Daha genel anlamda peyzaj, bir noktadan bakıldığında görüş çerçevesi içine girebilen doğal ve kültürel varlıkların bir arada meydana getirdikleri görünüşüdür. Avrupa Peyzaj Sözleşmesine göre ise, insanlar tarafından algılandığı şekliyle, karakteri doğal ve/veya insani unsurların eyleminin ve etkileşiminin sonucu olan bir alan anlamına gelmektedir.

Peyzaj planlama; kıt ve eşsiz kaynakların korunması, tehlikelerin önlenmesi, kontrollü kullanımla kısıtlı kaynakların korunması ve gelişme aktivitelerine uygun alanların saptanmasını amaçlamaktadır (Ayhan ve Hepcan, 2009). Ülkesel, bölgesel ve yerel ölçekte doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, doğa bilimleri ile mühendislik ve sanat dalları arasında köprü görevi gören Peyzaj Mimarlığı ve uzaktan algılama disiplinleri “Peyzaj Planlama” çalışmalarının ana konusunu oluşturmaktadır (Uzun, 2010).

Strasbourg’da, 2001 yılında yapılan Avrupa Peyzaj Sözleşmesi ile ilgili ilk kongrede peyzajların farklı biçimlerde tanımlanabileceği belirtilmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1 : Peyzajların tanımlanmasında bazı yaklaşımlar (Luginbühl 2001).**

<b>Peyzaj tanımı</b>	<b>Açıklama</b>
Coğrafi sınırlara göre yapılan tanımlamalar	Peyzaj ünitesinin sınırlarını çizen ve tanımlayan peyzaj analizinin bir alan yoluyla tanımlanması ve değerlendirilmesidir. Bu üniteler alan kullanımı ile özdeş olmayan ünitelerdir. Ekolojik birimlerin oluşturulduğu bir sınıflandırmadır.
Koruma altındaki peyzajların tanımlanması	Denetim ya da koruma altındaki peyzajların değerlendirilmesi ve tanımlanması; diğer bir deyişle hali hazırda özel bir koruma ve yönetim altında olan, bundan dolayı toplum nezdinde belirli bir statüye sahip alanlardır. Bu alanların kolaylıkla sınırları çizilir ve tanımlanırlar. Milli parklar, doğa koruma alanları vb. özel koruma statüsündeki alanlardır.
Sanatçılar tarafından betimlenen peyzajlar	Sanatçılar ya da yazarlar tarafından betimlenen, böylece ulusal ya da bölgesel kültürel bilincin bir bölümü olarak yapılan değerlendirme ve tanımlamalar, Ulusal savaşların olduğu alanlar, (Sakarya, İnönü vb., Polatlı yakın çevresi vb.. önemli olması )
Yerel seviyede tanımlanan peyzajlar	Yerel seviyede, yerel toplumun tarihi tarafından güçlü bir biçimde etkilenen, özellikle peyzajların tarihi olarak şekillenmesine katkıları olan sosyal bağlar ile yerel toplumların mekansal planlama geleneğini yansıtan peyzajların tanımlanması. Safranbolu, Göynük vb. tarihi dokulara sahip alanlar.

Avrupa'nın doğal ve kültürel peyzajlarının bir bütün olarak korunması, yönetilmesi ve planlanması konusunda bir çerçeve sözleşmesi olan Avrupa Peyzaj Sözleşmesi (APS) ülkemiz tarafından 2000 yılında imzalanmış, 2003 yılında 4881 sayılı Kanun ile onaylanarak yürürlüğe girmiştir.

Sözleşmenin ilk maddelerinde, peyzajın, doğal, kültürel, ekolojik, çevresel ve sosyal alanlarda kamu yararı taşıdığı; peyzajın yerel kültürlerin biçimlenmesine katkı sağladığı ve bunun da kültürel ve doğal mirasının en önemli parçası olduğu önemle vurgulanmış, doğal ve kültürel mirasın korunması ve yönetilmesinin altı çizilmiştir.

Peyzaj Planlama konusunda ülkemizde yapılan çalışmalar beş sınıfta toplanabilir:

1. Doğal peyzaj elemanlarının çakıştırılarak ekolojik birimlerin oluşturulmasıyla yapılan planlama yaklaşımları (Basal, 1974; Basal et al., 1983; Basal, 1988; Uzun, 2003).
2. Plan karelere dayanan ve çalışılan ölçeğin detayına göre farklı karelerde peyzaj planlamaya ilişkin olası tüm kültürel ve doğal peyzaj elemanlarının plana yansıtılmış olduğu matematiksel modellemelerin yapıldığı çalışmalar (Altan, 1974; Altan, 1982; Ortaçesme, 1996; Mansuroğlu, 1997).
3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (GIS) gelişimi ile birlikte planlama ya da tasarımda istenilen kriterlere uyan alanların seçiminde veri tabanından sorgulama yoluyla yürütülen çalışmalar (Karadeniz, 1995; Sahin, 1996; Dilek, 1998).
4. Peyzajın yapısının ortaya konularak (leke, koridor, matris), peyzaj içindeki süreçlerin analiz edilmesiyle yapılan çalışmalar (Uzun, 2003; Deniz, 2005; Tunçay et al., 2009).
5. Peyzaj yapı ve fonksiyon analizi ile birlikte peyzaj karakter tiplerinin belirlenerek arazi kullanımına yönelik kararların verildiği çalışmalar (Sahin, 1996; Sahin et al., 2007a; Uzun et al., 2010).

Planlama çalışmalarında kullanılan haritalar genellikle, karayollarını, idari sınırları, jeoloji, bitki örtüsü, vb. temel verileri gösteren, yorumsuz ve olaylar arasında ilişki kurmadan bilgi edinilen haritalardır. Buna karşın CBS ortamına aktarılmış bu verilerin birbirleriyle ilişkilerinin kurularak yorumlanabilmesi 2000'lerden itibaren peyzaj planlama çalışmalarında gelişen ve yaygınlaşan CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinin araç olarak yoğun bir şekilde kullanılmasına neden olmuştur. CBS ve uzaktan algılama peyzaj planlama çalışmalarında zamandan ve paradan tasarruf sağlayan ve kullanıcıların en uygun stratejileri belirlemelerine yardımcı olan güçlü bir karar verme araçlarıdır.

### 3.2 Peyzaj Tipleri

Peyzaj planlama çalışmalarında peyzaj kalitesinin ortaya konulmasına yön verecek değerlendirmelerden biri de alan analizi ve ölçümü sırasında gerçekleştirilecek görsel peyzaj analizidir. Görsel peyzaj analizi alan ve çevresine ait görsel peyzaj karakterini ortaya koyar. Görsel peyzaj karakteri ise görsel peyzajı oluşturan doğal ve kültürel elemanların kompozisyonudur (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1 : Örnek peyzaj tipleri.

Görsel peyzajın envanteri, tanımlanması ve sınıflandırılması

Bu aşamada peyzaj karakteristikleri ve peyzaj tipleri, görsel peyzaj ölçümü yardımıyla belirlenir. Peyzaj karakteristiklerini peyzajın sahip olduğu doğal ve/veya kültürel peyzaj elemanları ortaya koyar. Doğal görsel peyzaj elemanları ve kültürel görsel peyzaj elemanları aşağıdaki Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Tüm bu görsel peyzaj değerlerinin bir araya geliş biçimleri ve birbirleri ile etkileşimleri, alanın görsel peyzaj karakterini ortaya koyar.

Homojen görsel peyzaj karakteristiklerine sahip alanlar, görsel peyzaj tiplerini oluştururlar. Farklı literatürlerde peyzaj tipi kavramı yerine peyzaj ünitesi ya da peyzaj birimi terimleri de kullanılmaktadır (Çakıcı, n.d.).

**Çizelge 3.2 :** Doğal görsel peyzaj elemanları ve kültürel görsel peyzaj elemanları.

Doğal görsel peyzaj elemanları	Kültürel görsel peyzaj elemanları
<ul style="list-style-type: none"><li>- Topografya (eğim, bakı, topoğrafik çeşitlilik, düşey ve yatay rölyef...)</li><li>- Vejetasyon (vejetasyon çeşitliliği, toprak rengi...)</li><li>- Jeolojik oluşumlar</li><li>- Su yüzeyleri vb.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-İnsan yapısı elemanlar (yoğunluk ve form),</li><li>-Kütle- boşluk ilişkileri,</li><li>-Sirkülasyon ağları (yaya, araç, tren vb.),</li><li>-Mimari stiller (şekil, ölçek, malzeme ve renk özellikleri),</li><li>-Diğer tüm üst yapısal objeler (elektrik ve telefon hatları vb.).</li></ul>

### 3.3 Peyzaj Tiplerinin Bulunmasında Uzaktan Algılamanın Önemi

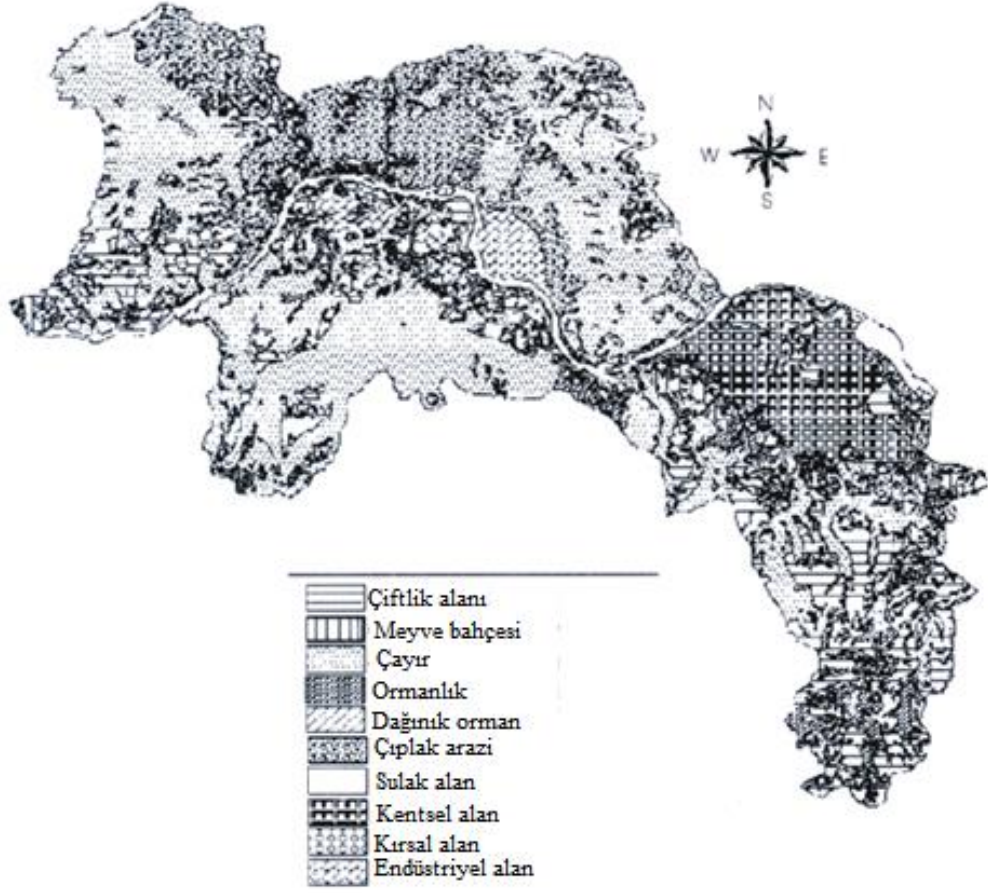
Gelişen teknoloji ile uzaktan algılama, özellikle büyük alanların tematik haritalanması konusunda büyük kolaylık sağlamaktadır. Uzaktan algılama, peyzaj çalışmalarını hızlı, yüksek doğruluklu ve düşük maliyetli olmasını sağlamaktadır.

Peyzaj tipleri, çalışma alanının birçok haritası ile Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturularak üretilmektedir. Bu haritalardan en önemlisi arazi kullanım haritasıdır. Arazi kullanım haritası uzaktan algılama ile hızlı ve yüksek doğruluklu olarak üretilmektedir. Görünür dalga boyunda ayırt edilemeyen (gözle görülmeyen) nesnelere ayırt etmenin önemli olduğu çalışmalarda uzaktan algılama kullanılarak farklı dalga boyundaki algılayıcılar ile nesnelere ayırt etmek mümkün hale gelmiştir.

I.N.Vogiatzakis ve diğerleri (2005), tarafından hazırlanan uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak peyzaj karakteri haritasının üretilmesi konulu çalışmada İtalya'nın batısında bulunan Sardinia adası pilot bölge olarak seçilmiştir. Çalışmada uzaktan algılama kullanılarak tematik harita oluşturulmuştur. Jeoloji, yükseklik, tematik harita kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturulmuştur. Coğrafi Bilgi Sisteminde 50 km x 50 km gridler oluşturulup, tüm haritalar gridlere işlenmiştir. Tüm bilgilerin işlendiği gridler peyzaj karakter tiplerini vermektedir. Peyzaj karakter tipleri mantıksal olarak değerlendirilerek birleştirilmiştir. Birleştirilmiş gridler sonuç olarak peyzaj karakterlerini vermektedir.

XU Jian-hua ve diğerleri (2001), tarafından hazırlanan uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak Çin'in kuzey batısında bulunan Lanzhou şehrindeki Xigu bölgesi için peyzaj mozaik haritası üretilmiştir. Çalışmada uçak bazlı uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak tematik sınıflandırma yapılmıştır (Şekil 3.2.). Xigu

bölgesinin sayısal yükseklik modeli oluşturulmuş ve bu model kullanılarak yükseklik ve eğim haritası üretilmiştir. Tüm üretilen bilgiler Coğrafi Bilgi Sisteminde çakıştırılmış ve peyzaj mozaik haritası oluşturulmuştur.



**Şekil 3.2 :** Xigu Bölgesi'ne ait tematik harita.

Peyzaj karakter tiplerinin sınıflandırılmasında peyzaj bileşenleri belirli bir hiyerarşide çakıştırılarak benzer özelliklere sahip homejen desenler belirli bir isim altında sınıflandırılır. Ülkemizde İl düzeyinde peyzaj karakter tiplerinin sınıflandırılmasında (belirlenmesinde) TÜBİTAK'ın Kamu Kurumları Araştırma Geliştirme Destekleme Programı'nın Malatya ili ölçeğinde peyzaj karakter tiplerini belirleme projesinde peyzaj karakter analizinde kullanılacak katmanlar iklim, jeoloji, fizyografya, arazi kullanımı/arazi örtüsü olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda Malatya pilot alanında da, bu raporun "Peyzaj Envanteri" bölümünde açıklamaları yapılan "iklim, kayaç yapısı, fizyografya ve peyzaj deseni" verileri kullanılarak "Peyzaj Karakter Tipleri (PTK) Sınıflandırması" yapılmıştır. İl düzeyinde PKT belirlenmesinde ilk olarak yukarıda belirtilen ve peyzaj envanteri bölümünde ayrıntılı

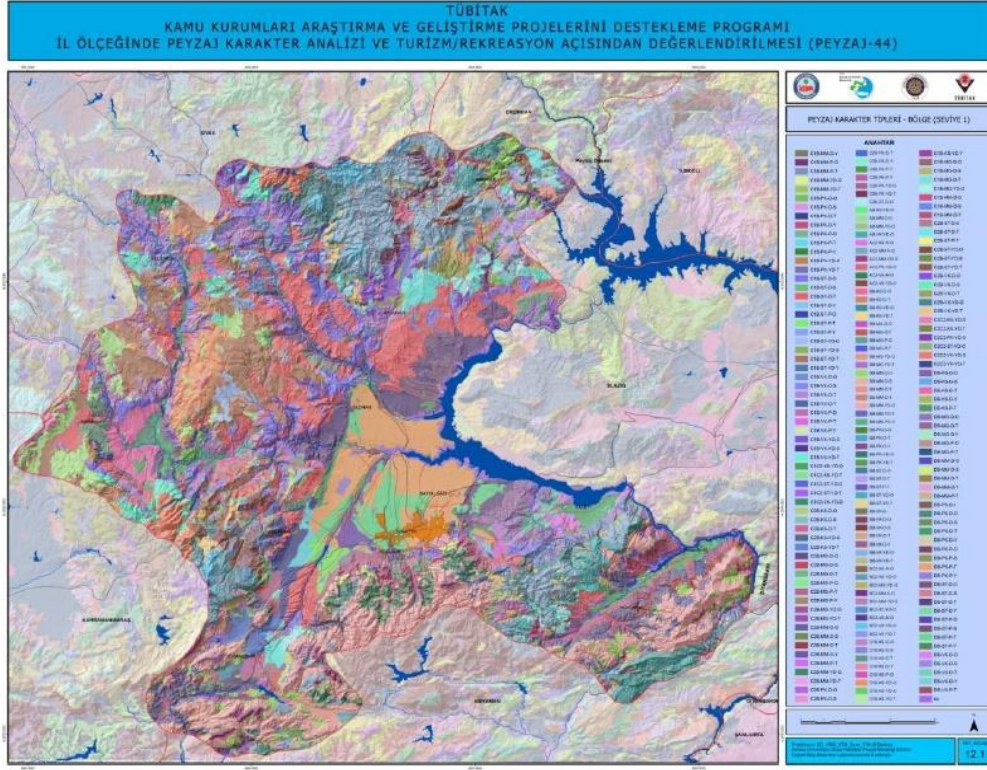
açıklanan 4 adet veri katmanının CBS’de çakıştırılması sonucunda her bir 4 özelliği de içeren birimler örneğın “Peyzaj Karakter Tipleri” olarak tanımlanmış ve aşağıdaki Çizelge 3.3’te adlandırılmıştır.

**Çizelge 3.3 : Malatya ili peyzaj karakter tipleri sınıflandırması kodları**

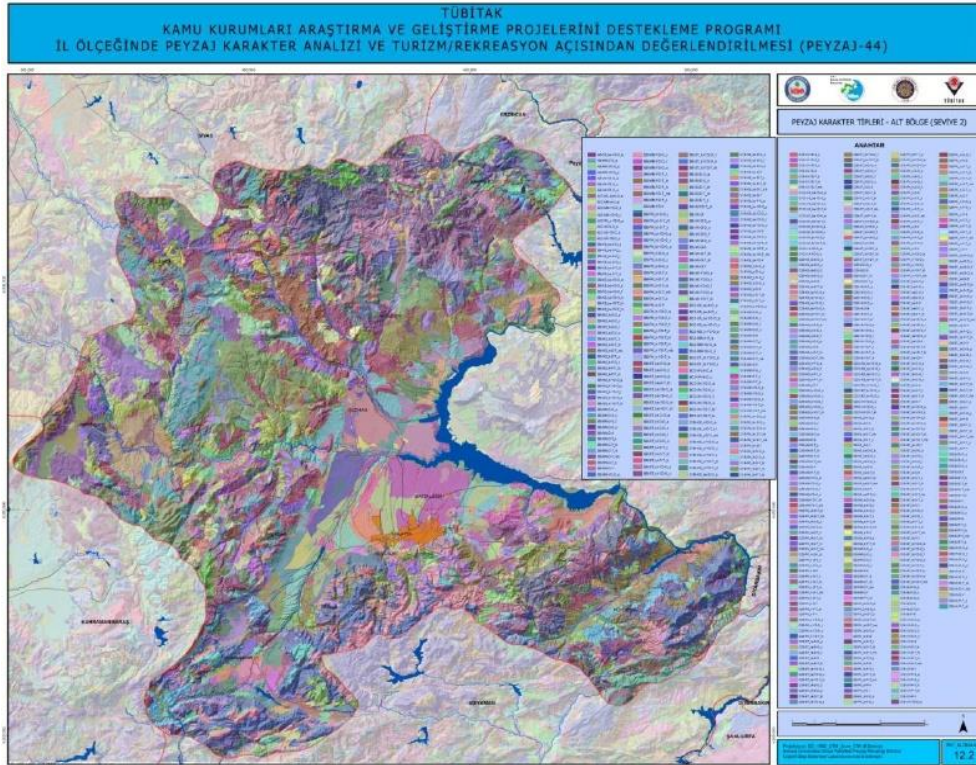
İklim (1. Seviye)	Jeoloji (1. Seviye)	Jeoloji (2. Seviye)
AB: Çok nemli mezotermal iklimler	MG: Magmatik kayaçlar	k: Kristalin kayalar
AC2: Çok nemli mikro termal iklimler	MM: Metamorfik kayaçlar	m: Metamorfik kaya
BB: Nemli mezotermal iklimler	VK: Volkanik kayaçlar	v: Volkanik kayaçlar
BC2: Nemli mikro termal iklimler	KS: Kimyasal sedimenter kayaçlar	kk: Karasal kırıntılar
C2C2 : Yarı nemli mikro termal iklimler	ST: Sedimenter Tortullar	ka: Kalkerli kayalar
C1B: Kurak yarı nemli mezotermal iklimler	PK: Plio kuvaterner birimler	n: Nehir alivyonları
C1C2: Kurak yarı nemli mikro termal iklimler		
DB: Yarı kurak mezotermal iklimler		
AB-KS-YD-O	Peyzaj karakter tipi: İklim+jeoloji+fizyografya+arazi örtüsü	
Fizyografya	Arazi Örtüsü (1. Seviye)	Arazi Örtüsü (2. Seviye)
D: Dağ (500-1500 m)	Y: Yapay bölge	k: Kuru tarım
YD: Yüksek Dağ (1500-2500 m)	T: Tarımsal alanlar	s: Sulu tarım
A: Alpin (2500m>)	O: Orman ve yarıdoğal alanlar	mb: Meyve bahçesi
P: Plato	I: Islak alanlar	m: Mera
	S: Su yapıları	kt: Karışık tarım
		o: Orman
		c: Doğal çayırılık
		f: Fundalık, çalı
		a: Bitki örtüsü az ya da olmayan alanlar

Malatya ili için 192 adet bölge ölçeğinde peyzaj karakter tipi oluşmuştur (Şekil 3.3.).

Malatya il sınırlarında 560 adet alt bölge ölçeğinde peyzaj karakter tipi tanımlanmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.3 : Peyzaj karakter tipleri bölge düzeyi (Seviye 1).



Şekil 3.4 : Peyzaj karakter tipleri alt bölge düzeyi (Seviye 2).



## 4. UYDU SİSTEMLERİ

Genel anlamda herhangi bir cisim etrafında (örn. Galaksi, Güneş, Dünya veya Mars vb.) dönen cisimlere uydu denilmektedir. Bu kapsamda Ay Dünya'nın uydusu, Dünya ise güneşin uydusudur. Doğal uydu olarak adlandırılan bu uyduların dışında insanoğlu tarafından herhangi bir gezegenin çevresindeki bir yörüngeye yeryüzünden fırlatılarak yerleştirilmiş uydu sistemleri de bulunmaktadır ve bu sistemler yapay uydu sistemi olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde Dünya'nın yörüngesinde bulunan yaklaşık 920 den fazla uydu sistemi mevcuttur. Farklı amaçlara yönelik uzaya fırlatılan ve daha çok sivil ve askeri amaçla kullanılan bu uydu sistemleri, ilk olarak iletişim alanında daha hızlı ve yüksek kapasiteli ama aynı zamanda da düşük maliyetli sistemler yaratma çabaları sonucunda ortaya çıkmıştır. 1957 yılında uzaya ilk uydunun (SPUTNIK) gönderilmesi ile uzay çağı başlamış ve uydu sistemleri haberleşmenin yanı sıra birçok alanda kullanılmaya başlamıştır (URL 1).

Uzaktan algılama için kullanılan uydular mekânsal ve spektral çözünürlüklerine göre kategorize edilebilir.

Mekânsal çözünürlükleri göz önüne alınarak uydu sistemlerinin sınıflandırılması;

Düşük çözünürlüklü sistemler (yaklaşık 1 km ve fazlası),

Orta çözünürlüklü sistemler (yaklaşık 100 m'den 1 km'ye kadar),

Yüksek çözünürlüklü sistemler (yaklaşık 5m'den 100 m'ye kadar),

Çok yüksek çözünürlüklü sistemler (yaklaşık 5m ve daha az).

Spektral çözünürlüğe göre;

Optik görüntüleme sistemleri, ısı görüntüleme sistemleri, yapay açıklıklı radar (tek frekanslı, çok frekanslı, tekli polarize, çoklu polarize).

### 4.1 Uydu Yörüngeleri

Bir gök cismi diğerinin etrafında dönmez. İki cisim ortak bir merkez etrafında döner. Bu merkez noktası kütlesi daha fazla olan cisme daha yakındır (Kepler kanunu) (Şekil 4.1.). Dolayısıyla kütlesi az olan cisim daha fazla yol alır. Bu cisme uydu

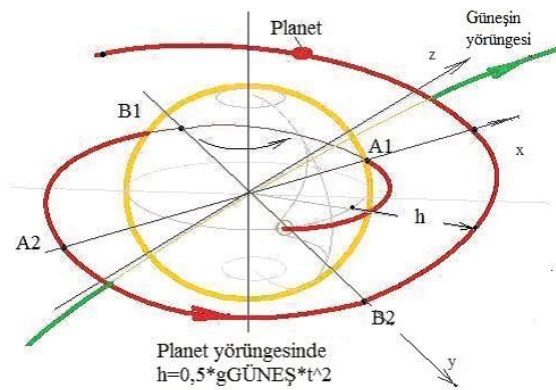
denir. Ay-Dünya örneğinde Ay ve Dünya'nın etrafında döndüğü merkez noktası Dünyanın merkezine çok yakın olduğundan sanki sadece Ay Dünya'nın etrafında dönüyormuş gibi görünür.

Uydu yörüngeleri Keplerin hareket kanununa dayanarak belirlenir.

Her gezegen merkezide Güneş'in bulunduğu bir elips üzerinde hareket eder.

Güneş ile gezegen arasındaki çizgi eşit alan tarar.

Cismin yörüngesel periyodunun karesi, yörünge elipsinin ana eksen uzunluğunun küpüyle doğru orantılıdır.



**Şekil 4.1 :** Kepler kanununa göre uydu yörüngeleri.

**Kutupsal yörüngeler:** Kutupsal yörünge ya da polar yörünge, herhangi bir doğal veya yapay uydunun, Dünya ve Güneş gibi bir gökcisminin tam güney ve kuzey kutupları üzerinden -veya bunlara çok yakın başka noktalardan- geçerek izlediği yörüngeye denir (Şekil 4.2.).

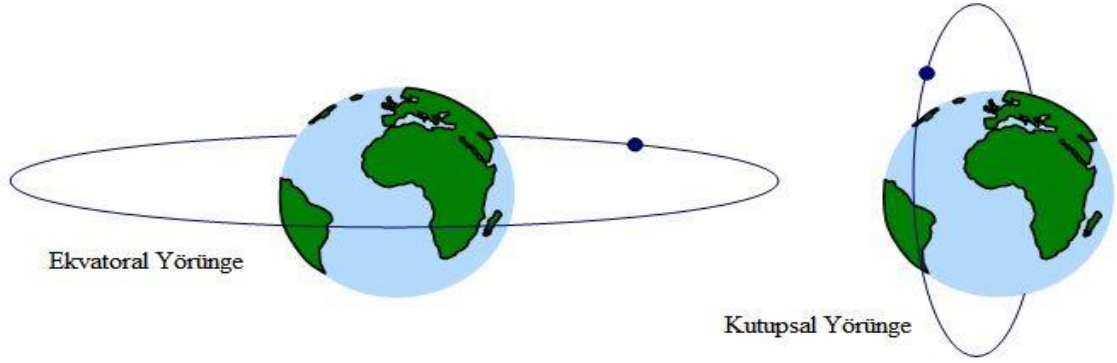
Tanım olarak 90 derecelik eğime sahiptir, yani ekvatora diktir. Kutupsal senkronize yörünge hariç, kutupsal yörügedeki bir uydu her devrinde ekvator üzerinde farklı bir boylamdan geçer. Kutupsal yörüngeler genellikle haritalandırma, uzaydan Dünya gözlemleri, casus ve bilimsel uydular ile istihbarat amaçlı uydular tarafından kullanılır.

Bu yörünge en önemli dezavantajı ise Dünya üzerindeki herhangi bir noktanın aynı uydu tarafından sürekli ve kesintisiz olarak gözlemlenmesine olanak vermemesidir (Hacıağaoğlu, 2011).

- Ekvatorial yörüngeler

Yörüngeleri ekvator düzlemi içinde kalan uydu sistemleridir (Şekil 4.2.).

Bu tip uyduların ekvatorial yörüngeye oturtulmaları için ekvatora yakın bir yerden fırlatılması gerekir. Orta ve alçak yörüngeye sahip olduğu için çok tercih edilmez.



Şekil 4.2 : Kutupsal ve ekvatorial yörünge.

## 4.2 Çalışmada Kullanılan Uzaktan Algılama Uyduları

### 4.2.1 Landsat

1969 yılında Hughes Santa Barbara araştırma merkezi tarafından tasarlanan ilk uzaktan algılama uydusu olan Landsat MSS (Multispectral Scanners), 1970 yılında tamamlanarak Half Dome, Yosemite Ulusal Parkında test edilmiştir.

1966'da ERTS (Earth Resources Technology Satellites) olan program 1975'de ismi LANDSAT olarak değiştirilmiştir. 1979'da Landsat NASA'dan NOAA'ya alınmıştır. 1985'de EOSAT (Earth Observation Satellite Company) Landsat'ı işletmeye başlamış ve Landsat 4 ve Landsat 5'den kazançları ile Landsat 6 ve Landsat 7'yi inşa etmiştir. 15 Nisan 1999'da NASA Landsat 7'yi fırlatmıştır.

Yörünge karakteristikleri: Landsat uydusu tekrarlı, dairesel, güneş ile senkronize ve kutuplara yakın yörüngeye sahiptir. Bu özellikleri sayesinde 81 °N ve 81 °S arasında görüntüleme yapar. Landsat 1, 2, 3 için yörünge periyodu 18 gün Landsat 4, 5, 7 için ise 16 gündür.

#### 4.2.1.1 Algılayıcılar ve özellikleri

MSS (Multi Spectral Scanner) Algılayıcısı: MSS, elektro-manyetik spektrumda görünür yeşil, görünür kırmızı ve yakın kızılötesi bölgelerinde 8 bit görüntüye sahip 80 metre mekânsal çözünürlüğe sahip uydudur. Landsat TM (Thematic Mapper) adlı algılayıcının spektral ve mekânsal çözünürlük üstünlüğü nedeniyle MSS'e olan talep azalmıştır.

TM (Thematic Mapper) Algılayıcısı: TM görünür NIR ve SWIR bölgede 30m çözünürlüklü 6 adet bant ve 120m çözünürlüğe sahip ısı banda sahiptir. Çizelge 4.1.'de Landsat 5 TM uydusunun teknik özellikleri verilmektedir.

**Çizelge 4.1 : Landsat 5 TM uydusu teknik özellikleri.**

UYDU ÖZELLİKLERİ	
İşletmeci	US Geological Survey (USGS)
Fırlatılma Tarihi	1 Mart 1984
Yörünge Yüksekliği	705 km
Tasarım Ömrü	5 Yıl
Yörünge Özellikleri	Dairesel
	Yaklaşık Polar
	Güneş-Senkronize
Yörünge Eğimi	98.2 °
Yörünge Periyodu	16 Gün
Görüntü Taşıyıcı Frekansı	8212.5 Mhz
Veri İletim Hızı	85 Mbit/sn (TM)
	15 Mbit/sn (MSS)
Algılayıcılar	Tematik Haritalayıcı (TM)
	Çok Spektrumlu Tarayıcı (MSS)

TM Görüntüleme Özellikleri			
EM Bölge	Bant no ve Spektral Çözünürlük (µm)	Mekânsal Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük (bit)
Görünür Mavi	1 (0.45-0.52)	30	8
Görünür Yeşil	2 (0.52-0.60)	30	8
Görünür Kırmızı	3 (0.63-0.69)	30	8
Yakın Kıızılötesi	4 (0.76-0.90)	30	8
Orta Kıızılötesi	5 (1.55-1.75)	30	8
Isıl Kıızılötesi	6 (10.4-12.5)	120	8
Orta Kıızılötesi	7 (2.08-2.35)	30	8

ETM Algılayıcısı: Landsat 7, geliştirilmiş Thematic Mapper tarayıcısı taşımaktadır. Standart 7 banda ek olarak 15 metre çözünürlüğe sahip pankromatik bant eklenmiştir. Ek olarak ısı bandının mekânsal çözünürlüğü 60 metreye indirilmiştir. Çizelge 4.2.'de Landsat 7 ETM uydularının teknik özellikleri verilmektedir.

**Çizelge 4.2 : Landsat 7 ETM+ uydusu teknik özellikleri.**

UYDU ÖZELLİKLERİ	
İşletmeci	US Geological Survey (USGS)
Fırlatılma Tarihi	15 Nisan 1999
Yörünge Yüksekliği	705 km
Tasarım Ömrü	5-6 Yıl
Yörünge Özellikleri	Polar
	Güneş-Senkronize
Yörünge Eğimi	98.2 °
Yörünge Periyodu	16 Gün
Görüntü Taşıyıcı Frekansı	8082.5 Mhz
	8212.5 Mhz
	8342.5 Mhz
Veri İletim Hızı	105 Mbit/sn
Algılayıcılar	Gelişmiş Tematik Haritalayıcı (ETM+)

ETM+ Görüntüleme Özellikleri			
EM Bölge	Bant no ve Spektral Çözünürlük (µm)	Mekânsal Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük (bit)
Görünür Mavi	1 (0.45-0.52)	30	8
Görünür Yeşil	2 (0.52-0.60)	30	8
Görünür Kırmızı	3 (0.63-0.69)	30	8
Yakın Kızılötesi	4 (0.76-0.90)	30	8
Orta Kızılötesi	5 (1.55-1.77)	30	8
Isıl Kızılötesi	6 (10,4-12,5)	60	8
Orta Kızılötesi	7 (2.08-2.35)	30	8
Pankromatik	(0.52-0,9)	15	8

## 4.2.2 Rapideye

### 4.2.2.1 Algılayıcı ve özellikleri

RapidEye uydusu Alman firması RapidEye AG.'in tasarladığı ticari amaçlı bir uydudur. Rapideye uydusunun dünya yörüngesinde beş gözlem uydusu bulunmaktadır. Rapideye uydusu görünür 3 bant ve yakın kızıl ötesi ve kırmızı sınır (Red-Edge) bandı ile toplam 5 banda sahiptir.

RapidEye uydusu üzerinde bulunan kırmızı sınır (Red-Edge) bandı, ticari olarak ilk kez bir uydu üzerinde bulunan bir bant aralığıdır. Bu bant aralığı, klorofil içeriği içindeki değişimlere karşı hassastır. Yapılan çalışmalar bu bandın bitki örtüsü sağlığının izlenmesi, biokütle içindeki protein ve nitrojen içeriğinin ölçülmesi ve ürün ayırımının daha rahat yapılabilmesine olanak sağladığını göstermiştir. Rapideye uydusunun teknik özellikleri Çizelge 4.3.'te gösterilmiştir.

Rapid Eye Veri Formatları: Level 1B - Rapid Eye Basic

Radyometrik ve algılayıcı düzeltmeleri veriye uygulanmıştır. Geometrik düzeltme uygulanmamıştır. Veri, NITF 2.0 formatında ve meta dosyaları ile birlikte gelmektedir. Verilerin yersel örnekleme mesafesi (GSD) 6.5 metredir.

**Çizelge 4.3 :** RapidEye uydusunun teknik özellikleri (URL 2).

UYDU ÖZELLİKLERİ	
İşletmeci	Blackbridge Group
Fırlatılma Tarihi	29 Ağustos 2008
Yörünge Yüksekliği	630 km
Tasarım Ömrü	7 Yıl
Yörünge Özellikleri	Polar
	Güneş-Senkronize
Yörünge Eğimi	98.2 °
Yörünge Periyodu	5.5 Gün
Görüntü Taşıyıcı Frekansı	8082.5 Mhz
	8212.5 Mhz
	8342.5 Mhz
Veri İletim Hızı	25 Mb
Algılayıcılar	Jena-Optronik multi-spectral imager

Jena-Optronik multi-spectral imager			
EM Bölge	Bant no ve Spektral Çözünürlük (µm)	Mekânsal Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük (m)
Görünür Mavi	1 (0.44-0.51)	5	16
Görünür Yeşil	2 (0.52-0.59)	5	16
Görünür Kırmızı	3 (0.63-0.69)	5	16
Kırmızı Sınır (Red Edge)	4 (0.69-0.73)	5	16
Yakın Kızılötesi	5 (0.76-0.85)	5	16

Rapid Eye Veri Formatları: Level 1B - Rapid Eye Basic

Radyometrik ve algılayıcı düzeltmeleri veriye uygulanmıştır. Geometrik düzeltme uygulanmamıştır. Veri, NITF 2.0 formatında ve meta dosyaları ile birlikte gelmektedir. Verilerin yersel örnekleme mesafesi (GSD) 6.5 metredir.

Level 2A - Rapid Eye Geometrik Düzeltmeli

Radyometrik, algılayıcı ve geometrik düzeltmeler veriye uygulanmıştır. Fakat pozisyonel doğruluk için yer kontrol noktası kullanılmamıştır. Görüntüler kuzeye yönlendirilmiş (North-oriented) olarak gelmektedir. Veri, Geotif formatında, meta dosyaları ile birlikte gelmektedir. Veri piksel boyutu 5 metredir. Radyometrik çözünürlüğü 16 bitdir. Verinin geometrik düzeltilmesi sırasında hassas olmayan (coarse) bir sayısal yükseklik modeli (1km. aralıklı) ile uydu pozisyon bilgileri kullanılarak yapılmıştır.

Level 3A - Rapid Eye Ortorektifiye Edilmiş

Radyometrik, algılayıcı ve geometrik düzeltmeler veriye uygulanmıştır. Veriler yer kontrol noktaları ve DTED Level 1 SRTM veya daha iyi bir sayısal yükseklik modeli ile ortorektifiye edilmiştir. Verilerin 12.7m. CE90'da doğruluk özelliği vardır. Bu veriler için elde edilen iyi doğruluk 1 : 25000 NMAS standartlarını karşılamaktadır. Veri, Geotif formatında, meta dosyaları ile birlikte gelmektedir. Veri piksel boyutu 5 metre olup, radyometrik çözünürlüğü 16bitdir.

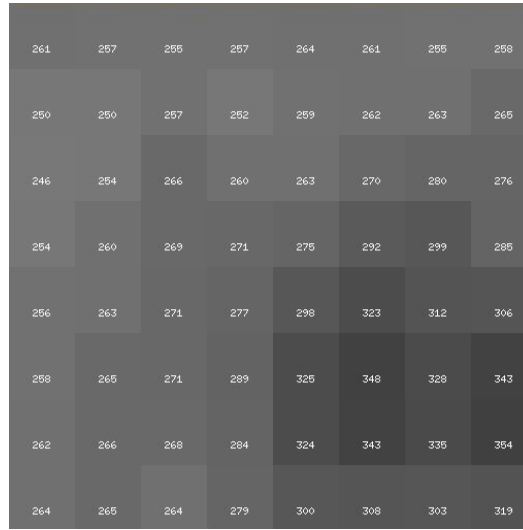


## 5. DİJİTAL VERİ İŞLEME

### 5.1 Raster Görüntü Verisi

Uydu görüntü verileri birçok farklı algılayıcı sistemlerden toplanıp farklı yollardan uydu yer istasyonlarına iletilse de alınan tüm görüntüler bazı ortak özelliklere sahiptir. Genel anlamda, bir görüntü, üç boyutlu gerçek fiziksel uzayın iki boyutlu bir gösterimidir. İnsan görme sistemi bir görüntü girdi verisini konumsal olarak dağılmış ışık enerjisinin toplamı olarak algılar. Bu şekildeki algılama optik görüntü olarak adlandırılır.

Dijital görüntüyü oluşturan en küçük elemanlara piksel (picture x element) denir. Her piksele gelen sayıya o pikselin sayısal değeri denir ve DN ile gösterilir. 8 bitlik görüntüler için DN değeri 0 ile 255 arasındadır (Şekil 5.1.).



261	257	255	257	264	261	255	258
250	250	257	252	259	262	263	265
246	254	266	260	263	270	280	276
254	260	269	271	275	292	299	285
256	263	271	277	298	323	312	306
298	265	271	289	325	348	328	343
262	266	268	284	324	343	335	354
264	265	264	279	300	308	303	319

Şekil 5.1 : Dijital görüntü (8x8 piksel).

#### 5.1.1 Çözünürlük

Birçok uzaktan algılama algılayıcısı, verileri, uzaktan algılamada geçerli olan temel prensiplere bağlı olarak algılamış olsa da, sonuç görüntüsünün formatı çok farklılık gösterebilir. Bu farklılıklar dört farklı uydu çözünürlüğü ile ilişkili olup her biri aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.

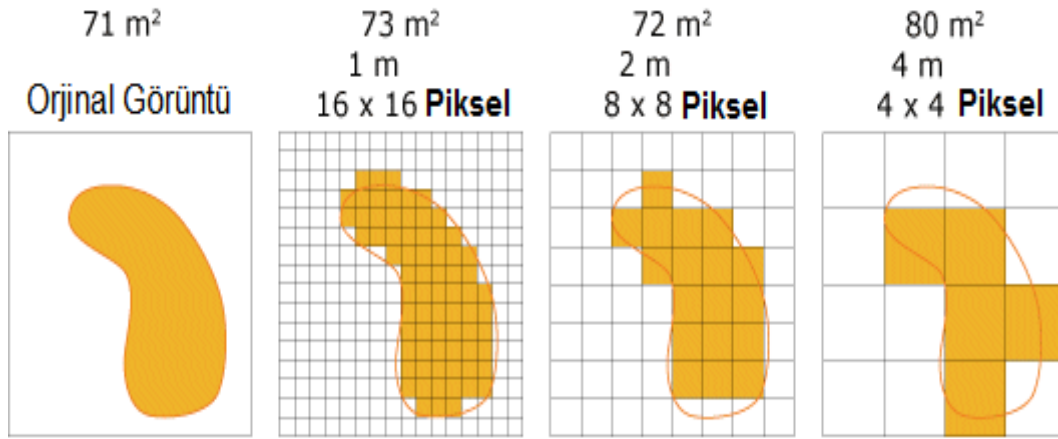
Mekânsal Çözünürlük: Mekânsal çözünürlük görüntüde ayırt edilebilir detay seviyesini gösteren bir özelliktir (Şekil 5.2.). Diğer bir ifade ile bir uydu görüntüsünde görünen detaylar algılayıcının mekansal çözünürlüğüne bağlı olup bu değer görüntünün en küçük elemanı olan pikselin yeryüzünde kapladığı alana karşılık gelmektedir (Sunar, 2011).

Mekânsal çözünürlük açısından uydu görüntüleme sistemleri:

Düşük mekânsal çözünürlüklü sistemler (30 - >1 km)

Orta mekânsal çözünürlüklü sistemler (4 m – 30 m)

Yüksek mekânsal çözünürlüklü sistemler (0.5 m – 4 m)



Şekil 5.2 : Mekansal çözünürlüğün etkisi.

Spektral Çözünürlük: Bir algılayıcının, elektromanyetik spektrumda kaydedebildiği spesifik dalga boyu genişliği ve algılama yapılan bant sayısı ile ifade edilen spektral çözünürlük farklı uygulamalarda kullanılacak uydu verilerinin seçiminde göz önüne alınacak diğer önemli bir özelliktir. Spektrum ne kadar küçük parçalara ayrılırsa, spektral ayırma gücü o kadar artar.

Radyometrik Çözünürlük: Bir algılayıcının radyometrik çözünürlüğü, enerji farklılıklarını ayırt edebilme yeteneğini gösterir yani her bir pikseldeki gri tonu sayısına denk gelir. Örneğin 8 bitlik görüntüdeki bir pikselin 0 ile 255 arasında değer almasıdır(URL 3) (Şekil 5.3.).

Zamansal Çözünürlük: Bir uzaktan algılama uydusunun aynı bölgeyi görüntüleme sıklığına zamansal çözünürlük denir.

Uydularının periyotlarının tamamlama süreleridir. Bir bölgedeki zaman ile değişen mekansal özelliklerin değişim analizi için kullanılır.



**Şekil 5.3 : Radyometrik çözünürlük.**

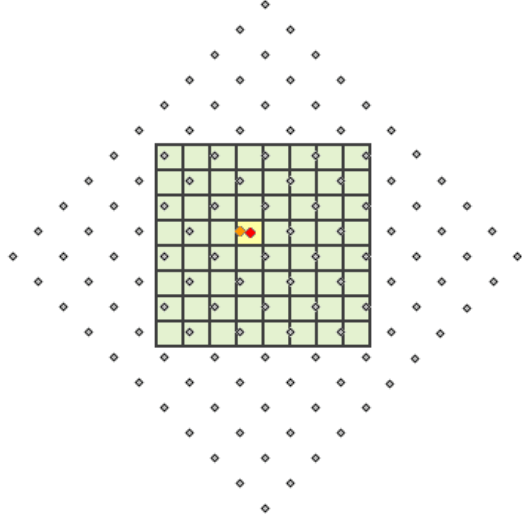
### **5.1.2 Yeniden örnekleme ve mekânsal çözünürlüğün değiştirilmesi**

Bir uydu görüntüsünden yapay olarak farklı mekânsal çözünürlüklü görüntü elde edilirken mekânsal çözünürlüğün değiştirilmesine yönelik farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler enterpolasyon ve birleştirme yöntemleri olarak bilinir. Enterpolasyon; en yakın komşuluk örnekleme (Şekil 5.4.), bilineer enterpolasyon (Şekil 5.5.) ve kübik enterpolasyon (Şekil 5.6.) olmak üzere üç farklı şekilde yapılır. Bu yöntem orijinal görüntüdeki mekânsal çözünürlüğün oluşturulacak görüntüdeki mekânsal çözünürlüğe oranının birden küçük olması halinde seçilir. Birleştirme yönteminde ise bu oran birden büyüktür. Yeni oluşturulacak görüntü pikseli orijinal görüntü pikselini kapsadığından, orijinal görüntü pikselleri ile, yeni görüntü piksel değeri hesaplanır (URL 4) (Şekil 5.7.). Hesaplama kullanılan yöntemler; mod, medyan, en yüksek değer, en düşük değer ve ortalama değerdir. Bu çalışmada orijinal piksel ile yapay piksel çözünürlük oranı birden büyük olduğu için ortalama değer yöntemi kullanılarak mekânsal çözünürlük değiştirilmiştir.

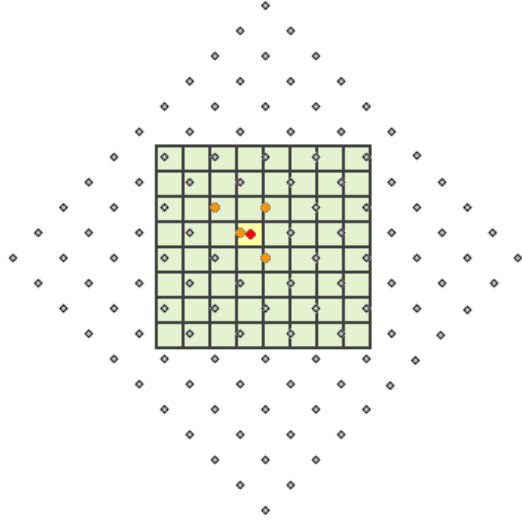
En yakın komşuluk örnekleme: En basit yeniden örnekleme yöntemidir. Dönüşüm koordinatlarının en yakın olduğu pikselin parlaklık değeri yeni oluşturulacak grid pikseline atanır(Studley, n.d.; Weber, n.d.) (Şekil 5.4.).

Bilineer enterpolasyon: Piksel etrafındaki 4 komşu pikselin iki boyutlu lineer bir enterpolasyonudur(Studley, n.d.; Weber, n.d.) (Şekil 5.5.).

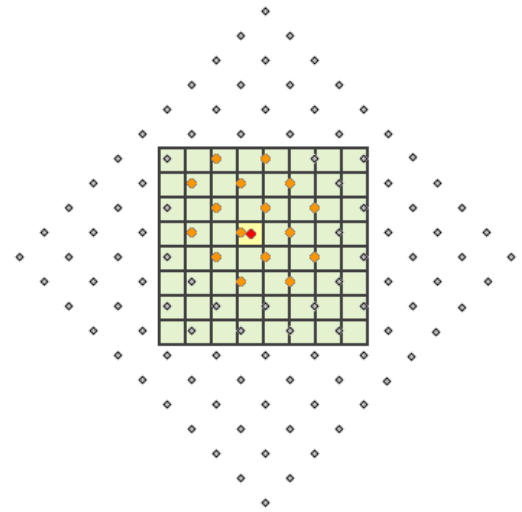
Kübik enterpolasyon: İki boyutlu üçüncü dereceden poligon enterpolasyonudur. Piksel etrafındaki 16 piksel kullanılarak yapılır(Studley, n.d.; Weber, n.d.) (Şekil 5.6.).



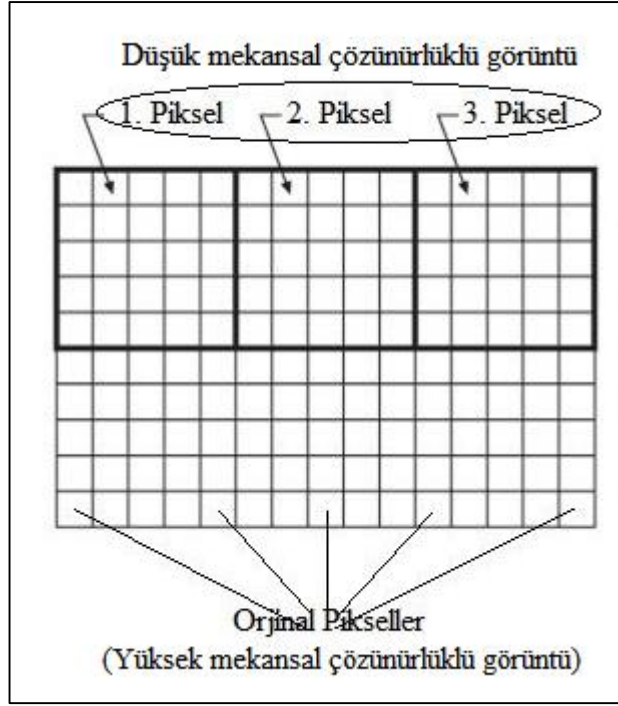
**Şekil 5.4 :** En yakın komşuluk örnekleme.



**Şekil 5.5 :** Bilineer enterpolasyon.



**Şekil 5.6 :** Kübik enterpolasyon.



Şekil 5.7 : Birleştirme yöntemi.

## 5.2 Dijital Görüntü İşleme Seviyeleri

Dijital görüntü işleme seviyeleri, görüntünün hangi önışlemelerden geçtiğini gösteren seviyelerdir.

Seviye 0 – Ham görüntü: Seviye 0 görüntüleri, algılayıcının algıladığı gibi doğrudan ham veri olarak üretilir. Görüntünün ham halini alıp kullanılacak uygulamalar için uygundur.

Seviye 1A – Ham veri ürünü: Seviye 1A da işlenmiş bir görüntüye, CCD dizisinin çeşitli unsurlarına bağlı algılama hassasiyeti farklılıklarını dengelemek amacı ile radyometrik düzeltme ve detektör normalizasyonu işlemi uygulanır. Bu işleme seviyesinde ürünün geometrisi değişmemekte ve görüntü genişliği detektör sayısı ile birebir uyumaktadır.

Seviye 1B – Sistem düzeltilmesi getirilmiş veri: Seviye 1B de işlemenin amacı, görüntüdeki iç geometrik distorsiyonları gidermektir. Bu işlem sonucunda yeryüzünde gözlemlenen açılar değerleri görüntüdeki değerleri ile aynı olur. Ayrıca herhangi bir yönde ölçülen bir uzunluk için distorsiyon minimize edilir. Detektör normalizasyonu ve radyometrik düzeltme işlemlerine ek olarak; Seviye 1B

de işleme aşağıdaki sebeplerle oluşan sistematik geometrik distorsiyonların giderilmesini amaçlar:

1. Yeryüzünün rotasyonu
2. Yeryüzü eğriliği
3. Panoramik etki

Seviye 2A - Yer kontrol noktası olmaksızın koordinatlandırılmış veri: Seviye 1B deki görüntü işleme adımlarını da kapsayan, Seviye 2A da işlenmiş görüntü ürünü; standart bir projeksiyonda ve jeodezik sistemde tanımlanmış (elipsoid ve datum), kartografik bir üründür. Bu seviyedeki ürünler, görüntüleme geometrisi modeli kullanılarak oluşturulur. Seviye 2A ürünleri, 2 boyutlu örnekleme metodu kullanılarak üretilir ve koordinat bilgisine sahiptir. Yüksekliğe bağlı varyasyonlar, düşük çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modelleri kullanılarak giderilir.

Seviye 2B - Yer kontrol noktası ile koordinatlandırılmış ürün: Seviye 2B ürünleri, algılanan görüntünün yardımcı verileri ile haritalardan, GPS ölçmelerinden, jeodezik noktalardan ve ortorektifiye görüntülerden elde edilen yer kontrol noktalarının birlikte kullanımı ile üretilmektedir. Yer Kontrol Noktaları, görüntüleme geometrisi modelinin bir ya da daha fazla bilinmeyen parametresinin kestiriminde kullanılmaktadır. Seviye 2B de işlenmiş görüntü ürünü, Seviye 2A da tanımlanmış görüntü işleme adımlarının tümünü içerir.

Seviye 3 - Ortorektifiye ürünler: Bu çalışmada kullanılan Rapideye uydu görüntüsünde olduğu gibi ortorektifiye ürünler, algılanan görüntünün yardımcı verileri, Yer Kontrol Noktaları ve Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak üretilmektedir. Bu seviyede işlemin temel amacı, rölyef etkilerinin ve nadirden farklı bakış doğrultuları için yüksekliğe bağlı paralaksların giderilmesidir. Bu işlemde uydu uçuş dinamiğini ve görüş parametrelerini temel alan geometrik model kullanılır (URL 3).

### **5.3 Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)**

Bir veya birden çok kaynaktan alınan görüntü bantlarının birbirlerine uygulanan aritmetik işlemler ile farklı bir özellik uzayına dönüştürme işlemine aritmetik bant işlemleri denilmektedir. Bu aritmetik işlem, piksellerin birbirlerine bölünerek, çarpılarak, çıkarılarak ve toplanarak yapılabilir.

Bitkilerin içerdiği klorofil ile bitkiler kızılötesi bölgesinde yüksek yansıtım göstermektedir. Bitkilerin ayırt edilmesi, incelenmesi ve analiz edilmesi yakın kızılötesi banta sahip algılayıcılar ile iyi sonuç vermektedir. Bitki örtüsünün algılanmasında kullanılan en yaygın aritmetik bant işlemi normalize edilmiş bitki örtüsü indeksidir. NDVI değeri, matematiksel olarak aşağıdaki eşitlik ile verilmektedir.

$$NDVI = \frac{Yakın\ Kızıl\ Ötesi\ Bant - Kırmızı\ Bant}{Yakın\ Kızıl\ Ötesi\ Bant + Kırmızı\ Bant} \quad (5.1)$$

#### 5.4 Sınıflandırma

Sınıflandırma yöntemleri cisimlerin elektromanyetik spektrumun değişik dalga boyu bölgelerinde farklı yansıtım özellikleri göstermesine dayanır ve algılanan cisimlerin otomatik olarak tanınmasına ve birbirleri ile sınırlandırılmasına imkân verir. Sınıflandırma sonucu oluşturulan tematik bir harita, tanımlanabilir yeryüzü özelliklerinin mekânsal dağılımını gösterir. Gösterilecek olan temalar, toprak, bitki örtüsü türleri ve su gibi genel arazi örtüsü sınıflarına ek olarak yerleşim, sanayi ve park alanları gibi arazi kullanımı sınıflarını içermektedir (Sunar, 2010).

##### 5.4.1 Kontrolsüz sınıflandırma

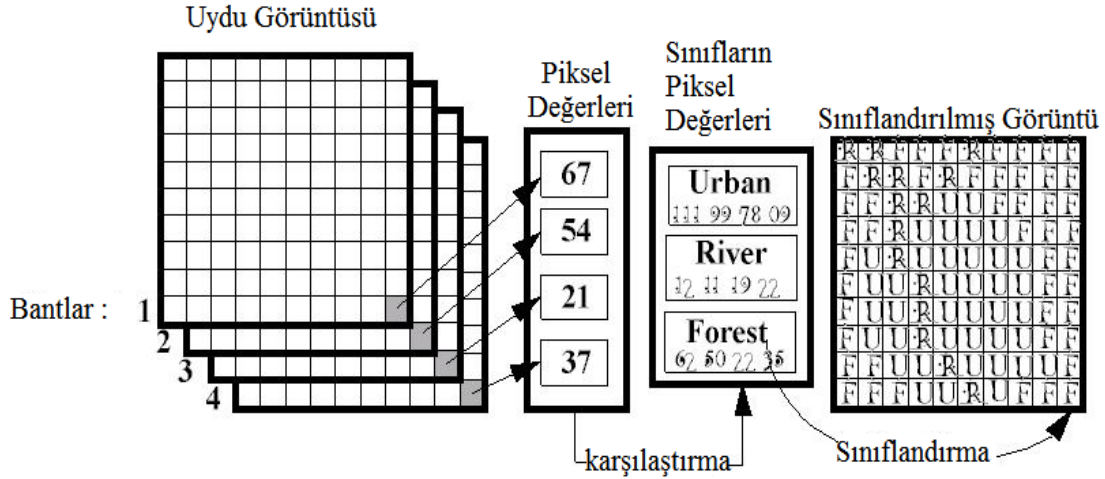
Kontrollü sınıflandırmada, önceden belirlenen sınıfları temsil eden örnek kontrol bölgeleri (paternler) görüntü üzerinden seçilerek sınıflar arası ayırt edilebilirlik, kontrolsüz sınıflandırmada ise herhangi bir temsil edici kontrol bölgeleri olmaksızın görüntü verisinin kendi doğal spektral gruplara ayrılması amaçlanmaktadır.

Kontrolsüz sınıflandırmada oluşan sınıfların özellikleri daha sonra yersel çalışmalar, bölgeye ait hava fotoğrafları ve topoğrafik haritalarla karşılaştırılarak belirlenir. Çok bantlı (multispektral) görüntü sınıflandırması, uzaktan algılama görüntülerinden bilgi elde etmek için en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Uzaktan algılama verilerinin analizi çoğunlukla spektral değerlere dayalı olarak yapılır. Arazi örtüsü türleri benzer spektral özellikler gösterdiğinden, spektral teknikler çoğu kez sınırlı güvenilirlikte sonuçlar verir. Uydu görüntülerinden elde edilen bilginin güvenilirliği, yardımcı verilerin sınıflandırma işlemine katılımı ile artırılabilir. Sınıflandırma sonuçları, arazi örtüsü türlerinin spektral yansıma değerlerindeki benzerliklerden ve karışık piksellerden etkilenirler. Karışık pikseller iki veya daha fazla arazi örtüsü türünün

sınırında mevcut olup bu piksellerin spektral yansıma değerleri değişik türdeki arazi örtülerinin yansıma değerlerinin karışımıdır. Görüntü sınıflandırması genellikle yalnızca piksellerin spektral yansıma değerleri ile yapılır (Sunar, 2011).

#### 5.4.2 Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma işleminde, görüntünün hangi sınıfa ayrılacağı ve görüntüden hangi sınıfların elde edilmek istendiği önceden belirlenmektedir. Görüntüdeki piksellerin yansıma değerlerinin yeterli sayıda örneklenmesi ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir. Her bir cisim için spektral özellikleri tanımlı özellik dosyaları oluşturulur. Bu dosyaların görüntü verilerine uygulanması ile görüntü içindeki her bir piksel, hesaplanan olasılık değerlerine en çok benzer olduğu sınıfa atanır (Şekil 5.8.).



Şekil 5.8 : Kontrollü sınıflandırma.

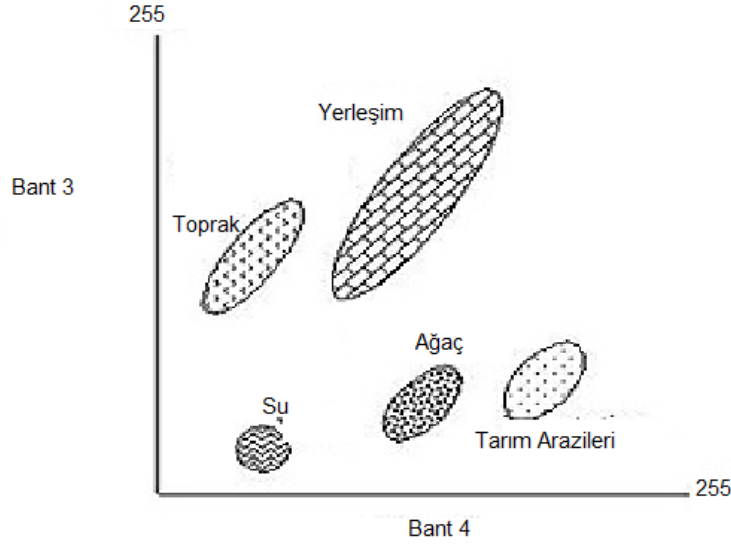
Örnekleme bölgelerine ait örnekleme verileri sınırlı olduğu zaman, kovaryans bilgilerini kullanmayan yalnızca spektral sınıfların ortalama vektörlerinin kullanılmasına dayanan sınıflandırma yöntemine en yakın uzaklık yöntemi denir. Örnekleme verilerinin spektral bileşenlerinin histogramlarının incelenmesine dayalı sınıflandırma yöntemi ise paralelkenar sınıflandırma yöntemidir. Tanımlanan her sınıfın minimum ve maksimum piksel değeri kullanılmaktadır.

##### 5.4.2.1 Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood) Yöntemi

Bu sınıflandırma yönteminde pikseller sadece piksel değerlerine göre değil, her sınıf varyans-kovaryans matrisine göre oluşturulur. Bu nedenle diğer kontrollü sınıflandırma yöntemlerine göre daha güvenilir bir yöntemdir. Bu algorithmada, her

spektral banttaki istatistiğin normal dağılım gösterdiği varsayılır ve verilen bir pikselin belirli bir sınıfa ait olma olasılığı hesaplanır.

Yüksek yakınlık koşullarında iyi sonuç veren bir algoritmadır. Örnekleme bölgesine ait yeterli miktarda veri bulunmadığı zaman, istenilen sınıflandırma doğruluklarına ulaşamaz (Şekil 5.9.) (Nasa, nd).



**Şekil 5.9 :** Maksimum olabilirlik yöntemi.

Sınıflandırma sırasında piksellerin belirlenen sınıflardan veya bu sınıfların dışında bir sınıftan olduğunun tespiti için eşik değeri kullanılmaktadır. Eğer aday pikselin olasılığı tüm sınıflar için belirlenen eşik değerinin altındaysa piksel bilinmeyen sınıf olarak etiketlenir (Lillesand and Kiefer, 1994). Maksimum olabilirlik yönteminde kullanılan formül aşağıdaki şekildedir:

$$D = \ln(a_c) - [0.5 * \ln(|Cov_c|)] - [0.5 * (X - M_c)^T * (Cov_c^{-1}) * (X - M_c)] \quad (2.3)$$

Bu eşitlikte; D, uzaklık ağırlıklı olasılık değerini; C, örnek bir sınıfı; X, aday pikselin ölçüm vektörünü;  $M_c$ , C örnek sınıfının ortalama vektörünü;  $a_c$ , aday pikselin C sınıfına ait olma yüzdesini, Cov, C örnek sınıfındaki piksellerin varyans-kovaryans matrisini göstermektedir (Çölkesen, 2009).

### 5.4.3 Sınıflandırma doğruluğu

Sınıflandırma doğruluğundaki amaç sınıflandırılan her bir pikselin yer gerçeği ile belirlenen gerçek sınıflandırmasını karşılaştırmaktır. Sınıflandırmanın geçerliliğinin analizi her sınıflandırma işlemi sonrasında gereklidir. Bu

sınıflandırılmış görüntüden örnek noktaların analizi ile yapılır. Bu örnek noktalar, sınıflandırmada kullanılan örnek sınıflardan bağımsızdır. Diğer bir deyişle, doğruluk değerlendiriminde kullanılacak örnekler, yeni olmalı fakat sınıflandırılmış görüntüden alınmalıdır. Sınıflandırmanın doğruluğunu incelemeye birçok yol vardır.

- Kullanıcı doğruluğu
- Üretici doğruluğu
- Genel doğruluk
- Doğruluk istatistikleri

Bu doğrulukları belirlemede en çok kullanılan yöntem hata (confusion) matrisidir. Hata matrisi yardımı ile sınıflandırılmış piksellerin doğruluk yüzdeleri hesaplanır. Birçok hata ölçüsü bu hata matrisinden elde edilebilir. Bunlardan bazıları genel doğruluk, üretici ve kullanıcı doğruluğudur. Hata matrislerinden elde edilen sınıflar arası doğrulukların analiz edilmesi amacıyla kapa katsayısı kullanılır. Genel doğrulukla Kappa katsayısı, 0 ile 1 arasında değer alır ve hata matrisinin satır ve sütun toplamları ve köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanır. k'nın 1 olması istenen en ideal durumdur (Congaldon, 1991).

Kappa değerinin hesaplanması aşağıdaki şekildedir;

$$k = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - N \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})} \quad (5.2.)$$

r = hata matrisindeki toplam satır sayısı

x<sub>ii</sub> = i.Satır ve sütündeki piksel sayısı

x<sub>i+</sub> = i Satırdaki toplam piksel sayısı

x<sub>+i</sub> = i sütünündeki toplam piksel sayıları

N = matrisin tamamındaki piksel sayıları

## 5.5 Vektör Veri

Vektörel veri formatında konuma ait verilerin; (nokta, çizgi ve alan) mekânsal özellikleri (x,y) koordinat değerleriyle depolanırlar. Noktalar tek bir (x,y) koordinat çifti, çizgiler, bir başlangıç ve bir bitiş noktası olan (x,y) koordinatlar dizisi ve alanlar ise, başlangıç ve bitiş noktası aynı olan (x,y) koordinatlar dizisi ile temsil edilirler. Vektör veri modellerinin genel özellikleri aşağıdaki gibidir. Vektörel model keskin sınırlara sahip olması dolayısı ile kesin konum bilgisi gerektiren coğrafik varlıkların tanımlamada başarılı bir modeldir. Vektörel yapıda her obje, kendine özgü bir obje tanımlayıcı kod ya da kimlik bilgisi ile tutulur.

Çizgi ve alan objelerini tanımlayan başlangıç ve bitiş noktaları “Düğüm noktaları”, ara koordinat dizileri ise “Kırılma noktaları (vertex)” olarak adlandırılırlar. Nokta, çizgi ve alan objeleri (x,y) yatay-dikey bilgilerine sahip koordinat dizilerinden oluşuyorsa 2 boyutlu, (x,y,z) yatay-dikey-yükseklik koordinat dizilerinden oluşuyorsa 3 boyutlu olarak adlandırılırlar (Düzgün, 2010).

### 5.5.1 Topoloji

Mekânsal dönüşümler arasında 3 farklı koordinat dönüşümünden bahsetmek mümkündür. Bunlar benzerlik dönüşümü, afin dönüşüm ve projektif dönüşümdür.

Bu üç dönüşümün ardından gelen ve bir anlamda en geniş geometriyi sağlayan dönüşüm ise topolojik dönüşümdür.

Topolojik dönüşümlerde geometrik şekiller metrik özelliklerinden tamamen bağımsız olarak dönüşüme tabi olmaktadır. Geometrik şekillerin topolojik dönüşümler sonucu korunan özelliklerine topolojik özellikler denir. Bu özellikleri inceleyen bilim dalına topolojik geometri ya da sadece topoloji denir. Sonuç olarak topoloji, varlıkların birbiriyle olan ilişkilerinin matematiksel olarak tarif edilmesidir (Hacısalihoglu, 1998; Karaş, 2005).

### 5.5.2 Veri tabanı

Veri tabanı, dijital ortamda depolanmış düzenli bilgiler topluluğudur. Her bir veri kendine özgü olan ID numarası birincil anahtar (primary key) ile depolanır ve bu ID numaraları ile sorgulanır gerekirse başka tablolara ikincil anahtar (foreign key) ile bağlanılarak birbirleri ile ilişki kurulur. Verilere işlenen mekânsal veya mekânsal olmayan öznitelikler ile sorgulama ve analiz yapılabilmektedir.

### **5.5.2.1 Mekânsal veri tabanı**

Mekânsal nesnelere ait verileri saklayabilen ve sorgulayabilen veri tabanlarına mekânsal veri tabanı denir. Nokta, çizgi ve poligon olarak mekânsal veri tabanı oluşturulabilir. Mekânsal olmayan veri tabanlarında yalnız karakter ve numara sorgusu yapılırken, mekânsal veri tabanlarında mekânsal sorgulamalar da yapılabilmektedir. Acil durum yönetimi, konumsal hizmetler, navigasyon yazılımları, çevresel etki analizleri vb. mekânsal veri tabanına örnek olarak verilebilir.

## 6. UYGULAMA

Çalışmanın uygulama kısmında 5 metre mekânsal çözünürlüklü RapidEye uydu görüntüsünden yapay olarak 30 metre ve 60 metre mekânsal çözünürlüklü görüntüler oluşturularak, peyzaj tiplerinin saptanmasında uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğünün etkisi incelenmiştir.

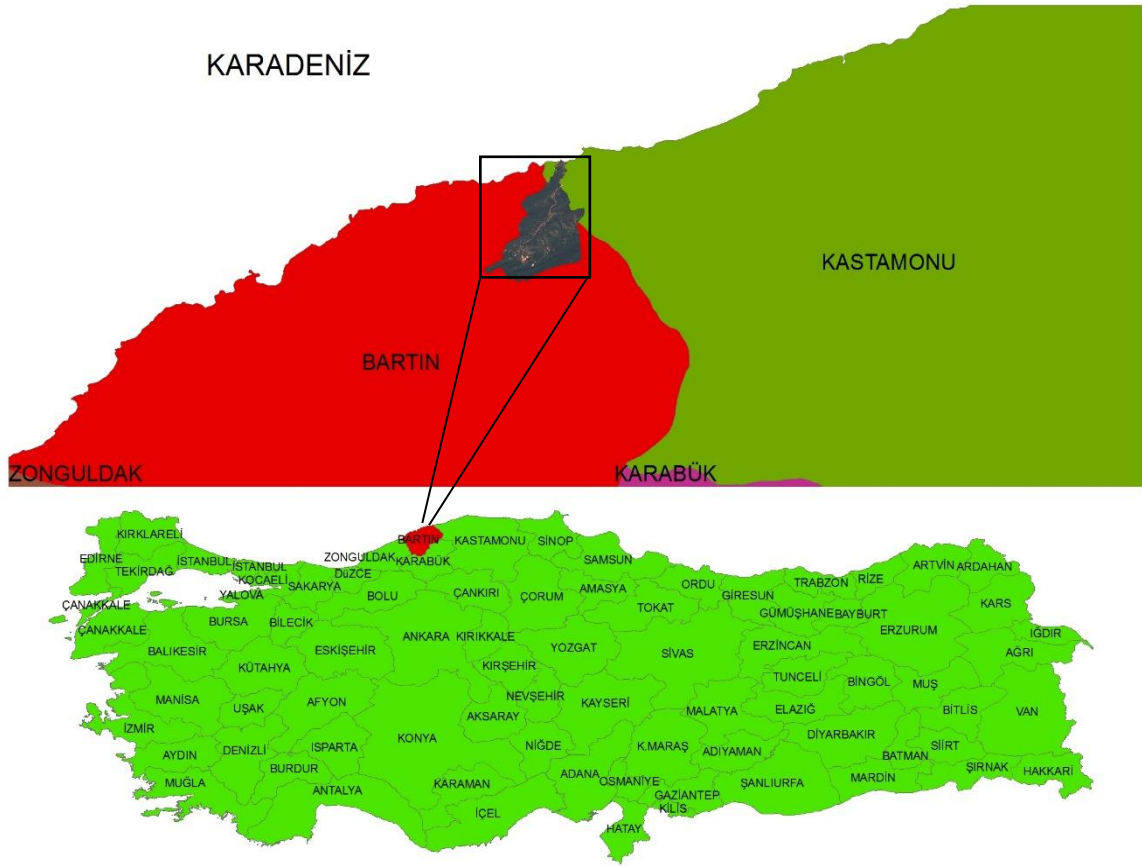
### 6.1 Çalışmanın Uygulama Alanı Ve Kullanılan Veriler

Çalışma alanı olan Kapısu Havzası, 41°50'57.29"-41°44'39.22" kuzey paralelleri ve 32°51'44.74"-32°39'30.18" doğu meridyenleri arasında yer almaktadır (Şekil 6.1). Bartın'ın Kömeç, Yeniköy, Kapısu, Kirlikmüslim, Hacıköy, İlyasgeçidi, Başköy, Kaleköy, Sarıderesi, Ziyaret, Kavaklı ve Aydınlar köylerini içeren çalışma alanı 51,997 km<sup>2</sup> 'dir (Şekil 6.2).



Şekil 6.1 : Çalışma alanı ve örnek fotoğraflar.

Çalışma alanındaki kanyonlar, vadiler, mağaralar, dolinler, şelaleler ve benzerlerinden oluşan yüzey şekilleri ile karışık ormanlardan oluşan bitki örtüsü, bölgenin doğal peyzajını ortaya koymaktadır. Çalışma alanındaki kanyonlar, vadiler, mağaralar, dolinler, şelaleler ve benzerlerinden oluşan yüzey şekilleri ile karışık ormanlardan oluşan bitki örtüsü, bölgenin doğal peyzajını ortaya koymaktadır.



**Şekil 6.2 :** Çalışma alanının haritası ve uydu görüntüsü.

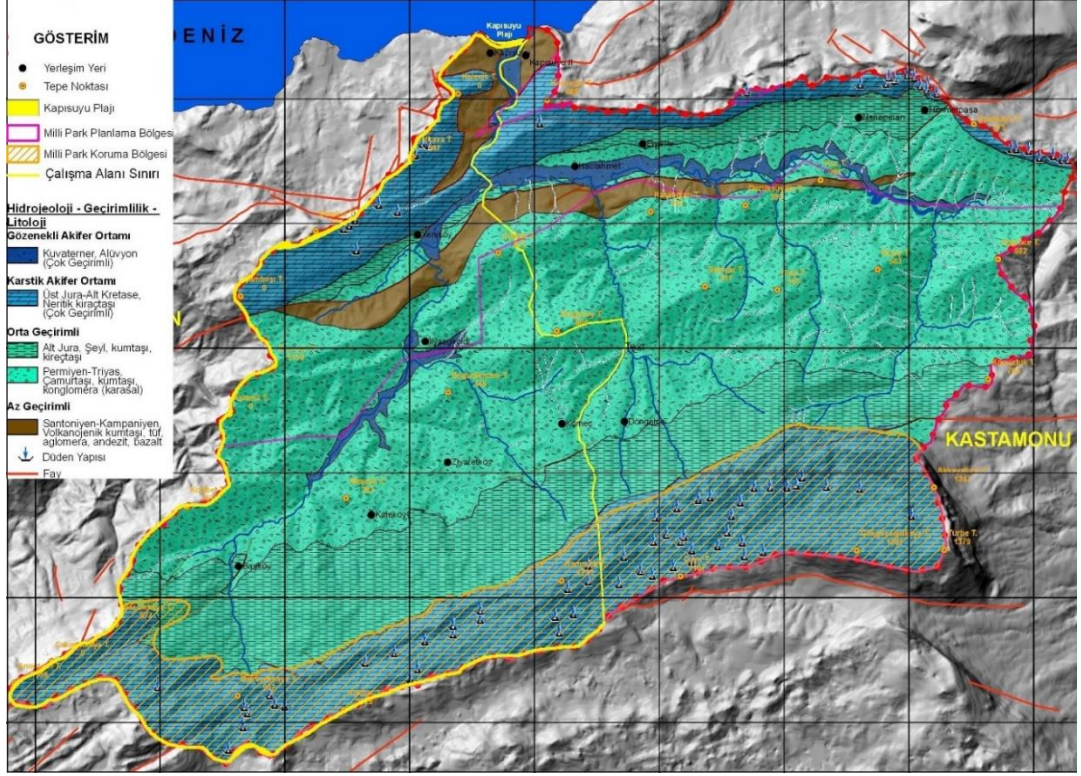
Çalışma alanı farklı yüksekliklere sahiptir. Yükseklik deniz seviyesinden (Kapısuyu koyu) 1381 m'ye kadar değişmektedir. Denize dik uzanan dağlar ile Küre dağ sırası arasında kalan Kapısuyu Havzası pek çok vadi ve tepeli içermektedir. Yükseklik değerleri deniz seviyesine yaklaştıkça düşmekte, güneydeki Küre Dağları Milli Parkı koruma zonuna doğru artmaktadır. Havza içerisinde de farklı yüksekliklerde tepeler bulunmaktadır. Orta yükseklikteki bu tepeler (450-650 m) vadilerle bölünmüştür.

Alanın toprak yapısı büyük toprak grupları bazında incelenmiştir. Alanda alüvyal topraklar (A), kırmızı-sarı podzolik topraklar (P), gri-kahverengi orman toprakları (G) bulunmaktadır.

Büyük toprak gruplarından kırmızı-sarı podzolik topraklar alansal olarak en yüksek orana sahiptir (%75) (Hacıağaoğlu ve ark, 2012). Bu çalışmada 15.08.2009 tarihli RapidEye uydu görüntüleri (Şekil 6.3.) arazi kullanımını haritalamak amacıyla kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin yanı sıra kadastral harita, meşçere haritası (Şekil 6.4.), jeoloji haritası (Şekil 6.5.) ve hidrojeoloji haritası (Şekil 6.6.) kullanılmış, topoğrafik haritalardan üretilen eş yükseklik eğrileri ile bölgenin bakı, eğim ve yükseklik haritaları oluşturulmuştur.



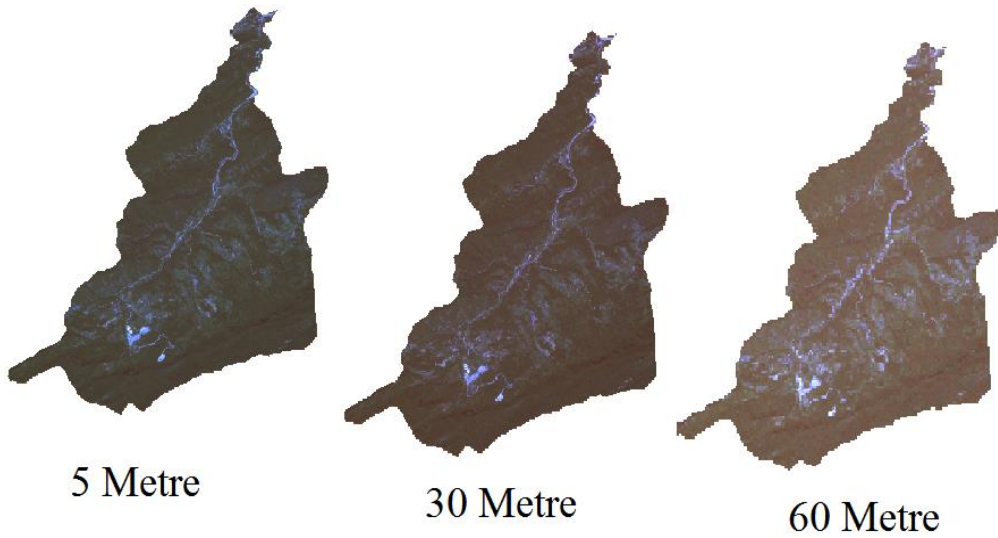




Şekil 6.6 : Hidrojeoloji haritası (Oğuz ve ark., 2011).

## 6.2 Yeniden örnekleme

Bu çalışmada orijinal piksel ile yapay piksel çözünürlük oranı birden büyük olduğu için ortalama değer yöntemi kullanılarak mekânsal çözünürlük değiştirilmiştir. 5 metre mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsünden ortalama değer yöntemi ile oluşturulan 30 ve 60 metre mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüler Şekil 6.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 6.7 : Farklı mekânsal çözünürlüklü görüntüler.

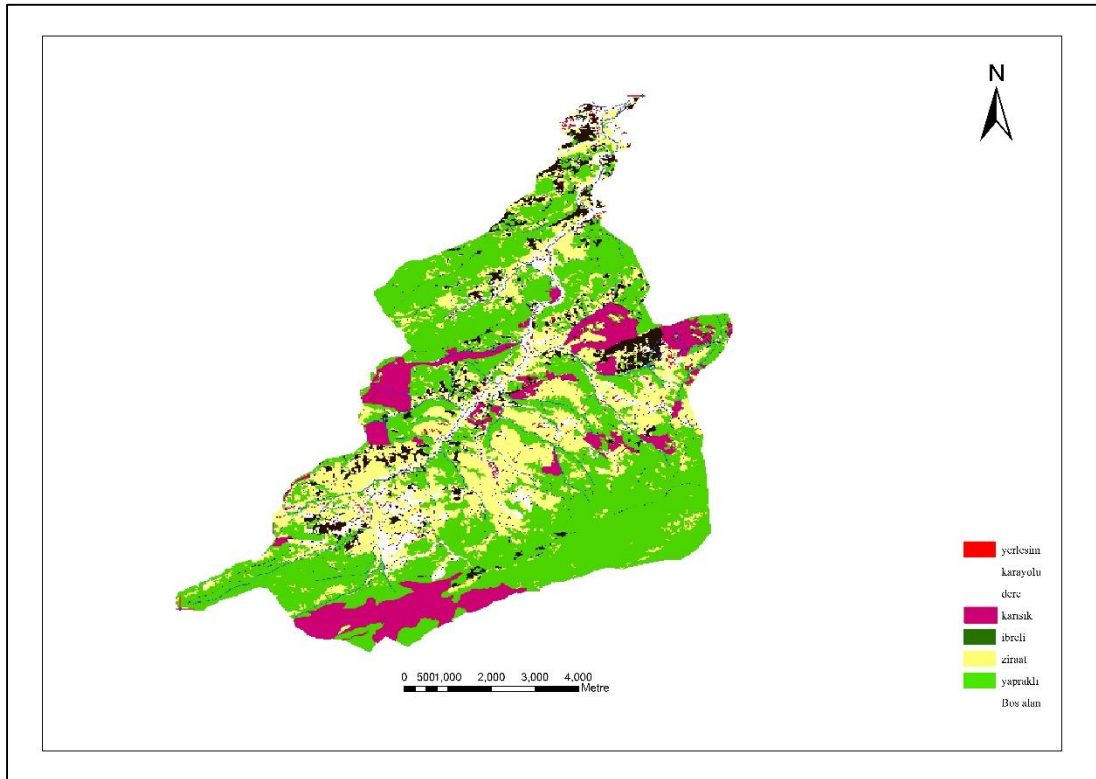
## 6.3 Sınıflandırma

Çalışmada kontrollü sınıflandırma 3 ayrı mekânsal çözünürlükteki Rapideye uydu görüntülerine uygulanmıştır.

### 6.3.1 Kontrollü sınıflandırma

#### 6.3.1.1 Maksimum olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemi

Her sınıf için uygun bant kombinasyonu belirlendikten sonra, sınıflandırma doğruluğunu yükselteceği düşünülerek çalışma alanının normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI) de bir bant olarak sınıflandırılmaya eklenmiştir. Çalışmada 5 metre çözünürlüklü uydu görüntüsünden 62960 tane örnek piksel seçilerek en yüksek olasılık yöntemi ile kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflar, karışık orman, ibrelî orman, yapraklı orman, karayolu, dere, boş alan, ziraat ve yerleşim olmak üzere 8 sınıf olarak belirlenmiştir. Sınıflandırma sonucu Şekil 6.8.'de gösterilmiştir.

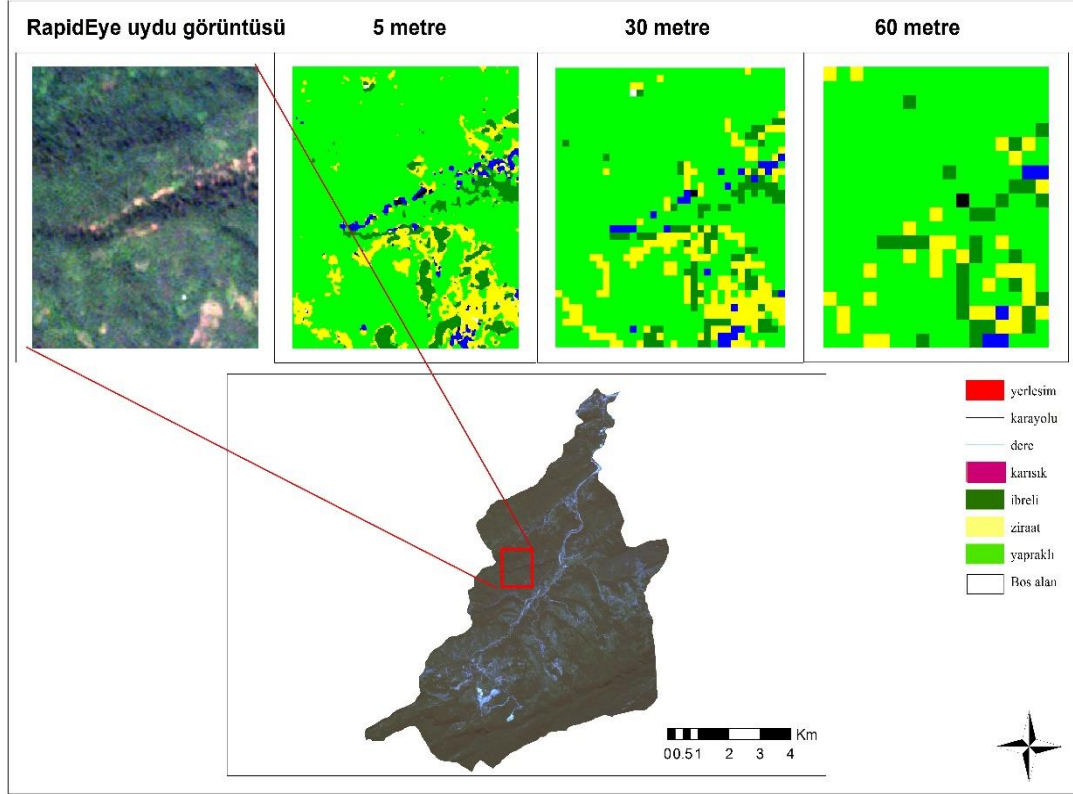


Şekil 6.8 : Kontrollü sınıflandırılmış görüntü.

Yeniden örneklener mekânsal çözünürlüğü 30m ve 60m olan Rapideye uydu görüntülerine de aynı koordinatlı örnek pikseller seçilerek kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. 5 metre çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıflandırılırken kullanılan örnek ve test pikselleri vektör formata çevrilerek alan ve koordinat bilgisi

korunmuştur. Ardından 30 ve 60 metre uydu görüntüleri için tekrar raster formata çevrilip, tüm görüntülerde aynı kontrol alanları (örnek pikseller) sınıflandırmada elemanları kullanılmıştır.

Şekil 6.9’da örnek bir alan seçilip bu alan için farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırmalar karşılaştırılmıştır.



**Şekil 6.9** : Farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırmaların karşılaştırılması.

Şekilde görüldüğü gibi, peyzaj tipi belirlenmesine yönelik yapılan arazi örtüsü sınıflandırmasına kullanılan uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğü de etki etmektedir. Yapılan analizde 30 metre mekânsal çözünürlükteki sınıflandırma sonucunun doğru sınıflandırma olarak kabul edilen 5 metre mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıflandırmasına daha yakın sonuç verdiği gözlenmiştir. Örnek analizde, mevcut sınıflar alansal olarak karşılaştırılarak, sonuçlar Çizelge 6.1’de verilmiştir.

### 6.3.1.2 Doğruluk analizi

Mekânsal çözünürlüğü 5 metre olan Rapideye uydu görüntüsü için doğruluk analizi yapmak için örnek pikseller seçilirken meşçere haritası, koordinatlı yer fotoğrafları

ve GPS ile alınan koordinatlardan yararlanılmıştır. Sınıflandırma sonrası 1000 test pikseli seçilerek genel doğruluk %79,6, kappa istatistiği 0,7275 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6.1.).

**Çizelge 6.1** : Farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırılmaların karşılaştırma sonuçları.

	ALAN					
	5 m (m <sup>2</sup> )	30 m (m <sup>2</sup> )	60 m (m <sup>2</sup> )	5 m (%)	30 m (%)	60 m (%)
Dere	25050	26100	18000	2,2	2,2	1,5
İbrelili orman	82925	83700	104400	7,2	7	8,5
Yapraklı orman	872475	918000	975600	76,7	76,9	79,7
Yol	2000	900	3600	0,2	0,1	0,3
Boş alan	2250	900	0	0,2	0,1	0
Tarım	152975	163800	122400	13,4	13,7	10

**Çizelge 6.2** : Sınıflandırma sonrası doğruluk analizi.

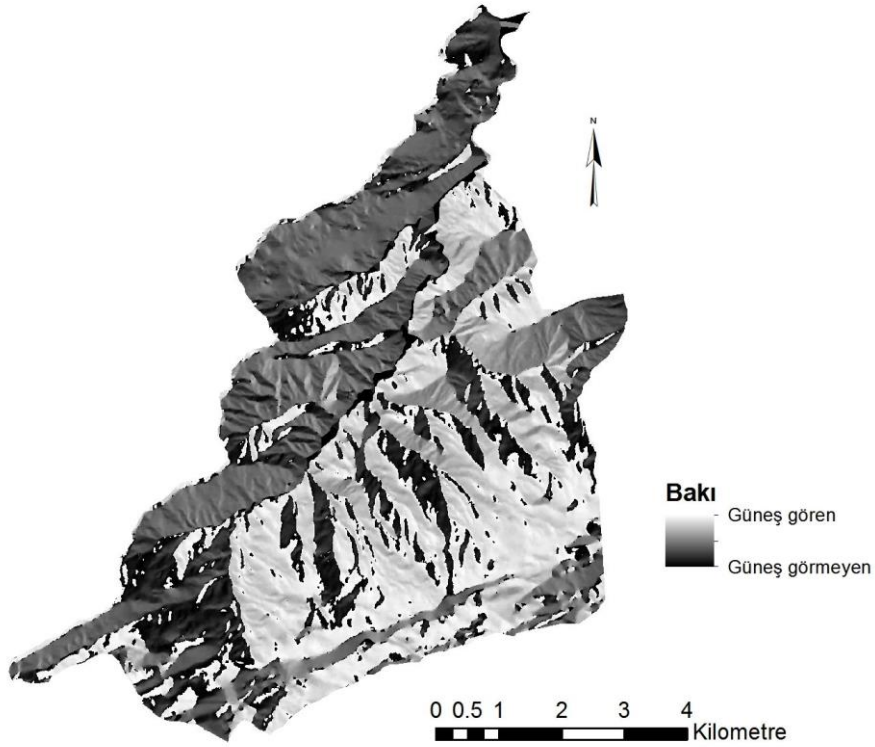
Sınıf	Üretici Doğruluğu (Yüzde)	Kullanıcı Doğruluğu (Yüzde)	Üretici Doğruluğu (piksel)	Kullanıcı Doğruluğu (piksel)
Yerleşim	28.57	36.36	4/14	4/11
Yol	100.00	57.95	51/51	51/88
Ziraat	100.00	62.67	141/141	141/225
Dere	56.73	79.73	59/104	59/74
Boş Alan	57.14	21.62	16/28	16/74
İğne Yapraklı Orman	71.64	97.96	144/201	144/147
Yapraklı Orman	82.65	100.00	381/461	381/381



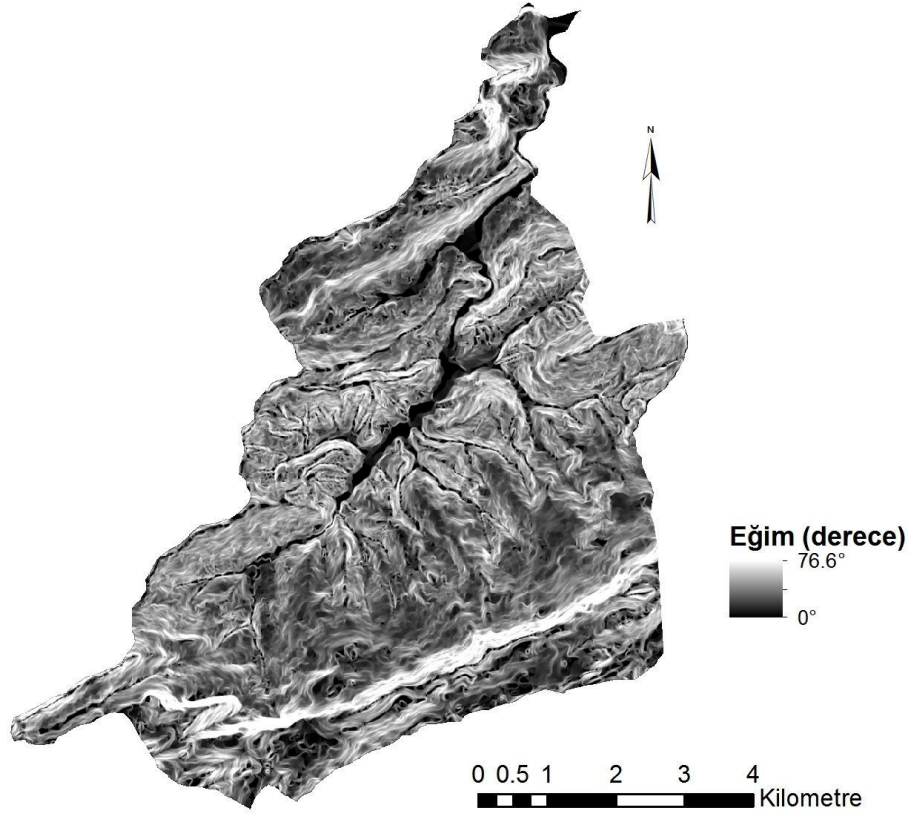
büyük boyutlu uzaylarda gerçekleştirilebilir (Yanalak, 2010). Bu çalışmada arazinin 3 boyutlu modeli oluşturulacağından 3 boyutlu uzayda üçgenleme yapılmıştır. Üçgenleme yapıp dijital yükseklik modeli (Şekil 6.10.) oluşturulduktan sonra yükseklik, bakı (Şekil 6.11.) ve eğim haritası (Şekil 6.12.) ArcGIS 10.1 programı kullanılarak üretilmiştir.



Şekil 6.11 : Dijital yükseklik modeli.



Şekil 6.12 : Bakı haritası.



**Şekil 6.13 :** Eğim haritası.

Eğim ve yükseklik haritaları üretildikten sonra vektör formata çevrilip sınıflandırılmıştır. Eğim haritası 7 sınıfa ve yükseklik haritası 10 sınıfa ayrılmıştır. Oluşturulan her sınıf oluşturulacak veri tabanında karışıklığa yol açmaması için kodlanmıştır (Çizelge 6.3.).

**Çizelge 6.3 :** Eğim ve yükseklik sınıfları.

Eğim sınıfları	Yükseklik sınıfları
0-10 derece: Ea	5-200 metre: Ya
10-20 derece: Eb	200-250 metre: Yb
20-30 derece: Ec	250-350 metre: Yc
30-50 derece: Ed	350-450 metre: Yd
50-60 derece: Ee	450-550 metre: Ye
60-70 derece: Ef	550-650 metre: Yf
60-76 derece: Eg	650-750 metre: Yg
	750-850 metre: Yh
	850-950 metre: Yk
	950-1380 metre: Yl

## 6.5 Jeoloji Ve Hidrojeoloji Haritalarının Vektör Formata Çevrilip Sınıflandırılması

Jeoloji ve hidrojeoloji haritaları sınıflandırılarak ArcGIS 10.1 programı kullanılarak vektör formata çevrilmiştir. Hidrojeoloji haritası Şekil 6.5.'de, jeoloji haritası Şekil 6.6.'de gösterilmiştir.

Hidrojeoloji ve jeoloji haritaları üretildikten sonra vektör formata çevrilip sınıflandırılmıştır. Jeoloji haritası 8 sınıfa ve hidrojeoloji haritası 5 sınıfa ayrılmıştır. Oluşturulan her sınıf oluşturulacak veri tabanında karışıklığa yol açmaması için kodlanmıştır (Çizelge 6.4.).

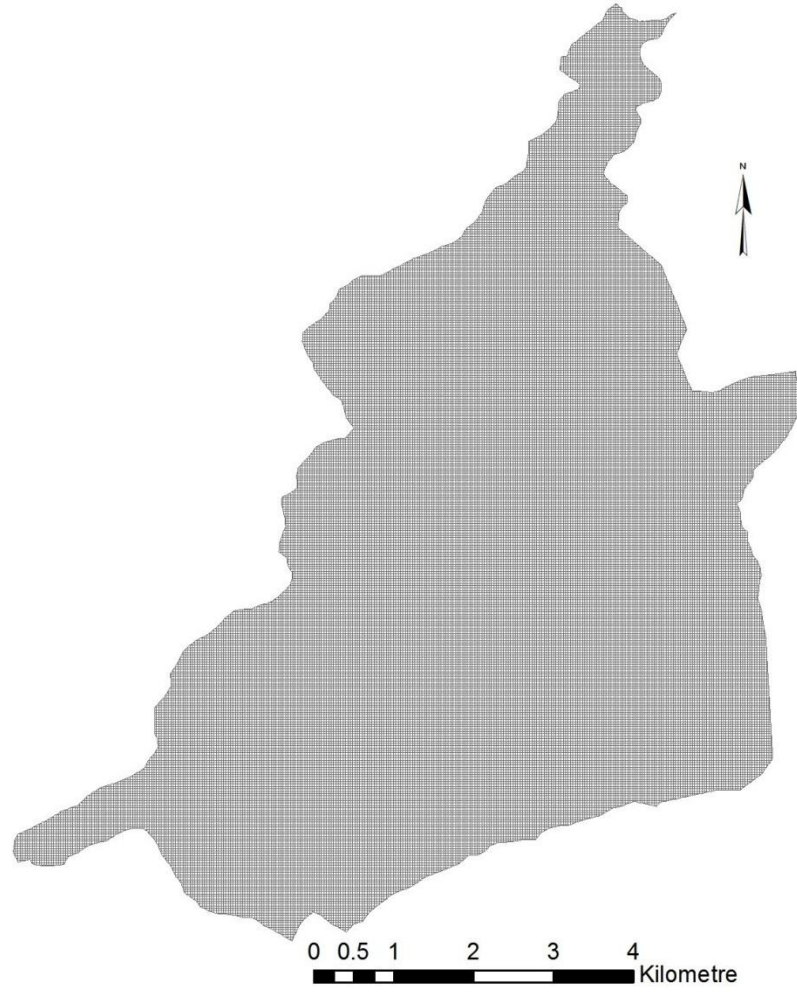
**Çizelge 6.4 :** Jeoloji ve hidrojeoloji sınıfları.

Jeolojik formasyonlar	Hidrojeolojik formasyonlar
Af: Kuvaterner, alüvyon	Ga: Kuvaterner, alüvyon
Cf: Yarı pelajik kireçtaşı, şeyl, kalkarenit, kumtaşı, konglomera	Gb: Kireçtaşı
Hf: Santoniyen-kampaniyen, yemişliçay formasyonu, volkanojenik kumtaşı, tuf, aglomera, andezit, bazalt	Gc: Kumtaşı, kireçtaşı
If: Alt kretase, kilimli formasyonu, kumtaşı, şeyl	Gd: Çamurtaşı, kumtaşı, konglomera
Ja: Neritik kireçtaşı	Ge: Volkanik kumtaşı, tuf, aglomera, andezit, bazalt
Jk: Alt jura, şeyli kumtaşı, kireçtaşı	
Kf: Çamurtaşı, kumtaşı, konglomera	
Yf: Konglomera, kumtaşı, kiltası, kömür	

## 6.6 Peyzaj Tiplerinin Belirlenmesi

Peyzaj tipleri belirlenirken çalışma alanı bir kenarı 30 metre olan vektörel karelere (gridlere) bölünmüştür. Ardından vektör formatta oluşturulan jeoloji, hidrojeoloji, yükseklik, eğim ve tematik sınıflandırma haritaları her bir grid ile mekânsal olarak karşılaştırılmıştır (Şekil 6.14.). Mekânsal olarak karşılaştırma işlemi ArcGIS 10.1

programının “Spatial Join” modülü ile yapılmıştır. Çakıştırılma sonrası her bir gride o grid ile mekânsal olarak kesişen özellikler işlenip veri tabanı oluşturulmuştur.



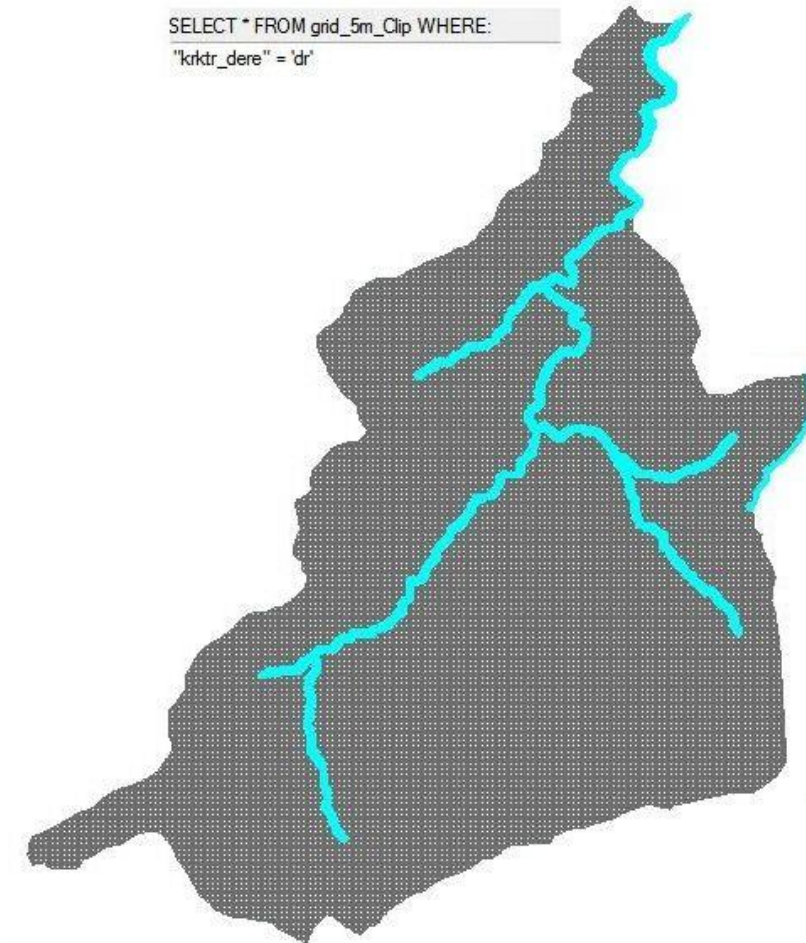
**Şekil 6.14 :** Mekânsal veri içeren gridler.

Tüm haritalar mekânsal olarak gridler ile kesiştirilip mekânsal veri tabanı oluşturulmuştur. Mekânsal veri tabanındaki her bir gridi bir ID temsil etmektedir. Böylece verilerin düzenli olarak depolanması sağlanmıştır. Her bir gridin özellik satırında jeoloji, hidrojeoloji, yükseklik, eğim ve tematik sınıflandırma sütunları açılıp mekânsal olarak kesişen özellikler o sütunun altına işlenmiştir. En son olarak kod sütunu eklenip, kod sütununa tüm jeoloji, hidrojeoloji, yükseklik, eğim ve tematik sınıflandırma satırlarındaki özellikler birleştirilmiştir (Çizelge 6.4.).

Mekânsal veri tabanı oluşturulduktan sonra Sql kodları kullanılarak istenilen sorgu yapılabilmektedir. Örneğin; tematik sınıflandırmadan derenin seçilmesi için `SELECT krkrtr_dere=dr FROM gridler` kodunun yazılması gereklidir (Şekil 6.15.).

**Çizelge 6.4 :** Mekânsal veri tabanı özellik tablosu.

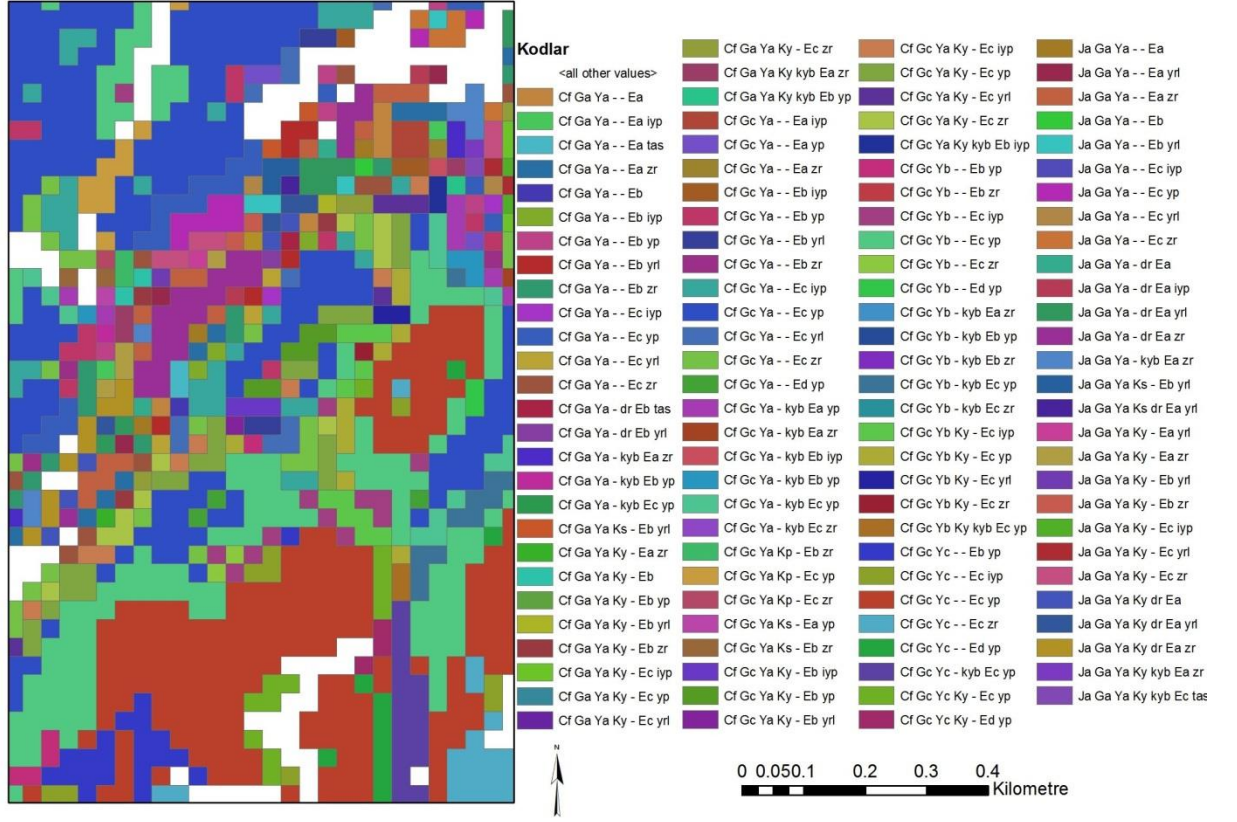
OBJECTID	karakter_j	karakter_h	krktr_yuks	krktr_yol	krktr_dere	krktr_egim	krktr_snf	kod
1	If	Ga	YI	-	-	Eb	yp	If Ga YI -- Eb yp
2	If	Ga	YI	-	-	Ec	yp	If Ga YI -- Ec yp
3	If	Ga	YI	-	-	Ec	yp	If Ga YI -- Ec yp
4	If	Ga	YI	-	-	Ec	yp	If Ga YI -- Ec yp
5	If	Ga	YI	-	-	Ec	yp	If Ga YI -- Ec yp
6	If	Ga	YI	-	-	Ec	yp	If Ga YI -- Ec yp
7	If	Ga	YI	-	-	Ec	yp	If Ga YI -- Ec yp
8	If	Ga	YI	-	-	Ec	yp	If Ga YI -- Ec yp
9	If	Ga	YI	-	-	Ea	yp	If Ga YI -- Ea yp
10	If	Ga	YI	-	-	Eb	yp	If Ga YI -- Eb yp



**Şekil 6.15 :** Sql sorgusu örneği.

Arazi yapısının ortaya konulmasında önemli rolü olan peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesi için Coğrafi Bilgi Sisteminin ve uzaktan algılamanın birlikte kullanıldığı bu çalışmada, jeoloji, hidrojeoloji, yükseklik, sınıflandırma haritaları ile veri tabanı oluşturulmuş ve sorgulama yapılarak analizler tamamlanmıştır. Çalışmanın amacına yönelik olarak peyzaj karakter tiplerini gösteren haritanın oluşturulmasında mekânsal veri tabanında aynı özelliklere (koda) sahip gridler

birleştirilmiştir. Şekil 6.16’de çalışma alanının bir bölümü için peyzaj karakter tipleri gösterilmiştir.



Şekil 6.16 : Çalışma bölgesinden örnek peyzaj karakter tipleri haritası.

## 6.7 Farklı Mekânsal Çözünürlüklü Görüntülerden Belirlenen Peyzaj Tiplerinin Karşılaştırılması

Oluşturulan 3 farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Her bir sınıflandırma gridler ile mekânsal olarak çakıştırılıp her bir gride özellik olarak yazılmıştır. Peyzaj tiplerinin belirlenmesi için jeoloji, hidrojeoloji, yükseklik, eğim ve tematik sınıflandırma haritaları kullanılmış ve uydu görüntüleri ile yapılan 3 farklı tematik harita dışındaki jeoloji, hidrojeoloji, yükseklik ve eğim haritalarının özellikleri aynı tutulmuştur. Bu uygulama ile uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğünün peyzaj tiplerine etkisi araştırılmıştır.

5 metre mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıflandırılması ile üretilen peyzaj tipleri sayısı 1582, 30 metre mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıflandırılması ile üretilen peyzaj tipleri sayısı 1547, 60 metre mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıflandırılması ile üretilen peyzaj tipleri sayısı 1595’dir.

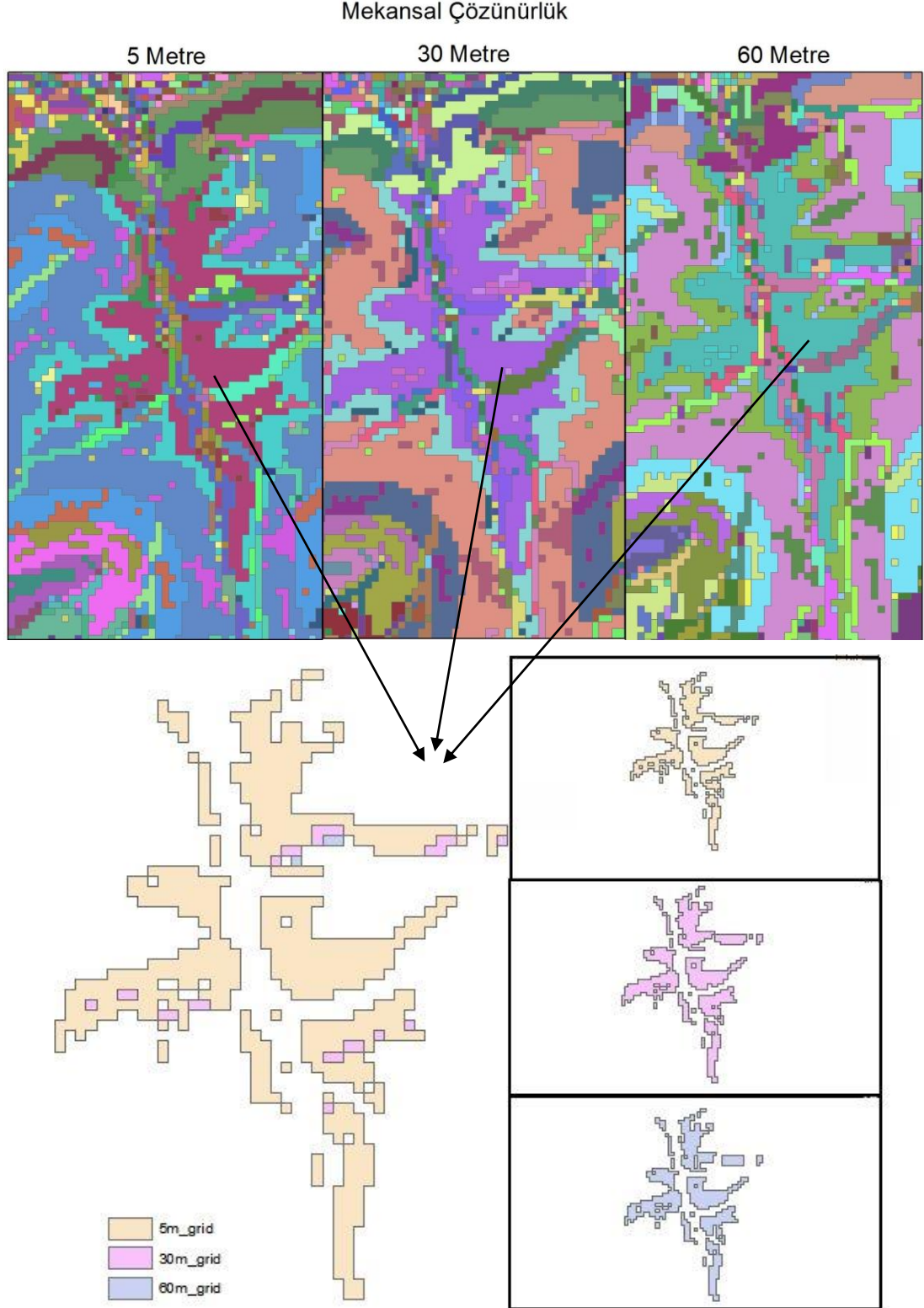
Bu durum, mekânsal çözünürlüğün azalması nedeni ile sınıflandırmada gözlenen olası karışımlardan dolayı, belirlenen peyzaj tiplerinin sayısına doğrusal olarak etkilemesi beklenmektedir, ancak sayısal farklılıklardan da görüldüğü üzere peyzaj tiplerinin sayısı, çözünürlük ile doğru orantılı olarak değişme göstermemiştir. Bu durum, düşük çözünürlüklü sınıflandırmada yapılan hataların (karışımların) etkisi ile yeni peyzaj tiplerinin eklenmiş olmasından kaynaklanmaktadır.

Bunun dışında 3 farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıflandırılması ile üretilen peyzaj tipleri arasında şekilsel ve konumsal farklılıklar da görülmektedir (Şekil 6.17.). Bu farklılıklar peyzaj tipinin toplam alanını etkilemektedir. Seçilen örnek alan için Cf Gc Ya - - Ec yp peyzaj karakter tipi koduna sahip alanların toplamı şu şekildedir : Mekansal çözünürlüğü 5 metre olan sınıflandırma ile yapılmış gridlerin kenar uzunluğu 111300 m ve alanı 2384100 m<sup>2</sup>, mekansal çözünürlüğü 30 metre olan sınıflandırma ile yapılmış gridlerin kenar uzunluğu 104760 m ve alanı 2359800 m<sup>2</sup> ve mekansal çözünürlüğü 60 metre olan sınıflandırma ile yapılmış gridlerin kenar uzunluğu 97200 m ve alanı 2182500 m<sup>2</sup> dir.

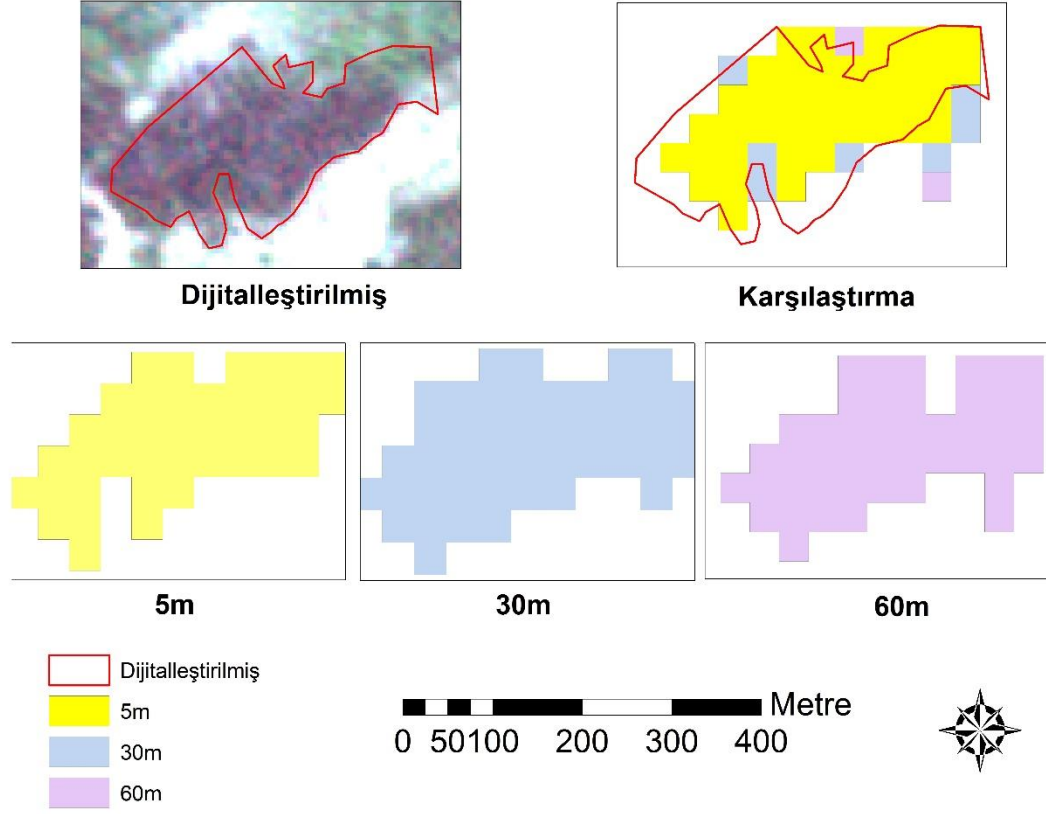
Sonuçların karşılaştırılmasına yönelik olarak yapılan diğer bir analiz ise, gözle en iyi şekilde ayırt edilebilen örnek peyzaj tipinin belirlenip dijitalleştirilmesi ve farklı mekânsal çözünürlükteki sınıflandırılmış uydu görüntüleri ile karşılaştırılmasıdır. Bu amaca yönelik olarak dijitalleştirme işlemi yapılırken meşçere haritası ve tematik sınıflandırılmadan da yararlanılmıştır. Şekil 6.18'de yapılan karşılaştırmada ise gözle görünen peyzaj tipi el ile 5 metre mekânsal çözünürlüklü RapidEye uydu görüntüsünden dijitalleştirilmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemi'nde farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile belirlenen peyzaj tipleri karşılaştırılmıştır. Örnek tipin toplam alanı göz önünde bulundurulduğunda, dijitalleştirilmiş görüntünün alanı 42313 m<sup>2</sup>, 5 metre uydu görüntüsü sınıflandırılması ile üretilen tipin alanı 36000 m<sup>2</sup>, 30 metre uydu görüntüsü sınıflandırılması ile üretilen tipin alanı 40500 m<sup>2</sup>, 60 metre uydu görüntüsü sınıflandırılması ile üretilen tipin alanı 40500 m<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir.

Şekil 6.18'de görüldüğü gibi her ne kadar dijitalleştirilmiş görüntüye şekilsel ve konumsal olarak 5 metre mekânsal çözünürlüklü RapidEye uydu görüntüsü ile üretilmiş peyzaj tipleri benzerlik gösterse de, sonuçlardan da görüldüğü gibi örnek tipin alanı 30 ve 60 metre çözünürlüklü görüntülerle elde edilene daha yakındır. Ancak 60 metre uydu görüntüsü ile yapılan sınıflandırma ile belirlenen peyzaj tipi,

dijitalleştirilerek belirlenen örnek peyzaj tipi arasında konumsal ve şekilsel farklılıklar görülmektedir. Sonuç olarak alan, şekil ve konum göz önüne alındığında 30 metre mekânsal çözünürlüklü sınıflandırılmış uydu görüntüsü ile üretilmiş peyzaj tipleri bu çalışmada en iyi sonucu vermiştir.



Şekil 6.17 : Peyzaj tipleri arasındaki farklılıklar.



**Şekil 6.18 :** CBS ile belirlenmiş peyzaj tipleri ve uydu görüntüsünden dijitalleştirilmiş peyzaj tipi arasındaki farklar.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Bartın'ın Kapısuyu Havzasından seçilen çalışma alanında 3A seviyesinde ortorektifiye olarak alınan RapidEye uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğünün peyzaj tiplerine etkisi araştırılmıştır.

Peyzaj tipi belirlenmesine, yapılan sınıflandırma sonucu önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada 5 metre çözünürlüklü orijinal RapidEye görüntüsü sınıflandırılmış ve bu görüntü 15 metre ve 30 metreye örneklenmiştir. Örnekledirmenin etkisi sınıf sayısı ve alansal olarak irdelenmiştir. Yapılan analizlerde 30 metre mekânsal çözünürlükteki sınıflandırma sonucunun doğru sınıflandırma olarak kabul edilen orijinal 5 metre uydu görüntüsü sınıflandırmasına daha yakın sonuç verdiği gözlenmiştir. Ancak farklı mekansal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile belirlenen peyzaj tipleri sayısında doğrusal bir ilişki görülememiştir.

Her ne kadar farklı mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile peyzaj tiplerinin sayısında doğrusal bir ilişki görülme de şekilsel ve konumsal farklılıklar saptanmıştır. Mekânsal çözünürlüğü farklı olan uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile oluşturulan sınıf alanlarının büyüklüğünün, şeklinin ve konumunun farklı olması saptanacak peyzaj tiplerinin şekilsel ve konumsal farklılıklara sahip olmasına neden olmaktadır.

Uydu görüntüsü ile tematik sınıflandırılma yapılırken seçilecek uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğü ne kadar önemli ise peyzaj tipleri haritası belirlenirken de mekânsal çözünürlük o kadar önemlidir. Bu çalışma ile 30 metre mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü ile belirlenen peyzaj tiplerinin 5 ve 60 metreye göre daha iyi sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Genel olarak uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğünün artması ile peyzaj tiplerinin daha doğru belirleneceği kanısı yaygın olsa da, bu kabülün her zaman geçerli olmadığı bu çalışmada gösterilmiştir. Uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğünün çalışma alanının yapısı, büyüklüğü, vb. özellikleri göz önünde bulundurularak seçilmesi daha doğru sonuçlar ortaya koyacaktır.

Bunların dışında çalışmada kullanılacak uydu görüntüsü seçilirken, mekânsal çözünürlüğünün analizinde kullanılacak diğer haritaların ölçekleri ve mekânsal çözünürlükleriyle karşılaştırılması gereklidir. Gridlerin kenar uzunluğunun uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğünden büyük olması mekânsal ilişkilendirme yapılırken karışıklığa yol açmaktadır. Bu karışıklık farklı mekânsal çözünürlükte çalışmaktan kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada , simule edilen 30 metre mekânsal çözünürlüklü sınıflandırılmış uydu görüntüsü ile belirlenen peyzaj tipleri en iyi sonucu vermiştir, bunun nedeni, kullanılan gridlerin 30 metre kenar uzunluklu karelerden oluşması, diğer bir deyişle kullanılan verilerin mekânsal ölçeğinin tutarlı olması ile açıklanabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- 4881 no.lu kanun** (2003), Avrupa peyzaj sözleşmesi.
- Jian-Hua, X ve Jan L ve Nan-shan, A ve Wen-ze, Y.** (2001). A study on landscape mosaic structure in urban-rural area in northwest of china with rs and gis, Science Press, Beijing, China.
- Critchley, M.** (t.y.). GIS for Landscape Character Types.
- Çölkesen, İ.** (2009). Uzaktan algılamada ileri sınıflandırma tekniklerinin karşılaştırılması ve analizi. Yüksek lisans tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Gebze.
- Çöteli, M.** (2012). Kültürel peyzajın korunması ve sürdürülebilir kentsel gelişmenin yaratılması yönünde bir politika önerisi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32, 71-110.
- Düzgün, Ş.** (2010). Mekansal verinin sunumu ve organizasyonu.
- Karaş, İ ve Batuk, F.** (2005). Coğrafi bilgi sistemlerinde topoloji kavramı. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Lillesand, T.M. ve Kiefer, R.W.** (1994). Remote sensing and photo interpretation. 3rd. Edition, John Wiley & Sons: New York.
- Liu, C., Nakashima, K., Sako, H. ve Fujisawa, H.** (2003). Handwritten digit recognition: bench-marking of state-of-the-art techniques. Pattern Recognition, 36, 2271–2285.
- Luginbühl, Y.** (2001). Landscape identification, Assessment And Quality Objectives Using Cultural And Natural Resources. First Conference Of The Contracting And Signatory States To The European Landscape Convention Council of Europe, Palais de l'Europe, Strasbourg, 22-23 November 2001.
- Nadler, M. ve Smith, E. P.** (1993). Pattern recognition engineering. Wiley: New York.
- Uzun, O ve Karadağ, A ve Gültekin P.** (2010). Coğrafi bilgi sistemlerinin ve uzaktan algılama'nın peyzaj planlamada kullanımı. III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Kocaeli.
- Oğuz D. ve ark.** (2011). Kastamonu-Bartın Küre Dağları Milli Parkı örneğinde korunan alanlarda peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesi 110Y270 - TUBİTAK 1001 araştırma projesi
- Özkan, C.** (1998). Uzaktan algılama verileriyle orman yangını analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pal, M.** (2005). Multiclass approaches for support vector machine based land cover classification. In Proceedings of Map India, 8th Annual International

Conference and Exhibition in the Field of GIS, GPS, Arial Photography, and Remote Sensing, New Delhi.

- Pal, M.** (2005). Random forest classifier for remote sensing classification. International Journal of Remote Sensing
- Sabins, F.F.** (1987). Remote sensing: Principles and interpretation. Freeman, New York.
- Studley, H. ve Weber T.** (2011). Comparison of Image Resampling Techniques for Satellite Imagery. Final Report: Assessing Post-Fire Recovery of Sagebrush-Steppe Rangelands in Southeastern Idaho.
- Sunar, F.** (2011). Uzaktan Algılama, Anadolu Üniversitesi Yayını No:2320.
- Tseng, M.H., Chen, S.J., Hwang, G.H. ve Shen, M.Y.** (2008). A genetic algorithm rule-based approach for land-cover classification. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.
- Townshend, J. R. G.** (1992). Land cover. International Journal of Remote Sensing.
- Vogiatzakis, I. ve Marini, A. ve Careddu, M. ve Melis, M. ve Griffiths H.** (2005). The use of gis and remote sensing for landscape character mapping: a pilot study from Sardinia. past and present Botanika Chronika ,18, 277-284
- Yanalak, M.** (t.y.). Yüzey modellemede üçgenleme yöntemleri
- Url-1**<<http://www.satimagingcorp.com/characterization-of-satellite-remote-sensing-systems.html>>, alındığı tarih: 29.07.2012.
- Url-2** <<http://www.rapideye.com/>>, alındığı tarih: 10.08.2011.
- Url-3**<<http://www.photoshopessentials.com/essentials/16-bit/page-2.php>>, alındığı tarih: 11.02.2011.
- Url-4**<[http://help.arcgis.com/How\\_Aggregate\\_works/](http://help.arcgis.com/How_Aggregate_works/)>, alındığı tarih: 10.01.2013.
- Url-5**<<http://http://www.cscrs.itu.edu.tr>>, alındığı tarih: 08.01.2013.

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad Soyad:** Berk HACIAĞAOĞLU

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Adana / 22.01.1987

**Adres:** Kültür Mah. Beşiktaş İstanbul

**E-Posta:** haciagaberk@hotmail.com

**Lisans:** İTÜ Geomatik Mühendisliği

**Mesleki Deneyim ve Ödüller:** Coğrafi Bilgi Sistemi ve uzaktan algılama

## TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- Hacıağaoğlu, B. ve Sunar, F. ve Dicle, O. ve Esbah, H. ve Görmüş, S. ve Cengiz, S. (2012). Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sisteminin peyzaj karakter analizinde uygulanabilirliği. *UZAL-CBS 2012*, Zonguldak, Türkiye.