

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİN
BÖLGESEL DEĞİŞİM ANALİZİ:
GİRESUN ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nergiz KOÇHAN ARI

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİN
BÖLGESEL DEĞİŞİM ANALİZİ:
GİRESUN ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Nergiz KOÇHAN ARI
501101614**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501101614 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Nergiz KOÇHAN ARI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**Hidroelektrik Enerji Santrallerin Bölgesel Değişim Analizi: Giresun Örneği**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Bülent BAYRAM

Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 8 Kasım 2013

Savunma Tarihi : 10 Ekim 2013

Çok kıymetli aileme,

ÖNSÖZ

Günümüzde küresel ısınma ve neticesindeki iklim değışiklikleri, su kaynaklarının yetersizliği, ekolojik sistemin tehdit altında olması oldukça gündemdedir. Tüm bu çevreyle ilgili endişeler, gelişen çağın en önemli unsuru enerjinin yenilenebilir ve de temiz olması gerektiğini de vurgulamaktadır. Çevre ve enerjiyi konu alan tartışmalarda, özellikle enerji ile ilgili önemli yatırımlar yapma sürecindeki ülkemizde, HES'ler önemli bir rol oynamaktadır. Bunda HES'lerin yapım aşamalarındaki bazı uygulama yanlışları, yapıldığı bölgelerdeki doğal ve tarihi güzelliklerin mevcudiyeti ve de sivil toplum örgütlerine göre özel sektörlerce kapitalist çıkarların gözetildiği düşüncesi etkilidir. Bu çalışmada; HES projelerinin yoğun olduğu Giresun ili çalışma bölgesi belirlenerek, HES'lerden önce ve sonraki uydu görüntülerinden yararlanılarak, CBS ve uzaktan algılama desteğiyle değışimler analiz edilip HES'lerin çevresel etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma sürecinde hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen; bilgisi, alçak gönüllüğü ve kurduğu samimi iletişimiyle motivasyonumu sağlayan çok saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER'e, tez dönemi boyunca sık iletişim içinde olduğum araştırma görevlisi arkadaşlarım Abdullah ARSLAN, Bahadır ÇELİK ve Başak SARIYILMAZ'a, candan dostluğu ve yardımları ile bana hep destek olan çok değerli arkadaşım Tolga BAKIRMAN'a ve de her zaman yanımda olan kıymetlilerimden başta anneciğim Nurdanur KOÇHAN, babacığim Sait KOÇHAN, ağabeyciğim Savaş KOÇHAN ve çok sevgili eşim Ömer Furkan ARI olmak üzere tüm aileme ve dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2013

Nergiz KOÇHAN ARI
(Harita Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Araştırma Soruları	1
2. TEMEL KAVRAMLAR VE TANIMLAR.....	3
2.1 Su Kaynağı Nedir?	3
2.2 Küresel Isınma ve Su Kaynaklarına Etkileri	3
2.2.1 Küresel ısınma ve etkileri	3
2.2.2 Küresel ısınmanın su kaynaklarına etkileri	4
2.3 Dünyada ve Türkiye’de Su Dağılımı ve Tüketimi	5
2.3.1 Dünyada suyun dağılımı ve tüketimi	5
2.3.2 Türkiye’de suyun dağılımı ve tüketimi	7
2.4 Hidroelektrik Enerji.....	9
2.4.1 Dünyanın hidroelektrik enerji potansiyeli.....	9
2.4.2 Türkiye’nin hidroelektrik enerji potansiyeli	10
2.4.3 Dünyada ve Türkiye’de hidroelektrik enerji tüketimi.....	10
2.5 Hidroelektrik Enerji Santralleri (HES).....	11
2.5.1 Tanımı, çalışma prensibi ve sınıflandırılması	11
2.5.2 Dünyada hidroelektrik enerji santrallerin durumu	14
2.5.3 Türkiye’de hidroelektrik enerji santrallerin durumu	15
2.6 Hidroelektrik Enerji Santrallerin Çevresel ve Toplumsal Etkileri	16
3. ÇALIŞMA BÖLGESİ: GİRESUN	17
3.1 İlin Coğrafi Konumu ve Topoğrafyası	17
3.2 İl ve İlçe Sınırları.....	18
3.3 İlin Sosyokültürel ve Ekonomik Yapısı	19
3.4 İklim ve Hava	19
3.5 Ormanlar.....	20
3.6 Turizm	21
3.7 Afetler.....	22
3.8 Su Kaynakları	24
3.9 Enerji Kaynakları	25
4. KULLANILAN TEKNİKLER VE VERİLER.....	27
4.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	27
4.1.1 CBS nedir?	27
4.1.2 CBS temel bileşenleri.....	27
4.1.3 CBS’de temel işlevler	28

4.1.4 CBS uygulama alanları.....	29
4.2 Uzaktan Algılama	30
4.2.1 Uzaktan algılama ve temel bileşenleri	30
4.2.2 Elektromanyetik spektrum	31
4.2.3 Elektromanyetik ışınının yeryüzü cisimleri ile etkileşimi	32
4.2.3.1 Bitki örtüsünün spektral özellikleri	32
4.2.3.2 Toprağın spektral özellikleri	33
4.2.3.3 Suyun spektral özellikleri.....	34
4.3 Sayısal Görüntü İşleme.....	35
4.3.1 Sayısal görüntü	35
4.3.2 Sayısal görüntünün özellikleri.....	35
4.3.2.1 Radyometrik çözünürlük	35
4.3.2.2 Spektral çözünürlük.....	35
4.3.2.3 Mekansal çözünürlük	36
4.3.2.4 Zamansal çözünürlük	36
4.3.3 Görüntü işleme	36
4.3.3.1 Ön işleme.....	36
4.3.3.2 Görüntü zenginleştirme	37
4.3.3.3 Sınıflandırma.....	37
4.4 Kullanılan Veriler	38
4.4.1 Landsat uydusu.....	39
5. UYGULAMA	41
5.1 Verilerin Temin Edilmesi	41
5.2 Verilerin Hazırlanması	41
5.3 Sınıflandırma İşlemi	43
5.4 Doğruluk Analizi	45
5.5 CBS Çalışması.....	46
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	59

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
DSİ	: Devlet Su İşleri
HES	: Hidroelektrik Enerji Santrali
ISODATA	: Iterative Self Organizing Data Analyses Tecnique
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
UNIDO	: United Nations Industrial Development Organization
USGS	: The United States Geological Survey
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1: Landsat uydu sisteminin özellikleri.....	39
Çizelge 5.1: Kullanılan uydu görüntülerine ait bilgiler	41

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Tahmini küresel su dağılımı [2].	6
Şekil 2.2: Dünyada kişi başına düşen tatlı su dağılım haritası [7].	6
Şekil 2.3: Dünyada tarımsal, endüstriyel ve evsel su tüketiminin seyri [9].	7
Şekil 2.4: Kıtalarla göre su tüketiminin seyri [9].	7
Şekil 2.5: Dünyada kişi başına düşen kullanılabilir su miktarları ve Türkiye'nin durumu [12].	8
Şekil 2.6: Dünyanın hidroelektrik enerji potansiyeli [18].	10
Şekil 2.7: Dünya sektörel enerji tüketimi öngörüsü [20].	11
Şekil 2.8: Dünyanın hidroelektrik enerji tüketimi [17].	11
Şekil 2.9: Hidroelektrik santral yapısı [23].	12
Şekil 2.10: HES'lerin teknik özelliklerine göre sınıflandırılması [24].	12
Şekil 2.11: Rezervuarlı (baraj tipi) hidroelektrik santral [25].	13
Şekil 2.12: Kanal tipi hidroelektrik santral [25].	13
Şekil 2.13: Dünyada mevcut, inşaat halinde ve planlanmış hidroelektrik kurulu güç (Nisan 2011) [27].	14
Şekil 2.14: Dünyada üretilen hidroelektrik enerjinin kıtalara göre dağılımı [26].	14
Şekil 2.15: Türkiye'de mevcut ve planlanan HES'lerin potansiyelleri ve üretimleri [16].	15
Şekil 2.16: Türkiye'nin havzalara göre hidroelektrik enerji potansiyeli ve kurulu güçleri [26].	15
Şekil 3.1: Giresun'un Türkiye'deki ve bölgesindeki konumu [30].	17
Şekil 3.2: Giresun il haritası [32].	18
Şekil 3.3: Giresun idari bölümler [30].	18
Şekil 3.4: Giresun yıllık ortalama yağış dağılımı [35].	20
Şekil 3.5: Giresun ili deprem haritası [37].	23
Şekil 4.1: Uzaktan algılama bileşenleri [49].	30
Şekil 4.2: Elektromanyetik Spektrum [52].	31
Şekil 4.3: Bitki örtüsünün spektral yansıtma eğrisi [54].	33
Şekil 4.4: Toprağın spektral yansıtma eğrisi [54].	34
Şekil 4.5: Suyun spektral yansıtma eğrisi [54].	34
Şekil 4.6: 19 Eylül 2006 tarihli Landsat uydu görüntüsü [59].	39
Şekil 4.7: 27 Eylül 2012 tarihli Landsat uydu görüntüsü [59].	39
Şekil 5.1: 'Bant Birleştirme' uygulanmış 7 bantlı 2006 uydu görüntüsü.	41
Şekil 5.2: Atmosferik düzeltme öncesi (solda) ve sonrası (sağda) Landsat uydu görüntüsü.	42
Şekil 5.3 : Kontrolsüz sınıflandırmada görüntü sınıflarının tanımlanması.	43
Şekil 5.4: Kontrolsüz sınıflandırma ile belirlenmiş 2006 (solda) ve 2012 (sağda) arazi kullanım sınıfları.	44
Şekil 5.5: Doğruluk analizi uygulaması.	45
Şekil 5.6: Çalışma bölgesine ait sayısal yükseklik modeli.	46

Şekil 5.7: Suyun akış yönünün belirlenmesi.....	47
Şekil 5.8: Suyun akış yönünün belirlenme prensibi.	47
Şekil 5.9: Her piksele ne kadar su aktığının belirlenmesi.....	47
Şekil 5.10: Her piksele ne kadar su aktığının belirlenme prensibi.	48
Şekil 5.11: Su toplama çizgilerinin ortaya çıkarılması.	48
Şekil 5.12: Çalışma bölgesine ait su toplama çizgileri.	49
Şekil 5.13: HES'lere ait öznetelik tablosu.....	49
Şekil 5.14: CBS çalışması örneği.	50
Şekil 5.15: CBS çalışması örneği.	50

HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİN BÖLGESEL DEĞİŞİM ANALİZİ: GİRESUN ÖRNEĞİ

ÖZET

Dünyadaki nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme, küreselleşme ve bir sonuç olarak artan ticaret olanakları; doğal kaynaklara ve enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır. Toplumların ilerleme ve kalkınmalarında enerji kuşkusuz temel bir etkidir.

Yoğun sanayileşme ve artan nüfusun etkisi ile birlikte ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlamak amacıyla kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan gazların atmosferde güneş ışınlarını tutması bir sera etkisi yaratmakta ve dünya yüzeyindeki sıcaklığı arttırmaktadır. Küresel ısınma ve sebep olduğu iklim değişikliklerinin tehdidi ve de hızla tüketilen kaynakların yeterli gelmeyişi, yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına yönelimi arttırmaktadır.

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de yenilenebilir ve temiz bir enerji olan hidrolik enerjiye yönelim artmaktadır. Ancak hidrolik enerji potansiyelinin değerlendirilmesinde derelerin özel sektöre devredilmesi, kapitalist bir anlayışla toplum yararının önüne geçildiği tartışmalarına yol açmaktadır. Hidroelektrik santrallerin bilimsel ölçütlerle, havza planlamasıyla, yerel halkın görüşleriyle projelenmesi yerine; denetimsiz, çevre tahribatlarına yol açarak, şirket karlılığı gözetilerek yapıldığına dair tartışmalar gündemdedir.

Bu çalışmada, Giresun ili örnek alınıp, inşaat aşamasında ve işletmede olan hidroelektrik santrallerin neden olduğu çevresel değişimlerin analizleri, uzaktan algılama ve sayısal görüntü işleme tekniklerinden faydalanarak, 2006 ve 2012 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak, kontrolsüz sınıflandırma ile yapılmıştır. Sınıflandırmanın doğruluk analizi yapıldıktan sonra, bir CBS çalışması yapılmıştır. CBS tekniği kullanılarak, çalışma bölgesine ait mekansal analizlerin yapılması; bölgedeki su toplama çizgilerine, HES’lere ve çalışma bölgesine ait bir veri tabanı oluşturulması sağlanmıştır.

Sınıflandırma ve CBS çalışmasının bir sonucu olarak, hidroelektrik enerji santrallerinin bölgedeki yeşil alanları azalttığı gözlemlenmiştir.

THE ANALYSIS OF CHANGES IN REGIONAL OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS: GİRESUN EXAMPLE

SUMMARY

Population growth in the world, urbanization, industrialization, globalization and as a result of these: trade opportunities increase the demand for natural resources and energy. Energy is definitely a major factor for the progression and development of societies.

Energy requirements because of the effect of intensive industrialization and increasing population causes the use of fossil fuels such as coal, petrol and natural gas; therefore the greenhouse effect occurs and the earth's surface temperature increases. The threat of global warming and climate change and also insufficient energy resources is enhancing the importance of renewable and eco-friendly energy sources day by day.

Hydroelectric energy is an important alternative as a renewable energy source. Evaporated river, lake and sea waters with solar energy rain after and feed water resources again; so this atmospheric cycle provides a source of renewable energy. Hydroelectric energy is obtained by conversion of water potential energy to kinetic energy. When water drops from any elevation, firstly gravitational potential energy turns into kinetic energy, then water rotates the generator engine by going through to water wheel and finally electrical energy occurs.

There is great potential for new hydroelectric power plants in the world. Despite evaluating of hydro-electric fields mainly in Europe and North America; Asia, Latin America, Africa as well as in developing countries, a huge amount of potential energy is undiscovered. Turkey's theoretical hydroelectric potential is 1% of the world theoretical potential and economic potential is 16% of Europe's economic potential.

Hydroelectric energy is produced by 11 thousand hydroelectric power plants and 27 thousand water wheels and generators in 150 countries all over the world. Existing hydroelectric energy power is 760 GW, under construction hydroelectric energy power is 121 GW and planned hydroelectric energy power is 450 GW in the world. Also in Turkey, hydroelectric energy power of total 303 hydroelectric power plants is 17.372 MW.

As it is worldwide, hydroelectric energy becomes popular as a renewable and an eco-friendly energy source in Turkey. However, the development of the hydroelectric energy potential by the private sector is argued to give importance to capitalist gain rather than the interest of society. Environmental organizations assert that private firms disregard scientific criteria, watershed planning and opinion of the local community so these firms cause environmental degradation.

Despite the advantages of hydroelectric power plants such as meeting energy needs, there are also negative effects to the environment. Some of these negative affects are;

- degradation of water quality
- disruption of the natural flow of rivers
- extinction of some species because of changing stream flow and structure
- deforestation and so the increase of landslides
- drying ground water and lakes so infertile agriculture
- destruction of historic structures, physical beauty and agricultural land
- spreading of water-borne diseases because of the suitable environment

of irrigation systems for the organisms such as parasites, malaria etc.

Giresun city and its surroundings that have not only lots of natural beauties, forests and water resources but also many planned hydroelectric power plant projects are chosen as research area. In Giresun, there are 23 existing hydroelectric power plant projects; these are Akköy, Akören, Angutlu, Batlama, Büyük, Büyükdere, Çakırlı, Çatalçam, Değirmen (Giresun), Doğankent-1, Gecür, Kahraman, Kıran, Kırıklı, Kızılev, Koyunhamza, Ören, Say, Serpin, Tokmadin, Vanazit, Yağlıdere and Zekere. The total power is 120 MW and the total energy is also 575 GWh of these hydroelectric power plant projects.

The environmental impacts of hydroelectric power plants in Giresun were searched with the support of remote sensing technique and geographic information system (GIS).

Remote sensing is the acquisition of information about an object without making physical contact with the object.

Using two different Landsat satellite images in 2006 and 2012, the changes in water resources, agriculture and forest lands after the constructions of the hydroelectric power plants were analyzed by studying digital image processing techniques.

Remote sensing images are recorded in digital forms and processed to convert to an image by computers. The following steps are applied for digital image analysis; preprocessing, image enhancement and classification.

Pre-processing step is correction the geometric and radiometric errors of the image's geometry and pixel values. In order to eliminate these errors, radiometric correction (sensor calibration, atmospheric correction, topographic correction etc.) and geometric correction are applied.

The aim of image enhancement step is to enhance interpretation for visual analysis or to provide better input image for automatic image processing techniques. It is done with spectral or spatial transformations.

Classification step is grouping objects that have the same characteristics. There are two basic classification methods; supervised and unsupervised classification. At supervised classification; there is preliminary thematic information about classes, images will be separated which classes is previously known. At unsupervised classification; there is not any preliminary thematic information about classes, the aim is determination of natural groups that have an any criterion. This method is applied automatically with the aid of algorithms without user intervention.

The other technique was used in this study is geographic information system (GIS) performs the functions are collection, processing, management, analysis, storage and presentation of spatial data with the aid of hardware, software, data, method and users. There are several uses such as; There are several uses such as; urban information system, forest information system, road information system, land information system, land registration and cadastral information system, logistics information system, vehicle tracking information system, security information system, traffic information system, campus information system, earthquake information system, map information system etc. GIS is used for public works, engineering applications, forestry, agricultural practices, military applications, urban planning, hydrology, the health sector, training activities, planing transportation and archaeological work etc.

In this study; environmental impacts of completed and uncompleted hydroelectric power plants constructions were searched by considering geographical location, topography, climate, forests, springs, energy sources, socio-cultural environment and disasters in Giresun city and its surroundings were investigated using two different Landsat satellite images in 2006 and 2012 in the similar seasons. Using these data; firstly atmospheric correction were applied as pre-processing step. Then, unsupervised classification and geographic information system methods were used to analyse environmental changes.

In conclusion; the negative effects of the hydroelectric power plants on the environment such as reduction forest lands were observed using remote sensing and GIS technique.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada, son zamanlarda çevre ile ilgili tüm tartışmalarda öne çıkan HES'lerin çevreye etkilerinin somut olarak ortaya konulması fikriyle; HES projelerinin yoğun olduğu Giresun ili çalışma bölgesi olarak belirlenerek, biri HES projelerinden önce, diğeri ise güncel olmak üzere iki farklı Landsat uydu görüntüsünden yararlanılarak; uzaktan algılama desteğiyle bölgedeki çevresel değişimleri analiz edip, CBS ile de daha detaylı analizler yapmak ve bir veri tabanı oluşturmak amaçlanmıştır.

1.2 Araştırma Soruları

Bu çalışmada şu sorulara cevap aranmıştır;

- Küresel ısınma nedir, su kaynaklarına etkileri nelerdir?
- Yenilenebilir enerji nedir, neden gereklidir?
- Dünyada ve Türkiye'de enerji ihtiyacı, üretimi ve tüketimi nedir?
- Hidroelektrik enerji nedir, dünyada ve Türkiye'deki potansiyel ve mevcut durum nedir?
- Çalışma bölgesi Giresun'daki HES'lerin durumu nedir?
- HES'lerden önce ve sonra doğada ve çevrede nasıl değişimler gerçekleşmiştir?
- Uzaktan Algılama ve CBS teknikleri kullanılarak HES'lerin çevresel etkileri nasıl incelenebilir?

2. TEMEL KAVRAMLAR VE TANIMLAR

2.1 Su Kaynağı Nedir?

Su kaynağı; buz halden sıvı hale, sıvı halden buhar haline ve buhar halinden tekrar sıvı haline dönerek sürekli bir döngü halinde olan suyun; kara yüzeyinden suyun taşacağı noktaya kadar, akiferi¹ doldurması sonucunda oluşmaktadır. Bu su kaynakları yağışlardan sonra meydana gelen küçük su miktarları olabileceği gibi, günde milyonlarca litre akan büyük miktarlar da olabilir.

Su kaynakları, herhangi bir kaya çeşidi içinde oluşabilir; fakat genellikle kolayca kırılan ve asidik yağış tarafından çözülebilen malzemeler (çoğunlukla kireç taşı, dolomite) içinde bulunur. Kaya çözüldükçe ve kırıldıkça, suyun akışına imkan sağlayan boşluklar meydana getirebilir. Eğer akış yatay ise su, kaynak olarak kara yüzeyine çıkabilir [2].

2.2 Küresel Isınma ve Su Kaynaklarına Etkileri

2.2.1 Küresel ısınma ve etkileri

Su buharı, karbondioksit, metan gazı ve fosil yakıtlarının (kömür, petrol ve doğalgaz gibi) yakılması sonucu oluşan gazlar atmosfere dahil olup, dünya üzerinde doğal bir örtü oluşturmaktadır. Atmosferdeki bu gazların güneş ışınlarını tutması bir sera etkisi oluşturmakta ve dünya yüzeyindeki sıcaklığı arttırmaktadır.

Artan dünya nüfusu ve gerektirdiği tüketim ihtiyacı, doğal alanların tahribatı, gelişen endüstri ve atıkları sera gazlarındaki artışın ana sebeplerini oluşturmakta; küresel ısınmayı ve beraberinde iklimsel değişiklikleri meydana getirmektedir.

Küresel ısınmanın ve küresel iklim değişikliklerinin etkileri genel olarak şu şekilde özetlenebilir;

- Sıcaklık artışları, kuraklık ve çölleşme

¹ Suyun çok uzak mesafelere gitmesini sağlayan, yeraltı sularını pınarlara ve kuyulara ileten gözenekli toprak ya da jeolojik oluşum [1] .

- Sıcaklık ve kuraklık nedeniyle yangınların artması
- Buzulların erimesi ve denizlerdeki su seviyesinin artması sonucunda kıyı kesimlerde büyük toprak kayıpları ve sel felaketleri
- Denizlerdeki buharlaşmanın artmasıyla yağışlarda artış ve fırtınalar
- Şiddetli yağış ve kuraklık nedeniyle virüs mutasyonlarında artış ve salgın hastalıkların yayılması
- Değişen iklim şartlarında hayvan ve bitki türlerinin azalması
- Tarım bölgelerinde azalma ve verimsizlik
- Su kaynaklarında azalma, açlık ve sağlıksız beslenme
- Büyük göçler

2.2.2 Küresel ısınmanın su kaynaklarına etkileri

Küresel ısınmanın neden olduğu sıcaklık artışları ve kuraklık, su kaynaklarının üzerinde bir baskı oluşturmakta ve önemini arttırmaktadır. Sıcaklık artışı, su kaynaklarındaki buharlaşmayı arttırmakta, ayrıca mevsimlik kar ve kar örtüsünün kapladığı alanı azaltarak, kar erimesinden kaynaklanan akış zamanı ve hacmindeki değişiklik su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir [3].

Küresel ısınma yağış rejimleri üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Önceden yağış alan bölgelerde daha fazla yağışa sebep olarak seller, taşkınlar ve kasırgalar meydana getirmekte; kurak bölgelerde ise sorunu daha da arttırarak şiddetli kuraklık ve su sıkıntılarını neden olmaktadır. Dolayısıyla dünyanın her yerindeki düzensiz yağışlar dönemsel kuraklıklar yaşama riski ile insanlığı karşı karşıya bırakmaktadır. Yoğun buharlaşma ve yağış rejimlerindeki bu düzensizlikler, günümüzde su zengini olan ülkelerin ileride su fakiri olacak ülkeler arasında yer almasına neden olabilmektedir. Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10 000 m³ su potansiyeline sahip olması gerekmektedir; su potansiyeli 1000 m³ 'ten az ülkeler su fakiri ülkeler olarak kabul edilmektedir. Çoğu Ortadoğu ve Afrika'da bulunan 19 ülke su kıtlığı ve su stresi yaşayan ülkeler sınıflandırılmasında yer almaktadır. Dünyada yaklaşık 2 milyar insan temiz su varlığına bağlı olarak yeterli ve sağlıklı yaşam koşullarından yoksun yaşamaktadır. Küresel ısınmanın neden olacağı iklim değişiklikleri ve nüfus artışıyla bu sayının 2025'te 5 milyara yükseleceği tahmin edilmektedir [4].

Küresel ısınmanın ve neticesinde ortaya çıkan küresel iklim değişikliğinin, su kullanımları üzerinde de büyük etkileri olmakta; özellikle yüzey sularının %70'inden yararlanan tarım sektörünün, hızla çoğalan nüfusun ve gelişen endüstrinin enerji ve su ihtiyacının artışı yaşanan sıkıntıların büyümesine yol açmaktadır [5].

Genel olarak, küresel ısınma ve sebep olduğu iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri havzaların bulunduğu bölgelere bağlı olarak;

- Yüzeysel su potansiyellerinde azalma ya da artış
- Yeraltı sularını taşıyan akiferlerin beslenmelerinde ve dolayısıyla boşalmalarında değişim
- Taşkın ve kuraklıkların sıklıkları, mevsimleri ve büyüklüklerinde değişim
- Mevsimlik kar ve kar örtüsünün değişimi, bunun sonucu olarak da; kar suyu ile beslenen akarsuların rejimlerinde değişiklikler
- Yağış rejiminin ve neticesinde bitki örtüsü ile arazi kullanımı değişikliğinin neden olduğu erozyon sorunları
- Tarımsal su ihtiyaçlarında artış

olarak maddelenebilir [5].

2.3 Dünyada ve Türkiye’de Su Dağılımı ve Tüketimi

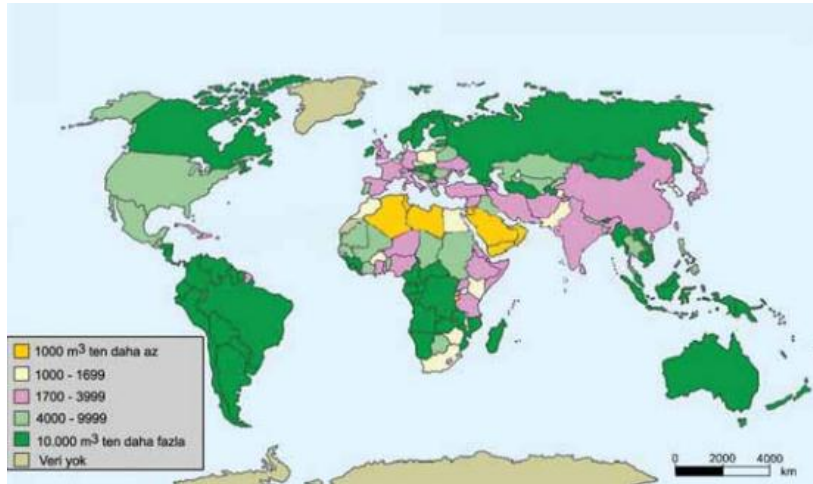
2.3.1 Dünyada suyun dağılımı ve tüketimi

Doğada vazgeçilmez en kıymetli doğal kaynaklardan biri olan suyun, dünya yüzeyinin %70.8 'ini kapladığı tahmin edilmektedir. Bu su tabakasının yaklaşık %98 'ini de tuzlu su olarak okyanuslar ve denizler oluşturur. Geri kalan %2'lik kısım tatlı sular olan; göller, nehirler, ırmaklar, yeraltı suları, kutuplardaki buzullar, atmosferdeki su buharı, bulutlar, düşen yağmur ve karlardan oluşmaktadır [6]. Bütün bu tatlı su kaynaklarının % 68'inden fazlası buz ve buzulların içinde hapsedilmiş olup, tatlı suyun diğer % 30'unu oluşturan kısım da yer altındadır. Oysa insanların her gün kullandığı su kaynaklarının çoğunu oluşturan nehirler, göller gibi yüzeysel tatlı su kaynakları ise, dünyadaki toplam suyun sadece yaklaşık % 1'inin 1/150'i olan 93 100 kilometre küp (22 300 mil küp)'nü oluşturmaktadır [2]. Şekil 2.1'de suyun dünyadaki tahmini dağılımı gösterilmektedir.

Su Kaynağı	km ³ olarak ifade edilen su hacmi	m ³ olarak ifade edilen su hacmi	Tatlı Su Yüzdesi	Toplam Su Yüzdesi
Okyanuslar Denizler ve Körfezler	1,338,000,000	321,000,000	---	96,5
Buz Tepeleri Buzullar ve Kalıcı Kar	24,064,000	5,773,000	68,7	1,74
Yeraltı Suyu	23,400,000	5,614,000	---	1,7
Tatlı	10,530,000	2,526,000	30,1	0,76
Tuzlu	12,870,000	3,088,000	---	0,94
Toprak Nemi	16,500	3,959	0,05	0,001
Zemin Buzu ve Sürekli Don Olan Toprak	300,000	71,970	0,86	0,022
Göller	176,400	41,320	---	0,013
Tatlı	91,000	21,830	0,26	0,007
Tuzlu	85,400	20,490	---	0,006
Atmosfer	12,900	3,095	0,04	0,001
Bataklık Suyu	11,470	2,752	0,03	0,0008
Nehirler	2,120	509	0,006	0,0002
Biyolojik Su	1,120	269	0,003	0,0001
Toplam	1,386,000,000	332,500,000	---	100

Şekil 2.1: Tahmini küresel su dağılımı [2].

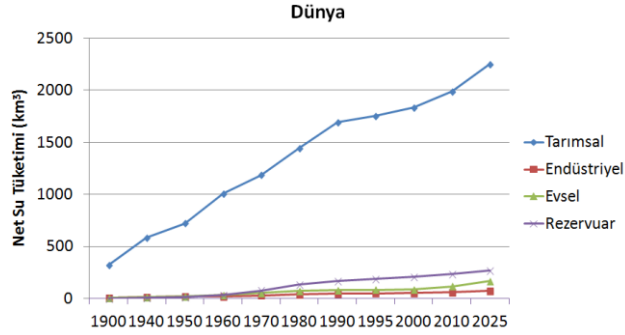
Suyun yeryüzündeki dağılımı ve kullanımını elbette tüm dünya nüfusunun gereksinimini karşılayacak şekilde değildir. Dünyanın vazgeçilmez doğal kaynağı olan suyun dağılımındaki dengesizlikle birlikte, doğal halinin korunması; hızlı nüfus artışı, gelişen endüstri ve teknoloji, plansız üretim ve aşırı tüketim ile çok önemli bir sorun haline gelmektedir [6]. Şekil 2.2’de kişi başına düşen tatlı suyun dünyadaki dağılımı gösterilmektedir.



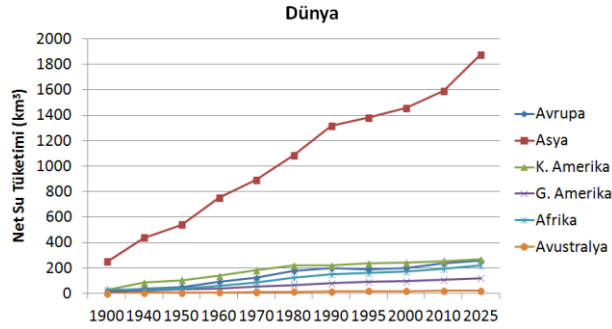
Şekil 2.2: Dünyada kişi başına düşen tatlı su dağılım haritası [7].

Günümüzde besine, içme suyuna, endüstri ürünlerine duyulan ihtiyaç arttıkça suya talep de artmaktadır. Su kaynakları evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler gibi sebeplerle tüketilmektedir. Özellikle tarım sektörü tüketilen suyun %84’lük kısmını oluşturmaktadır. Bunun başlıca nedeni de çoğalan nüfusla beraber gereken besin ihtiyacını karşılayabilmek için artan tarım alanları ve neticesindeki sulama

miktarlarıdır. Evsel ve endüstriyel su tüketimi de yine nüfusla birlikte artış göstermektedir [8]. Dünyadaki tarımsal, endüstriyel ve evsel su tüketiminin durumu Şekil 2.3'te, kıtalara göre su tüketiminin durumu da Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Dünyada tarımsal, endüstriyel ve evsel su tüketiminin seyri [9].



Şekil 2.4: Kıtalara göre su tüketiminin seyri [9].

Bölgesel olarak su tüketimini etkileyen başlıca faktörler;

- Nüfus
- İklim (kurak ve sıcak bölgelerde su tüketiminin fazla olması gibi)
- Tarım alanlarının miktarı
- Sanayileşme
- Yaşam standartları, eğitim seviyesi ve tüketim bilinci
- Kentleşme

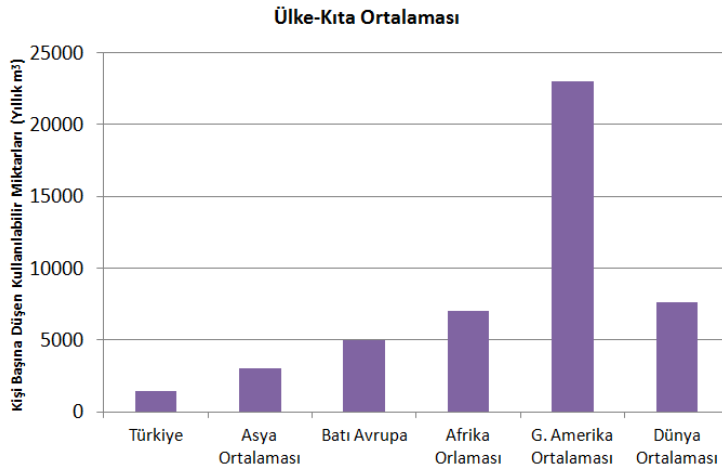
olarak özetlenebilir.

2.3.2 Türkiye'de suyun dağılımı ve tüketimi

Türkiye'ye yağışla yıllık ortalama 501 milyar m³ su düşmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'ü buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'lük

kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'lük kısmı ise akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar m³'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Bunların yanında komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m³ olmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m³ de dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları göz önüne alındığında; tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olup, bunun da 44 milyar m³'ü kullanılmaktadır [10].

Kişi başına düşen yıllık su miktarı en az 8.000 m³ ile 10.000 m³ arasında olduğunda bir ülke su zengini sayılabilmektedir. Kişi başına düşen su miktarı 1.430 m³ olan Türkiye, su zengini bir ülke değildir [11]. Artan nüfusun da etkisiyle ülkemizi ciddi su sorunları beklemektedir. Şekil 2.5'te dünyada ve Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir su miktarları gösterilmektedir.



Şekil 2.5: Dünyada kişi başına düşen kullanılabilir su miktarları ve Türkiye'nin durumu [12].

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.120 m³/yıl civarında olacağı söylenebilmektedir [10].

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan verilere göre; Türkiye'de en fazla su tüketiminin gerçekleştiği alan dünya genelinde de olduğu gibi

tarım sektörüdür. Yüzeysel su tüketim miktarının %82'si tarım alanlarını sulamada, %10'unu içme-kullanmada (evsel) ve %8'i de sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Yeraltı sularının ise; %39'u evsel, %37'si sulama, %24'ü de sanayi amaçlı kullanılmaktadır [13].

2.4 Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elde edilmektedir. Su, belli bir yükseklikten düşerken, yerçekimi potansiyel enerjisi önce kinetik enerjiye dönüşmekte, sonra da türbinden geçerek jeneratör motorunun dönmesi vasıtasıyla elektrik enerjisi üretilmektedir [14].

Hidroelektrik enerji yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Çünkü deniz, göl ve nehirlerdeki sular güneş enerjisi ile buharlaşmakta, oluşan su buharı atmosferik olaylarla yağış olarak düşmekte ve tekrar su kaynaklarını beslemektedir [15].

2.4.1 Dünyanın hidroelektrik enerji potansiyeli

Bir ülkenin ya da belli bir çalışma alanının sınırları içerisindeki bütün tabii akışların %100 verimle değerlendirilmesi varsayımına dayanılarak hesaplanan hidroelektrik potansiyel, 'teorik hidroelektrik potansiyel' olarak adlandırılmaktadır. Mevcut ekonomi ve teknolojilerle %100 verim sağlanmasının mümkün olmaması halinde; mevcut teknolojilerle değerlendirilebilen hidroelektrik potansiyel 'teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel', mevcut ekonomik şartlarla değerlendirilebilen hidroelektrik potansiyel de 'ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel' olarak adlandırılmaktadır [16].

Dünyada yeni hidroelektrik santraller için büyük bir potansiyel bulunmaktadır. Uygun hidroelektrik alanlar, Avrupa ve Kuzey Amerika'da çoğunlukla geliştirilmesine rağmen; Asya, Latin Amerika, Afrika gibi gelişmekte olan ülkelerde keşfedilmemiş önemli hidroelektrik potansiyel mevcuttur [17]. Şekil 2.6'da dünyada mevcut hidroelektrik enerji potansiyeller gösterilmektedir.

TANIMLAMA	TEORİK POTANSİYEL (GWh)	TEKNİK POTANSİYEL (GWh)	TEKNİK ve EKONOMİK POTANSİYEL (GWh)
AFRIKA	4,000,000	1,665,000	1,000,000
ASYA	19,000,000	6,800,000	3,600,000
AVUSTRALYA	600,000	270,000	105,000
AVRUPA	3,150,000	1,225,000	800,000
KUZEY ve ORTA AMERİKA	6,000,000	1,500,000	1,100,000
GÜNEY AMERİKA	7,400,000	2,600,000	2,300,000
DÜNYA TOPLAMI	40,150,000	14,060,000	8,905,000
TÜRKİYE	433,000	216,000	160,000

Şekil 2.6: Dünyanın hidroelektrik enerji potansiyeli [18].

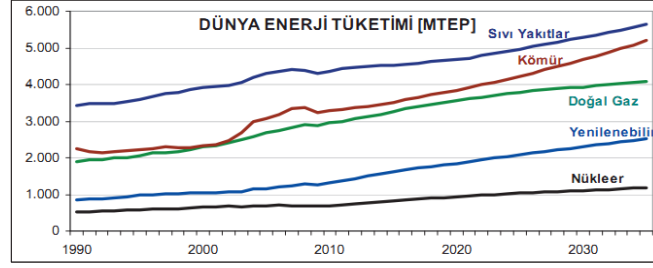
2.4.2 Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli

Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklar incelendiğinde; teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik hidroelektrik potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel de 140 milyar kWh/yıl'dır. Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin %1'ini, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sını oluşturmaktadır [19]. Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli ve potansiyelinin dünyadaki durumu Şekil 2.6'da görülmektedir.

2.4.3 Dünyada ve Türkiye'de hidroelektrik enerji tüketimi

Dünyadaki nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme, küreselleşme ve bir sonucu olarak artan ticaret olanakları; doğal kaynaklara ve enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır [19].

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (UEA), 2010 yılı Dünya Enerji Görünümü Raporu'nda; dünya enerji tüketiminin 2007 ile 2035 yılları arasında %49 oranında artacağı öngörülmektedir. Yüksek seyreden petrol fiyatları, küresel ısınmanın etkileri neticesinde fosil yakıtlara alternatif aranması gibi sebeplerle, yenilenebilir enerjinin ön plana çıkarak enerji kaynağı olarak kullanımında büyük bir artış göstereceği öngörülmektedir [20]. Şekil 2.7'de UEA'nın öngördüğü enerji tüketimi gösterilmektedir.



Şekil 2.7: Dünya sektörel enerji tüketimi öngörüsü [20].

Günümüzde ise dünyadaki enerji tüketiminin %19'u hidroelektrik enerji ile karşılanmaktadır. Hidroelektrik enerji tüketiminde, Asya birinci sırada yer almakta, Türkiye de hidroelektrik enerji tüketiminin %1.09'una sahip olmaktadır [17]. Şekil 2.8'de dünyadaki hidroelektrik enerji tüketimi gösterilmektedir.

Ülke/Ortaklık/Bölge	1999 yılı tüketimi (mtep/ Milyon ton eşdeğer petrol)	2009 yılı tüketimi (mtep)
Çin	46,1	139,3
Kanada	78,1	90,2
Brezilya	66,3	88,5
Türkiye	7,8	8,1
Afrika	17,3	22
Latin Amerika	118,2	158,4
K. Amerika	158,5	158,3
Asya Pasifik	113,6	217,1
Avrupa-Avrasya	183,2	182,0
Orta Doğu	2,0	2,4
Dünya	592,9	740,3

Şekil 2.8: Dünyanın hidroelektrik enerji tüketimi [17].

2.5 Hidroelektrik Enerji Santralleri (HES)

2.5.1 Tanımı, çalışma prensibi ve sınıflandırılması

Hidroelektrik Enerji Santralleri; suyun dere yatağından alındıktan sonra, düşü sağlanabilecek uzaklıktaki belli bir kottan düşürülerek, su türbinlerinin döndürülmesi yoluyla elektrik üreten tesislerdir. Yani HES'ler suyun yerçekimi potansiyel enerjisini önce kinetik enerjiye, sonra da jeneratör motoru vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürmektedir [21].

Hidroelektrik Enerji Santrallerinin çalışma prensibi, su değirmeni çalıştırma ilkesine dayanmaktadır. Türbin çarkına çarpan su türbin şaftını döndürerek mekanik enerji üretmektedir. Türbin şaftı jeneratör rotoruna bağlıdır ve jeneratör rotoru üzerinde

bulunan sargıların dışarıdan bir güç kaynağı ile uyarılması sonucu rotor çevresinde bir manyetik alan doğmaktadır. Dönen rotorun etrafında oluşan manyetik alanın stator sargılarının üzerinde indüklenmesi ile stator sargılarında gerilim oluşarak elektrik enerjisi elde edilmektedir [22]. Bir hidroelektrik santralin genel olarak yapısı Şekil 2.9’da gösterilmektedir.



Şekil 2.9: Hidroelektrik santral yapısı [23].

Ülkelerin hidrolik potansiyelleri ve ekonomilerindeki farklılıklar nedeniyle hidroelektrik santraller için farklı sınıflandırma sistemleri kullanılmaktadır. Sınıflandırmadaki bu kıstaslar;

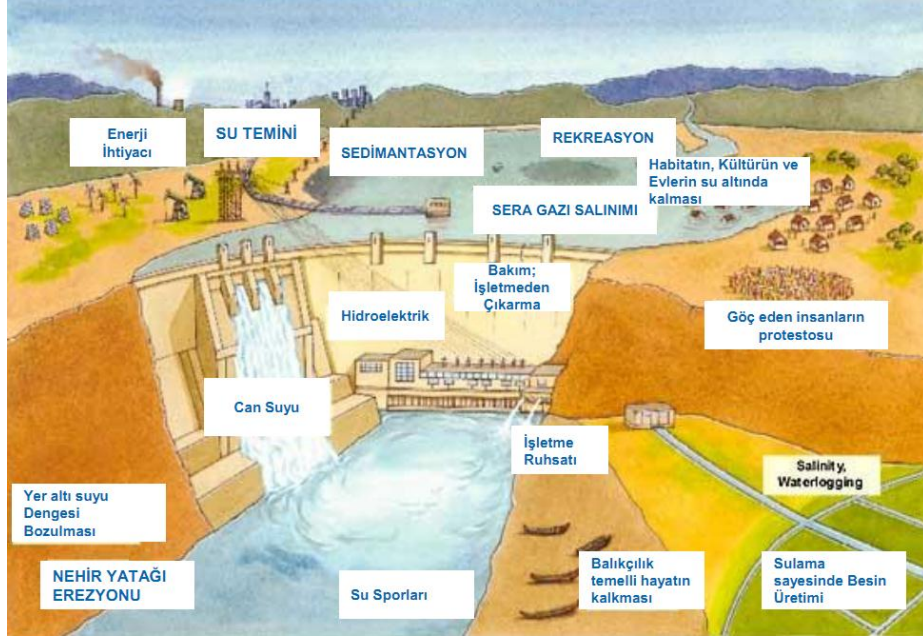
- Su ekonomisine göre sınıflandırma
- Enerji ekonomisine göre sınıflandırma
- Teknik özelliklere göre sınıflandırma
- Topoğrafik duruma göre sınıflandırma

şeklinde göz önüne alınmaktadır. Çeşitli ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de Birleşmiş Milletler Endüstriyi Geliştirme Organizasyonu (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO) tarafından yapılmış olan; kurulu güce dayalı, teknik özellikleri esas alan sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır [17]. Teknik özelliklerine göre HES’lerin sınıflandırılması Şekil 2.10’da gösterilmiştir.

Büyüklüğü	Uygulama Yeri	Güç	Sınıfı
En Küçük	Müstakil Ev	0-5 kW	Pico
Çok Küçük	Küçük Yerleşim Yerleri	5-100 kW	Mikro
Küçük	Yerel Ağlar veya Ulusal Şebeke	100 kW – 5 MW	Mini
Büyük	Ulusal Şebeke	5 MW ve üzeri	Full-Scale

Şekil 2.10: HES’lerin teknik özelliklerine göre sınıflandırılması [24].

Hidroelektrik santraller; kaynağına göre, rezervuarlı veya kanal tipi olarak tesis edilebilmektedir. Rezervuarlı santrallerde öncelikle bir baraj yapılacağından suyun kullanımı enerji gereksinimine göre ayarlanabildiği için verimleri yüksektir [22]. Rezervuarlı yani baraj tipi bir hidroelektrik santralin genel olarak yapısı Şekil 2.11’de gösterilmektedir.



Şekil 2.11: Rezervuarlı (baraj tipi) hidroelektrik santral [25].

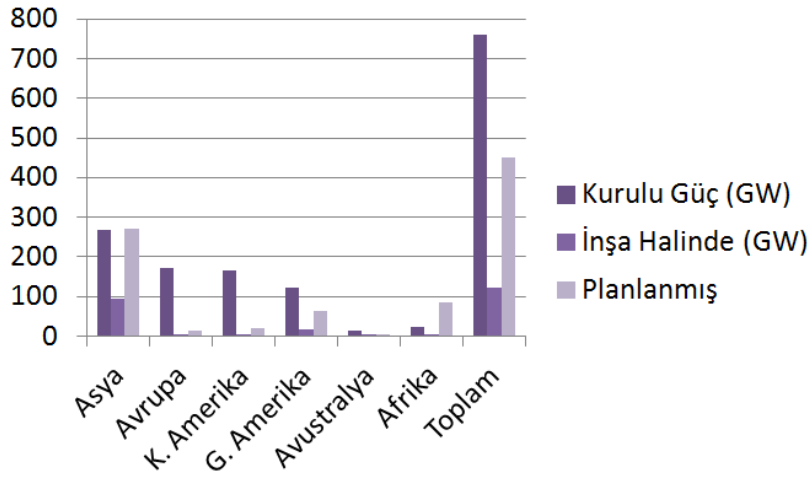
Kanal tipi santraller ise, rezervuarlı santrallere göre daha ucuz mal olmalarına karşılık, su biriktirme olanağı olmadığından gelen su debisine göre çalışmaktadırlar [22]. Kanal tipi bir hidroelektrik santralin genel olarak yapısı Şekil 2.12’de gösterilmektedir.



Şekil 2.12: Kanal tipi hidroelektrik santral [25].

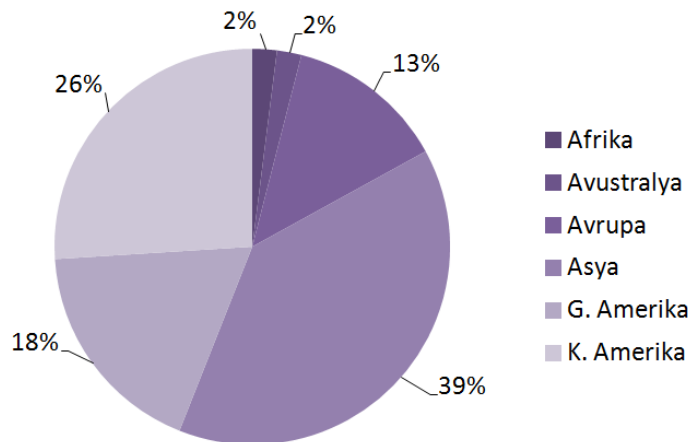
2.5.2 Dünyada hidroelektrik enerji santrallerin durumu

Dünyada toplam 150 ülkede 11 bin santral, 27 bin türbin ve jeneratör ile hidroelektrik enerji üretilmektedir. Dünyadaki mevcut hidroelektrik enerji kurulu güç 760GW, inşa halindeki kurulu güç 121 GW, planlanmış kurulu güç ise 450 GW olarak belirtilmiştir. Yaklaşık 260 GW hidrolük kurulu güç ile Asya birinci sırada yer almaktadır (Nisan 2011) [26]. Dünyadaki mevcut, inşaat halinde ve planlanmış olan hidroelektrik kurulu güç Şekil 2.13'te gösterilmektedir.



Şekil 2.13: Dünyada mevcut, inşaat halinde ve planlanmış hidroelektrik kurulu güç (Nisan 2011) [27].

Dünyada üretilen hidroelektrik enerjinin kıtalara göre dağılımı ise Şekil 2.14'te gösterilmiştir.



Şekil 2.14: Dünyada üretilen hidroelektrik enerjinin kıtalara göre dağılımı [26].

2.5.3 Türkiye’de hidroelektrik enerji santrallerin durumu

Türkiye’de enerji üretiminin %25.16’sı yenilenebilir kaynaklardan (hidrolik, rüzgar ve jeotermal) üretilmektedir. Hidrolik kaynaklardan üretilen enerji ise, toplam enerji üretiminin %22.8’ini oluşturmaktadır. Türkiye’de işletmede olan 303 adet hidroelektrik santralin toplam kurulu gücü 17.372 MW ve ortalama yıllık üretimi ise 62.000 GWh olmaktadır. Bu değer ile Türkiye toplam teknik potansiyelinin %28.7’sini karşılamaktadır [16]. Türkiye’de işletmede, inşaat halinde ve de planlanan HES’lerin sayısı ve üretimleri Şekil 2.15’te gösterilmiştir.

Potansiyel	HES Adedi	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Oran (%)
İşletmede	303	17372	62000	38
İnşaat Halinde	256	10590	35000	21
İnşaata Henüz Başlanmayan	1084	19535	67000	41
Toplam	1643	47497	164000	100

Şekil 2.15: Türkiye’de mevcut ve planlanan HES’lerin potansiyelleri ve üretimleri [16].

Türkiye’nin havzalara göre teknik ve ekonomik potansiyelleri ile kurulu güçleri ise Şekil 2.16’da gösterilmektedir.

Akarsu Havzası	Ortalama Akım (milyar m ³ /yıl)	Teknik Potansiyel (GWh/yıl)	Ekonomik Potansiyel (GWh/yıl)	Kurulu Güç (MW)
Fırat	31,61	84.122	37.961	9.648
Dicle	21,33	48.706	16.751	5.051
Doğu Karadeniz	14,9	48.478	11.062	3.037
Doğu Akdeniz	11,07	27.445	5.029	1.390
Antalya	11,06	23.079	5.163	1.433
Batı Karadeniz	9,93	17.914	2.176	624
Batı Akdeniz	8,93	13.595	2.534	674
Marmara	8,33	5.177	-	-
Seyhan	8,01	20.875	7.571	2.001
Ceyhan	7,18	22.163	4.652	1.413
Kızılırmak	6,48	19.552	6.320	2.094
Sakarya	6,4	11.335	2.373	1.096
Çoruh	6,3	22.601	10.540	3.134
Yeşilırmak	5,8	18.685	5.297	1.259
Susurluk	5,43	10.573	1.602	507
Aras	4,63	13.114	2.287	588
Konya Kapalı Hav.	4,53	1.218	104	32
Büyük Menderes	3,03	6.263	831	221
Van Gölü Kapalı Hav.	2,39	2.593	257	62
Kuzey Ege	2,09	2882	42	16
Gediz	1,95	3.916	243	94
Meriç- Ergene	1,33	1.000	-	-
Küçük Menderes	1,19	1.375	143	48
Asi	1,17	4.897	102	37
Burdur Göller Böl. Hav.	0,5	885	-	-
Akarçay	0,49	543	-	-

Şekil 2.16: Türkiye’nin havzalara göre hidroelektrik enerji potansiyeli ve kurulu güçleri [26].

2.6 Hidroelektrik Enerji Santrallerin Çevresel ve Toplumsal Etkileri

Son yıllarda HES'ler tartışılan çevresel ve toplumsal konular arasında önemli yer tutmaktadır. HES'ler su ve enerji gereksinimini karşılamanın yanı sıra olumsuz çevresel etkilere de neden olmaktadır [28]. HES'ler yerleşim yerlerinin suyunu karşılama, sel ve taşkınları önleme, tarım arazilerini sulama, balıkçılık, turizmi geliştirme, iklimde yumuşama gibi birtakım yararlar sağlayabilmesine karşılık, olumsuz etkileri ciddi sorunlara neden olabilmektedir.

HES'lerin çevreye ve topluma verdiği olumsuz etkiler şu şekilde özetlenebilir:

- Akarsuların doğal akışı ve yapısı değişeceği için; su kalitesinin bozulmasına, canlıların yaşam alanlarını tehlikeye atmasına ve bazı canlı türlerinin yok olmasına sebep olabilmektedir.
- Akarsuların kıyılardaki deltalara tortu taşıyamaması sebebiyle, delta kıyılarının denizlere teslim olmasına ve deltaları eriterek; denizlerdeki canlılar ve tarım faaliyetleri başta olmak üzere deltadaki tüm geçim kaynaklarını tehdit etmektedir.
- Suyun tutulması ve akışının azalmasıyla, yeraltı suların azalıp, bazı doğal göllerin kurummasına neden olabilmektedir.
- Baraj haznelerinin kapladığı alanlar bazı tarihi yapıların, tarım arazilerinin ve fiziki güzelliklerin yok olmasına sebep olmaktadır.
- Projelerin sulama sistemleri; parazit, humma, sıtma gibi hastalıklar yapan canlılar için uygun bir ortam oluşturmakta ve dolayısıyla su kaynaklı hastalıkları yaygınlaştırmasına yol açmaktadır.
- Projeler özellikle inşaat aşamalarında, bitki örtüsünün, ormanların ve doğal ekosistemlerin tahribine neden olmakta; ormanların tahribi heyelanların artmasına neden olmaktadır.
- Projeler çoğu zaman hesaplanan maliyetin üstünde tamamlanabilmekte ve hidroelektrik santralden elde edilecek gelirin de çoğu zaman tahminlerin altında kalabilmesi ekonomik verimsizlik yaratmaktadır.
- Proje inşaatıyla; proje sahasında yaşayan insanların başka alanlara göç etmesine, geleneksel yaşam biçimlerini etkilemesine ve yeni yaşam koşullarına uyum sağlama konusunda sıkıntılara sebep olmaktadır [28, 29].

3. ÇALIŞMA BÖLGESİ: GİRESUN

3.1 İlin Coğrafi Konumu ve Topoğrafyası

Giresun, Anadolu'nun kuzeydoğusunda, yeşille mavinin bir arada olduğu Karadeniz'in kıyı kentlerinden birisidir. Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz bölümünde yer alan Giresun ili $40^{\circ} 07'$ ve $41^{\circ} 08'$ kuzey enlemleriyle, $37^{\circ} 50'$ ve $39^{\circ} 12'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Komşu illeri; doğusunda Trabzon ve Gümüşhane, güneydoğusunda Erzincan, güney ve güneybatısında Sivas ve batısında Ordu'dur. Kuzeyinde ise Karadeniz ile çevrilidir [30]. Şehrin bölgedeki ve ülkedeki konumu Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Giresun'un Türkiye'deki ve bölgesindeki konumu [30].

Giresun'un oldukça engebeli yüzey şekillerini; Karadeniz kıyısı boyunca dar ve alçak düzlüklerden oluşan kıyı şeridi ile güneydeki Giresun Dağları meydana getirir. Doğu Karadeniz dağlarının batıdaki kollarından olan Giresun Dağları dik yamaçlara sahipken, vadilerle yarılmış Karadeniz tarafında ise eğim daha azdır. Genellikle tepelik bir görünüşe sahip kıyılardan 50-60 km içeride, kıyıya paralel bir şekilde duvar gibi yükselen dağlar ortalama 2000 m yükseklikte olup, bazı yerlerde 3000 m'yi aşmaktadır. Ovaların büyük bir bölümü kıyı kesiminde yer almaktadır [30].

3.2 İl ve İlçe Sınırları

Doğusunda Trabzon ve Gümüşhane, güneydoğusunda Erzincan, güney ve güneybatısında Sivas, batısında Ordu illeri ile kuzeyinde de Karadeniz ile çevrili olan Giresun'un yüzölçümü 6.934 km² olup Türkiye yüzölçümünün % 0,89'nu oluşturmaktadır [31]. İlin Karadeniz sahil yolu uzunluğu (Piraziz- Eynesil arası) 105 km'dir.

İl merkezi; Aksu ve Batlama vadileri arasında denize doğru uzanan bir yarımada üzerinde kurulmuş olup, bu yarımadanın doğusunda ve 2 km açığında Doğu Karadeniz'in tek adası olan Giresun Adası bulunmaktadır. 15 olan toplam ilçesinin; 7'si Karadeniz kıyısında, 5'i Karadeniz'e bakan yamaçlarda, 3'ü ise iç kesimde Kelkit Vadisi'nde bulunmaktadır. İl haritası Şekil 3.2'de gösterilmektedir. İl merkezine ve ilçelerine bağlı toplam 33 belde, 539 köy bulunmaktadır [30]. İlin idari bölünmesi Şekil 3.3'te gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Giresun il haritası [32].

İLÇELER	BELEDİYE	BUCAKLAR	KÖY SAYISI
GİRESUN	Giresun		54
	Çalıdağ		
	Duroğlu		
ALUCRA	İnişdibi		38
	Alucra		
BULANCAK	Bulancağ	Kovanlık	62
	Kovanlık		
ÇAMOLUK	Aydındere		
	Çamoluk		26
ÇANAKÇI	Yenice		
	Çanakçı		13
DERELİ	Karabörk		
	Dereli	Yavuzkema	34
DOĞANKENT	Yavuzkema		
	Doğankent		
ESPIYE	Doğankent		
	Espiye		28
EYNESİL	Söğüksöğür		
	Eynesil		12
GÖRELE	Ören		
	Görele		49
GÜCE	Çavuşlu		
	Aydinlar		
	Köprübaşı		
	Kırıklı		
KEŞAP	Güce		12
	Keşap	Karabulduk	42
PIRAZİZ	Karabulduk		
	Piraziz		18
Ş.HİSAR	Bozaz		
	Ş.karahisar		58
TİREBOLU	Tirebolu		54
YAĞLIDERE	Yağlıdere		31
	Uçtepe		
TOPLAM	33	3	539

Şekil 3.3: Giresun idari bölünme [30].

3.3 İlin Sosyokültürel ve Ekonomik Yapısı

Giresun'da halk büyük şehirlere göçe başladığından beri eski gelenekleri az da olsa terk etmeye başlamıştır. Ancak genelde eski geleneklerini koruyan bir yapı mevcuttur. Giresun şehrinde yaşayanların yarısından fazlasının kırsal kesimle bağlantısı vardır. Yani göçler ve şehirleşmeyle birlikte; Giresun'da şehir ve kasabalarda yarı şehirli, yarı köylü bir görüntü çoğunluktadır [33].

Bölgede yerleşim, arazi koşulları nedeniyle dağınıktır. Bu sebeple evler ve mahalleler arasında uzak mesafeler bulunması insanların birbirleri ile olan ilişkilerini zayıflatmıştır. Bu yüzden ilçelerin lehçeleri arasında farklılıklar oluşmuştur [33].

Giresun ilinde okuma yazma bilen nüfusun oranı ülke genelinde olduğu gibi her iki cinsiyet için de sürekli artış göstermektedir. İlde okuma yazma bilenlerin oranı TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) 2010 verilerine göre 6 yaş ve üzerinde %85.3 'tür. Okuma yazma oranı bakımından cinsiyetler arasında önemli bir fark gözlenmektedir; okuma yazma oranı erkek nüfus için % 92.1 iken, kadın nüfus için %78.7'dir [32].

Giresun ilinin ekonomisi büyük oranda tarıma (findığa) dayanmaktadır. Çalışan nüfusun yüzde 80'i tarımla uğraşır. Giresun'da ekim alanların yarısı fındık bahçeleridir. Giresun fındığı dünyanın en kaliteli fındığı olmakta; fındık ihracatında dünya birincisi olan Türkiye'de yetişen fındığın da yüzde 25'ine yakını Giresun'dan temin edilmektedir. Giresun'da fındıktan sonra en çok mısır, buğday, arpa, patates ve baklagiller yetişir. Sebzeçilik gelişmiştir; karalahana, domates ve fasulye yetiştirilir. Meyve olarak elma, armut ve kiraz yetişir [34].

108 işletmenin yer aldığı Giresun'da; kamuya ait iki büyük işletme olan Fiskobirlik Entegre Fındık İşleme Tesisleri ve Çaykur Tirebolu Çay Fabrikası dışındaki işletmelerin tamamı küçük ve orta ölçekli özel işletmelerdir. Bu işletmelerin de ağırlıklı olarak; gıda, giyim, plastik, orman ürünleri, maden, madeni eşya, elektrikli ve elektriksiz makineler, lastik, cam, demir dışı metal sektörlerinde yoğunlaştıkları görülmektedir [30].

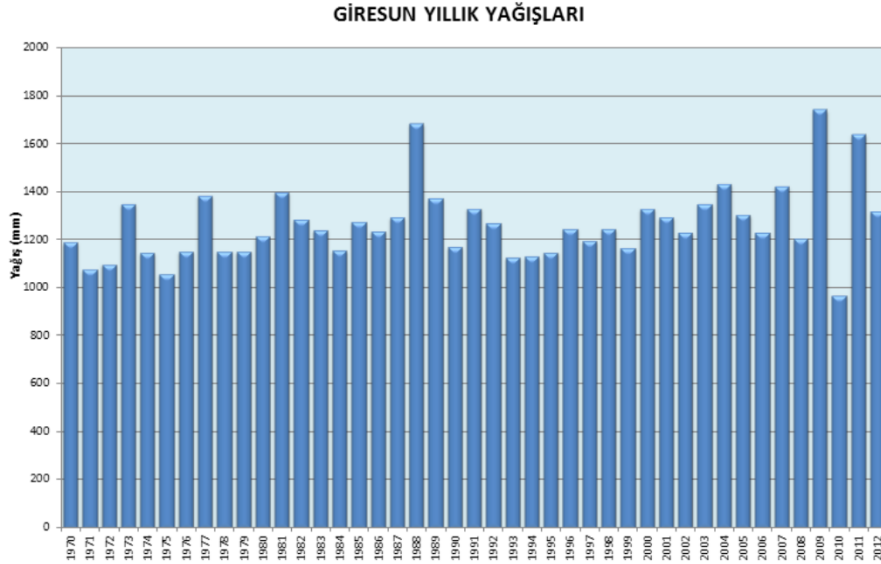
3.4 İklim ve Hava

Giresun'un da yer aldığı Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin en çok yağış alan bölgesidir. Giresun Dağlarının kuzey yamaçlarındaki kıyı bölgelerinde ve Kelkit Havzasına bakan bölgelerinde olmak üzere iki ana iklim özelliği görülür.

Karadeniz'e bakan kısım ılık ve yağışlı olan ılıman iklimin etkisindeyken; Kelkit Havzasına giren iç kısımlarda karasal iklim özellikleri görülmektedir [30].

Giresun Dağları, kuzeybatı rüzgarlarının getirdiği yağmur bulutlarını tuttuğu için kuzey kesimi yağışlı ve ılıktır. İliman iklimin hakim olduğu Giresun'da, gündüz-gece ve yaz-kış ısı farkı fazla değildir. Yıllık ortalama sıcaklık 14.4 C° 'dir. Giresun'da kaydedilen en yüksek sıcaklık 36.0 C° , en düşük sıcaklık ise -4.9 C° olarak ölçülmüştür [30].

Giresun il merkezinde 1970-2012 yıllarına göre; yıllık ortalama yağış miktarı 1259.8 mm'dir. Bu yıllar arasında; 168.6 mm ile en fazla yağış ortalaması ekim ayına; 66.5 mm ile en az yağış ortalaması ise mayıs ayına aittir [35]. İlin yıllara göre ortalama yağış miktarları Şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.4: Giresun yıllık ortalama yağış dağılımı [35].

Giresun'da seller yağışın en fazla olduğu sonbahar ve kış aylarında görülmektedir. Sellerin ve heyelanların Giresun'da sık yaşanmasının sebebi; çok yağış alan bir bölge olmasıyla birlikte, ilin coğrafik yapısı gereği dağların hemen denizden itibaren dik bir şekilde yükselmesidir.

3.5 Ormanlar

Ormanlar dünyanın önemli su, toprak, enerji, biyolojik çeşitlilik ve maden gibi kaynakları bünyesinde barındıran; ekosistemin korunmasında büyük önem taşıyan alanlardır.

Ormanların yararları kısaca Şu Şekilde zetlenebilir:

- Ormanlar birçok yabani hayvan, kuŐ, bitki ve böcek türlerini barındırır ve biyolojik dengeyi korur.
- Hava kirliliği, egzoz, zehirli gazlar ve kirli suları filtre ederek temizler.
- Suyu toprakta tutarak, toprağın suyla taŐınmasını, rüzgarla savrulmasını ve erozyonu önler.
- Ormanların toz emici ve gürültü azaltıcı özellikleri vardır.
- Ormanlardan elde edilen hammaddeler insanlara iş imkanı sağlar.
- Özellikle Şehirde yaşayan insanlar için; havası, suyu ve sakin ortamıyla dinlenme ve gezme alanlarıdır.

Giresun ilindeki tüm orman sahası 716.126 hektar olup; bunun %33' olan 239.754 hektarı orman, geriye kalan %67'si olan 476.372 hektarı ise açıklık alandır. 239.754 hektarlık orman alanının %49'u verimli orman, geri kalan %51'i ise bozuk orman vasfındadır. Giresun ilindeki ormanlar; ladin, sarıçam, göknar, kayın, kızılağaç, kestane, gürgen, akçaağaç, diŐbudak, meşe, kavak, ınar gibi ağaç türlerini barındırmaktadır [30].

Giresun ilinde ormanlara zarar veren başlıca sebeplere örnek olarak; orman yangınları, bazı zararlı böcek türleri, köylülerin gerçekleŐtirdiĐi tahribat ve yapılaŐma ile bölgede yoĐunlaŐan son yıllarda tartıŐma konusu olan HES'ler gösterilebilir.

3.6 Turizm

Giresun denizi, adası, yaylaları ve kültürel varlıkları ile eŐsiz doğa güzelliklerine sahip bir ildir. İl Merkezindeki Giresun Kalesi, Zeytinlik Mahallesi ve Karadeniz'in tek adası olan Giresun Adası turistik açıdan görülmeye değer yerlerdir.

Giresun'un en önemli turizm değeri kuşkusuz yaylalarıdır. Kümbet, BektaŐ, Sisdağı, Yavuzkema1 başta olmak üzere, yayla turizmini canlı tutan pek çok yayla bulunmaktadır. Yaylalarda yaz dönemlerinde çeşitli Őenlikler ve etkinlikler yapılmaktadır. Ayrıca her yıl Aksu Deresi ağzında halk arasında 'Mayıs Yedisi' diye bilinen uluslararası düzeyde Őenlikler de düzenlenmektedir [32].

Giresun Kalesi ise Şehrin önemli bir diğer değeridir. Kenti ikiye bölen yarımada1ın en yüksek yerindedir. Pontus Kralı 1. Farnakes'in yaptırdığı sanılan kale, Evliya elebi'nin seyahatnamesinde ise Bizans yapısı olarak geçmektedir. Ayrıca kalede

milli mücadele kahramanlarından Topal Osman Ağa'nın anıt mezarı, tarihi saray kalıntıları, taş kabartmalar ve surlar da yer almaktadır. Dinlenme yerleri, park ve bahçelerle düzenlenen kale keyifli bir seyir alanıdır [30].

Karadeniz'in tek adası olan Giresun Adası'nda ise tarihle doğa iç içedir. Adanın sur kalıntılarındaki taş işçiliği, Giresun Kalesi'ninkilerle aynı olup; Pontus dönemine ait olduğu sanılmaktadır. Tarihi kalıntılar arasındaki iki büyük şarap fıçısı, bir mabet harabesi, tapınak yeri, ayakta kalmış surlar ve gözetleme kulesi dikkat çekicidir. Adaya özel seferlerle ziyaret edilebilmektedir [30].

Giresun'un zengin bitki örtüsü, çağlayanları ve temiz havasıyla ünlü birçok yaylasında kamp kurma, dağcılık, tırmanma, binicilik, cross motosiklet ve bisiklet sporlarından yararlanmak mümkündür. Örneğin Giresun'a 60 km. mesafedeki Karagöl Dağları trekking için son derece elverişli bir bölge olup, burada trekking sporu yapmak için çok çeşitli parkurlar yer almaktadır [32].

Turistik açıdan Giresun'da yapılabilecek faaliyetler;

- Karadeniz'in incisi olan Giresun Adası'nı ziyaret etmek
- Giresun Kalesi'nden şehri kuşbakışı seyretmek
- Özellikle yazın akşamüstleri mavi tura çıkmak
- Giresun'un güzel yaylarını gezip, ızgara keyfi yapmak
- Dünyanın en kaliteli fıncığını ve lezzetli yöresel yemekleri tatmak
- Giresun ilinin arkeolojik ve etnografik eserlerinin bir araya getirildiği Giresun Müzesi'ni ziyaret etmek
- Peştamal ve Kazancılar Çarşısı'ndaki el yapımı ürünleri incelemek

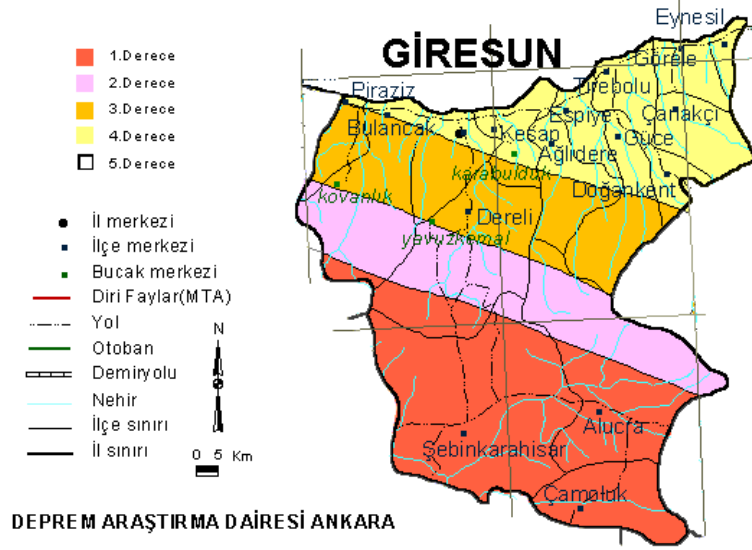
olarak özetlenebilir [32].

3.7 Afetler

Giresun'da gerçekleşen afetler göz önüne alındığında; seller, heyelan, depremler ve deniz fırtınaları öne çıkmaktadır.

Giresun ilinin, ülkemizde ve Karadeniz'de Rize'den sonra en çok yağış alan il olması ve ilin coğrafik yapısı gereği dağların eğiminin sahilden sonra aniden artması; yüzeysel akarsuların akış hızının yüksek olmasına sebebiyet vermesiyle sıklıkla sel olayları meydana gelmektedir [30].

Giresun il merkezi 4. derecede tehlikeli deprem bölgesindedir. Merkez ve kıyı kesimler 4.derece deprem kuşağında iken; Erzincan iline sınır köyler 1. derece deprem kuşağındadır [30]. İlin Bölgeye en yakın fay hattı Kuzey Anadolu Fay Hattı olup, 1939 Erzincan depremi şehirde büyük ölçüde hasara neden olmuştur [36]. İlin deprem haritası Şekil 3.5'te gösterilmektedir.



Şekil 3.5: Giresun ili deprem haritası [37].

İlin arazi yapısının engebeli oluşu, bölgenin çok yağış alması, yol yapımı ve taş ocaklarındaki çalışmalar ve bitki örtüsünün tahribatı gibi etkenler heyelan oluşumuna zemin hazırlamaktadır [30]. Kuzey Anadolu fay zonunun oluşturduğu vadi yamaçlarında ve de sahil kesimlerindeki yerleşim birimlerinde çoğunlukla gerçekleşen heyelan olayları Keşap, Çamoluk ve Şebinkarahisar ilçelerinde yoğun olarak gözlenmektedir. Giresun, kaya düşmesi olayının sık olarak yaşandığı illerden birisi olup; Alucra, Dereli, Bulancak ve Doğankent ilçelerinde daha fazla gözlenmektedir [36].

Giresun'da çok büyük zararlar getirecek fırtınalar görülmemekle birlikte; gerçekleşen fırtınalar orta dereceli olup, denizden gelmektedir. Bu fırtınalar balıkçı barınaklarına, limanlara ve Karadeniz Sahil Yolu'na zaman zaman zarar verebilmektedir. Bölgenin ormanlık ve dağlık olması fırtınanın hızını kesmektedir [30].

3.8 Su Kaynakları

Giresun ilinin su kaynakları göz önünde bulundurulduğunda; başta akarsular olmak üzere, yeraltı suları, göller, göletler ve rezervuarlar sayılabilmektedir.

Giresun ilinin özellikle kuzey bölümünde; Giresun Dağları ile Kuzey Anadolu Dağlarının bazı kesimlerinden doğan çok sayıda küçük akarsu bulunmaktadır ve bu nedenle kıyı şeridi vadiler ağıyla yarılmış durumdadır. İldeki akarsuların tamamı dağların dik yamaçlarından büyük bir hızla aktığı için derin vadiler oluşmuştur. Giresun ilinin başlıca akarsuları olarak; Merkez ilçede Aksu ve Batlama Deresi, Espiye ilçesinde Özlüce (Gelevera) Deresi ve Yağlıdere, Bulancak ilçesinde Pazarsuyu Deresi ve Tirebolu ilçesinde Harşit (Doğankent) Çayı örnek gösterilebilir [38].

Giresun ilinin yeraltı sularının toplam rezervi 135 hm³/yıl'dır. DSİ tarafından Bulancak ile Pazarsuyu Deresi arası ve Espiye ile Tirebolu sahil ovaları, çevre arazilerle birlikte yeraltı suyu için etüt yapılmış ve yeraltı su kaynaklarının debileri yeterli bulunmamıştır. Ayrıca il şifalı su kaynakları bakımından zengin olmamakla birlikte; maden suyu bakımından Merkez'de İnişdibi, Dereli'de Çamlıköy ve Yavuz Kemal, Espiye'de Cüce Köyü, Bahanos ve Karaaslan ile Şebinkarahisar'daki Şebinkarahisar maden suları sayılabilir [30].

Göller ise, Giresun ilinin yüksek kesimlerinde küçük buzul gölleri olarak bulunmaktadır. Karagöl Dağlarının kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğu yamaçları 10 kadar buzyalağı² tarafından oluşmuştur [30].

Giresun ilinde işletmede olan göletler ise; Alucra'daki Çakmak Göleti ve İngölü Göleti ile Şebinkarahisar'daki Toplukonak Göleti'dir. 164 ha ile en fazla alan sulayan gölet Toplukonak Göleti olup, Çakmak Göleti 100 ha, İngölü Göleti ise 155 ha alan sulamaktadır [40].

Giresun ilinin içme suyu açısından durumu şu şekildedir; içme suyu mevcut köy sayısı 467, içme suyu yetersiz köy sayısı 58 ve susuz köy sayısı 14'tür [30].

² Yüksek dağlarda kalıcı kar ve buzulun birlikte oluşturduğu, arkası ve yanları dik, önü açık çember biçimli bir çukurluk [39].

3.9 Enerji Kaynakları

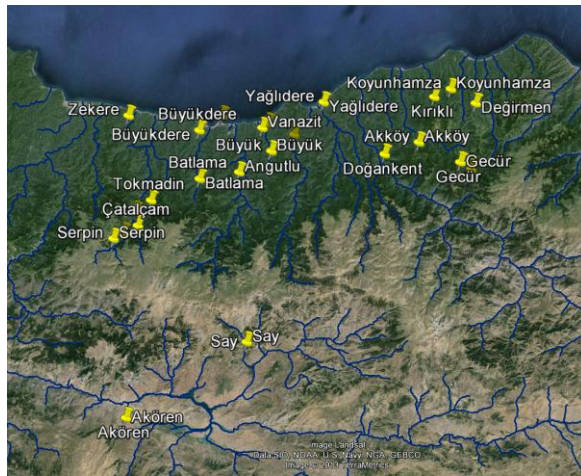
Giresun ilindeki mevcut enerji kaynakları; güneş enerjisi, odun, kömür ve hidrolik enerji olarak sayılabilmektedir.

Giresun ili yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisini verimli bir şekilde kullanabilmek için yeterli güneşli gün sayısına sahip bir il değildir. Ev ve işyerlerinde kullanılan güneş kolektörleri, Türkiye'nin batı ve iç kesimlerine kıyasla azdır [30].

Giresun ilinde enerji kaynağı olarak odun, Devlet Orman İşletmelerinden, şahıs arazilerinden, yaşlı meyve ve fındık ağaçlarından ve pazar satışlarından temin edilmektedir. Elde edilen odun ısınma amaçlı tüketilmekte olup; cinsi karaçam, kızılçam, meşe, kayın olarak değişmektedir. Yıllık odun tüketimi yaklaşık 50.000 ton odun + fındıkkaşuğu şeklindedir [30].

Şebinkarahisar ve Alucra ilçelerinde, kalite ve miktar yönünden günün ekonomik ve teknolojik koşullarında işletilemeyecek linyit rezervlerinin varlığı bilinmektedir [41].

İlin hidroelektrik enerji durumu ise; hidroelektrik santral projelerinin yoğun olduğu bir il olup; YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü) tarafından yürütülen mevcut durumda toplam 23 hidroelektrik santral projesi vardır. Bu HES'ler; Akköy, Akören, Angutlu, Batlama, Büyük, Büyükdere, Çakırlı, Çatalçam, Değirmen (Giresun), Doğankent-1, Gecür, Kahraman, Kıran, Kırıklı, Kızılev, Koyunhamza, Ören, Say, Serpin, Tokmadin, Vanazit, Yağlıdere ve Zekere'dir. Toplam kurulu güç 120 MW, toplam enerji ise 575 GWh'dir [42]. Bu Hes'lerin harita üzerindeki konumları Google Earth programında işaretlenerek Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6: Giresun ilindeki HES'lerin harita üzerinde gösterimi.

4. KULLANILAN TEKNİKLER VE VERİLER

4.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

4.1.1 CBS nedir?

Dünya üzerindeki karmaşık sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunların çözümüne yönelik konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, büyük hacimli coğrafi verilerin; toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekansal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntem bütünüdür. Çok çeşitli kullanım alanlarına ve tematik konulara yönelik olarak geliştirilen CBS uygulamaları vardır. Bu CBS uygulamaları, Kent Bilgi Sistemi, Orman Bilgi Sistemi, Karayolları Bilgi Sistemi, Arazi Bilgi Sistemi, Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi, Lojistik Bilgi Sistemi, İç Güvenlik Bilgi Sistemi, Araç İzleme Bilgi Sistemi, Trafik Bilgi Sistemi, Kampüs Bilgi Sistemi, Deprem Bilgi Sistemi, Harita Bilgi Sistemi vb. şekilde sıralanabilir [43].

4.1.2 CBS temel bileşenleri

CBS'nin; donanım (hardware), yazılım (software), veri (data), insanlar (people) ve metotlar (methods) olmak üzere 5 temel bileşeni vardır. Bunlar;

- CBS'nin çalışmasını mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yazıcı, tarayıcı, sayısallaştırıcı gibi yan ürünlerin bütünü donanım (hardware) olarak adlandırılmaktadır.
- Coğrafi bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi fonksiyonları kullanıcıya sunan yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleşen algoritmalara yazılım (software) denilmektedir.
- Çözüm amacıyla toplanan bilgiler, belgeler, ölçümler vb. bilgisayarın alabildiği, işleyebildiği, sonuç üretebildiği ve saklayabildiği her şey veri (data) olarak adlandırılmaktadır. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilmekte ve böylece bir çok kurum ve kuruluşlara ait verilere organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir.

- CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman kullanıcılardan, günlük işlerini kolaylaştırmak için bu sistemleri kullanan kişilere kadar geniş bir kitledir. CBS'nin gelişmesi kuşkusuz kullanıcıların analiz ve çözüm yeteneklerini arttırmasına ve de diğer disiplinlere CBS'nin avantajlarını tanıtmakla mümkün olmaktadır.
- İyi tasarlanmış bir metot; plan ve iş kuralları başarılı bir CBS için çok önemli bir unsurdur. CBS'nin kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli metotların geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Verilerin üretilmesi ve sunulması belli standartlar ve kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmeli, kurumlar arası koordinasyon ve işbirliği olanakları araştırılmalıdır.

olarak tanımlanabilir [44].

4.1.3 CBS'de temel işlevler

Başarılı bir CBS için şu 4 temel işlev yerine getirilmelidir:

- **Veri Toplama:** Toplanan coğrafi veriler CBS'de kullanılmadan önce sayısal formata dönüştürülmektedir. Verilerin harita ortamından bilgisayar ortamına dönüştürülme işlemi sayısallaştırma işlemidir. Günümüzde üretici firmalarca CBS'ye uyumlu formatta hazır halde coğrafik veriler mevcuttur [44].
- **Veri Yönetimi:** CBS uygulamalarına yönelik geliştirilecek coğrafi veritabanları, gerçek dünyadaki coğrafi varlıkların veya başka bir ifadeyle nesnelerin yaşam sürecini elektronik ortamda en iyi temsil edecek nitelikte oluşturulmalıdır. Günümüzde yazılım ve donanım teknolojilerindeki gelişmeler sonucu, grafik ve grafik-olmayan öznitelik verileri bütünleştirilerek, ilişkisel ve nesneye yönelik yaklaşımlarla tek bir veritabanında yönetilebilmektedir. Detayların geçerliliği denetlenebilmekte, veri düzenlemeleri kontrol edilebilmekte ve detaylar arasındaki ilişkiler tanımlanabilmektedir [45].
- **Veri İşleme:** Uygulama amacına göre coğrafi veriler işlenir ve analizler gerçekleştirilebilir. Bunun için verilerin birbirine matematiksel dönüşümü ve ortak jeodezik koordinat sisteminde tanımlanması gerekebilmekte ya da farklı harita ölçeklerinde mevcut olan verilerin aynı ölçeğe dönüştürülmesine

ihtiyaç duyulabilmektedir. CBS’de veri işleme, basit sorgular için gerçekleştirilebileceği gibi çeşitli konumsal analiz araçlarıyla da yapılabilmekte; istatistiksel irdelemeler ve mantıksal sorgulamalar gerçekleştirilebilmektedir [45].

- Veri Sunumu: CBS’de uygulama ve analiz sonuçları, çeşitli harita veya grafik yöntemleriyle görsel hale getirilmektedir. Veri işleme sonuçları elektronik harita olarak, kâğıt ortamında basılı harita olarak, tablo ve grafiklerle bütünleşik olarak, üç boyutlu gösterimlerle, teknolojik görsel sunum araçlarıyla ve internet ortamında kullanıcılarla paylaşılabilir [45].

4.1.4 CBS uygulama alanları

CBS’nin uygulama alanlarına örnek olarak;

- Belediyeler (kentsel faaliyetler, imar, emlak vergisi toplama, imar düzenlemeleri, çevre, park bahçeler, fen işleri, su-kanalizasyon-doğalgaz tesis işleri, TV kablolama, uygulama imar planları, nazım imar planları, halihazır haritalar, altyapı, ulaştırma, toplu taşımacılık, belediye alanları ve tesisleri vb.)
- Mühendislik uygulamaları (otoyollar, devlet yolları, demir yolları ön etütleri, deprem zonları, afet yönetimi, bina hasar tespitleri, tesis işleri, hesap ve analiz işleri vb.)
- Ormancılık (eğim hesapları, orman amenajman haritaları, orman sınırları, peyzaj planlaması, milli parklar, orman kadastro, arazi örtüsü, toprak haritaları vb.)
- Tarım (arazi kullanımı, rekolte tahmini vb.)
- Çevre (çevre düzeni planları, çevre koruma alanları, ÇED raporu hazırlama, göller,göletler, sulak alanların tespiti, çevresel izleme, hava ve gürültü kirliliği, kıyı yönetimi, meteoroloji vb.)
- Hidroloji (su kirliliği, su analizi vb.)
- Sağlık (sağlık-coğrafya ilişkisi, sağlık birimlerinin dağılımı, personel yönetimi, hastane kapasiteleri, bölgesel hastalık analizleri, sağlık tarama faaliyetleri, ambulans hizmetleri vb.)

- Eğitim (araştırma-inceleme, eğitim kurumlarının kapasiteleri ve bölgesel dağılımları, okuma-yazma oranları, öğrenci ve öğretmen sayıları vb.)
- Jeoloji (yeraltı ve yerüstü doğal kaynak yönetimi, madenler, petrol kaynakları vb.)
- Ulaşım, navigasyon sistemleri (Kara, hava, deniz ulaşım ağları, doğal gaz boru hatları, iletişim istasyonları, yer seçimi, enerji nakil hatları, ulaşım haritaları vb.)
- Planlama (uygulama imar planları, nazım imar planları vb.)
- Arkeoloji (kazı alanları, arkeolojik katmanların modellenmesi ve analizi, eserleri kataloglama vb.)
- Askeri uygulamalar (askeri tesisler, tatbikat ve atış alanları, yasak bölgeler, sivil savunma, suç analizleri, suç haritaları, araç takibi vb.)

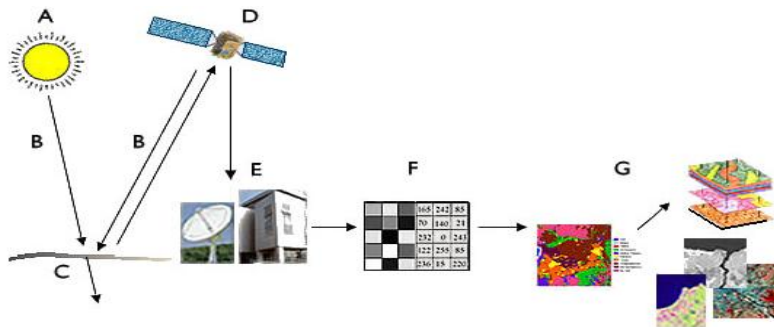
örnek gösterilebilir [46,47].

4.2 Uzaktan Algılama

4.2.1 Uzaktan algılama ve temel bileşenleri

Uzaktan algılama, arada mekanik bir temas olmaksızın bir cisimden yayılan ışının nicelik ve nitelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesidir [48].

Uzaktan algılama; ‘veri elde etme’ ve ‘veri işleme’ olmak üzere iki temel aşamadan oluşmaktadır. Verinin elde edilmesi aşaması; enerji kaynağı (A), ışınım (B), hedef ile etkileşim (C), enerjinin alıcı tarafından kaydedilmesi (D) ve de verinin iletimi, alınması ve işlenmesi (E) aşamalarından oluşur. Veri işleme aşaması da; yorumlama ve analiz (F) ile uygulama (G) aşamalarından oluşmaktadır (Şekil 4.1) [49].



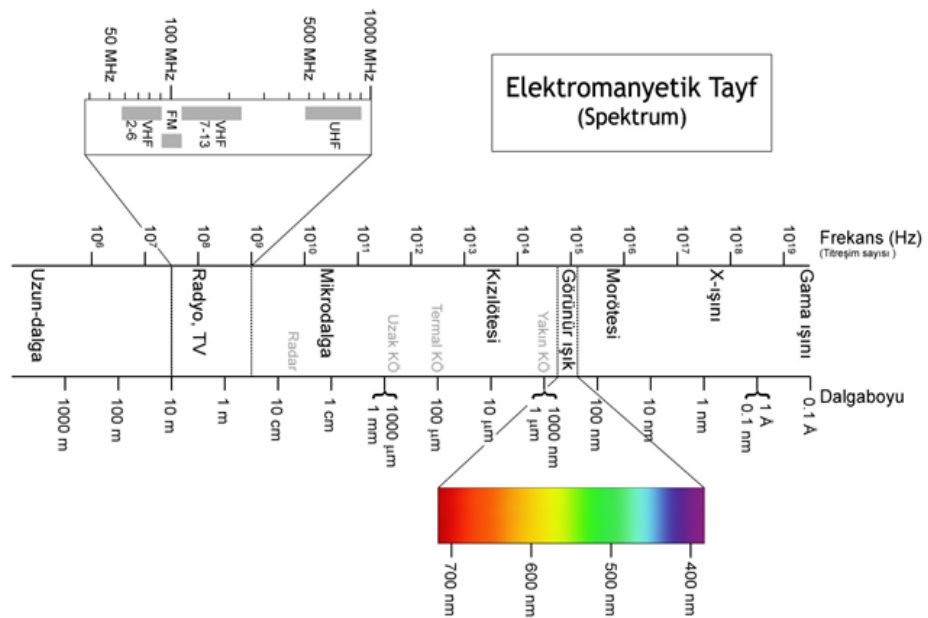
Şekil 4.1: Uzaktan algılama bileşenleri [49]

4.2.2 Elektromanyetik spektrum

Uzaktan algılamanın farklı bir tanımı; elektromanyetik spektrumun morötesi ışınlarla mikrodalga ışınlar arasındaki bölümler aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak da yapılabilir [50].

Güneş ışınımı değişik dalga boylarında yayılmakta ve yayılan bu dalga boylarının sıralı görünümü de güneş spektrumu olarak isimlendirilmektedir. Yani güneşten yayılan ve bilinen farklı dalga boylarındaki tüm elektromanyetik radyasyonun bütünü elektromanyetik güneş spektrumu olarak isimlendirilmektedir (Şekil 4.2). Bu spektrumda, güneş ışınımı dalga boylarına göre sıralanmakta ve şu temel gruplarla ifade edilmektedir [51].

- Gama Işınları
- X – ışınları
- Ultraviyole Işık
- Görünür (visible) Işık
- Kızılötesi (infrared) Işık
- Radyo Dalgaları



Şekil 4.2: Elektromanyetik Spektrum [52].

Elektromanyetik spektrumun farklı aralıklarında farklı yeryüzü özellikleri kaydedilmekte olup, herhangi bir çalışmada kullanılacak uydu görüntüsünün seçiminde elektromanyetik spektrumun algılama aralıkları büyük önem taşımaktadır.

Yeyüzünün tüm özelliklerini tek bir algılayıcı ile belirlemek mümkün olmadığından; kimyasal, ısı, elektriksel ve fiziksel özelliklerin belirlenebilmesi için, elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde algılama yapan farklı algılayıcılara gerek vardır [53].

4.2.3 Elektromanyetik ışınının yeryüzü cisimleri ile etkileşimi

Bir yüzeye enerji gönderildiğinde gerçekleşebilecek 3 tür etkileşim; yutulma, iletim ve yansımadır. Hedefe gelen enerji için bu etkileşimlerden bir yada birden fazlası gerçekleşebilmektedir, bu gelen enerji ve hedef malzemesi ile ilişkilidir [49].

Yutulma; hedefe gelen toplam enerjiden bir kısmının ortamdaki elektron ve moleküler reaksiyonlar nedeniyle yutulması ve hedefin ısısının artırılmasıdır [49].

İletim; örneğin toplam ışınının bir kısmının su gibi bazı maddelere nüfuz edebilmesi, madde saydam ve bir boyutu ince ise bir kısmının maddeden geçerek diğer ortama iletilmesidir [49].

Yansıtım; hedefe gelen toplam enerjinin bir kısmının hedeften geri yansıtılmasıdır. Işının geliş açısı ve yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak farklı açılarda saçılabilir [49].

4.2.3.1 Bitki örtüsünün spektral özellikleri

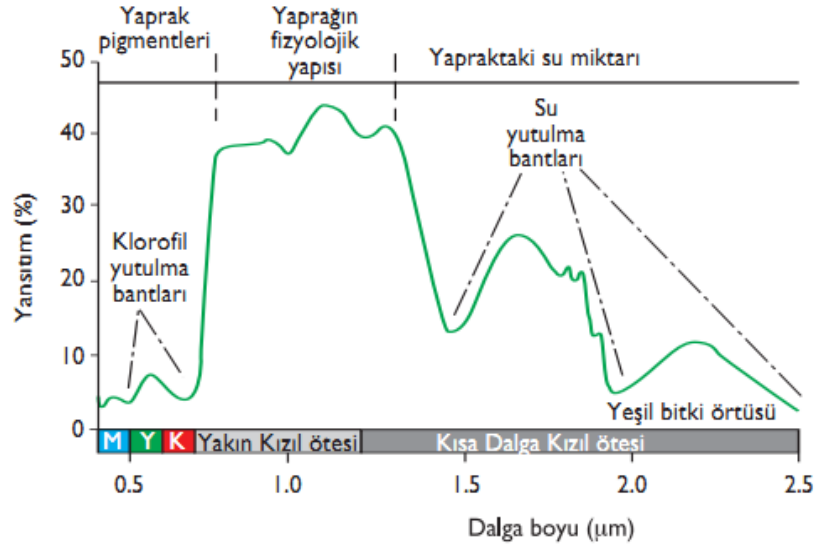
Bir bitki örtüsünün spektral yansıtımı dalga boyuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Pigmentasyon, fizyolojik yapı ve su içeriği yansıtımda, yutulmada ve geçirimde önemli etkiye sahiptir [54].

Görünür bölgede, bitkilerin içerdiği pigmentler fotosentez için gelen enerjiyi yutarlar. Yutulma yeşil bölgede daha az olduğu için sağlıklı yapraklar gözümüze yeşil renkte görünmektedir [54].

Yakın kızılötesi bölgede yaprağın fizyolojik yapısı yansıtımı etkileyen faktördür. Yaprak pigmentlerinin ve fizyolojik yapının ortak etkisi, bütün sağlıklı yeşil yapraklara karakteristik yansıtım özelliği vermekte; türler arasında yaprak yansıtımındaki farklar hem pigment içeriğini hem de fizyolojik yapıyı etkileyen yaprak kalınlığına bağlı olmaktadır [54].

Kısa dalga kızılötesi bölgede yansıtım, su miktarına ve dolayısıyla yaprak kalınlığına bağlıdır. Su miktarı arttıkça yansıtım azalmakta ve yutulma artmaktadır [54].

Görünür bölge, yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bölgelerindeki bitkilerin spektral yansıtma eğrisi Şekil 4.3'te gösterilmektedir.



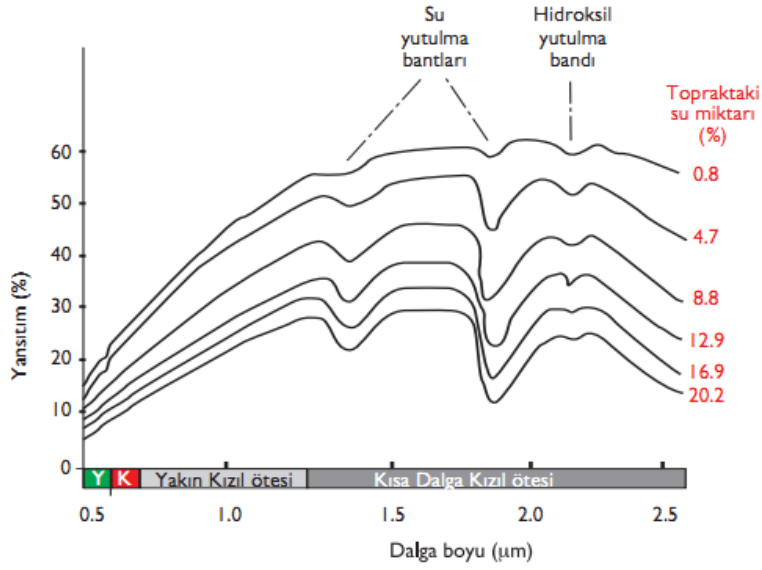
Şekil 4.3: Bitki örtüsünün spektral yansıtma eğrisi [54].

4.2.3.2 Toprağın spektral özellikleri

Zeminlere ait yansıtma eğrilerinin genel özelliği, yansıtmanın artan dalga boyuna bağlı olarak artış göstermesidir. Zeminlerin yansıtma özellikleri; zeminin su içeriğine, zemini oluşturan minerallerin cinsine ve miktarına, yüzey pürüzlülüğüne ve de organik madde içeriğine bağlıdır [54].

Topraktaki kil, kum gibi taneciklerin boyutu küçüldükçe toprak yüzeyi daha yumuşak olur ve gelen enerjinin büyük bir kısmı yansıtılır. Öte yandan bir zeminde su içeriğinin artması durumunda ise yansıtım özelliği azalmaktadır. Yani kuru bir zemin ıslak bir zemine göre daha fazla yansıtıma sahiptir. Topraktaki organik maddeler de yansıtımı azaltıcı etkiye neden olmaktadır. Organik madde içeriği %5'ten fazla olduğunda toprak siyah görünmektedir [54].

Görünür ve kızılötesi bölgede koyu renk tonu su içeriğinin fazla olmasına işaret etmektedir. Buna karşılık kuru bir zemin için; görünür bölgede koyu, kızılötesi bölgede açık renk tonu yüksek organik madde varlığını göstermektedir. Görünür ve kızılötesi bölgede açık renk tonu, kuru ve açık renkli zemin için karakteristiktir [54]. Toprağın spektral yansıtma eğrisi Şekil 4.4'te gösterilmektedir.

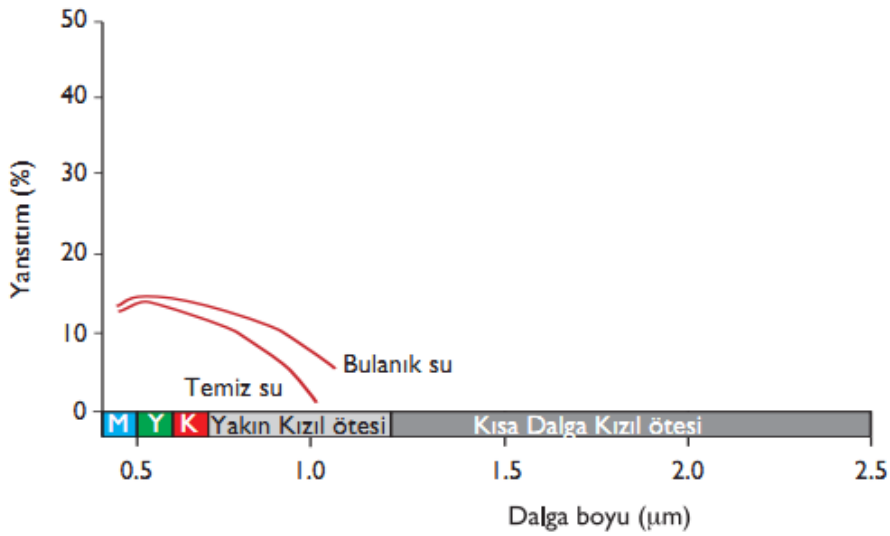


Şekil 4.4: Toprağın spektral yansıtma eğrisi [54].

4.2.3.3 Suyun spektral özellikleri

Bitki örtüsü ve topraktan farklı olarak suya gelen enerjinin büyük çoğunluğu yutulur ve iletilir. Su kütesinin yansıtımını etkileyen faktörler; su derinliği, su içerisindeki materyaller ve suyun yüzey pürüzlülüğü yani dalgalıdır [54].

Görünür bölgede su yüzeyi tarafından enerjinin az bir kısmı yutulur, %5'ten az bir kısmı yansıtılır ve büyük bir kısmı da geçirilir. Su görünür bölgede mavi dalga boylarında en yüksek yansıtıma, yakın ve kısa dalga kızılötesi bölgelerde ise güçlü yutulmaya sahiptir (Şekil4.5) [54].



Şekil 4.5: Suyun spektral yansıtma eğrisi [54].

4.3 Sayısal Görüntü İşleme

Sayısal veri işleme son yıllarda inanılmaz bir hızla gelişmiştir. Bu gelişme bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak meydana gelmiştir. Bilgisayarların giderek boyutlarının küçülmesi, bellek kapasitelerinin ve veri işleme hızlarının artışı görüntü işleme teknolojilerindeki gelişmeyi hızlandırmıştır [55].

4.3.1 Sayısal görüntü

Uzaktan algılamada görüntüler dijital formlarda kayıt edilir ve bilgisayarlar tarafından görüntüye dönüştürülmek üzere işlenir. Algılayıcı enerjiyi (ışığı) algılar, ölçer ve miktarını bilgisayarın okuyabileceği bir sayıya çevirir. Yörüngedeki uzay aracı bu kodları sinyaller ile yeryüzündeki uydu yer istasyonuna gönderir. Bu sinyaller alınarak sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri değerine denk gelen sayı ile ifade edilir ve bir dijital görüntü meydana gelir. Yani kısaca; sayılar küçük resim elemanlarına çevrilirler ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. Dijital görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir [49].

4.3.2 Sayısal görüntünün özellikleri

Sayısal görüntü raster formatındadır. Bir raster, x ve y koordinatları ile tanımlı gridlerden oluşur; bu gridlerin her birine piksel adı verilir. Her bir piksel nümerik bir değere karşılık gelir (digital number, DN). Piksel sayısal değerleri 0 ile 255 gri renk tonuna (8 bit için) karşılık gelmekte olup; 0 siyah, 255 ise beyaz renk tonuna karşılık gelmektedir [56].

Bir görüntüde detayların ayırt edilebilirlik ölçüsü çözünürlükle ifade edilmektedir. Uydu görüntüleri için; radyometrik, spektral, mekansal ve zamansal olmak üzere 4 farklı çözünürlük tanımlıdır [49].

4.3.2.1 Radyometrik çözünürlük

Elektromanyetik enerji miktarında sahip olunan hassasiyettir. Bir sistemin ani radyometrik çözünürlüğü dedektörün sinyal/bozuntu oranına bağlıdır [57].

4.3.2.2 Spektral çözünürlük

Algılayıcıların yansıma enerjisini topladıkları dalga boyları arasındaki mesafe ya da genişliktir. Yani bir algılayıcının elektromanyetik spektrumdaki algılama aralığıdır.

Örnek olarak; renkli filmler siyah-beyaz filmlere göre daha ayrıntılı dalga boylarında görüntü aldıklarından dolayı daha fazla bilginin alınmasına olanak vermektedir [57].

4.3.2.3 Mekansal çözünürlük

Algılayıcı tarafından belirlenebilecek en küçük ayrıntıdır. Bir objeye ait özelliklerin tanımlanabilmesi çözünürlük hücresinin büyüklüğüne ve yansıma derecesine bağlıdır. Sadece büyük özelliklerin tanımlanabildiği görüntüler düşük konumsal çözünürlüğe sahip görüntüler olup, yüksek çözünürlüklü görüntülerde ise ince ayrıntılar görülebilmektedir [57]. Uydu görüntüsünden üretilecek haritanın ölçeği ile mekansal çözünürlük doğrudan ilişkilidir [53].

4.3.2.4 Zamansal çözünürlük

Bir uzaktan algılama sisteminin aynı bölgeyi görüntüleme sıklığı ile ilgili olup, algıyıcının yeryüzündeki aynı bölgeyi tekrar algıyabilmesi için geçen en kısa süredir. Değişim analizlerinde büyük önem taşımaktadır [53].

4.3.3 Görüntü işleme

Sayısal görüntünün bilgisayar ortamında değişik algoritmalarla analizindeki genel işleme adımları şunlardır:

- Ön işleme
- Görüntü Zenginleştirme (Spektral Dönüşüm/Mekansal Dönüşüm)
- Sınıflandırma

4.3.3.1 Ön işleme

Uzaktan algılamada bir görüntü elde edilirken geometrisinde ve piksel değerlerinde bazı geometrik veya radyometrik hatalar oluşabilmektedir. Algılayıcıya, uydu platformuna ve yeryüzü karakteristiklerine bağlı olarak oluşan hatalar geometrik hatalardır. Işımanın dalga boyu, atmosferik ve topografik etkiler sonucu parlaklık değerlerinde oluşan hatalar gibi hatalar ise radyometrik hatalar olarak adlandırılmaktadır. Sayısal görüntünün yorumlanmasında ve analizinde doğru sonuçlar elde edebilmek için geometrik ve radyometrik hataların giderilmesi gerekmektedir. Bu hataların uygun fiziksel ve matematiksel yaklaşımlarla giderilmesi ön işlemedir ve iki aşamada gerçekleştirilir :

- Radyometrik Düzeltme (algılayıcı kalibrasyonu, atmosferik düzeltme, topografik düzeltme, güneşin açısız yüksekliği ve yeryüzüne bağılı düzeltme)
- Geometrik Düzeltme (görüntünün ait olduğı yüzey konumundan dolayı oluşan hataların düzeltilmesi) [54].

4.3.3.2 Görüntü zenginleştirme

Görüntü zenginleştirmedeki amaç, görsel analiz için görüntülerin algılanabilirliğini veya yorumlanabilirliğini arttırmak ya da otomatik görüntü işleme tekniklerine iyi girdi görüntüsü sağlamaktır. Spektral veya mekansal dönüşümlerle gerçekleştirilir [54].

Spektral dönüşümler; görüntünün spektral bilgi içeriğinin daha yararlı olacak şekilde farklı bir yapıda sunulmasıdır. Spektral dönüşümler;

- Kontrast zenginleştirme (parlaklık değerlerine dayalı ayırt edilebilirliği arttırmak için görüntü histogramının değiştirilmesi işlemi)
- Aritmetik bant işlemleri (görüntü bantlarının uygun matematiksel yöntemlerle yeni bir özellik uzayına dönüştürülmesi)
- Ana bileşen dönüşümü (bilgi tekrarı olmayan, birbirine ortogonal bileşenler elde etme)

gibi ana katagorilerde incelenebilir [54].

Mekansal dönüşümler ise; uzaktan algılama görüntülerindeki bilgiyi çıkartmak veya değiştirmek için uygulanmaktadır. En yaygın uygulaması mekansal filtreleme olup; bu yöntem görüntü içindeki bazı özellikleri, bu özelliklerin mekansal frekanslarına dayanarak vurgulamak veya yok etmek için kullanılmaktadır. Mekansal frekans, görüntünün belirli bir alanına ait yansıtım değerindeki değişim oranına karşılık gelen doku bilgisiyle belirlenir ve değişim oranı fazla olan bir bölge kaba dokulu özellik göstermekte olup, yüksek mekansal frekansa sahiptir [54].

4.3.3.3 Sınıflandırma

Sınıflandırma; birçok bilim dalında kullanılan bir karar verme işlemidir. Görüntü sınıflandırma işlemindeki amaç, bir görüntüdeki bütün pikselleri arazide karşılık geldikleri sınıflar veya temalar içine otomatik olarak atamaktır. Genel olarak bir veri grubu içinde belirli bir sınıf oluşturan objelerin benzerliğinden yola çıkarak ve özelliklerine göre seçilerek gruplandırılması olarak tanımlanabilmektedir [58].

Sınıflandırma işlemi için kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere iki temel yaklaşım vardır.

Kontrollü sınıflandırmada; istenen sınıfları temsil eden öncül tematik bilgi vardır. Görüntünün hangi sınıflara ayrılacağı, ya da görüntüden hangi sınıfların elde edilmek istendiği önceden bilinir. Bunun için görüntüden belirlenen sınıflara ait denetim alanlarının seçilmesi gerekmektedir. Bu seçim için gerektiğinde arazide yer gerçekliği kontrolü yapılabilmektedir. Denetim alanlarının seçimi sınıflandırmanın doğruluğunu etkileyen bir aşamadır. Uygulamada çokça karşılaşılan sorun sınıf çakışmasıdır ve sınıf çakışmasının nedenlerinden biri de denetim alanlarının ölçümünde yapılan hatalar olmaktadır [58].

Kontrolsüz sınıflandırmada ise; herhangi bir öncül tematik bilgi kullanılmamaktadır. Amaç; belirli bir kriteri sağlayan doğal grupları (kümeleri) ortaya çıkarmaktır [54]. Bu yöntem, piksellerin kullanıcı müdahalesi olmadan algoritmalar yardımı ile otomatik olarak kümelendirilmesi temeline dayanmaktadır. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan yöntem ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analyses Tecnique – Tekrarlı Veri Analizi Yöntemi) yöntemidir ve tekrarlı olarak tüm sınıflandırmayı gerçekleştirme ve uygulanan her iterasyon sonrasında yeniden istatistik hesaplamasını temel alır ve bu işlem küme merkezlerinin konumlarında değişiklik olmayana kadar devam eder [58].

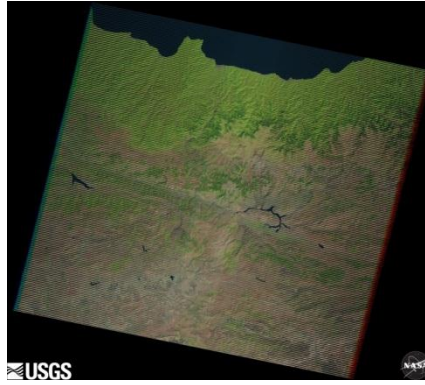
4.4 Kullanılan Veriler

Raster (hücresel) veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır ve bu hücrelerin her birine piksel denmektedir [53].

Bu çalışmada kullanılan uydu görüntüleri raster veridir. Çalışmada Landsat uydusuna ait 19 Eylül 2006 (Şekil 4.6) ve 27 Eylül 2012 (Şekil 4.7) tarihli Giresun ili ve çevresini kapsayan uydu görüntüleri kullanılmıştır.



Şekil 4.6: 19 Eylül 2006 tarihli Landsat uydu görüntüsü [59].



Şekil 4.7: 27 Eylül 2012 tarihli Landsat uydu görüntüsü [59].

4.4.1 Landsat uydusu

Landsat uydu sistemine ait özellikler Çizelge 4.1’de gösterilmektedir [53].

Çizelge 4.1: Landsat uydu sisteminin özellikleri.

Misyon	Algılayıcı	Algılama Aralığı (µm)	Mekansal Çözünürlük (m)
1,2	RBV	0.475-0.575	80
		0.580-0.680	80
		0.690-0.830	80
3	RBV	0.505-0.750	30
1,5	MSS	0.5-0.6	79/82
		0.6-0.7	79/82
		0.7-0.8	79/82
		0.8-1.1	79/82
3	MSS	10.4-12.6	240
4,5	TM	0.45-0.52	30
		0.52-0.60	30
		0.63-0.69	30
		0.76-0.90	30
		1.55-1.75	30
		10.4-12.5	120
		2.08-2.35	30
6	ETM	TM bantı üzerinde + 0.50-0.90	30 (120 termal bant) 15 (pan)
7	ETM+	TM bantı üzerinde + 0.50-0.90	30 (60 termal bant) 15 (pan)

5. UYGULAMA

5.1 Verilerin Temin Edilmesi

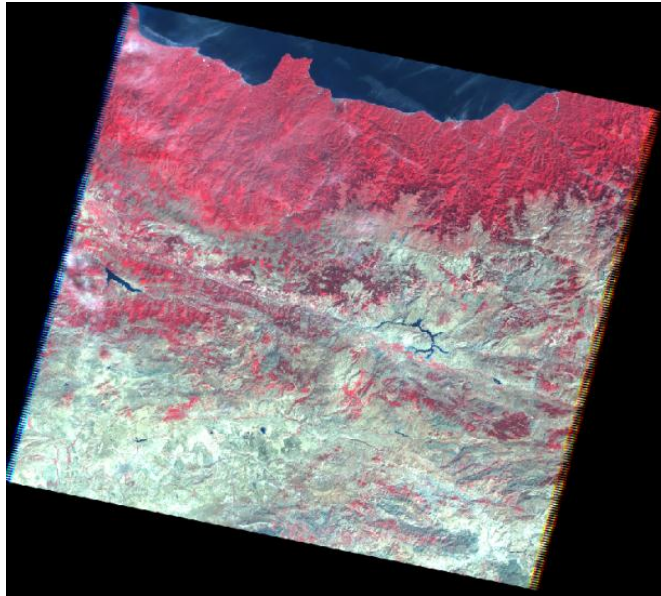
Çalışmada kullanılan 2006 yılına ait Landsat 5 TM ve 2012 yılına ait Landsat 7 ETM uydu görüntüleri USGS (The United States Geological Survey) internet sayfasından temin edilmiştir.

Çizelge 5.1: Kullanılan uydu görüntülerine ait bilgiler.

Landsat Uydusu	Tarihi	Sıra Numarası	Yol Numarası	Bulutluluk oranı
L 5 TM	Eylül 2006	32	174	%10'dan az
L 7 ETM	Eylül 2012	32	174	%10'dan az

5.2 Verilerin Hazırlanması

USGS'den çalışma için kullanılacak görüntüler analiz için hazır bir şekilde elde edilmemiştir. USGS'den elde edilen verilerle 'Bant Birleştirme' uygulaması yapılarak, ayrı ayrı 7 adet banttan, 7 bantlı tek bir görüntü elde edilmiştir (Şekil 5.1). Bu işlem her iki uydu verisi için de yapılmıştır.



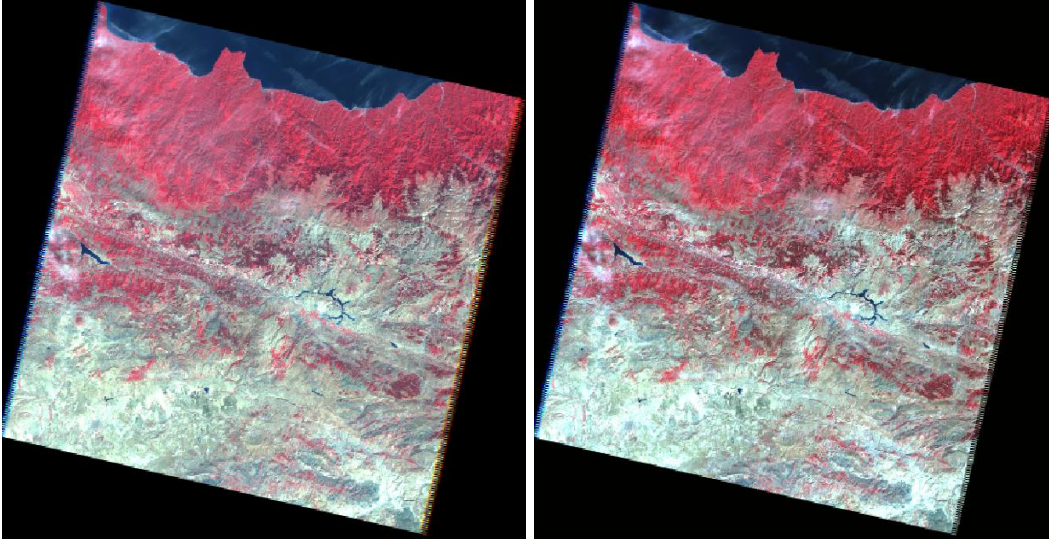
Şekil 5.1: 'Bant Birleştirme' uygulanmış 7 bantlı 2006 uydu görüntüsü.

7 bantlı uydu görüntülerini elde ettikten sonra, ön hazırlık safhasının önemli bir bölümü olan geometrik ve radyometrik düzeltme işlemlerinin uygulanma aşamasına geçilmiştir.

Radyometrik düzeltme uydunun algılama sırasında oluşturduğu dijital rakamları (Digital Number), yeryüzü yansımaya değerlerine (Ground Surface Reflectance) çeviren bir uygulamadır [60].

Atmosferik etkiler dalga boyuna bağlıdır ve uyduya gelen radyans değerlerini dağıtma, emme ve ışığı kırma yönünde etkilerler. Bu etkileri düzeltmek için algılayıcının kazanım (gain) ve kayıp (offset) değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında, solar enerji, solar zenit açısı (solar zenith angle) değerleri de uydu tarafından kayıt edilmiş dijital değerleri yeryüzü yansımaya değerlerine çevirmek için atmosferik düzeltmede mutlaka bilinmesi gereken değerlerdir [60]. Bu değerler Landsat uydu görüntülerine ait 'metadata' dosyasında mevcuttur.

Radyometrik bir düzeltme olarak atmosferik düzeltme işlemleri her iki uydu görüntüsü için de uygulanmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Atmosferik düzeltme öncesi (solda) ve sonrası (sağda) Landsat uydu görüntüsü.

Geometrik düzeltme ise, USGS'den alınan Landsat uydu görüntülerinin geometrik olarak düzeltilmesine ihtiyaç olmaması nedeniyle çalışmada uygulanmamıştır.

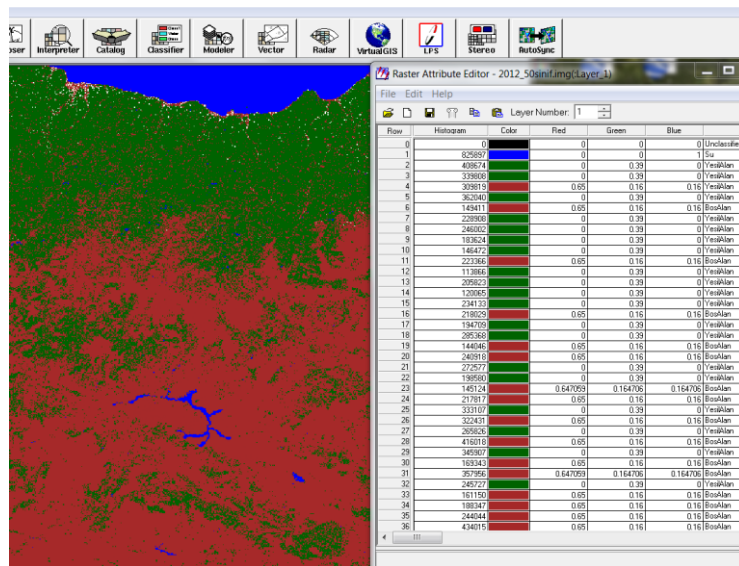
5.3 Sınıflandırma İşlemi

Çalışma Bölgesi Giresun ilinde HES'lerin mevcut olduğu alanlar hakkında pek yeterli bilgiye sahip olunmadığı için sınıflandırma işlemi olarak kontrolsüz sınıflandırma işlemi tercih edilmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma uydu verilerinin yansıma değerlerine bağlı olarak benzer piksellerin otomatik olarak tespit edilmesi ve sınıflara atanması mekanizması ile çalışmaktadır.

Sınıflandırma işlemi gerçekleşmeden önce, her iki uydu görüntüsü de aynı köşe noktaları belirlenerek çalışma alanı için gerekli olacak şekilde indirgenmiş yani küçültülmüştür. Bu işlem sonucunda, elde edilen görüntünün işlenmesi ve depolanması daha da kolaylaşacaktır.

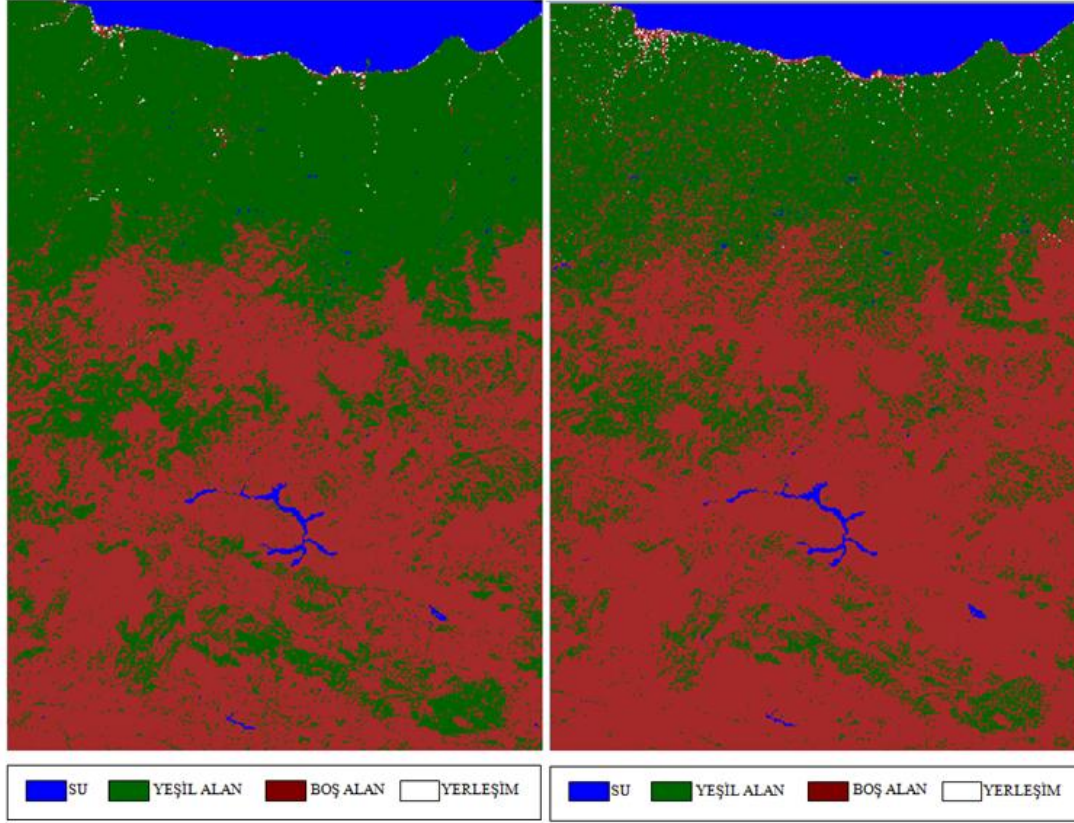
Kontrolsüz sınıflandırma işleminde yapılması gereken ilk iş sınıf sayısının belirlenmesidir. Sınıf sayısı belirlenirken, düşünülen fazla sınıf sayısı oluşturulması ve daha sonradan bu sınıfların çalışma alanında denk geldikleri sınıflara indirgenmesi daha iyi sonuç alabilmek için uygulanması gereken yöntemlerden biridir.

Kontrolsüz sınıflandırma işleminde, Giresun ili ve çevresinde 2006 ile 2012 yılları arasındaki arazi kullanımını tespit etmek amacıyla mevcut görüntüler ilk aşamada 50 sınıfa ayrılmış, daha sonra benzer sınıflar birleştirilerek bu sayı 4'e indirgenmiştir. Bu sınıflar; su (deniz, göl, akarsu), yeşil alan (orman, çayır, bahçe), boş alan (çıplak alanlar, taşlık ve kayalık bölgeler) ve yerleşim olarak belirlenmiştir (Şekil5.3).



Şekil 5.3 : Kontrolsüz sınıflandırmada görüntü sınıflarının tanımlanması.

Görüntü sınıflarının tanımlanması işlemi; Google Earth programından yararlanılarak kontrol edilmiş, her sınıfı oluşturan alanlara ait koordinat değerleri Google Earth programında girilip mevcut sınıf belirlenerek yapılmıştır. Bu işlemler 2006 ve 2012 yıllarına ait her iki Landsat uydu görüntüsü için de yapılarak kontrolsüz sınıflandırma işlemi tamamlanmıştır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4: Kontrolsüz sınıflandırma ile belirlenmiş 2006 (solda) ve 2012 (sağda) arazi kullanım sınıfları.

Kontrolsüz sınıflandırmanın ardından; 2012 yılındaki arazi kullanımları incelendiğinde 2006 yılına göre yeşil alanların ciddi bir şekilde azaldığı, yerleşim alanlarında ve boş alanlarda da artış olduğu görülmektedir.

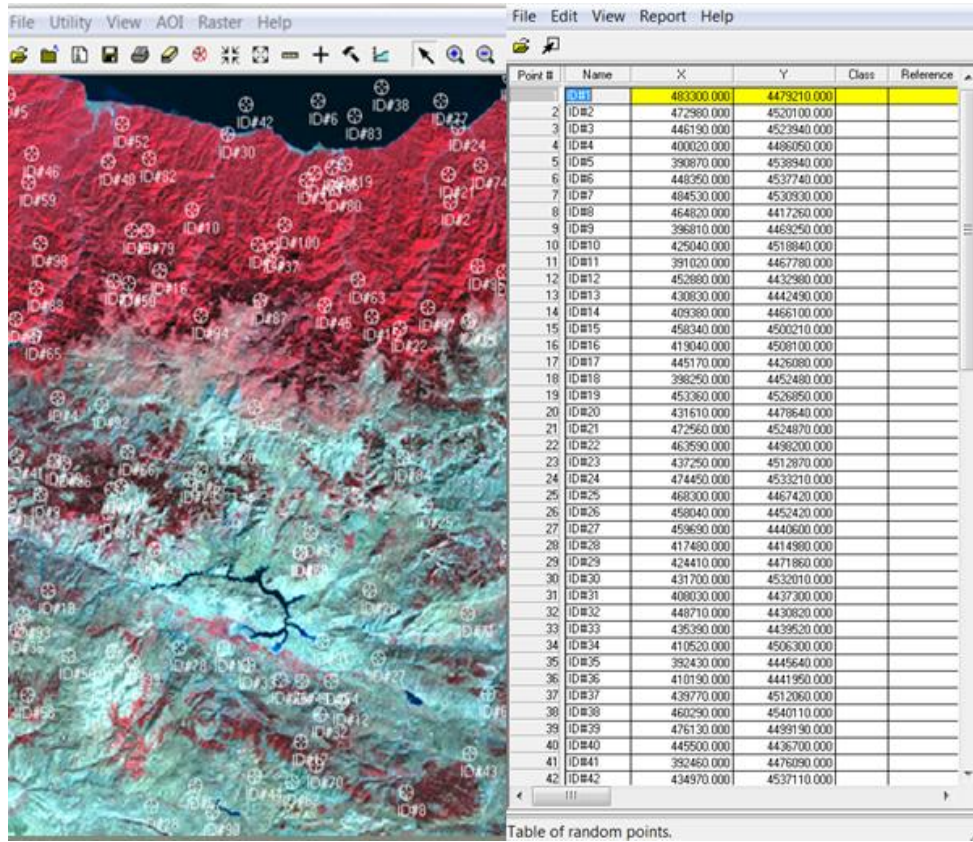
Sınıflandırmanın sayısal sonuçlarına göre her sınıfın sahip olduğu piksel sayısı olan histogram değerleri incelendiğinde;

- 2006'da 'yeşil alan' sınıfına ait histogram değeri 6189831 iken, 2012'de bu değer 5280267 olarak azalmıştır.
- 2006'da 'boş alan' sınıfına ait histogram değeri 6840014 iken, 2012'de bu değer 7733005 olarak artmıştır.

- 2006'da 'yerleşim' sınıfına ait histogram değeri 149223 iken, 2012'de bu değer 158969 olarak artmıştır.
- 2006'da 'su' sınıfına ait histogram değeri 819070 iken, 2012'de bu değer 825897 olarak artmıştır. (Bu artışın sebebi, değişiklik gösteren yağış miktarlarının akarsu ve göllerde tutulmasıyla alakalıdır. Sayfa 44'te, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen, Giresun iline ait yıllara göre yağış ortalamasından bu sonuç görülmektedir.)

5.4 Doğruluk Analizi

Doğruluk Analizi (Accuracy Assessment), uydu görüntüleri üzerinde rastgele atanan noktaların, bilinen test noktaları ile karşılaştırılmasıyla, yer tanımları atanarak yapılmıştır (Şekil 5.5). Bu analiz neticesinde; 2006 Landsat uydu görüntüsüne ait sınıflandırmanın doğruluğu %93 (Overall Classification Accuracy : %93, Overall Kappa Statistics : 0.8946), 2012 Landsat uydu görüntüsüne ait sınıflandırmanın doğruluğu ise %85 (Overall Classification Accuracy : %85, Overall Kappa Statistics: 0.7576) olduğu belirlenmiştir.



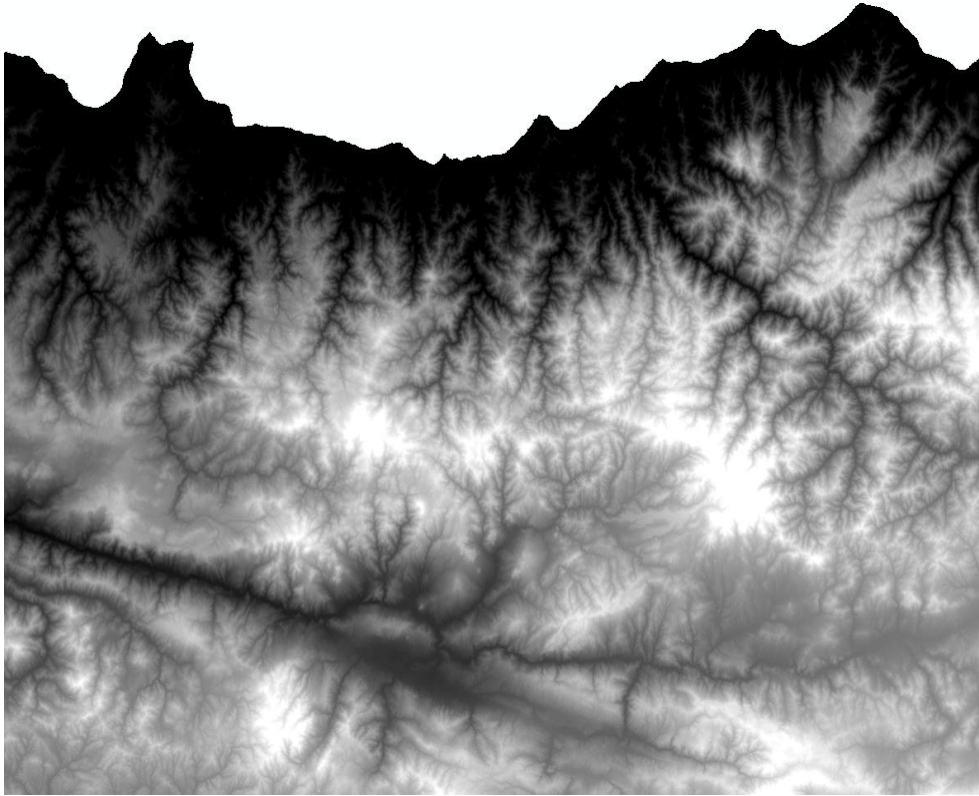
Şekil 5.5: Doğruluk analizi uygulaması.

5.5 CBS Çalışması

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konuma dayalı elde edilen verileri toplama, saklama, işleme ve de bunları bir bütünlük içerisinde daha etkili sunma işlevlerini gerçekleştiren bir bilgi sistemidir.

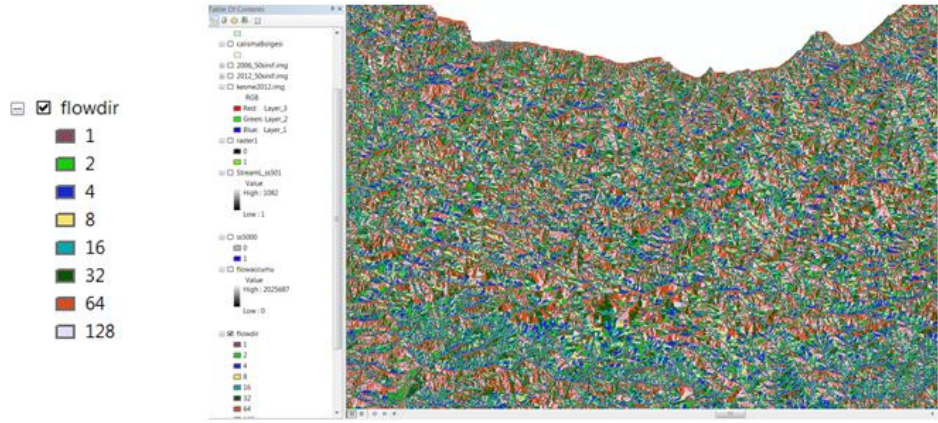
Çalışma bölgesindeki HES'lerin konumlarının, özelliklerinin ve de etkilerinin daha iyi incelenebilmesi için bir CBS çalışması yapılmıştır.

Öncelikle HES'lerin bulunduğu havzaları, bölgedeki su toplama çizgilerini ve bölgenin topografik durumunu değerlendirmek için SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) web sitesinden bölgeye ait sayısal yükseklik modeli temin edilmiştir [61]. Elde edilen sayısal yükseklik modeli ile çalışma alanının vektörel verileri çakıştırılmıştır (Şekil 5.6).

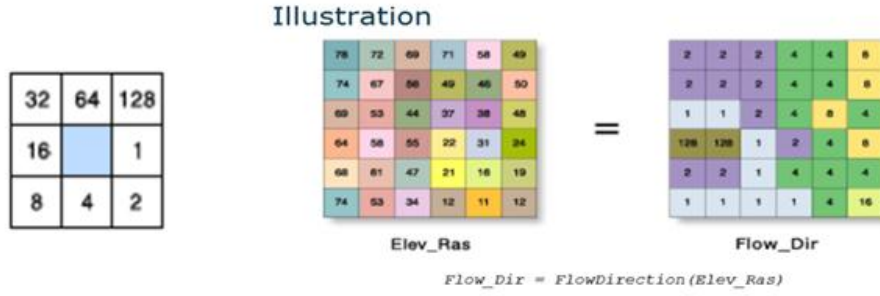


Şekil 5.6: Çalışma bölgesine ait sayısal yükseklik modeli.

ArcGIS programından yararlanılarak, SRTM'den elde edilen sayısal yükseklik modeli kullanılarak, önce çalışma alanındaki su toplama çizgileri elde edilmiş, ardından piksel piksel suyun akış yönü belirlenmiştir (Şekil 5.7). Suyun akış yönünün belirlenme işleminin prensibi Şekil 5.8' de gösterilmiştir.

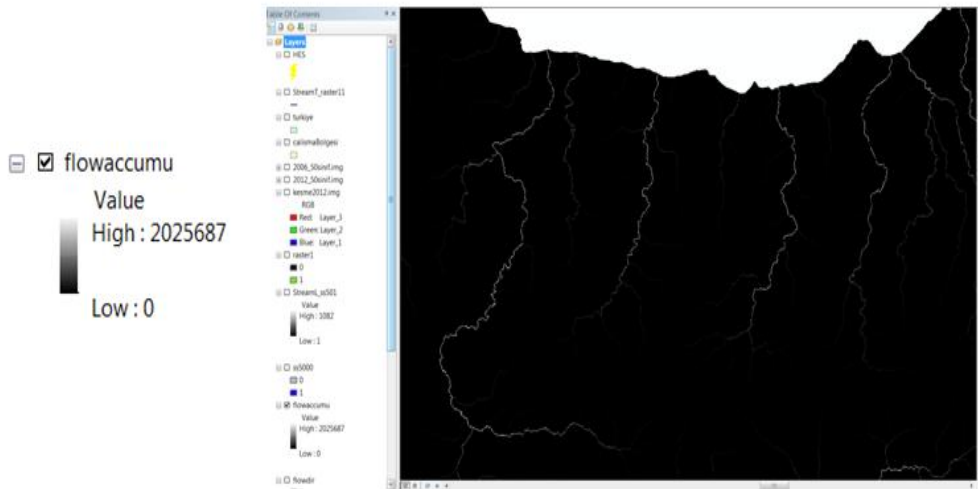


Şekil 5.7: Suyun akış yönünün belirlenmesi.

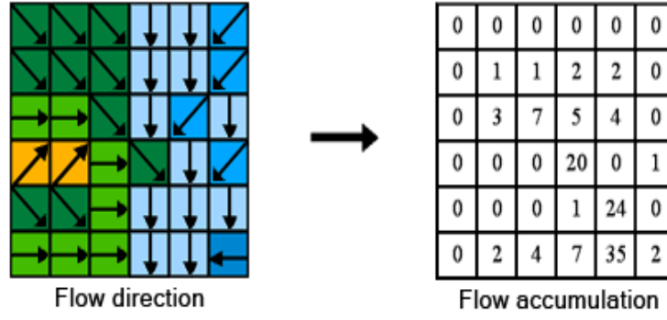


Şekil 5.8: Suyun akış yönünün belirlenme prensibi.

Suyun akış yönünün belirlenmesinin ardından, her piksele ne kadar su aktığı hesaplanmıştır (Şekil 5.9). Bu işlemi uygulama prensibi Şekil 5.10' da gösterilmiştir.

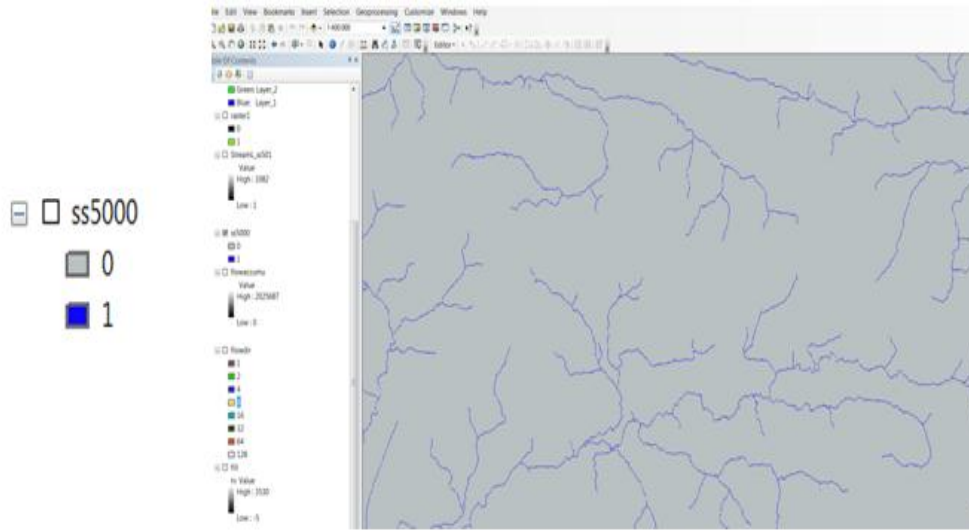


Şekil 5.9: Her piksele ne kadar su aktığının belirlenmesi.



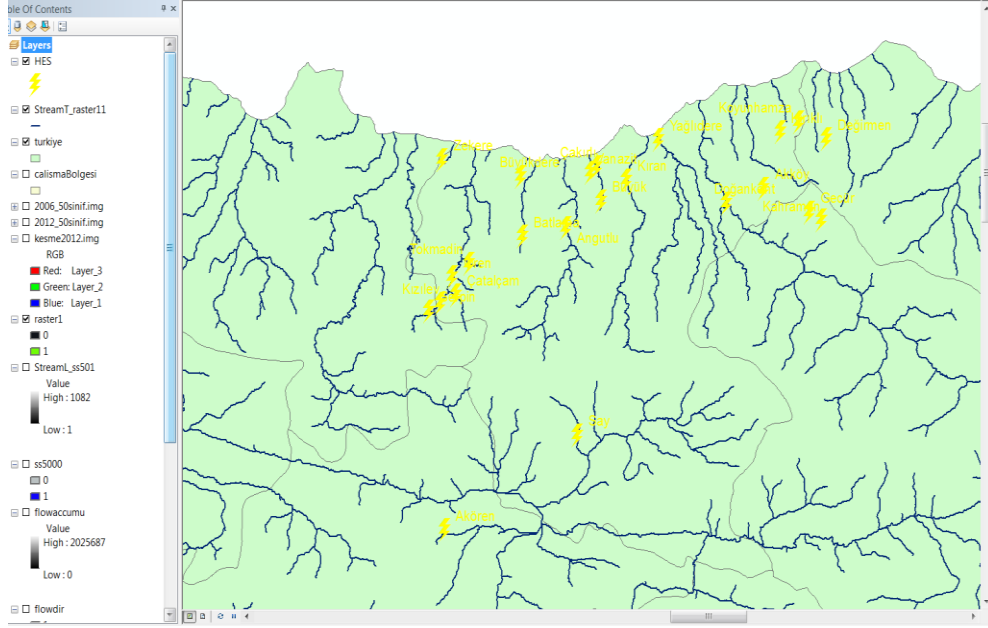
Şekil 5.10: Her piksele ne kadar su aktığının belirlenme prensibi.

Görüldüğü üzere en fazla suyun toplandığı değer 2025687'tir. Su toplama çizgilerini çalışma amacına uygun olacak şekilde ortaya çıkarmak için deneme yanılma yöntemiyle 5000 koşul değeri uygun görüldü. Koşul için en yüksek değer 2025687 değerine yaklaştıkça su toplama çizgileri yeterince ortaya çıkmayacak, değeri 0'a yaklaştırdıkça da gereğinden çok daha fazla detayla ortaya çıkacaktır. Böylelikle 5000 koşulu ile çalışma için uygun olacak şekilde su toplama çizgileri ortaya çıkarılmıştır (Şekil 5.11). Şekilde görüldüğü gibi koşulu sağlayanlar (su toplama çizgileri) 1, sağlamayanlar da 0 ile temsil edilmektedir.



Şekil 5.11: Su toplama çizgilerinin ortaya çıkarılması.

Su toplama çizgileri ortaya çıkarıldıktan sonra vektör veriye dönüştürülmüştür. Ardından Google Earth programında konumları işaretlenen bölgedeki 23 adet HES noktası, CBS ortamında açılmıştır. HES'lerin bölgedeki ve su toplama çizgileri üzerindeki konumları Şekil 5.12'de görülmektedir.



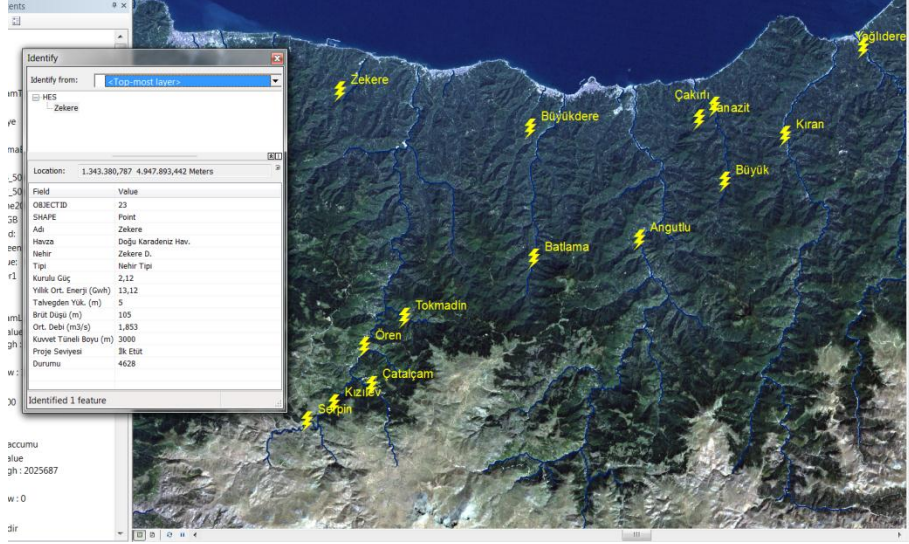
Şekil 5.12: Çalışma bölgesine ait su toplama çizgileri.

Her HES'e ait Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün internet adresinden elde edilen havza, nehir, santral tipi, kurulu güç, yıllık ortalama enerji vb. öznitelik bilgileri teker teker CBS ortamında girildi (Şekil 5.13).

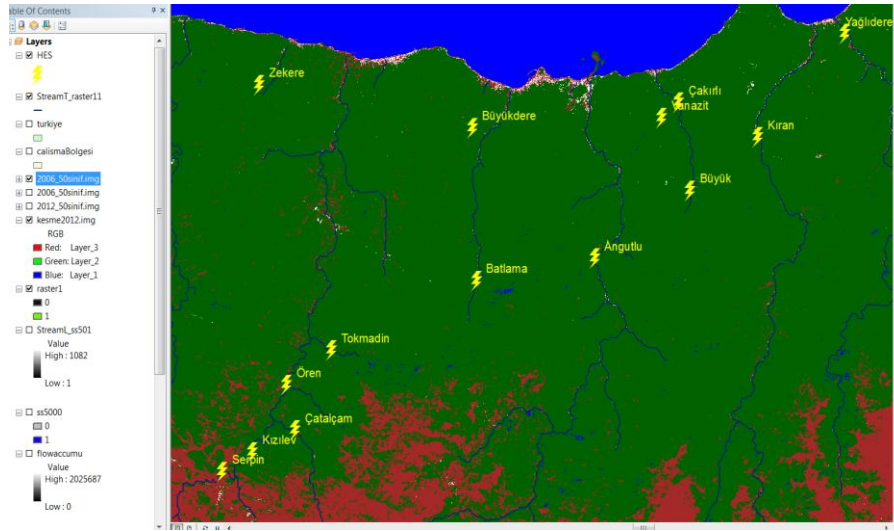
Adı	Havza	Nehir	Tipi	Kurulu Güç	Yıllık Ort. Enerji (Gwh)	Talvegden Yük. (m)	Brüt Düşü (m)	Ort. Debi (m ³ /s)	Kuvvet Tunel Boyu (m)	Proje Seviyesi	Durumu
Akköv	Doğu Karadeniz Hav.	Görelle D.	Kaya Dolgu	6,74	36,14	55	100	5,86	1500	İlk Etüt	4628
Akören	Yeşilirmak Hav.	Madenin D.	Nehir Tipi	1,52	5,96	5	175	0,864	3750	İlk Etüt	Müracaata Açık
Anıtlu	Doğu Karadeniz Hav.	Aksu C.	Kaya Dolgu	14,51	84,94	45	120	14,368	5000	İlk Etüt	4628
Baltama	Doğu Karadeniz Hav.	Baltama D.	Nehir Tipi	1,77	9,68	5	105	1,756	2650	İlk Etüt	4628
Büyük	Doğu Karadeniz Hav.	Büyük Dere	Nehir Tipi	1,56	9,59	5	105	1,564	2250	İlk Etüt	4628
Büyükdere	Doğu Karadeniz Hav.	Büyükdere D.	Nehir Tipi	0,27	1,26	5	70	0,48	400	İlk Etüt	Müracaata Açık
Çalkılı	Doğu Karadeniz Hav.	Çalkılı D.	Nehir Tipi	0,25	1,35	5	75	0,38	2650	İlk Etüt	Müracaata Açık
Catalcam	Doğu Karadeniz Hav.	Catalcam D.	Nehir Tipi	1,09	6,17	5	125	0,897	2375	İlk Etüt	4628
Değirmen	Doğu Karadeniz Hav.	Değirmen D.	Nehir Tipi	0,69	3,82	5	125	0,42	2250	İlk Etüt	Müracaata Açık
Doğankent	Doğu Karadeniz Hav.	Harst C.	Nehir Tipi	32,8	124	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	İşletmede	İşletmede
Geçür	Doğu Karadeniz Hav.	Bal Dere	Nehir Tipi	0,92	5,22	5	95	0,917	2600	İlk Etüt	4628
Kahraman	Doğu Karadeniz Hav.	Bal Dere	Nehir Tipi	1	6	5	155	0,671	1600	İlk Etüt	4628
Kıran	Doğu Karadeniz Hav.	Yağlı Dere	Nehir Tipi	5	28,83	5	45	11,501	4750	İlk Etüt	4628
Kınkılı	Doğu Karadeniz Hav.	Kınkılı Dere	Nehir Tipi	0,69	4,51	5	95	0,797	2750	İlk Etüt	Müracaata Açık
Kizilev	Doğu Karadeniz Hav.	Kizilev Dere	Nehir Tipi	6,75	31,67	5	105	6,335	3750	İlk Etüt	4628
Kuyunhamza	Doğu Karadeniz Hav.	Kuyunhamza D.	Nehir Tipi	1,5	9,59	5	105	1,467	3500	İlk Etüt	4628
Ören	Doğu Karadeniz Hav.	Alcaal Dere	Nehir Tipi	13,65	62,89	25	160	8,111	2250	İlk Etüt	4628
Tokmadın	Doğu Karadeniz Hav.	Tokmadın D.	Nehir Tipi	2,52	13,59	5	245	1,279	4250	İlk Etüt	4628
Say	Yeşilirmak Hav.	Say D.	Nehir Tipi	1,15	4,3	5	55	2,516	1100	İlk Etüt	Müracaata Açık
Sarpın	Doğu Karadeniz Hav.	Sarpın D.	Nehir Tipi	12,09	60,11	25	360	3,8	3875	İlk Etüt	4628
Vanazıt	Doğu Karadeniz Hav.	Vanazıt Çayı	Nehir Tipi	1,63	10,19	5	70	2,556	2000	İlk Etüt	4628
Yağlıdere	Doğu Karadeniz Hav.	Yağlıdere	RCC	9,51	41,79	25,5	55	12,7	5844	Fizibilite	4628
Zekere	Doğu Karadeniz Hav.	Zekere D.	Nehir Tipi	2,12	13,12	5	105	1,853	3000	İlk Etüt	4628

Şekil 5.13: HES'lere ait öznitelik tablosu.

CBS ortamındaki çalışma bölgesine ait vektörel verilere 2006 ve 2012 yıllarına ait sınıflandırılmış uydu görüntüleri çakıştırılıp, HES'lerin su toplama çizgileri ve bu sınıflandırılmış uydu görüntüleri üzerindeki konumları görüntülenmiştir. Böylece HES'lerin neden olduğu çevrede ve su kaynaklarındaki değişimleri daha detaylı inceleme olanağı elde edilmiştir. Ayrıca bölgeye ait su toplama çizgileri ve sınıflandırma sonuçlarıyla birlikte, HES'lere ait öznitelik bilgilerinin de bir arada bulunduğu bir veri tabanı oluşturulmuştur (Şekil 5.14) (Şekil 5.15).



Şekil 5.14: CBS çalışması örneği.



Şekil 5.15: CBS çalışması örneği.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Her geçen süre zarfında dünya nüfusunun artması, bilim ve teknolojinin gelişmesi; enerji ihtiyacındaki artışa ve dolayısıyla yoğun bir enerji üretimine eğilimi arttırmaktadır. Bununla beraber, bu yoğun enerji üretimiyle atmosfere salınan karbondioksit ve sera gazları güneşten gelen enerjiyi tutarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Bu ciddi tehdit, yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına, özellikle de hidroelektrik enerji santrallerine (HES) yönelimi arttırmaktadır.

Bu çalışmada; son zamanlarda ülkemizde de sıkça tartışılan ve gündemi meşgul eden HES'lerin çevreye olan etkilerinin, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma bölgesi olarak da, ülkemizde en fazla HES üretim lisansına sahip illerden biri olan Giresun ve de yakın çevresi seçilmiştir.

Uzaktan algılama ile; HES'lerin arazi örtüsüne/kullanımına olan etkilerini analiz etmek için, aynı çalışma bölgesini kapsayan 2006 ve 2012 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu verilerindeki yansıma değerlerine göre benzer piksellerin tespit edilerek sınıflara atanması tekniğine dayalı olan sınıflandırma işlemiyle elde edilen sonuçlarda; arazi örtüsünde/kullanımında değişiklikler meydana geldiği, örneğin yeşil alanların %14.7'lik bir azalmaya uğradığı tespit edilmiştir. (Öncelikle 6 yıllık bir süre için bu oranın çok fazla olduğu düşünülse de, yeşil alanlardaki bu denli bir azalmanın en fazla tahribatın olduğu yapım aşamalarından kaynaklandığı, bölgede bir çok projenin daha henüz yapım aşamasında olduğu dikkate alınmalıdır.)

Çalışmada, uzaktan algılama ile birlikte CBS'den de yararlanılmıştır. CBS ile çalışma bölgesine ait uydu görüntülerine ilave olarak sayısal yükseklik modeli kullanılmış, vektörel olarak su toplama çizgileri ve havzalar ortaya çıkarılmış, HES projeleri bulunduğu havzalar ve kaynaklar üzerinde konumlandırılmıştır. Bununla birlikte sınıflandırılmış uydu görüntüleri vektörel verilerle karşılaştırılarak, sınıflandırma analizinin HES projelerinin bulunduğu bölge, havza ve kaynaklarda gözönüne alınarak yapılması imkanı oluşmuştur. Ayrıca 23 adet HES projesine ait;

kurulu güçleri, yıllık ortalama enerjileri, proje aşamasının ne durumda olduğu gibi birtakım öznel verileri de HES noktalarına atanarak bir veritabanı oluşturulmuştur. Böylelikle CBS ile, HES'lerle ilgili verilerin ve analiz sonuçlarının; depolandığı, işlendiği, sorgulandığı ve sunulabildiği bir çalışma ortamı sağlanmıştır.

Çalışma sonrası elde edilen sonuçları değerlendirmek gerekirse; sözü geçen yeşil alanlardaki %14.7'lik azalmanın tamamını sadece HES projeleriyle ilişkilendirmek doğru bir çıkarım olmamakla birlikte; bu azalmada, yine sınıflandırma sonuçlarında tespit edilen yerleşim bölgelerindeki %6.1'lik artışın da etkileri olduğu söylenebilmektedir. Ancak şüphesiz ki Giresun ilinde mevcut durumda olan 23 adet HES projesinin bu yeşil alanlar üzerindeki etkisi gerek sınıflandırma sonuçlarında gerekse çalışmanın araştırma aşamasında incelenen sivil toplum kuruluşları ile meslek odalarının Doğu Karadeniz için HES araştırma raporlarında, teknik gezi raporlarında ve çevre halkının görüşleriyle ortaya konulmaktadır. Çalışmanın ilk bölümlerinde daha detaylı yer aldığı gibi genel olarak HES'lerin;

- suyun akışını, yapısını, kalitesini bozması,
- doğal yaşam alanları tehdit edilen bazı canlı türlerini yok etmesi,
- su kaynaklarının kurumasına yol açması,
- tarımsal alanları verimsizleştirilmesi,
- doğanın dengesini bozarak heyelan vb. afetlere yol açması

gibi olumsuz etkileri bir çok araştırma ve gözlem neticesinde ülkemizde ve diğer ülkelerde de ortaya konularak kanıtlanmıştır.

Hiç kuşkusuz gelişmekte olan ülkeler hızla artan nüfusları ve endüstriyel ihtiyaçları doğrultusunda enerji gereksinimini karşılamak ve pek tabii su kaynaklarını geliştirmek zorundadır. Tüm oluşabilecek çevresel olumsuzluklara rağmen HES'lerin yapılması bir ölçüde kaçınılmazdır. HES'ler çevreye termik ve nükleer santrallere kıyasla daha az zarar vermektedir.

HES'lerin çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için uzaktan algılama ve CBS gibi tekniklerden olabildiğince yararlanılmalıdır. Bu teknikler, çevrede meydana gelebilecek sorunları öngörme ve kontrol altına alma açısından önemlidir. Sürekli yapılan analizlerle ve CBS çalışmalarıyla yarar-zarar dengesi araştırılmalı ve sonuçlar diğer projelere örnek teşkil etmelidir.

Sonuç olarak; HES'ler doğaya geri kazanılamayacak zararlar vermektedir. Bunun yanı sıra enerji üretiminin kaçınılmaz bir zorunluluk olması nedeniyle de; CBS, uzaktan algılama ve benzer diğer teknikler kullanılmalı ve geliştirilmelidir. Projeler için maksimum fayda analizleri yapılarak, gereksiz projelerden kaçınılmalıdır. Ayrıca HES'lere olan ihtiyacı bir ölçüde azaltmak için halk tasarruf konusunda bilinçlendirilmeli; sadece kamusal çıkar gözeterek, titiz araştırmalar neticesinde alternatif yenilebilir ve temiz enerji kaynakları araştırılmalı ve geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] **Url-1**, <http://cevre.terimleri.com/Akifer.html>, alındığı tarih: 14.01.2013
- [2] **Url-2**, <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleturkish.html>, alındığı tarih: 14.01.2013
- [3] **Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G.** (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- [4] **Karaman, S., Gökalp, Z.** (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri, TABAD-Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1) : 59-66 , 2010
- [5] **Fıstıkoğlu, O., Biberöglü, E.** (2008). Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi ve Uyum Önlemleri' , TMMOB İklim Değişimi Semp., 238-252, Ankara
- [6] **Gökdemir, M.** (2002). Dünyada ve Türkiye’de Su; Barajlar Ve Kültürel Miras, TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı (420-421-422 /2002/4-5-6), 155-159, Ankara
- [7] **Url-3**, http://www.meb.gov.tr/aok/aok_kitaplar/AolKitaplar/Cografya_3/3.pdf, alındığı tarih: 18.01.2013
- [8] **Karakaya, N., Gönenç, İ.E.** (2004). Dünyada ve Türkiye’de Su Tüketimi, SES-E Bülteni, Cilt 1, Sayı 1
- [9] **Url-4**, http://www.igemportal.org/Resim/DUNYA_ve_TURKIYE_su_tuketimi.pdf, alındığı tarih: 20.01.2013
- [10] **Url-5**, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>, alındığı tarih: 25.01.2013
- [11] **Çetinavcı, İ. H.** Su Tüketiminde Altyapı Kuruluşları ve Bireylere Ait Sorumluluklar, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı D.S.İ. Genel Müd. D.S.İ. 1. Bölge Müd., Su Tüketimi Arıtma Yeniden Kullanım Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 9-16, Bursa
- [12] **Url-6**, <http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/su-tuketimi-aritma-yeniden-kullanım>, alındığı tarih: 26.01.2013
- [13] **Alpaslan, M. N., Tanık A., Dölgen, D.** (2008). Türkiye’de Su Yönetimi, Sorunlar ve Öneriler, TÜSİAD Yayın No: T/2008-09/469, 36-40, İstanbul
- [14] TMMOB HES RAPORU, 26-28, Ekim 2011, Ankara
- [15] **Url-7**, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/imgTemp/hes-raporu-2402.pdf>, alındığı tarih: 30.01.2013
- [16] **Url-8**, <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/enerji.pdf?sfvrsn=2>, alındığı tarih: 02.02.2013

- [17] **Evcimen, T. U., Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ.** (2012). Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış, TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı (471/2012/1), 18-26, Ankara
- [18] **Url-9**, <http://www.dsi.gov.tr/docs/sunumlar/enerji-sunumu---27-11-2011.ppt?sfvrsn=2>, alındığı tarih: 02.02.2013
- [19] **Url-10**, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx, alındığı tarih: 04.02.1013
- [20] TMMOB HES RAPORU, 14-18, Ekim 2011, Ankara
- [21] TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Doğu Karadeniz Bölgesi HES Teknik Gezisi Raporu, 15-19, Ekim 2010, Ankara
- [22] **Url-11**, http://tr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrik_santrali, alındığı tarih: 05.02.2013
- [23] **Url-12**, http://makina.karaelmas.edu.tr/akademik_kadro/atopuz/adnanweb/sunular/1ogr_2grup.ppt, alındığı tarih: 05.02.2013
- [24] **Url-13**, http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_634/634_46297.pdf, alındığı tarih: 06.02.2013
- [25] **Url-14**, http://www.emo.org.tr/ekler/9e251d5ec148867_ek.pdf, alındığı tarih: 06.02.2013
- [26] **Keçecioğlu, Ö. F., Şekkel, M.** (2011). Hidroelektrik Santrallerin Türkiye’deki Gelişimi ve Kahramanmaraş Bölgesi Örnek Çalışması, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi 14(2), 19-26, 2011, Kahramanmaraş
- [27] **Url-15**, <http://www.hydropower.org>, alındığı tarih: 15.02.2013
- [28] **Akkaya, U., Dikmen, Ç. B., Durmuş, G., Gültekin, A. B.** (2009). Baraj ve Hidroelektrik Santrallerin (HES) Çevresel Etkilerinin Analizi: Ilısu Barajı Örneği, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük
- [29] **Aksu, Ö., Başçınar, N., Kocabaş, M., Kutluyer, F.** HES’ler ve Balıklar , Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6 (1) : 128-131, 2013
- [30] Giresun İl Çevre Durum Raporu, T.C. Giresun Valiliği İl Çevre ve Orman Müd., 2005
- [31] **Url-16**, http://www.giresun.bel.tr/webs_ust_menu_detay.aspx?uid=15, alındığı tarih: 21.02.2013
- [32] **Url-17**, http://www.giresun.gov.tr/syf/sayfalariGoster.aspx?sayfa_ID=29, alındığı tarih: 21.02.2013
- [33] **Url-18**, <http://www.giresun.edu.tr/index.php?id=256>, alındığı tarih: 23.02.2013
- [34] **Url-19**, <http://www.cografya.gen.tr/tr/giresun/ekonomi.html>, alındığı tarih: 24.02.2013
- [35] **Url-20**, <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagisverileri.aspx?m=giresun#sfB>, alındığı tarih: 27.02.2013
- [36] **Url-21**, <http://www.afad.gov.tr/TR/HbIcerikDetay.aspx?ID=23&IcerikID=680>, alındığı tarih: 02.03.2013

- [37] **Url-22**, <http://www.e-sehir.com/turkiye-haritasi/giresun-deprem-fay-hatti-riskharitasi.html>, alındığı tarih: 02.03.2013
- [38] **Url-23**, http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ced/icdr2011/giresun_icdr2011.pdf, alındığı tarih: 03.03.2013
- [39] **Url-24**, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Buzyala%C4%9F%C4%B1>, alındığı tarih: 03.03.2013
- [40] **Url-25**, <http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi22/giresun.htm>, alındığı tarih: 04.03.2013
- [41] **Url-26**, http://www.mta.gov.tr/v2.0/turkiye_maden/maden_potansiyel_2010/Giresun_Madenler.pdf, alındığı tarih: 05.03.2013
- [42] **Url-27**, <http://www.eie.gov.tr/HES/index.aspx>, alındığı tarih: 05.03.2013
- [43] **Url-28**, http://tr.wikipedia.org/wiki/Co%C4%9Fraf%C4%B1_bilgi_sistemi, alındığı tarih: 08.03.2013
- [44] **Yomraloğlu, T.** (2000), Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 5.Baskı (2009), ISBN 975-97369-0-X, İstanbul.
- [45] **Url-29**, http://www.gis.itu.edu.tr/?page_id=320&lang=TR, alındığı tarih: 09.03.2013
- [46] **Url-30**, http://www.koeri.boun.edu.tr/jeodezi/dosyalar/files/CBS_BUKRDAE_GED.pdf, alındığı tarih: 09.03.2013
- [47] **Url-31**, http://www.gislab.ktu.edu.tr/?gis_cbs, alındığı tarih: 09.03.2013
- [48] **Örmeci, C.** (1987). Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri), Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
- [49] **Url-32**, <http://www.cscrs.itu.edu.tr/content/uzaktanalgilama.php#>, alındığı tarih: 10.03.2013
- [50] **Öröklü, E.** (1988). Uzaktan Algılama. Yıldız Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- [51] **Url-33**, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/ozonuv/gunesspectrumu.pdf>, alındığı tarih: 12.03.2013
- [52] **Url-34**, http://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromanyetik_tayf, alındığı tarih: 12.03.2013
- [53] **Sarıyılmaz, F. B.** (2012). Zaman Serileri İle Değişim Analizi: İstanbul Sarıyer Örneği (yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [54] **Osmanoğlu, B., Özkan C., Sunar, F.** (2011). Uzaktan Algılama, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- [55] **Yaşayan, A.** Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- [56] **Ekercin, S.** (2011). Uzaktan Algılamaya Giriş Ders Notları, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- [57] **Ateş, S., Demir, E.** (2009), Uzaktan Algılamada Çözünürlüğe Bağlı Veri Kazanımı Potansiyeli, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

- [58] **Bayram, B.** Sayısal Görüntü İşleme Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [59] **Url-35**, <http://www.usgs.gov/>, alındığı tarih: 26.03.2013
- [60] **Akın, A.** (2007). Çukurova Deltası Kıyı Alanında Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Değerlendirilmesi (yüksek lisans tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [61] **Url-36**, <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>, alındığı tarih: 02.05.2013

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Nergiz KOÇHAN ARI

Doğum Yeri ve Tarihi: Trabzon, 1986

Adres: İstanbul Defterdarlığı, Tespit ve İmar Takip Koord., Cağaloğlu/İstanbul

E-Posta: nergizkochan@hotmail.com

Lisans: YTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Maliye Bakanlığı, Milli Emlak Genel Müdürlüğü - *Harita Mühendisi (Kasım 2011-Halen)*

MESAEP (The Mediterranean Scientific Association of Environmental Protection), 17th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, Istanbul 2013 - *En İyi Poster Ödülü*