

**UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ İLE BÖLGESEL ÇEVRE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ: ZONGULDAK ÖRNEĞİ**

Ali İhsan ŞEKERTEKİN

**Bülent Ecevit Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**ZONGULDAK
Ocak 2013**

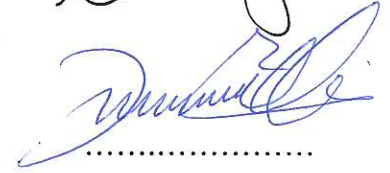
KABUL:

Ali İhsan ŞEKERTEKİN tarafından hazırlanan “UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ İLE BÖLGESEL ÇEVRE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ: ZONGULDAK ÖRNEĞİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir. 02/01/2013

Başkan: Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU (BEÜ)



Üye : Doç. Dr. Şinasi KAYA (İTÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Aycan Murat MARANGOZ (BEÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. ... /.../2013



Prof. Dr. Özden ÖZEL GÜVEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



Ali İhsan ŞEKERTEKİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ İLE BÖLGESEL ÇEVRE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ: ZONGULDAK ÖRNEĞİ

Ali İhsan ŞEKERTEKİN

Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU

Ocak 2013, 83 sayfa

Günümüzde, insan hayatını ve sağlığını tehlikeye atan birçok etmen mevcuttur. Son zamanlarda iklim değişikliği, dünyanın ekolojik sistemi önündeki en önemli sorunlardan biridir ve sayısı hızla artan termik santraller iklim değişikliği üzerine ciddi olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği tüm dünyada tüm disiplinler tarafından çalışılmakta ve Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği de uzaktan algılama, küresel konumlama sistemi vb. aracılığıyla bu çalışmalara katkı sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, iklim değişikliği çerçevesinde Zonguldak'ın yer yüzey sıcaklığı haritalarının elde edilmesi ile termik santraller bölgesindeki bitki örtüsü değişikliğini ve bu değişiklikten sonraki sıcaklık değişimlerini göstermek amaçlanmıştır. Bu bağlamda, uzaktan algılama teknikleri kullanılarak uydu görüntüleri işlenmiştir. Çalışmada, Landsat TM 5 uydusuna ait 18.09.2007 ve 28.08.2011 tarihli görüntüler ile 25.01.2008 tarihli Terra (ASTER) uydusu tarafından alınan yüzey kinetik sıcaklığı görüntüsü kullanılmıştır. Landsat

ÖZET (devam ediyor)

TM 5 uydusuna ait görüntülere tek-pencere (mono-window) algoritması uygulanarak yer yüzey sıcaklığı görüntüleri elde edilmiştir. Ayrıca görüntülerden bitki örtüsü indeksi çıkarılmıştır. Elde edilen, yer yüzey sıcaklığı ve Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) verileri analiz edilmiştir. Terra (ASTER) uydu görüntüsü ile Çatalağzı termik santralinin (ÇATES) soğutma suyunun sıcaklık ve ne kadarlık alanda etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, yer yüzey sıcaklıkları ve NDVI verileri kendi içlerinde ve birbirleriyle kıyaslanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda, bölgesel sıcaklık farkları ortaya konulmuştur. Zonguldak yerleşim merkezi ve termik santraller bölgesi için 2007 ve 2011 tarihli uydu görüntüleri ile bitki örtüsü değişimleri belirlenmiş ve bu değişimlerin sıcaklık verileri ile ilişkileri ortaya konulmuştur. Yapılan analizler ile bitki örtüsü tahribatı olan alanlarda sıcaklık artışlarının olduğu, Eren Holding'e ait termik santral yapımı sonucunda yaklaşık yirmi hektarlık bitki örtüsünün değişime uğradığı, soğutma suyunun denize verildiğinde kapladığı alan ve suyun sıcaklık değerinin deniz suyundan ortalama 5 °C fazla olduğu uydu görüntüleri ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ile termik santrallerin bölgesel olarak çevrede olumsuz etkiler oluşturduğu ve bölgesel iklim değişikliğine sebep olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan Algılama, Yer yüzey sıcaklığı, Termik santrallerin çevreye etkileri, NDVI

Bilim Kodu: 616.01.00

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINING REGIONAL ENVIRONMENTAL EFFECTS BY REMOTE SENSING DATA: A CASE STUDY OF ZONGULDAK

Ali İhsan ŞEKERTEKİN

Bülent Ecevit University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geodesy and Photogrammetry

Thesis Advisor: Prof. Şenol Hakan KUTOĞLU

January 2013, 83 pages

Nowadays, there are numerous factors endangering human health and life. In recent years, Climate change is one of the most important problems in front of the ecological system of the world, and thermal power plants, the number of which has been increasing fast have been doing serious negative effects on the climate change. Global warming and climate change have been studied frequently by all disciplines all over the world and Geodesy and Photogrammetry Engineering also contributes to such studies by means of remote sensing, global positioning system etc.

In this thesis, It has been aimed that deriving land surface temperature maps of Zonguldak pursuant to climate change and, demonstrating vegetation cover change in power plants region and showing the temperature change after vegetation change. In this context, satellite images have been processed by using remote sensing techniques.

ABSTRACT (continued)

In this study, the images of Landsat TM 5 satellite with the dates 18.09.2007 ve 28.08.2011 and, the surface kinetic temperature image of Terra (ASTER) satellite with the date 25.01.2008 have been used. Land surface temperature images have been obtained by using mono-window algorithm. Moreover, vegetation cover has been extracted from the images. Obtained land surface temperature NDVI data have been analyzed. It has been observed that the temperature of the cooling water of Çatalağzı power plant and how much area it is effective.

As a result, land surface temperature and NDVI data have been analyzed with each other and one by one. As a result of analyses, the regional temperature changes have been presented. It has been determined with the analyses of images that the temperature rises at the regions in which the vegetation cover changed, the loss of vegetation cover about twenty hectares in consequence of building the power plant of Eren Holding, the area of the cooling water in the sea and the temperature value of cooling water is 5 °C upper than normal value. It is surmised that thermal power plants have negative effects on environment and cause regional climate change.

Key Words: Remote Sensing, Land surface temperature, Effects of thermal power plants on Environment, NDVI

Science Code: 616.01.00

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, bu çalışmanın tamamlanabilmesi için bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU (BEÜ)'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın çeşitli aşamalarında bana destek veren ve beni yönlendiren, çalışmaları arasında bana zaman ayıran değerli hocam Sayın Doç. Dr. Şinasi KAYA (İTÜ)'ya şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca bilimsel desteklerini esirgemeyen hocalarım Yrd. Doç. Dr. Aycan Murat Marangoz (BEÜ)'a, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KEMALDERE (BEÜ)'ye, Yrd. Doç. Dr. K. Sedar GÖRMÜŞ (BEÜ)'e, Uzman Murat ORUÇ (BEÜ)'a teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında ve gerekli idari işlemler hakkında bilgilerini esirgemeyen Arş. Gör. Çağlar BAYIK (BEÜ)'a, Arş. Gör. Zeynel Abidin POLAT (YTÜ)'a, Arş. Gör. Mustafa ÖZENDİ (BEÜ)'ye ve Arş. Gör. Nevin Betül AVŞAR (BEÜ)'a teşekkür ederim.

Tez çalışmasında görüntülerin işlenmesinde gerekli olan meteorolojik bilgileri sağlayan Zonguldak Meteoroloji Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarımda bana cesaret veren ve çalışmayı tamamlayacağıma her zaman inanan kız arkadaşım Yasemin YILDIZ'a teşekkür ederim.

Hiç şüphe yok ki böyle bir çalışmanın ortaya çıkmasında bana her zaman güvenen, hayatımın her döneminde sağlamış oldukları maddi ve manevi destekleri ile bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan babam Mürtalip ŞEKERTEKİN, annem Saray ŞEKERTEKİN ve onlarla birlikte manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kardeşlerime teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 ÇALIŞMANIN TANIMI	1
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI	2
BÖLÜM 2 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİ	3
2.1 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	5
2.2 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ	9
2.3 TERMİK SANTRALLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ	10
2.3.1 Hava Kirliliği.....	11
2.3.2 Su Kirliliği.....	12
2.3.3 Toprak Kirliliği	12
BÖLÜM 3 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLERİNİN İZLENMESİ.....	15

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.1 UZAKTAN ALGILAMA TEKNİĞİ	15
3.1.1 Uzaktan Algılama Hakkında Genel Bilgiler	15
3.1.2 Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları	18
3.1.3 Landsat Uydusu	19
3.1.4 Terra (ASTER) Uydusu	19
3.1.5 Termal (Isıl) Uzaktan Algılama ve Kullanım Alanları	20
3.2 DİĞER YÖNTEMLER	21
BÖLÜM 4 YER YÜZEY SICAKLIĞININ UYDU GÖRÜNTÜLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ	 25
BÖLÜM 5 UYGULAMA	33
5.1 ÇALIŞMA ALANI VE MATERYAL	33
5.3 METOT	36
5.3 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ANALİZİ	46
5.3.1 Yer Yüzey Sıcaklığı Analizi	47
5.3.2 NDVI Analizi	54
5.3.3 Genel Çalışma Alanı ve Tahribat Bölgeleri için NDVI - LST Analizi	57
5.3.4 Termik Santrallerin Çevreye Verdiği Olası Etkiler	64
BÖLÜM 6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	73
EK AÇIKLAMALAR A YILIN GÜNÜNE GÖRE ASTRONOMİK BİRİMDE (AU) DÜNYA-GÜNEŞ ARASI MESAFE ÇİZELGESİ	 79
ÖZGEÇMİŞ	83

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 İklim sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri	3
2.2 Sera etkisi	6
2.3 En önemli ve en uzun yaşam süreli sera gazlarının 2000 yıllık seyri	7
2.4 1990-2004 yılları arasında sera gazı emisyonları.....	8
2.5 1961-1990 dönemi ortalamalarından farklılara göre hesaplanan küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerinin 1860-2004 dönemindeki değişimleri.....	9
2.6 Termik Santral çalışma Şeması	10
3.1 Elektromanyetik spektrum üzerindeki spektrum görüntü bölgesi.....	16
3.2 Uzaktan algılamada görüntü elde etme işlemleri	17
5.1 Çalışma alanının (Zonguldak ve civarı) Landsat TM 5 uydu görüntüsü 3, 2, 1 bant kombinasyonu ile gösterimi.....	33
5.2 28.08.2011 tarihli çalışma alanımızı kapsayan 4,3,2 bant kombinasyonlu Landsat TM 5 uydu görüntüsü	35
5.3 18.09.2007 tarihli çalışma alanımızı kapsayan 4,3,2 bant kombinasyonlu Landsat TM 5 uydu görüntüsü	35
5.4 25.01.2008 tarihli çalışma alanımızı kapsayan Terra (ASTER) uydusuna ait gri skalalı tek bant yüzey kinetik sıcaklığı görüntüsü	36
5.5 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat uydusu 3. bant radyans görüntüsü.....	37
5.6 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu 3. bant radyans görüntüsü.....	38
5.7 Güneş yükseklik açısı ve Güneş zenit açısı şematik gösterimi	39
5.8 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu 3. bant yansıtım görüntüsü	39
5.9 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu 3. bant yansıtım görüntüsü	40
5.10 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu 6. bant parlaklık sıcaklığı görüntüsü	40
5.11 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu 6. bant parlaklık sıcaklığı görüntüsü.	41

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.12 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü	41
5.13 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü	42
5.14 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu yayınlık görüntüsü.....	42
5.15 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu yayınlık görüntüsü.....	43
5.16 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu yer yüzey sıcaklığı görüntüsü	44
5.17 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu yer yüzey sıcaklığı görüntüsü	45
5.18 LST hesabı için Erdas modeller ikonunda oluşturulan model	46
5.19 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli kontrollü sınıflandırılmış LST görüntüsü	49
5.20 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli kontrollü sınıflandırılmış LST görüntüsü	50
5.21 2007-2011 LST görüntüleri arasındaki korelasyon.....	51
5.22 Matlab programı ile lineer entepole edilmiş 18.09.2007 tarihli LST görüntüsü.....	52
5.23 Matlab programı ile lineer entepole edilmiş 28.08.2011 tarihli LST görüntüsü.....	53
5.24 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü	54
5.25 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü	55
5.26 2007-2011 NDVI görüntüleri arasındaki korelasyon.....	57
5.27 2011 yılı görüntüsü genel çalışma alanı için LST ve NDVI korelasyonu.....	57
5.28 2007 yılı görüntüsü genel çalışma alanı için LST ve NDVI korelasyonu.....	57
5.29 Zonguldak şehir merkezi ve civarı için kesilen ve sınıflandırılan görüntüler.....	59
5.30 Seçilen noktalar için 2007-2011 yerleşim merkezi NDVI değişimi	61
5.31 Seçilen noktalar için 2007-2011 yerleşim merkezi LST değişimi	61
5.32 Termik santral ve çevresi için kesilen ve sınıflandırılan görüntüler	62
5.33 Seçilen noktalar için 2007-2011 termik santral bölgesi NDVI değişimi	63
5.34 Seçilen noktalar için 2007-2011 termik santral bölgesi LST değişimi	64
5.35 25.01.2008 tarihli Zonguldak bölgesi Aster kinetik yüzey sıcaklığı kontrolsüz sınıflandırılmış görüntüsü	65
5.36 Soğutma suyunun ENVI programı ile alanının hesaplanması	66
5.37 Çatalağzı termik santralinin denizi kirlettiği alanlar	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Sera gazlarının değişim oranları ve kaynakları	8
3.1 Landsat uydu sistemleri ve özellikleri	19
3.2 Terra (ASTER) uydu sistemi ve özellikleri.....	20
4.1 Landsat TM 5 uydusu her bant için güneş irradyans değerleri	27
4.2 Kalibrasyon sabitleri	28
4.3 NDVI-yayınrlık ilişkisi	29
4.4 Atmosferik geçirgenlik-su buharı ilişkisi	30
4.5 Bölgelere göre ortalama atmosferik sıcaklık denklemleri.....	30
5.1 Görüntülerin alındığı tarihlerdeki sıcaklık ve nem değerleri	36
5.2 2007 ve 2011 görüntülerinde NDVI değerleri 0.4-1 arasında olan alanlar	56
5.3 Zonguldak şehir merkezinden seçilen bazı tahribat bölgelerinin 2007-2011 NDVI ve sıcaklık değişimleri.....	60
5.4 Zonguldak termik santral bölgesinden seçilen bazı tahribat bölgelerinin 2007-2011 NDVI ve sıcaklık değişimleri.....	63

EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
EK A. Yılın Gününe Göre Astronomik Birimde (AU) Dünya-Güneş Arası Mesafe Çizelgesi	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AU	: Astronomik birim (Astronomical Unit)
°C	: Santigrat derece
Ca ⁺²	: İyonize Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
CFCs	: Kloroflorokarbonlar
CH ₄	: Metan
CO	: Karbon monoksit
CO ₂	: Karbondioksit
Cu	: Bakır
d	: Dünya-Güneş arası mesafe
ESUNλ	: Ortalama atmosferik solar irradyans
H ₂ O _(g)	: Su Buharı
°K	: Kelvin derece
K ⁺	: Potasyum
km	: Kilometre
K1	: Birinci kalibrasyon sabiti
K2	: İkinci kalibrasyon sabiti
Lλ	: Sensördeki spektral radyans
LMAXλ	: QCALMAX'a göre ölçeklendirilen spektral radyans
LMINλ	: QCALMIN'e göre ölçeklendirilen spektral radyans
m	: Metre
Mg ⁺	: Magnezyum
NO	: Nitrik oksit
NO _x	: Azot oksitler
N ₂ O	: Diazotmonoksit
O ₃	: Ozon
Pb	: Kurşun
QCAL	: Parlaklık değerleri

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

QCALMAX	: Maksimum parlaklık değeri
QCALMIN	: Minimum parlaklık değeri
Ppmv	: Parts per million by volume
Ppt	: Parts per trillion
Ppvb	: Part per billion in volume
SO ₂	: Kükürt dioksit
T	: Sensördeki parlaklık sıcaklığı
T ₀	: Yakın yüzey sıcaklığı
T _a	: Ortalama atmosferik sıcaklık
Tg	: Teragram (10 ¹² gram)
T _s	: Kelvin cinsinden yer yüzey sıcaklığını
w _i	: Su buharı içeriği
Zn	: Çinko
ε _i	: Yer yüzey yayınlılığı
θ _s	: Solar zenit açısı
π	: pi sayısı
ρ _p	: Sensördeki yansıtım değerleri
τ _i	: Atmosferik geçirgenlik

KISALTMALAR

ASTER	: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
BEÜ	: Bülent Ecevit Üniversitesi
CERES	: Clouds and the Earth's Radiant Energy System
ÇATES	: Çatalağzı Termik Santrali
DEM	: Sayısal yükseklik modeli (Digital elevation model)
ERTS	: Earth Resources Technology Satellite
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
İDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

LST	: Yer Yüzey Sıcaklığı (Land Surface Temperature)
MISR	: Multi-angle Imaging Spectroradiometer
MODIS	: Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer
MOPITT	: Measurements of Pollution in the Troposphere
NDVI	: Normalized Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index)
NIR	: Yakın kızılötesi
PM	: Partikül madde
RADAR	: Radio Detection and Ranging
RH	: Bağıl nem (Relative Humidity)
SAR	: Yapay açıklıklı radar (Synthetic Aperture Radar)
SBI	: Yürütme Yardımcı Organı (Subsidiary Body for Implementation)
SBSTA	: Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımı Organı (Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice)
SST	: Deniz Yüzey Sıcaklığı (Sea Surface Temperature)
SWIR	: Kısa dalga kızılötesi (Short Wavelength Infra-red)
TIR	: Termal Kızılötesi (Thermal Infrared)
VNIR	: Görünür yakın kızılötesi (Visible and Near Infra-red)
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization)
YTÜ	: Yıldız Teknik Üniversitesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değışikliği son yıllarda tüm dünyada etkisini göstermekte ve buna bağlı olarak bilim adamları, bu konulara yönelik araştırmalar yaparak ne gibi etkilerin gerçekleşebileceğini, bu etkilerin olumlu-olumsuz yanlarını ve alınması gereken önlemleri ortaya çıkarmak için birçok çalışma yapmaktadır. Bu konu ile ilgili olarak değişik meslek disiplinlerinden birçok farklı çalışmalar yapılmakta ve sonuçları ortaya konarak, öneriler sunulmaktadır. Tüm dünya gibi ölkemizde de bu konuda birçok çalışma yapılmaktadır ve iklim değişikliğinin şimdi ve ilerleyen zamanlarda insan sağlığına olası etkileri için alınması gereken tedbirler bilim adamları tarafından açıklanmaktadır.

İklim değişikliği ve küresel ısınmaya etki eden birçok kaynak vardır fakat bunlardan en önemlisi insanoğlunun kendisidir. İnsanoğlu ilk çağlardan başlayarak çevreyi etkilemiştir. İlk zamanlarda bu etki çok fazla zararlı olmamış ve doğa kendi doğal dōngüsü içerisinde bu değişiklikleri elemine edebilmiştir. Günümüzde hızlı nüfus artışının çevreye olumsuz etkileri açık ve net olarak görölmektedir. Çevreye en çok zarar veren ve bu dōngüde en çok pay sahibi olan etken insanlar ve sorumsuz davranışlarıdır ve bu değişimin daha fazla ileri gitmemesi ise yine insanoğlunun kendi elindedir. Gelişen teknoloji ve sanayinin de bu etkilere eklenmesiyle doğanın kendi dōngüsünü koruması neredeyse imkansız bir hal almıştır.

1.1 ÇALIşMANIN TANIMI

İklim bilimi hakkında birçok ölkede ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Fakat ölkemiz bu konuda bu zamana kadar çok fazla ilerleme kaydedememiştir. Bu tez çalışmasında, uydu görüntüleri yardımıyla termik santrallerin bölgesel etkileri incelenecek ve iklim değişikliğine olan etkileri sıcaklık ve bitki örtüsü bakımından sunulacaktır.

Çalışma kapsamında, Zonguldak Meteoroloji Müdürlüğü'nden, kullanılan uydu görüntüleriyle aynı tarihli sıcaklık ve nem verileri alınmıştır. Çalışmada, Landsat TM 5 uydusuna ait 18.09.2007 ve 28.08.2011 tarihli görüntüler ile 25.01.2008 tarihli Terra uydusunun ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) algılayıcısı tarafından alınan görüntü kullanılmıştır.

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Tez çalışması kapsamında, uydu görüntüleri yardımıyla uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Zonguldak ili civarının yer yüzey sıcaklık haritaları çıkarılmıştır. Hem yer yüzey sıcaklığı çerçevesinde hem de bitki örtüsü bazında civardaki termik santrallerin bölgesel çevre etkilerinin gözlemlenmesi ve bu doğrultuda elde edilen sonuçların çıkarılması amaçlanmıştır.

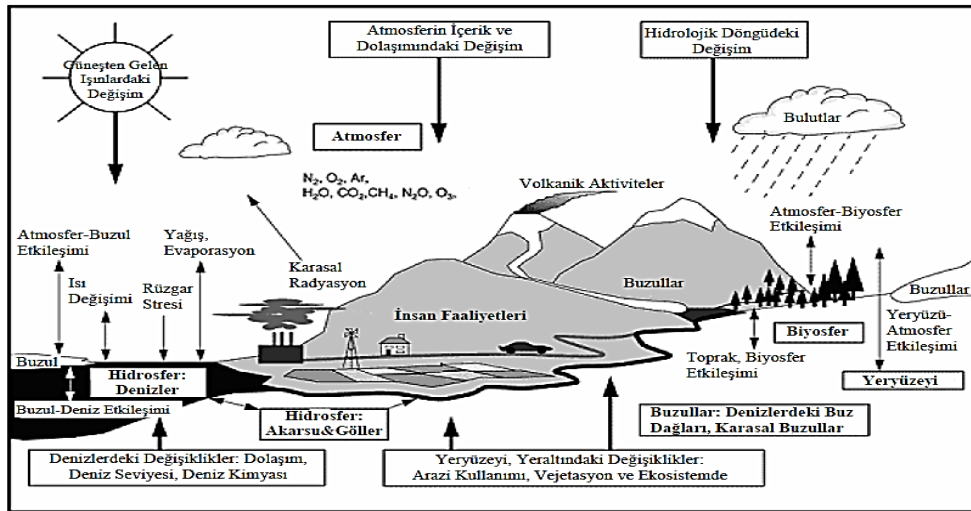
BÖLÜM 2

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

İklim, hava durumunun uzun yıllar boyunca görülen genel karakteridir ve atmosfer, hidrosfer, yer yüzeyi, biyosfer, buzullar olmak üzere beş temel bileşenden oluşan interaktif bir sistemdir. İklim değişikliği ise bir bölgenin ikliminin doğal yollarla veya insan kaynaklı nedenlerle değişiklik göstermesi, bölge ikliminin ısınması veya soğumasıdır.

Genel bir yaklaşımla iklim değişikliği, “Herhangi bir nedenden dolayı iklim koşullarındaki küresel ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” şeklinde tanımlanabilir (Türkeş 1997).

İklim sisteminin farklı bileşenleri arasında farklı zamanlarda ve mekanlarda sistemi karmaşık bir hale getiren pek çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileşim meydana gelmektedir. İklim sisteminin bileşenleri; yapıları, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve davranışları açısından çok farklı olmalarına karşın kitlesel değişimler, ısı ve momentum ile bağlantılı; bütün alt sistemlerde açık ve birbiriyle ilişkilidir. Bu nedenle iklim sisteminin bileşenlerindeki herhangi bir değişiklik iklim değişikliği ile sonuçlanabilmektedir (Şekil 2.1) (Anon. 2001).



Şekil 2.1 İklim sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri (Anon. 2001).

İklim değişikliği, tüm dünya üzerinde etkili olmuş ve bu sürecin çok fazla olumsuz etki yaratmaması için ülkeler bir takım toplantı ve sözleşmeler yapmışlardır. Aşağıda, yapılan sözleşmeler, toplantılar ve alınan önemli kararlar kronolojik olarak verilmiştir.

- İlk kez 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization, WMO) öncülüğünde “Birinci Dünya İklim Konferansı” düzenlenmiş; fosil yakıtlardan ve CO₂ birikiminden kaynaklanan küresel iklim değişikliği vurgulanmıştır (URL-1 2012).
- 1987 Eylül ayında Montreal sözleşmesi imzalanmış ve ozon tabakasına zarar veren kimyasalların azaltılması kararı alınmıştır. Türkiye, protokole 19 Aralık 1991 tarihinde taraf olmuş ve tüm değişiklikleri kabul etmiştir. Protokole ilişkin ulusal ve uluslararası çalışmaların izlenmesi Ulusal Odak Noktası görevini yürüten Çevre ve Orman Bakanlığı’nın koordinasyonunda gerçekleştirilmektedir. 12 Kasım 2008 tarih ve 27052 sayılı Resmi Gazete’de “Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik” yayımlanmıştır (URL-2 2012).
- 1988 yılında Değişen Atmosfer Toronto Konferansı yapılmış ve küresel CO₂ salınımlarının 2005 yılına kadar %20 azaltılması ve protokollerle geliştirilecek olan bir “Çerçeve İklim Sözleşmesi” hazırlanması önerilmiştir (URL-3 2007).
- 1988 yılında WMO ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından insan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliğinin risklerini değerlendirmek üzere Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) kurulmuştur (URL-4 2012).
- 1990 yılında WMO öncülüğünde İkinci Dünya İklim Konferansı düzenlenmiş ve Türkiye’nin de aralarında bulunduğu 137 ülke konferansa katılmıştır. Konferansta sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin azaltılmasını sağlayacak önlemler üzerinde durulmuştur (URL-3 2007).
- 1992 yılında yapılan Rio konferansı ilk ciddi konferans olarak nitelendirilmektedir. Konferans sonucunda Rio Deklarasyonu yayımlanmış, Birleşmiş Milletler ve Avrupa Topluluğu ülkelerinin yer aldığı 184 ülkenin katılımıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. İDÇS’nin asıl amacı, ikinci maddede geçen “Atmosferdeki sera gazı birikimlerini, insanın iklim sistemi üzerindeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde durdurmak” olarak açıklanmaktadır (URL-1 2012).

- 1995 yılında İDÇS Taraflar Konferansının birinci toplantısı Berlin’de yapılmıştır. Berlin Konferansı’nda imzalanan sözleşme gereğince Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımı Organı (Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, SBSTA) ve Yürütme Yardımcı Organı (Subsidiary Body for Implementation, SBI) olarak adlandırılan iki yardımcı kurul oluşturulmuştur (URL-3 2007).
- 1997 yılında Japonya’nın Kyoto kentinde İDÇS İkinci Taraflar Toplantısı yapılmış ve Kyoto protokolü imzalanmıştır. Bu protokole göre taraf ülkeler insan kaynaklı CO₂ ve öteki sera gazı salınımlarını 2008-2012 döneminde 1990 düzeylerinin en az %5 altına indireceklerdir. Her ne kadar bazı istenen kararlar alınmasa da İDÇS her yıl toplantılarına devam etmektedir (URL-1 2012).

2.1 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Dünyanın varoluşundan bugüne kadar iklim değişikliklerinin var olduğu ortaya konmuştur. İlk zamanlarda insanların bu değişiklikte çok fazla etkin olmadığı fakat Sanayi Devrimi ile 1950 yılından sonra hızlı bir şekilde artan şehirleşme sonucu iklim değişikliğinde insan faktörünün etkili olduğu bilim adamlarınca araştırılmaya ve tartışılmaya başlanmıştır. Tabii ki iklim değişikliğinin tek kaynağı insanlardır demek bu zamana kadar yapılan çalışmalara ters düşmektedir. İklim değişikliğine etki eden faktörleri üç temel başlık altında toplayabiliriz (Varol 2008). Bunlar;

- Dünya Dışı Faktörler
- Dünya Kaynaklı Faktörler
- İnsan Faktörü

olarak tanımlanabilir.

- **Dünya Dışı Faktörler:** Güneş ışınmalarındaki değişimler, dünyanın kendi eksenini ve güneşin etrafında izlediği eliptik yörüngesindeki periyodik değişimler, evrendeki toz bulutları ve göktaşları olarak sayılabilir.
- **Dünya Kaynaklı Faktörler:** Atmosfere yaydığı maddeler nedeniyle volkanik aktiviteler (tozlar, gazlar ve su buharı), küresel hava akımlarının geçiş yollarında bulunan dağ kuşakları, okyanussal ısı değişimleri, atmosferdeki kimyasal değişim,

atmosferin ve yeryüzünün albedosu ile kıtaların hareketi, küresel iklim değişimini etkileyen dünya kaynaklı faktörlerdir. Dünya dışı ve Dünya kaynaklı faktörler çok fazla insanoğlunun kontrolünde olan durumlar değildir. Volkanik patlamalar, depremler gibi jeolojik etmenler insanlar tarafından kontrol edilemez ve bu hareketlilikler potansiyel olarak iklimi değiştirebilecek yapılardır.

- **İnsan faktörü:** İnsanoğlunun kontrol edemeyeceği ve değiştiremeyeceği yukarıdaki etkilerin yanında kontrol edebileceği durumlarda söz konusudur ve günümüzde insan aktivitelerinin çevreye verdiği zarar daha fazladır. İnsanoğlunun iklim değişikliğine sebep olan ve kontrol edebileceği başlıca etmenler; ormanların tüketilmesi, su kaynaklarının kirletilmesi ve en önemlisi olan fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan atmosfere salınan karbondioksit miktarındaki artışın sebep olduğu sera etkisidir.

Güneşten gelen kısa dalga radyasyonu, yeryüzünde ve atmosferde uzun dalga radyasyonu olarak tutulur; atmosfer ve okyanus dolaşımıyla yeryüzünde dağılır ve yer radyasyonu olarak atmosfere geri verilir. Bunun bir bölümü, bulutlarca ve atmosferdeki sera gazlarınınca soğurularak atmosferden tekrar geri salınır. Bu sayede yerküre yüzeyi ve alt atmosfer ısınır. Yerküre' nin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu sürece doğal sera etkisi denilmektedir (Şekil 2.2) (Türkeş vd. 2000).

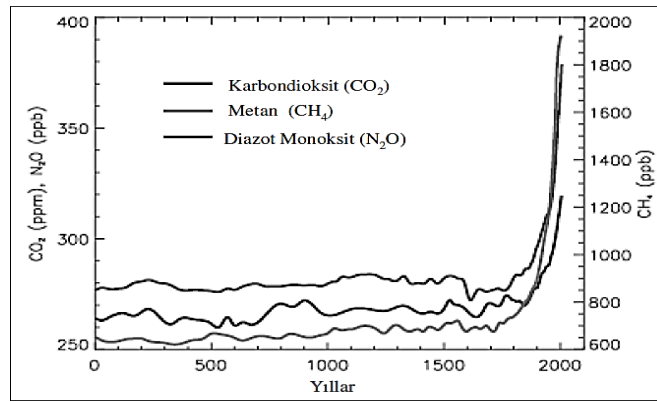


Şekil 2.2 Sera etkisi (URL-5 2011).

Temel sera gazları; su buharı ($H_2O_{(g)}$), karbondioksit (CO_2), kloroflorokarbonlar (CFCs) ve halonlar, metan (CH_4), diazotmonoksit (N_2O) ve ozon olarak (O_3) bilinmektedir. Sera gazlarını, karbon monoksit (CO) ve nitrik oksit (NO) dolaylı, ozon ve metan hem doğrudan

hem de dolaylı olarak etkilemektedir. Bununla birlikte, atmosferde uzun bir yaşam süresi olan CO₂ üretimi, sera etkisinde birinci derecede önemlidir (Türkeş vd. 2000).

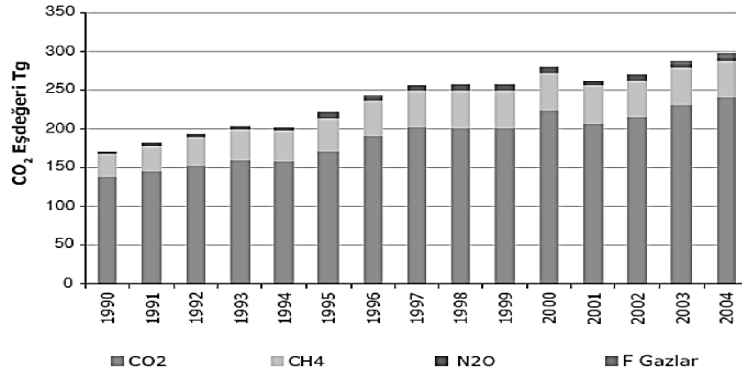
Sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, insanlar tarafından yapılan etkinliklerden dolayı artmaktadır. Genel olarak bakıldığında sera gazı emisyonlarındaki artış, özellikle 1750’li yıllardan sonra, net olarak gözlemlenmektedir (Şekil 2.3). En önemli sera gazı olan CO₂’nin atmosferdeki miktarı, 1957 yılından beri düzenli olarak ölçülmektedir. CO₂ salınımlarındaki insan kaynaklı artışların şimdiki hızıyla sürdürülmesi durumunda, CO₂ birikiminin 21. yüzyılın sonuna kadar 700 ppmv’ye ulaşacağı öngörülmektedir (IPCC 1996).



Şekil 2.3 En önemli ve en uzun yaşam süreli sera gazlarının 2000 yıllık seyri (Foster et al. 2007).

Karbondioksitten sonra en önemli gazlar, kloroflorokarbonlar, metan ve diazotmonoksit olarak belirtilmektedir. Kloroflorokarbon bileşenlerinin salınımı, tümüyle insan kaynaklıdır. Bunlar; çözücülerde, soğutma sistemlerinde, spreyler ve köpük üretiminde kullanılmaktadır. Metan (CH₄) oksijensiz çevrede mikrobik etkinliklerle üretilir. Islak alanlarda, petrol ve gaz çıkarılmasında, organik çürümelerle, akarsu havzaları, pirinç üretimi, geviş getiren hayvanların fermentasyonları sonucu üretilir. Diazotmonoksit küresel derişimi, 2000 yılında 320 ppvb olarak ölçülmüştür. Atmosferdeki yaşam ömrü 150 yıldır insan kaynaklı olarak katı yakıt ve azotlu gübre kullanımı, diazotmonoksitin derişimini artırmaktadır (Çelik vd. 2008).

Türkiye’de, 1990-2004 yılları arası dönemde nüfus artışı ve sanayileşme sonucu sera gazı salınımları sürekli artmıştır. Ülkedeki arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık dışındaki toplam sera gazı emisyonu, değinilen dönemde, 170.1 Tg’den 296.6 Tg’ye yükselmiştir (Şekil 2.4) (TUİK 2006).



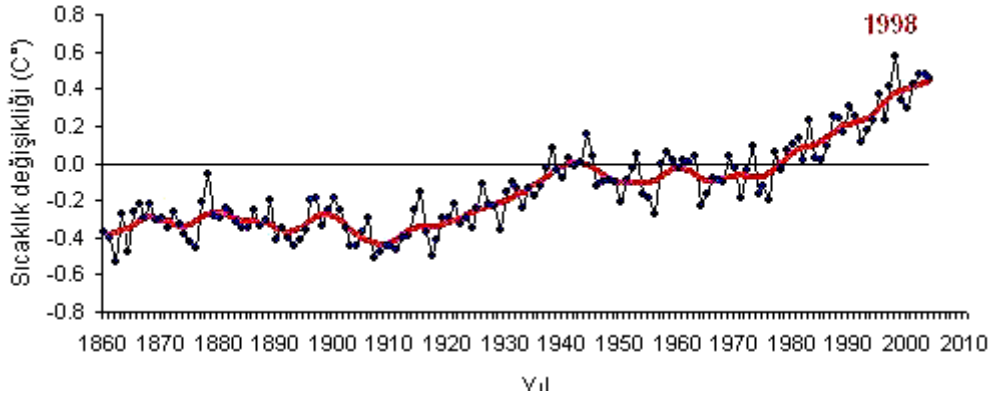
Şekil 2.4 1990-2004 yılları arasında sera gazı emisyonları (TUİK 2006).

Sera gazlarının 1750 yılından 2003 yılına kadar değişimleri ve bu değişimlere sebep olan kaynaklar Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 Sera gazlarının değişim oranları ve kaynakları (Foster et al. 2007’den değiştirilerek).

SERA GAZLARI	YOĞUNLUK 1750	YOĞUNLUK 2003	DEĞİŞİM %	DOĞAL VE SUNİ KAYNAKLAR
Karbondioksit	280 ppm	376 ppm	34	Organik çürüme, Orman yangınları, Volkanlar, Fosil Yakıtların Yanması, Orman Tahribi, Yanlış Toprak Kullanımı.
Metan	0.71 ppm	1.79 ppm	152	Islak alanlar, organik çürüme, termitler, doğalgaz ve petrol çıkarması, pirinç üretimi.
Diazotmonoksit	270 ppb	319 ppb	18	Ormanlar, yeşil alanlar, okyanuslar, toprak işleme, gübreleme, fosil yakıt yanması.
Kloroflorokarbon	0	880 ppt	-	Soğutucular, Spreyler Kimyasal çözücüler
Ozon	-	Atmosferde enlemlere ve yüksekliğe göre değişmektedir	Stratosfer tabakasında azalmakta, yeryüzüne yakın alanlarda artmaktadır.	Güneş ışınlarının direkt olarak oksijen molekülleri üzerine olan etkisi ile doğal olarak gerçekleşmektedir.

Yeryüzü ve su kütlelerinin ortalama sıcaklığı, 1861’den beri artmaktadır. Bu artış 20. Yüzyıl boyunca 0.8 °C dolaylarındadır. 1998 yılı +0.58 °C’lik anomali ile en sıcak yıl olmuştur (Şekil 2.5) (IPCC 2001).



Sekil 2.5 1961-1990 dönemi ortalamalarından farklara göre hesaplanan küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerinin 1860-2004 dönemindeki değişimleri.

2.2 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Son yıllarda şehirlerde, plansız ve kontrol edilemeyen şehirleşme, ısı adalarının oluşmasında ve sıcaklık artışlarında etkili rol oynamaktadır (Kaya vd. 2012). Arazi kullanımdan kaynaklanan değişimler, kentleşme, tarım ve ormancılık faaliyetleri; yer yüzeyinin fiziksel ve biyolojik özelliklerini, doğal döngüsünü ve bu döngünün süreçlerini etkilemiştir. Bunun bir sonucu olarak yüzey sıcaklıklarında ve hava sıcaklıklarında değişiklikler meydana gelmiştir.

İklim sisteminde vazgeçilmez bir yere sahip olan sera gazları, güneş ve yer radyasyonunu tutarak, atmosferin ısınmasında başlıca etkilendirler. Sera gazlarının bulunmaması durumunda yeryüzünün sıcaklığının bugüne göre 30 °C daha soğuk olacağı hesaplanmıştır (Keskin 2007).

Yukarıda yazılmış olan nedenlerden dolayı iklim değişiklikleri gerçekleşmektedir. Uzun ve kısa vadede bu değişikliklerin etkileri de görülmektedir ve bu etkilerin çok fazla olumsuz bir hal almaması için çalışmalar devam etmektedir.

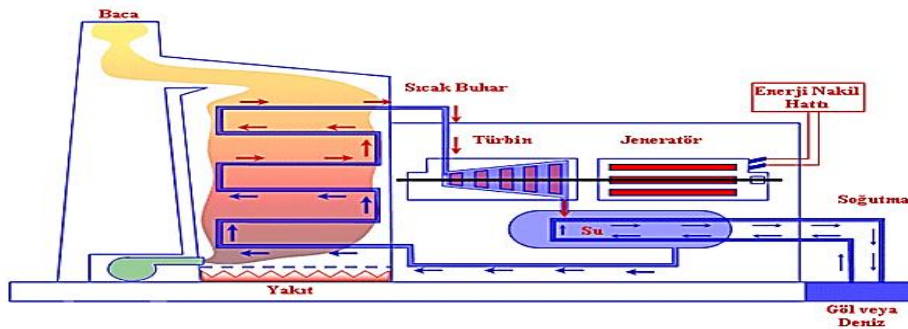
Küresel ısınma sonucu, özellikle, su kaynaklarında azalma, orman yangınları ve kuraklık ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar olacaktır. Akarsu havzalarındaki yıllık akımlarda meydana gelecek azalma sonucunda kentlerde su sıkıntıları başlayacak; tarımsal ve kentsel su gereksinimi artacaktır. İklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarındaki azalma, tarımsal üretim üzerinde olumsuz etki yapacaktır. Kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak, yıllık ortalama sıcaklığın artması, çölleşmeyi, tuzlanmayı ve erozyonu arttıracaktır.

Mevsimlik kar ve kar örtüsünün kapladığı alan azalacak, karla örtülü dönem kısılacaktır. Kar erimesinden kaynaklanan akış zamanı ve hacmindeki değişiklik, su kaynakları, tarım, ulaştırma ve enerji sektörlerini olumsuz etkileyecektir. Bunlara ek olarak, küresel ısınma, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının kayması gibi değişikliklere de neden olacaktır (Türkeş vd. 2000).

2.3 TERMİK SANTRALLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Termik santraller, kömür, akaryakıt veya gaz gibi fosil yakıtların yakılması yoluyla elektrik üretir. Bu santrallerde, ocağın kazan bölümünde dolanan su, çok sıcak buhar haline dönüşür ve bu buhar, elektrik akımı üreten alternatörlere bağlı türbinleri çalıştırır. İlk büyük petrol krizi sanayileşmiş Batılı ülkelerde bu tip termik santrallerin yapımını yavaşlattı. Ancak halen bu tip santraller, birçok ülkede enerji açığını kapatmakta görev üstlenmeye devam etmektedir (URL-6 2012).

Termik Santralın Çalışma Yöntemi: Elektrik enerjisine dönüştürülecek olan termik enerjiyi üretmek için, yakıt bir buhar kazanında yakılır. Buhar kazanı, bir ocak ile bir boru demetinden oluşur; boruların içinde dolanan su, burada ısıtılır ve buhar haline geldikten sonra türbinlere gönderilir. Eğer yakıt olarak kömür kullanılıyorsa, bu kömür önce öğütülüp toz haline getirilir; sonra sıcak havayla karıştırılır ve brülörle buhar kazanının yanma odasına püskürtülür. Eğer sıvı yakıt kullanılıyorsa, bu sıvı yakıt önce akışkanlığının artması için ısıtılır, sonra kullanılır (Şekil 2.6) (URL-6 2012).



Şekil 2.6 Termik Santral çalışma Şeması (URL-7 2012).

Termik Santraldeki Enerji Dönüşümleri: Yakıt kullanılarak elde edilen ısı enerjisi kazanda kinetik enerjiye çevrilir. Buradan türbine iletilen enerji mekanik enerjiye dönüşür. Son olarak alternatöre gelen mekanik enerji burada elektrik enerjisine dönüşür (URL-6 2012).

Termik santrallerin ürettiği ısının bir bölümü çevreye atılır. Soğutma suyunun sağlandığı kıyı ve ırmak suları birkaç derece ısınır. Kömürün yanmasıyla oluşan küllerin bir bölümü bacaların elektrostatik filtrelerinden dışarı sızar. Bütün fosil yakıtlar azot ve kükürt içerir ve bu maddeler yanma sonrasında oksitler halinde atmosfere karışır. Çevre uzmanlarına göre gaz atıklar, ormanlar için son derece zararlı olan asit yağmurlarının en önemli nedenidir (URL-6 2012).

Kömür ile çalışan termik santraller, doğaya saldıkları katı ve gaz atıklar sebebiyle, hem atmosferin kirlenmesinde hem de ekosistemin zarar görmesinde çok etkili rol alırlar. Yetmişli yıllarda termik santrallerin üretimini arttırmak amacıyla yeni tekniklerin uygulanması, düşük kaliteli kömürlerin değerlendirilmesi olanaklarını arttırmış ve yanma sonucunda da düşük kaliteli linyit kömürlerin oluşturduğu gaz ve toz emisyonları ile büyük miktardaki katı atıklar ve gazlar meydana gelmiştir (Baba 2000).

Termik santraller linyit kömürünün çıkarılmasından yakılan kömürün oluşturduğu külün depolanmasına kadar geçen birbirine bağımlı birçok süreçle çevrelerinde önemli çevre kirliliği oluşturdukları gibi bu kirlilikten insan, hayvan ve bitkiler de etkilenmektedir. Termik santrallerin oluşturduğu çevre kirliliği hava, su ve toprak kirliliği olmak üzere üç grupta incelenebilir (Goncaloğlu vd. 2000).

2.3.1 Hava Kirliliği

Termik santrallerde kullanılan linyit kömürün yanması sonucu kömürün içeriğinde bulunan mineral maddeler yanmaz ve uçucu kül olarak reaktörden çıkarlar. Reaktör çıkışında bulunan elektro filtreler normalde bu mineral maddelerin büyük bir bölümünü arıtabilmektedir. Fakat her termik santralde sık sık bakım ve onarım çalışmaları yapılmaktadır. Bu nedenle her zaman en az bir ünite yedek vardır. Çalışma süresini dolduran birinci ünitenin bakım ve onarımı tamamlanincaya kadar ikinci ünite devreye sokulur. Yeni ünitelerin ilk çalışmaları esnasında teknik nedenlerden dolayı elektro filtreler devreye sokulmaz. Bu sırada baca dumanından çıkan uçucu küllerin atmosfere salınması sonucu önemli ölçüde hava kirliliği meydana gelir. Bacadan çıkan uçucu küller ağırlıklarına ve atmosferde maruz kaldıkları olaylara göre bacadan çıktıktan sonra belirli mesafelerde yere çökerler. Bu olayla uçucu küllerdeki Karbon monoksit (Co), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd) gibi metal bileşikleri,

baca dumanından çıkan Azot oksitler (NO_x) ve Kükürt dioksit (SO_2) gazlarının toksik etkisini artırarak asit yağmurlarının oluşmasına sebep olur.

Türkiye'nin sahip olduğu en bol fosil kaynaklı yakıt, düşük kaliteli ve yüksek derecede kirlenmeye yol açan linyittir ve bol bulunduğundan ülke enerji üretiminin belkemiğidir. Ancak bu tür kömürün kullanımı çok yüksek miktarlarda Kükürt dioksit (SO_2), Azot oksitler (NO_x), Karbon monoksit (CO), Ozon (O_3), hidrokarbonlar, Partiküler Madde (PM) ve kül oluşturmaktadır (Zouboulis and Tzimou 1990).

2.3.2 Su Kirliliği

Bir bölgeye termik santral kurulması ile termik santral yakınında bulunan göl, gölet, deniz gibi su yığınları santral tarafından soğutma suyu olarak kullanılır. Santral bölgesindeki suyun sıcaklığı santral kurulmadan önceki suyun sıcaklığı arasında farklılık gösterir. Santral suyu soğutma suyu olarak kullanıp sıcak bir şekilde geri bırakacaktır. Bu durumda suda yeni bir sıcaklık dengesi oluşacaktır. Bunun sonucu olarak bu sıcaklık artışı su içerisindeki canlılar ve metabolizmaları açısından hızlandırıcı, katalizleyici, kısıtlayıcı, dondurucu ve öldürücü gibi çeşitli olumlu ya da olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu sıcaklık değişimi ayrıca sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonunun da azalmasına neden olmaktadır.

Termik santraller kullandıkları soğutma suyunu pompalar yardımıyla çekerek, arıtmadan geçirilir ve bu süreçte geçici sertlik giderimi, çöktürme ve mikroorganizmaların yok edilmesi aşamalarında kimyasal maddeler ilave edilmektedir. Kullanılan bu kimyasallar soğutma suyunun bir alıcı ortama verilmesi durumunda kirliliğe sebep olmaktadır.

2.3.3 Toprak Kirliliği

Termik santral bacasından çıkan uçucu küller zamanla toprak yüzeyine iner ve etkileşim içinde olurlar. Bunun sonucunda toprak kirliliği meydana gelir. Ayrıca, yanma sonucu ortaya çıkan linyit külleri de kül barajında toprak üzerinde depolanarak toprak kirliliğine sebep olmaktadır. Bir diğer etkende dolaylı bir etki olan linyit çıkarılırken alınan toprağın başka bir yere taşınmasıyla yanlış arazi kullanımı ile toprak kirliliğine neden olmaktadır.

Asit yağmurunun toprağa düşmesi sonucu toprağın asiditesi artar ve bu kuvvetli asidik çözeltiler topraktaki iyonize kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+}), potasyum (K^{+}) gibi minerallerin kaybına neden olur. Bu mineraller ağaçların büyümesi ve kendilerini yenilemeleri için yaşamsal öneme sahiptirler. Toprakta pH %5' in altına düşerse toprak sıvısı içinde alüminyum ve ağır metallerin konsantrasyonu artar. Kurak mevsimlerde topraktaki nemin azalması sonucu bu maddeler iyice yoğunlaşır ve bitki kökleri için öldürücü etki gösterirler (Wangen and Williams 1978).

Döküm alanlarındaki atıkların yeryüzünü etkilemesi, toprak ve doğal drenaj konturlarının bozulması ve bunun sonucu olarak toprak erozyonu, seller ve kara parçalarının çökmesi şeklinde gerçekleşirken, sulu ortamların etkilenmesi, yer altı ve yerüstü sularının kalitelerinin düşmesi şeklinde görülür. Atmosferin etkilenmesi ise, hava kalitesinin partikül ve gaz yayılımları nedeniyle bozulması ve iklimin değişmesi şeklinde ortaya çıkar. Bu olası hava, kara ve su kirliliği, canlıların ve buldukları ortamların zarar görmesine olduğu kadar, çeşitli ekosistemlerin değişmesine ve yok olmasına, yiyecek kaynaklarının zarar görmesine ve çevresel değişimlere neden olabilir (Akar 2001).

Termik santral küllerinin toplandığı alanda (kül depolarında) oluşan Radon gazı havaya ulaşmaktadır. Bu küllerin üzeri toprakla örtülse dahi toprağın gözeneklerinden geçen Radon gazı havaya karışır. Radon gazı 3.8 günlük bir süre içinde polonyuma ve aktif kurşuna dönüşebilmektedir. Bu nedenle kül yığınları çevreye radyoaktivite yayar. Bacadan atılan maddelerin içinde belki de en önemlisi, linyitte bulunan ve yanma ile açığa çıkarak etrafa yayılan uranyumdur. Uranyum da ayrı bir sorun yaratmaktadır (Zouboulis and Tzimou 1990).

BÖLÜM 3

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLERİNİN İZLENMESİ

İklim değışikliğinin, çevre ve insan sağlığı açısından oluşturabileceği olumsuz etkilerin azaltılabilmesi için izlenmesi gerekmektedir. Bu etkilerin izlenmesi için farklı meslek gruplarından birçok yöntem mevcuttur.

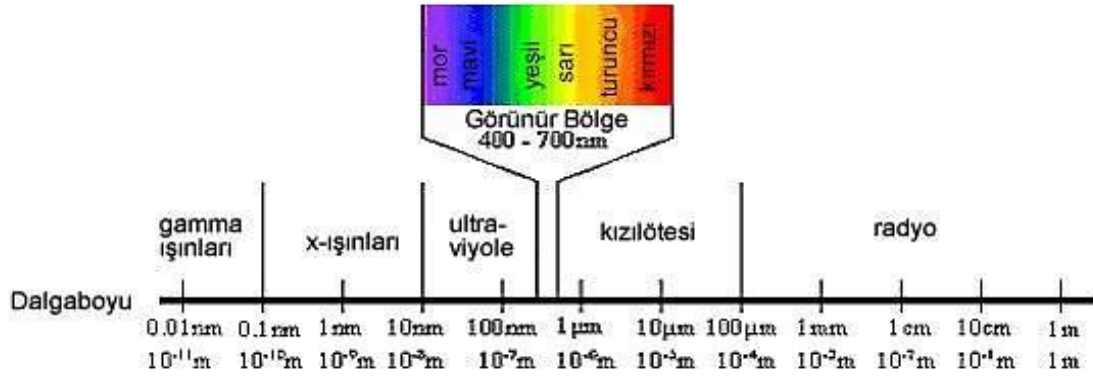
3.1 UZAKTAN ALGILAMA TEKNİĞİ

Uzaktan Algılama; dünya yüzeyinden yansıyan veya yayılan, elektromanyetik spektrumun bir veya daha fazla bölgesindeki elektromanyetik ışını kullanan, havadan bir bakış açısıyla elde edilen görüntüler aracılığıyla kara parçaları ve deniz yüzeyi hakkında bilgi elde edinilen bir uygulamadır (Campbell and Wynne 2011).

3.1.1 Uzaktan Algılama Hakkında Genel Bilgiler

Uzaktan algılama yoluyla elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait birçok bilgiyi içinde barındırır. Bu bilgiler yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin uyduların alıcıları tarafından algılanarak çeşitli bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Her bir bantta o bandın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansıma değerleri bulunur. Birden fazla bant bir araya gelerek bir görüntü oluşturabildiği gibi, tek bir banttan oluşan görüntüler de mevcuttur (Çelik vd. 2004).

Hava fotoğrafları uzaktan algılamanın temel taşlarındandır. Günümüzde uzaktan algılama verisi; kameralar ve sensörler ile donatılmış uçaklar, insansız hava araçları ve uydular tarafından sağlanmaktadır. Kameralar ve sensörler görüntüyü; Şekil 3.1'de görülen elektromanyetik spektrumda “spektrum görüntü bölgesi” (spectral image region) olarak adlandırılan ultraviyole, görünen ve kızılötesi bölgelerinde, yer yüzünden yansıyan ve yayılan enerjiyi ölçerek oluştururlar (Anon. 2002).



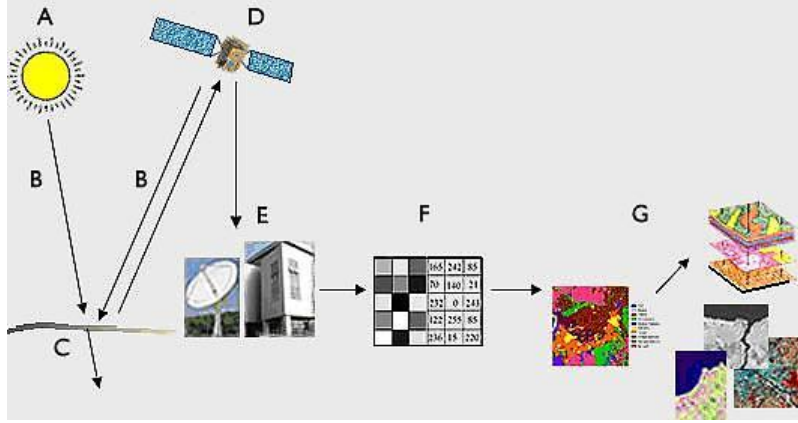
Şekil 3.1 Elektromanyetik spektrum üzerindeki spektrum görüntü bölgesi.

Uzaktan algılamanın temelini oluşturan esas olay algılamadır. Algılayıcılar tipine göre sınıflandırılır. Uydular algılama tekniğinde kullandıkları enerji kaynaklarına göre Aktif Algılama ve Pasif Algılama olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Pasif Algılama: Pasif algılayıcılar, gözlemlenen nesne veya faaliyet alanından yayılan ya da yansıtılan doğal enerjiyi algırlar. Yansıtılan güneş ışını, pasif algılayıcılar tarafından algılanan en bilindik enerji kaynağıdır. Pasif algılayıcılar, bir enerji kaynağına gerek duydıkları için gece ve kötü hava koşullarında alınan görüntüler kullanışlı olmamaktadır (URL-8 2012).

Aktif Algılama: Aktif algılayıcılara radar örnek olarak gösterilebilir. Aktif algılayıcılar, yeryüzüne mikrodalga sinyali gönderirler ve sinyalin geri yansımını kaydederek yeryüzü özelliklerini belirlemektedir. Aktif algılayıcılar kendi enerjilerini üretirler. Bu nedenle herhangi bir hava koşulundan etkilenmezler. Ayrıca gece ve gündüz sürekli ölçüm yapabilirler (Campbell and Wynne 2011).

Uzaktan algılama işlemleri, hedefin ve gelen ışının arasındaki etkileşime bağlı olarak aşağıda şekli ve açıklamaları yapılan 7 unsuru içermektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Uzaktan algılamada görüntü elde etme işlemleri.

- A. Enerji Kaynağı ve Aydınlatma:** Uzaktan algılamanın ilk gereksinimi, aydınlatma için örneğin güneş gibi bir enerji kaynağı veya hedefin özelliğine uygun elektromanyetik enerjidir.
- B. Yayım ve Atmosfer:** Enerji, kaynaktan hedefe doğru yayılırken atmosferin engellemesi ile karşılaşır. Bu engelleme ikinci defa hedeften algılayıcıya giderken de meydana gelir.
- C. Yer Yüzeyinin Engellemesi:** Yer yüzeyine gelen enerji, yüzeyin ve yayımın özelliğine bağlı olarak engellenir.
- D. Algılayıcının Enerjiyi Kaydı:** Enerjinin atmosferdeki dağılmasını veya hedeften yansımalarını takiben algılayıcı, elektromanyetik enerjiyi toplar ve kaydeder.
- E. Gönderme, Alma ve İşleme:** Algılayıcının kayıt ettiği enerji verisi, işlenerek görüntü haline getirileceği istasyona, ekseriyetle elektronik olarak gönderilir.
- F. Kıymetlendirme ve Analiz:** Görüntü üzerindeki hedefler görerek veya sayısal ya da elektronik olarak değerlendirilir.
- G. Uygulama:** Elde edilen bilgilerin, muhtelif alanlarda kullanılması veya özel problemlerin çözümüne yardım edecek hale getirilmesi işlemlerini içermektedir (Anon. 2002).

Uzaktan algılamada farklı amaçlar için kullanılan, teknik özellikler ve çözünürlük açısından farklılık gösteren uydu sistemleri bulunmaktadır. Günümüzde haritacılık ve uzaktan algılama

alanında yoğun olarak kullanılan birçok uydu sistemi mevcuttur. Tez Çalışmasında kullanılan uydular olan Landsat ve Terra uyduları ve özellikleri bir sonraki başlıklarda belirtilmiştir.

3.1.2 Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları

Son zamanlarda bilim dünyasında hızla yükselen bir potansiyele sahip bir bilim dalı olan Uzaktan Algılama çok fazla kullanım alanına sahiptir. Ülke kaynaklarının yönetilmesinden atmosferik yapıların izlenmesine kadar birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Uzaktan algılama kullanım alanları genel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir (URL-9 2006):

- Kentsel ve Bölgesel Planlama
- Kent Yönetimi ve Belediyecilik
- Çevre Yönetimi
- Doğal Kaynak Yönetimi
- Yer Bilimleri-Petrol ve Maden Arama
- Afet ve Kriz Yönetimi
- Tarım ve Ormancılık
- Meteoroloji
- Ulaşım Planlaması
- Turizm
- Mülkiyet-İdari Yönetim
- İstatistik
- Sağlık Yönetimi
- Eğitim
- Pazarlama-Bankacılık
- Savunma, Güvenlik.

Yukarıda yazılan kullanım alanlarına ek olarak son yıllarda küresel ısınma, iklim değişikliği gibi sorunların ortaya çıkmasından dolayı iklim biliminde de kullanılmaya başlanan uzaktan algılama tekniği, bu konuda sağladığı olanaklar nedeniyle bilim adamları tarafından çok fazla tercih edilmektedir ve etkili sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

3.1.3 Landsat Uydusu

Landsat uydularının ilki 1972 yılında uzaya fırlatılmıştır. Bu uydunun o zamanki kısa adı ERTS-1 (Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu)'dur. Uydunun temel amacı, yeryüzü kaynaklarının araştırılmasıdır. 1975 yılında ismi Landsat olarak değiştirilmiş ve bu tarihte fırlatılan ikinci uydu Landsat-2 olarak faaliyete geçmiştir. Daha sonra sırasıyla; 1978 yılında Landsat-3, 1982'de Landsat-4 ve 1984'te Landsat-5 uyduları uzaya gönderilmiştir. Landsat-4 uydusunun atıldıktan kısa bir süre sonra arızalanması nedeniyle, 1 Mart 1984'te fırlatılan Landsat-5 uydusu Landsat-4 için planlanan görevleri yerine getirmektedir. 5 Ekim 1993'de fırlatılan Landsat-6 yörüngeye yerleştirme esnasında yaşanan sorunlar nedeniyle hiç kullanılamamıştır. 15 Nisan 1999'da yörüngesine yerleştirilen Landsat-7 uydusu, görünür ve yakın kızılötesi (VNIR) ile kısa dalga kızılötesi (SWIR) bantta 30 m, pankromatik bantta 15 m, termal bantta (TIR) ise 60 m çözünürlüğe sahip görüntüler sağlamaktadır. Uydunun yörünge yüksekliği 705 km ve şerit genişliği 185 km'dir (Özbalmumcu ve Erdoğan 2001). Landsat uydu sistemleri ve özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Landsat uydu sistemleri ve özellikleri.

UYDU	TARİH	ALGILAYICI TİPİ	ÇÖZÜNÜRLÜK			ŞERİT GENİŞLİĞİ (km)
			Konumsal (m)	Radyometrik (bit)	Zamansal (gün)	
LANDSAT-1/2/3 (NASA/EOSAT)	1972-78/ 1975-82/ 1978-83	MSS	80	8 bit	18	180
LANDSAT-4/5 (Space Imaging)	1982-87/ 1984-	TM	30	8 bit	16	183
		TM	30	8 bit	16	183
		TM	120	8 bit	16	183
LANDSAT-7 (NASA)	1999-	Pankromatik	15	8 bit	16	185
		ETM	30	8 bit	16	185
		ETM	60	8 bit	16	185

3.1.4 Terra (ASTER) Uydusu

Terra (ASTER) uydusu, 18 Aralık 1999 tarihinde Kaliforniya'daki Van Der Berg Hava Üssü'nden başarıyla fırlatılmıştır. Uydu üzerinde ASTER, MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer), CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System), MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere) ve MISR (Multi-angle Imaging Spectroradiometer) olmak üzere beş değişik modül bulunmaktadır. ASTER, Terra platformu üzerindeki tek yüksek rezolasyonlu bir aygıttır. Aster modülü, değişiklik tespiti, kalibrasyon/geçerlilik ve yeryüzü çalışmalarında diğer Terra aygıtları için yakınlaştırıcı lens

olarak hizmet etmesi yönünden önemli bir aygıttır. Aster modülü her yörünge dönüşü boyunca ortalama 8 dakikalık veri toplayabilmektedir. Japon Ekonomi-Ticaret ve Endüstri Bakanlığı tarafından yapılmıştır. Aster modülü sayesinde, dünyanın yüksek çözünürlüklü (15m'den 90 m'ye kadar) ve 14 banttan (VNIR-SWIR-TIR) oluşan görüntülerini elde edilebilmektedir. ASTER verisi; arazi yüzeyi sıcaklığını, yansıtım, parlaklık değişim oranlarını ve yükseklik haritalarını çıkarmak için kullanılmaktadır (URL-10 2009). Terra (ASTER) uydusu ve özellikleri Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Terra (ASTER) uydu sistemi ve özellikleri.

UYDU	TARİH	ALGILAYICI TİPİ	CÖZÜNÜRLÜK			ŞERİT GENİŞLİĞİ (km)
			Konumsal (m)	Radyometrik (bit)	Zamansal (gün)	
ASTER/ TERRA	1999-	ASTER	15	8 bit	48 (16)	60
			30	8 bit	48 (16)	60
			90	12 bit	48 (16)	60

3.1.5 Termal (Isıl) Uzaktan Algılama ve Kullanım Alanları

Termal uzaktan algılama, ilk olarak elektromanyetik spektrumun termal kızılötesi bölgesinde elde edilen verinin alınması, işlenmesi ve yorumlanması ile uğraşan bir uzaktan algılama dalıdır. Termal uzaktan algılamada, optik uzaktan algılamada yapılan hedeften yansıyan ışının ölçülmesinin aksine, hedefin yüzeyinden neşredilen ışın kaydedilir. Termal uzaktan algılama, yayılan ışını belirlediğimiz için diğer uzaktan algılama verilerini tamamlayan ve kaya tipleri, toprak nemi, jeotermal bozukluklar gibi yüzey materyal ve özelliklerini belirlemeye yardımcı olan bir yöntemdir (Prakash 2000).

Termal yani ısıl algılama; elektromanyetik spektrumun termal bölgesinde maddelerin güneşten gelen ya da sahip oldukları radyasyonu yayma miktarlarını ölçerek sahip oldukları ısıl özelliklerini araştırmak ve analiz etmek için kullanılmaktadır (Merry 2004, Başar 2008).

Uzaktan algılama biliminde son zamanlarda öne çıkan bir alan olan termal uzaktan algılamada yersel platformlarla, hava araçları yardımıyla veya uydular aracılığı ile uygulamalar yapılmaktadır.

Termal uzaktan algılamada ısı kanaldaki bantlar ile birçok uygulama gerçekleştirilmektedir. Isıl kanala sahip görüntüler girdi olarak kullanılarak yapılabilecek uygulamaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Jeolojik birimler ve yapıların belirlenmesi
- Toprak nemi çalışmaları
- Hidroloji
- Kıyı bölgeleri
- Yanardağ bilimi
- Orman yangınları
- Deprem bilimi
- Çevresel modelleme
- Meteoroloji
- Tıp bilimleri
- Askeri istihbarat
- Isı adaları vb.

Isıl kanalın girdi olarak kullanıldığı alanlara bakıldığında iklim değişikliği çerçevesinde birçok etkeni gözler önüne sermek için kullanılacak en etkili yöntemlerden birisi olarak gösterilebilir. Bu bakımdan termal uzaktan algılama maliyet bakımından birçok yöntemden ucuz ve aynı zamanda büyük yüzölçümüne sahip alanlarda uygulanabilirliği açısından da cazip bir yöntemdir.

3.2 DİĞER YÖNTEMLER

İklim değişikliklerinin modellenmesi ve izlenmesi amacıyla tüm dünyada birçok bilim dalında araştırmalar ve uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Mesleğimizin bir diğer disiplini olan Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ile de iklim değişiklikleri izlenebilmekte ve iklim parametreleri ortaya çıkarılabilmektedir.

Orijinal olarak ilk zamanlarda askeri amaçlarla kullanılan GPS, sivil kullanımlar için araştırmacılara sunulmuştur. GPS; ticari, bilimsel kullanımlar, takip ve gözetleme için kullanılan yararlı bir yapıdır. Sivil kullanım alanları; saat senkronizasyonu, afet yardımı ve

acil durum hizmetleri, araç ve insan yeri belirleme, coğrafi etiketleme, harita yapımı, navigasyon, faz ölçmeleri, yersel ölçmeler, tektonik hareketler vb. olarak gösterilebilir. Son yıllarda bunlara ek olarak deprem ve iklim biliminde de çalışmalar yapılmaktadır (URL-12 2012).

İklim değişikliğindeki GPS uygulamaları; deniz seviyesi ölçümleri, tsunami uyarı sistemi, buzullardaki değişimler vb. ayrıca GPS küresel bir termometre biçiminde kullanılarak iklim değişikliği izlenebilir (Thomas et al. 2010, URL-13 2008).

GPS kullanarak, araştırmacılar; sıcaklık, nem ve yerel basınca bağlı olarak atmosferin bir karakteristiği olan kırılabilirliğin dikey profillerini ölçebilir. Bu kırılabilirlik bilgisinden hava tahmini modellerinde kullanılan sıcaklık ve nem bilgilerini çıkarmak mümkündür (Yuan et al. 1993).

Bevis et al. (1992) yaptıkları çalışmada atmosferik su buharı içeriğini belirlemek için GPS kullanım yöntemini önermişlerdir. Bu öneride, yer tabanlı bir GPS üzerini kaplayan su buharı yaklaşık %5'lik bir hata payı ile ölçülen “zenit ıslaklık gecikmesi” ile hesaplanabilir.

Hydrografik ölçmeler yapılarak su derinliğinde oluşan değişimler ve bunun iklim değişiklikleri ile olan ilişkileri çıkarılmaktadır. Bunun yanında, bilim adamları bir bölgede iklim değişikliğinin olup olmadığını söylemek için o bölgenin ya eski zamanlardaki iklim bilgisine sahip olmalıdırlar ya da eski iklim bilgisini yapılacak gözlemlerle tahmin etmelidirler. Bu yöntemin yapılması için bilim adamları, jeolojik yapılar veya fosil bitki kalıntılarını incelemektedirler. Fosil kayıtlardaki kanıt, dünyanın geçmişteki ikliminin bugünkünden çok farklı olduğunu göstermektedir. Eski iklim ve iklim değişikliğini belirlemek, asıl iklimimizi daha iyi anlamamıza ve gelecek için neler yapılabileceğine yardımcı olur (URL-14 2001).

Eski zaman iklimini belirlemek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Fosil ve polen kayıtları üzerinde çalışma yapılması, buzullardan ve kutupsal buz zirvelerinden derin buz katmanları çıkarılması, dendroklimatoloji biliminde ağaçlardaki büyüme halkaları üzerinde çalışılması, bu yöntemlerden birkaçıdır. Tüm bu yöntemler, bize geçmiş sıcaklık, yağış miktarı, rüzgarın hız dağılımı ile atmosferin kimyasal yapısı hakkında ipucu sağlamaktadır. Eski iklimin

belirlenmesinde ayrıca Arkeoloji Bilimi de çalışmalar yapmaktadır. Yerleşim ve tarım alanlarındaki değişimler eski iklim hakkında bilgiler sunmaktadır (URL-14 2001).

Meteorolojik gözlemler ile iklim değişikliği kayıtlarının izlenmesi en klasik yöntemdir. Gözlem istasyonları kurularak veriler alınır ve bu verilerin analizi yapılarak sonuçlar ortaya konmaktadır.

Bu yöntemlerin dışında daha birçok bilim dalı iklim değişikliği çerçevesinde çalışmalar yapmakta ve her geçen gün farklı bilim dallarından bu bilim dallarındaki farklı branşlardan birçok yöntem ortaya atılarak küresel ve bölgesel iklim değişikliği çalışmaları yapılmaktadır.

BÖLÜM 4

YER YÜZEY SICAKLIĞININ UYDU GÖRÜNTÜLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ

Yüzey sıcaklığı, dünya enerji dengesi, terleme ve buharlaşma, kuraklık, küresel değişim ve ısı adası konularında önemli bir faktördür. Küresel ölçekte dünya sistemini daha iyi anlayabilmek için, son yıllarda uydu verilerinden Yer Yüzey Sıcaklığı (LST) ve Deniz Yüzey Sıcaklığı (SST) elde etmek için birçok yaklaşım geliştirilmiştir (Bhattacharya and Dadhwal 2003, Li and Becker 1993).

Yer yüzey sıcaklığı, toprak üzerindeki enerji dengesini yöneten önemli bir parametredir ve çevre ile dünya kaynaklarının dinamik değişimini yönlendiren önemli bir belirleyici etkidir (Qin and Karnieli 1999).

LST belirlemek için birçok algoritma mevcuttur. Algoritma farklılıklarının olması, termal kanala sahip uyduların aynı termal sensörden değil farklı termal sensörlere sahip olması ve sonuçların doğruluklarının daha yüksek olmasını sağlamak anlamına gelmektedir. Bu tür ölçümler meteoroloji istasyonları tarafından da yapılabilir fakat geniş ölçekli değildir ve istasyon kurulması ve bakımları maliyetli işlemlerdir.

Değişik veri kaynaklarına göre LST elde etme yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılan algoritmalar; Bölünmüş pencere (split-window) yöntemi (Sobrino et al. 1996), sıcaklık/yayınırılık ayırma (temperature/emissivity separation) yöntemi (Gillespie et al. 1998), tek pencere (mono-window) yöntemi (Qin et al. 2001), tek kanal (single channel) yöntemidir (Jimenez-Munoz et al. 2003).

Landsat TM 5 verisine genellikle üç farklı LST elde etme yöntemi uygulanır. Bunlar; ışınlam transferi denklemi, tek pencere algoritması ve tek kanal algoritmasıdır. Tüm bu algoritmalar iyi sonuç vermesine rağmen, ışınlam transferi denklemi, uydu geçişinin olduğu sırada yerinde

atmosferik parametrelerin ölçülmesi gerektiğinden mümkün değildir. Tek pencere algoritması, 0.9 Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) kök ortalama kare sapması ile tek kanal algoritmasından daha iyidir (Liu and Zhang 2011, Sobrino et al. 2004).

Tez çalışmasında Landsat TM 5 görüntülerine tek pencere algoritması uygulanmıştır. 2001’de Qin et al. Landsat TM 5 görüntülerinden tek pencere algoritması ile LST hesaplanabileceğini ileri sürmüştür. Bu algoritma için üç ana parametre gerekmektedir. Bunlar; yayınlılık, atmosferik geçirgenlik ve ortalama atmosferik sıcaklıktır. Bu verilerin bir takım denklemler yardımıyla elde edilebilmesi için meteoroloji genel müdürlüğünden bu görüntülere ait tarihlerdeki sıcaklık ve nem verileri alınmıştır. Tek pencere algoritmasının bir takım adımları vardır. Bu adımlar sırasıyla aşağıda gösterilmiştir.

i. Parlaklık Değerlerinin Spektral Radyans Değerlerine Dönüştürülmesi

Parlaklık değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi için (4.1) eşitliğinde verilen denklem Landsat-7 uydusu kullanım kılavuzundan alınmıştır.

$$L_{\lambda} = [(LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}) / (QCALMAX - QCALMIN)] \times [QCAL - QCALMIN] + LMIN_{\lambda} \quad (4.1)$$

L_{λ} : Sensördeki spektral radyans ($\text{MW} \cdot \text{c}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$)

$LMAX_{\lambda}$: QCALMAX’a göre ölçeklendirilen spektral radyans

$LMIN_{\lambda}$: QCALMIN’e göre ölçeklendirilen spektral radyans

$QCAL$: Parlaklık değerleri

$QCALMAX$: Maksimum parlaklık değeri

$QCALMIN$: Minimum parlaklık değeri

dir.

Parlaklık değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi parlaklık ve kontrast (offset and gain) düzeltmesi için yapılır (Milder 2008).

ii. Spektral Radyans Değerlerinin Yansıtım Değerlerine Dönüştürülmesi

Birinci aşamada elde edilen radyans değerleri Landsat-7 uydusu kullanım kılavuzundaki denklem yardımıyla sensördeki yansıtım değerlerine dönüştürülür. Bu dönüşüm için kullanılan denklem (4.2) eşitliğinde gösterilmiştir.

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos \theta_s} \quad (4.2)$$

ρ_p : Sensördeki yansıtım değerleri

L_λ : Sensördeki spektral radyans

d : Dünya-Güneş arası mesafe

$ESUN_\lambda$: Ortalama atmosferik solar irradyans

θ_s : Solar zenit açısı

dır.

$ESUN_\lambda$ değerine her bir bant için Landsat-7 kullanım kılavuzundan ulaşılabilir (Çizelge 4.1). Solar zenit açısı görüntünün metadata dosyasından alınacak veriler yardımıyla hesaplanabilir. Dünya-güneş mesafesine; görüntünün tarihinin, yılın hangi gününe denk geldiğine bakılarak o gün dünya-güneş arası mesafenin ne kadar olduğu Landsat-7 uydusu kullanım kılavuzunda da yer alan EK A'daki çizelgeden alınarak hesaba katılır.

Çizelge 4.1 Landsat TM 5 uydusu her bant için güneş irradyans değerleri.

BAND	Vat/(m ² .µm)
1	1997
2	1812
3	1533
4	1039
5	230.8
6	84.9
7	1362

Yansıtım değerleri sadece Landsat TM 5 uydusunun üçüncü ve dördüncü bantları üzerinde uygulanır. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) hesaplanmasında bant üç ve bant dört kullanılacaktır. Algılayıcı yansıtım değerleri hesabı, solar yükseklik açısı ve dünya-güneş mesafesi gibi sensör ve gezegensel etkileri düzeltmek için yapılır (Milder 2008).

iii. Radyans Değerlerinin Parlaklık Sıcaklığı Değerlerine Dönüştürülmesi

Landsat TM 5 uydusu, 6. bant için bu dönüşüm uygulanır. Dönüşüm denklemi (4.3), birinci ve ikinci denklemlerde olduğu gibi Landsat-7 kullanım kılavuzundan elde edilebilir.

$$T = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1 \right)} \quad (4.3)$$

T: Sensördeki parlaklık sıcaklığı (°K)

K₁: Birinci kalibrasyon sabiti

K₂: İkinci kalibrasyon sabiti

L_λ: Sensördeki spektral radyans

dır. Kalibrasyon sabitleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Kalibrasyon sabitleri.

	K₁	K₂
LANDSAT 7	666.09	1282.71
LANDSAT 5	607.76	1260.56

iv. Yer Yüzey Yayırlık (ε_i) Hesabı

Yayırlık; kara cisim teorisiyle karşılaştırıldığında, toplam gelen ışın enerjisinin, emilen ışın enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak, madde ne kadar mat ve siyah olursa, yayırlığı bire o kadar yakın olur. Madde ne kadar yansıtıcı olursa, yayırlığı o kadar düşük olur. Yayırlık hesabı NDVI değerleri yardımıyla hesaplanabilmektedir (Liu and Zhang 2011, Van de Griend and Owe 2003, Zhang et al. 2006).

• NDVI Hesabı

NDVI, son yıllarda bitki örtüsü belirlemek için uzaktan algılama alanında çok sık kullanılmaktadır. NDVI hesabı için yansıtım değerleri hesaplanmış görüntülerden 4. bant olan yakın kızılötesi (NIR) ve 3. bant olan kırmızı (R) bant arasında (4.4) eşitliğinde görüldüğü gibi matematiksel bir işlem yapmak gerekir.

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (4.4)$$

- **Yayınrlık Tahmini**

2006'da Zhang, NDVI kullanılarak tamamen bir yer yüzey yayınrlık yöntemi elde edilebileceğini ileri sürmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 NDVI-yayınrlık ilişkisi (Liu and Zhang 2011'den değiştirilerek).

No	NDVI	YER YÜZEY YAYINIRLIĞI (ϵ_i)
1	NDVI < -0.185	0.995
2	-0.185 ≤ NDVI < 0.157	0.97
3	0.157 ≤ NDVI ≤ 0.727	1.0094 + 0.047ln(NDVI)
4	NDVI > 0.727	0.99

Bu çizelgedeki değerlerin görüntü üzerine işlenmesi için Erdas Imagine modeller ikonundan koşul denklemi yazılarak yapılabilir. Fakat çalışmamızda sadece yer yüzey sıcaklığı değerlerini ele alacağımız için 3. denklemi kullanmamız yeterli olacaktır.

- v. **Atmosferik Geçirgenlik Hesabı**

Atmosferik geçirgenlik su buharı kullanılarak tahmin edilebilir (Liu and Zhang 2011, Sun et al. 2010, Qin et al. 2001).

- **Su Buharı (w_i) içeriğinin hesaplanması**

Su buharının hesaplanabilmesi için (4.5) eşitliğindeki denklem kullanılabilir (Liu and Zhang 2011, Yang et al. 1996, Li 2006).

$$w_i = 0.0981 \times 10 \times 0.6108 \times \exp \left(\frac{17.27 \times T_0 - 273.15}{237.3 + T_0 - 273.15} \right) \times RH + 0.1697 \quad (4.5)$$

w_i (g/cm^2): Su buharı içeriği

T_0 ($^{\circ}K$): Yakın yüzey sıcaklığı

RH (%): Bağıl nem

dir. Sıcaklık ve nem verileri meteoroloji istasyonlarından alınarak su buharı içeriği hesaplanabilir.

- **Atmosferik geçirgenlik (τ_i) hesabı**

Landsat TM 5 için atmosferik geçirgenlik tahmininde kullanılabilecek denklemler aşağıdaki gösterilmektedir (Çizelge 4.4) (Liu and Zhang 2011, Sun et al. 2010, Qin et al. 2001).

Çizelge 4.4 Atmosferik geçirgenlik-su buharı ilişkisi (Liu and Zhang 2011'den değiştirilerek).

Profiller	Su Buharı (w_i)(g/cm ²)	Geçirgenlik Tahmini Denklemi (τ_i)	Kare Düzeltilmesi	Standart Hata
Yüksek Hava Sıcaklığı	0.4-1.6	$0.974290-0.08007 \times w_i$	0.99611	0.002368
	1.6-3.0	$1.031412-0.11536 \times w_i$	0.99827	0.002539
Düşük Hava Sıcaklığı	0.4-1.6	$0.982007-0.09611 \times w_i$	0.99563	0.003340
	1.6-3.0	$1.053710-0.14142 \times w_i$	0.99899	0.002375

vi. Ortalama Atmosferik Sıcaklık Hesabı (T_a)

Ortalama atmosferik sıcaklık hesabı aşağıdaki denklemler yardımıyla, Çizelge 4.5 esas alınarak bulunulan bölgeye göre hesaplanabilmektedir (Liu and Zhang 2011, Sun et al. 2010, Qin et al. 2001).

Çizelge 4.5 Bölgelere göre ortalama atmosferik sıcaklık denklemleri (Liu and Zhang 2011'den değiştirilerek).

BÖLGE	ATMOSFERİK SICAKLIK DENKLEMİ (T_a) (K)
USA 1976	$23.9396 + 0.88045 \times T_0$
Tropikal	$17.9769 + 0.91715 \times T_0$
Orta Meridyen Yaz	$16.0110 + 0.92621 \times T_0$
Orta Meridyen Kış	$19.2704 + 0.91118 \times T_0$

vii. Tek Pencere Algoritması ile LST Hesabı

Tek pencere algoritmasının denklemleri ile LST, yayınlılık, geçirgenlik ve ortalama atmosferik sıcaklık verilerinin katkılarıyla (4.6) eşitliğinde gösterilen denklem ile hesaplanmaktadır (Liu and Zhang 2011, Qin et al. 2001).

$$T_s = \frac{a \cdot (1-C-D) + b \cdot (1-C-D) + C+D \cdot T_i - D \cdot T_a}{\div C} \quad (4.6)$$

$$a = -67.355351, b = 0.458606, C = \varepsilon_i \times \tau_i, D = (1 - \tau_i)[1 + (1 - \varepsilon_i) \times \tau_i]$$

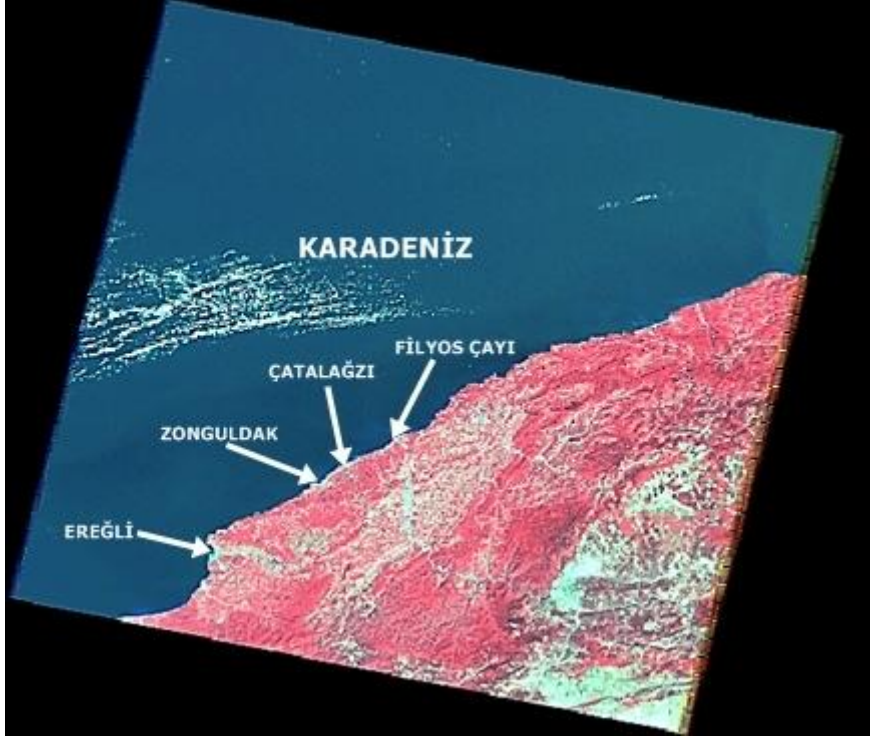
T_s ; °K cinsinden yer yüzey sıcaklığını, T_i ; °K cinsinden parlaklık sıcaklığını; ε_i ; yayınlırlığı, τ_i ; atmosferik geçirgenliği, T_a ; ortalama atmosferik sıcaklığını ifade etmektedir. Denklem içinde bulunan a ve b katsayıları algoritma sabitleridir.

Ülkemizin Batı Karadeniz kısmında yer alan Zonguldak, Düzce, Bolu, Karabük ve Bartın illeri ile komşudur. Şehir topografik yapı olarak engebeli bir yapıya sahiptir. Şehrin dış kesimlerinde tarıma elverişli düz alanlar da bulunmaktadır.

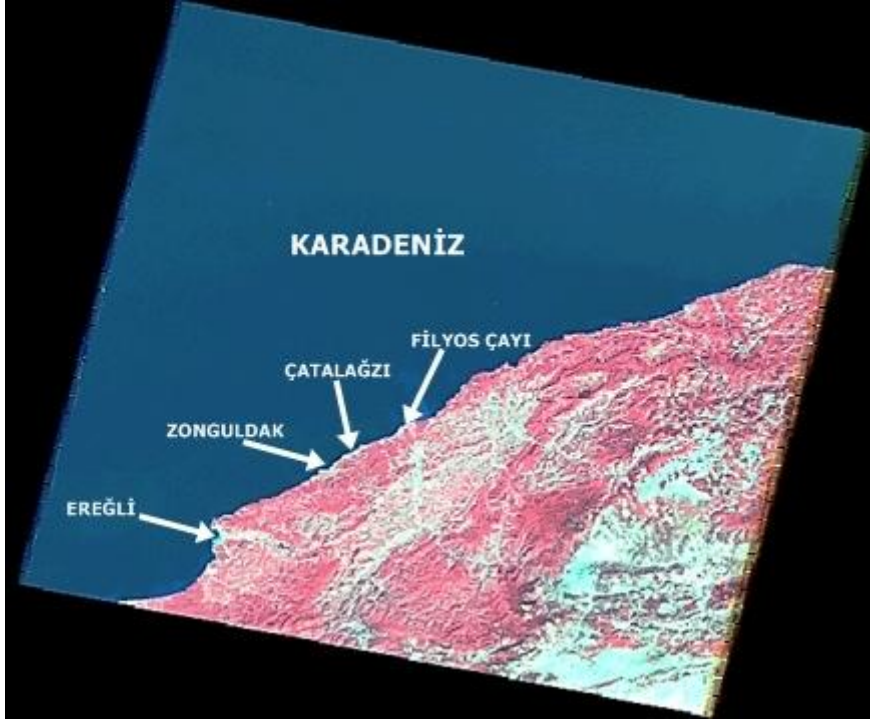
Batı Karadeniz kıyılarında uzanan şehir, ormanlık alan bakımından da zengin bir yapıya sahiptir. Ormanların kapladığı alan 348612 hektardır. Bu alanların 185555 hektarı koru, 163057 hektarı açıklık alandır. Ormanlık alan genele bakıldığında %52'lik bir yüzdeye tekabül etmektedir. Ormanların %93'ü koru, %7'si bataklık vasfındadır. Ormanların, 164336 hektarı verimli 21219 hektarı verimsiz ormandır.

Uygulamada Landsat TM 5 uydusuna ait 18.09.2007 ve 28.08.2011 tarihli uydu görüntüleri yer yüzey sıcaklığı ve bitki indeksi analizinde kullanılmıştır (Şekil 5.2 ve Şekil 5.3). 25.01.2008 tarihli Terra (ASTER) uydusuna ait yüzey kinetik sıcaklığı görüntüsü termik santralin soğutma suyunu denize sıcak olarak aktarmasını göstermek için kullanılmıştır (Şekil 5.4). Görüntülerin işlenmesi verilerin alınması için Erdas Imagine v9.2 ve ENVI 5.0 programları kullanılmıştır.

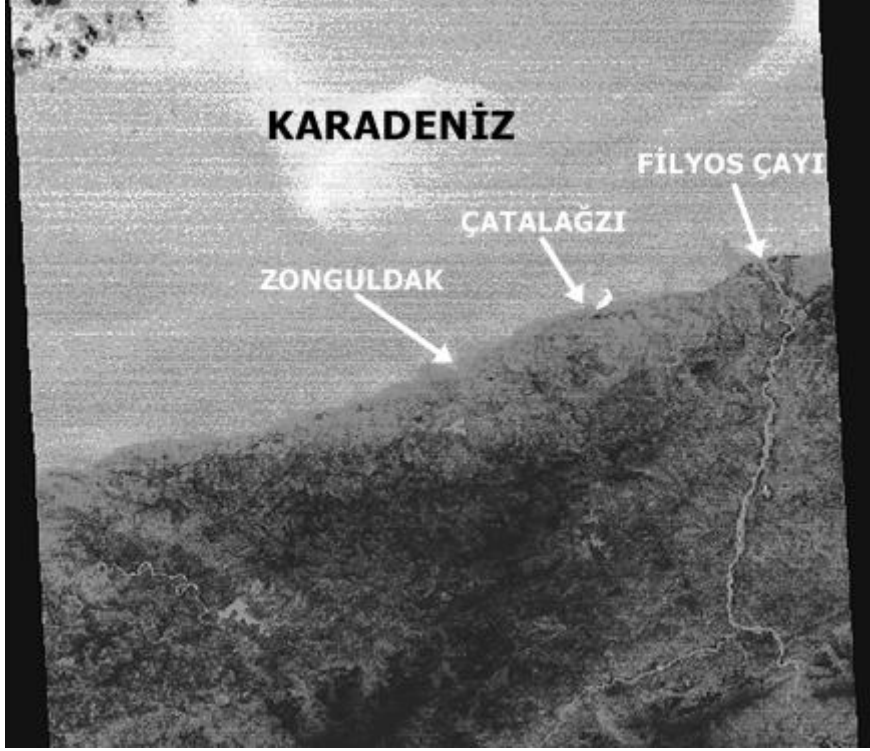
Terra (ASTER) uydusuna ait yüzey kinetik sıcaklığı verisi yanında, çalışma alanını kapsayan geometrik olarak düzeltilmiş Aster görüntüleri de split-window algoritması ile LST belirlemek için satın alınmıştır. Fakat bu görüntülere split-window algoritması uygulanmasında bazı algoritma adımlarında problemler yaşandığı için görüntüler çalışmaya eklenmemiştir. Bu görüntülerde ortaya çıkan problemler sonuçlar bölümünde açıklanacaktır.



Şekil 5.2 28.08.2011 tarihli çalışma alanımızı kapsayan 4,3,2 bant kombinasyonlu Landsat TM 5 uydu görüntüsü.



Şekil 5.3 18.09.2007 tarihli çalışma alanımızı kapsayan 4,3,2 bant kombinasyonlu Landsat TM 5 uydu görüntüsü.



Şekil 5.4 25.01.2008 tarihli çalışma alanımızı kapsayan Terra (ASTER) uydusuna ait gri skalalı tek bant yüzey kinetik sıcaklığı görüntüsü.

5.3 METOT

Landsat görüntüleri Bölüm 4’te bahsedilen tek pencere algoritmasına göre işlenerek yer yüzey sıcaklıkları elde edilmiştir. Yer yüzey sıcaklıkları için kullanılan bu görüntüler, aynı zamanda NDVI hesaplanması için de kullanılmışlardır. “Erdas Imagine modeller” ikonu kullanılarak bu işlemler gerçekleştirilmiştir. İşlem adımları aşağıdaki sırayla gerçekleştirilmiştir. Uygulamada, Landsat TM 5 uydu görüntülerinin üç, dört ve altıncı bantları işlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü bantlar yüzey yansırılık tahmini için gerekli olan NDVI hesabı için gerekmektedir. Altıncı bant ise Landsat TM 5 uydusunun ısı bandıdır. Sıcaklık hesaplaması bu bant üzerinden gerçekleştirilmektedir. Ayrıca algoritmada kullanılacak olan sıcaklık ve nem verileri Zonguldak meteoroloji müdürlüğünden temin edilmiştir (Çizelge 5.1).

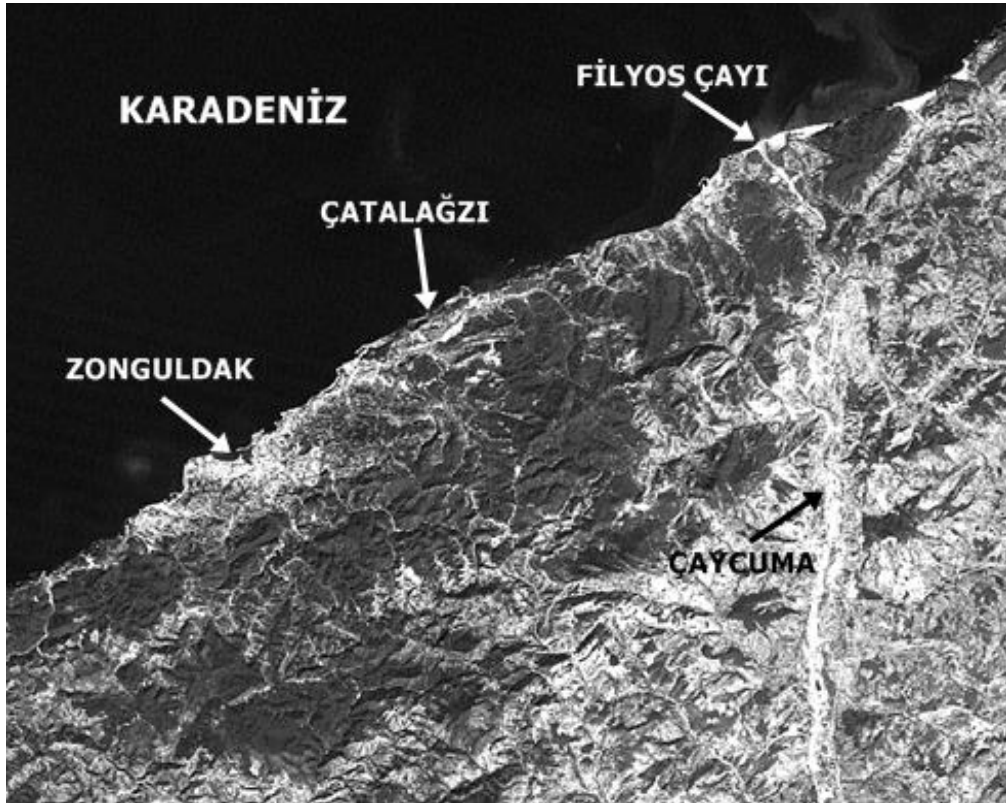
Çizelge 5.1 Görüntülerin alındığı tarihlerdeki sıcaklık ve nem değerleri.

Tarih	Yerel Saat	Sıcaklık(°C)	Nem(%)
28.08.2011	09:00	20,7	70
18.09.2007	09:00	21	78

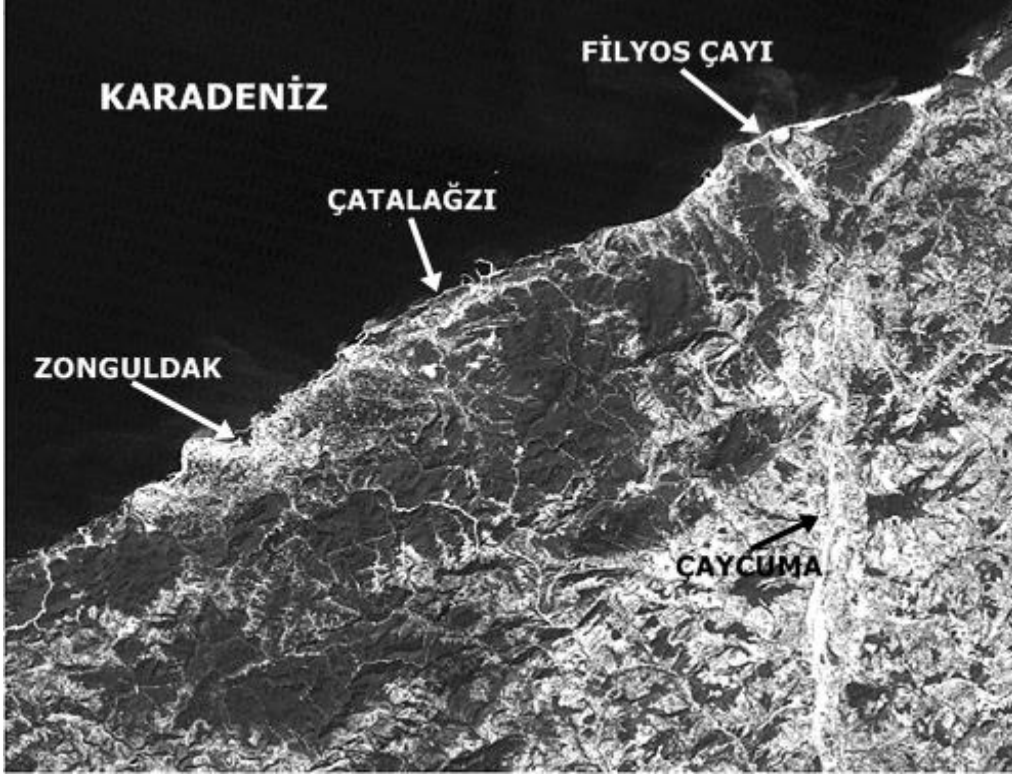
i. Parlaklık Değerlerinin Spektral Radyans Değerlerine Dönüştürülmesi

Çalışmada kullanılan görüntüler, geometrik olarak düzeltilmiş, piksellere parlaklık değerleri atanmış görüntülerdir. Bu görüntülerin yorumlama bakımından daha zengin hale getirilmesi için parlaklık değerleri radyans değerlerine dönüştürülmüştür. Bu işlem görüntünün 3, 4 ve 6. bantları için uygulanır (Şekil 5.5, Şekil 5.6). Dönüşüm denklemi Erdas Imagine modeller ikonunda gerçekleştirilmiştir.

Denklemden geçen bilinmeyen maksimum ve minimum radyans ve parlaklık değerlerine her bir bant için Landsat uydu görüntüsünün bulunduğu dosyadaki metadata dosyasından ulaşılabilmektedir.



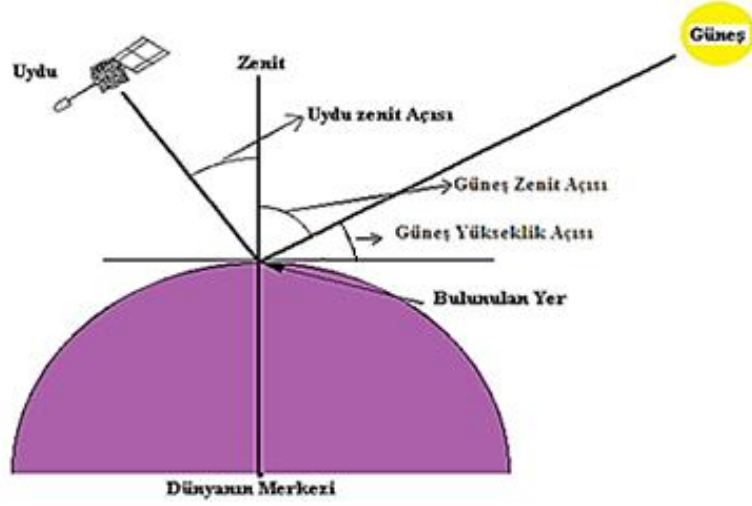
Şekil 5.5 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat uydu 3. bant radyans görüntüsü.



Şekil 5.6 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu 3. bant radyans görüntüsü.

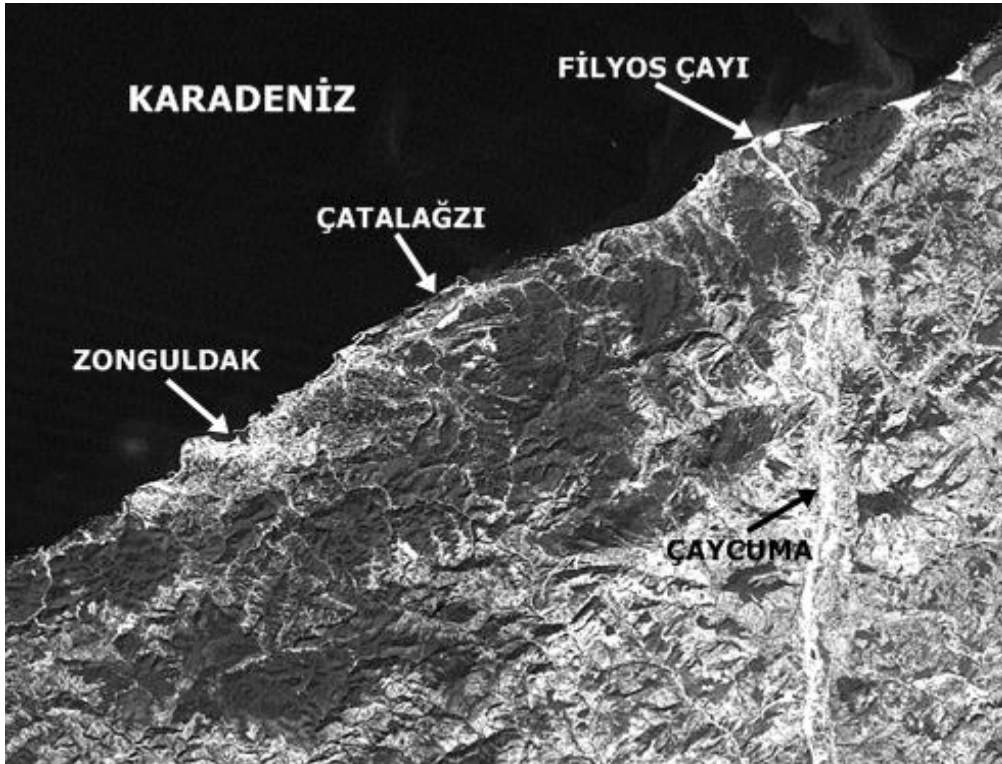
ii. Spektral Radyans Değerlerinin Yansıtım (Reflectance) Değerlerine Dönüştürülmesi

Hesaplanan radyans değerleri üzerinden yansıtım değerleri hesaplanmıştır. Yansıtım değerlerinin hesaplanmasında bilinmeyenler; solar irradyans değeri, dünya-güneş mesafesi ve solar zenit açısıdır. Solar irradyans değerlerine, Landsat-7 kullanım kılavuzundan her bant için ulaşılabilir. Dünya-güneş arası mesafe hesabında ise öncelikle görüntünün alındığı yıl ve tarih metadatadan öğrenilir. Hangi yıl hangi ay ve hangi gün de alınmışsa görüntü, bu günün yılın kaçınıcı gününde olduğu internetten belirlenmiştir. Yılın kaçınıcı günü olduğu belirlendikten sonra yine internet ortamından ulaşılacak EK A'da sunulan dünya-güneş mesafeleri listesinden bu gündeki mesafe alınarak hesaba katılmıştır. Güneş zenit açısı ise, metadata içindeki bilgilerden güneş yükseklik açısı alınmış ve 90 dereceden farkı alınarak solar zenit açısı hesaplanmıştır (Şekil 5.7).

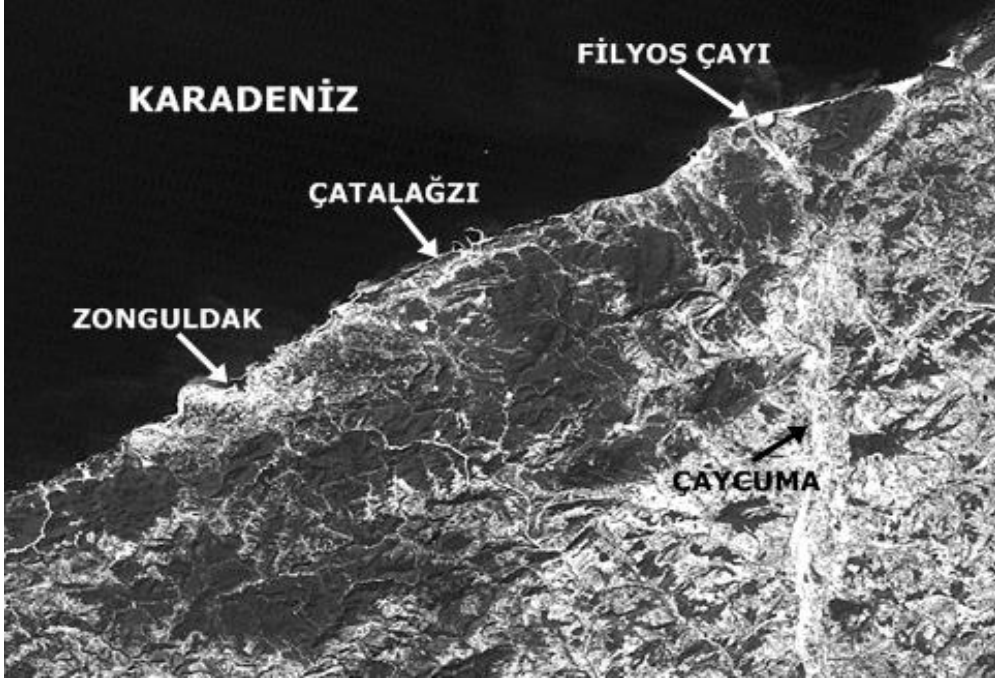


Şekil 5.7 Güneş yükseklik açısı ve Güneş zenit açısı şematik gösterimi (URL-15 2011'den değiştirilerek).

Yansıtım hesabı, görüntülerin yalnızca 3 ve 4. bantlarına uygulanmış ve görüntüler elde edilmiştir (Şekil 5.8, Şekil 5.9). NDVI hesabı için bu dönüşüm gerekmektedir.



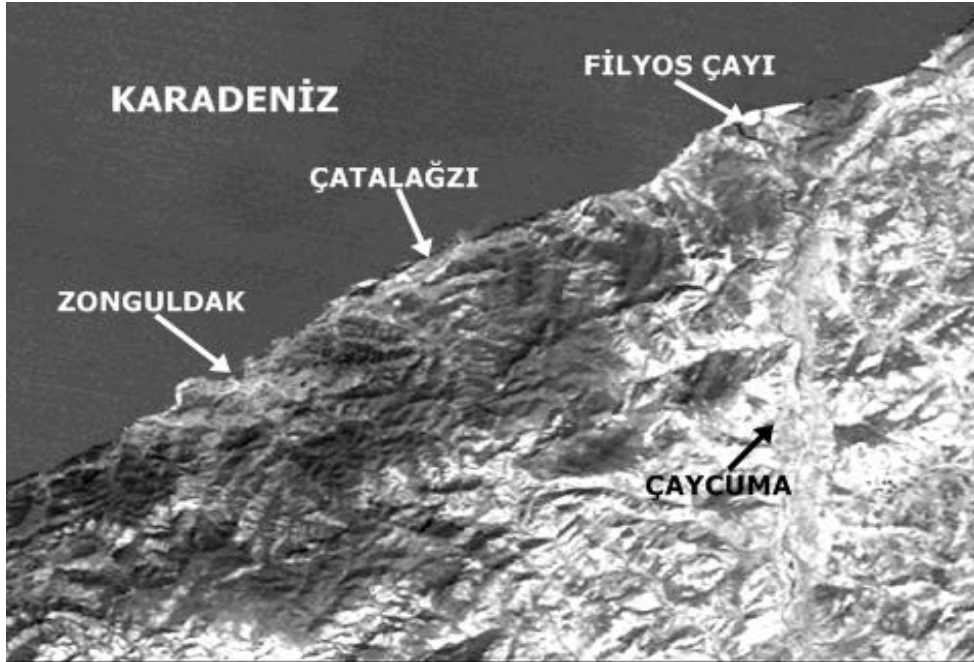
Şekil 5.8 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu 3. bant yansıtım görüntüsü.



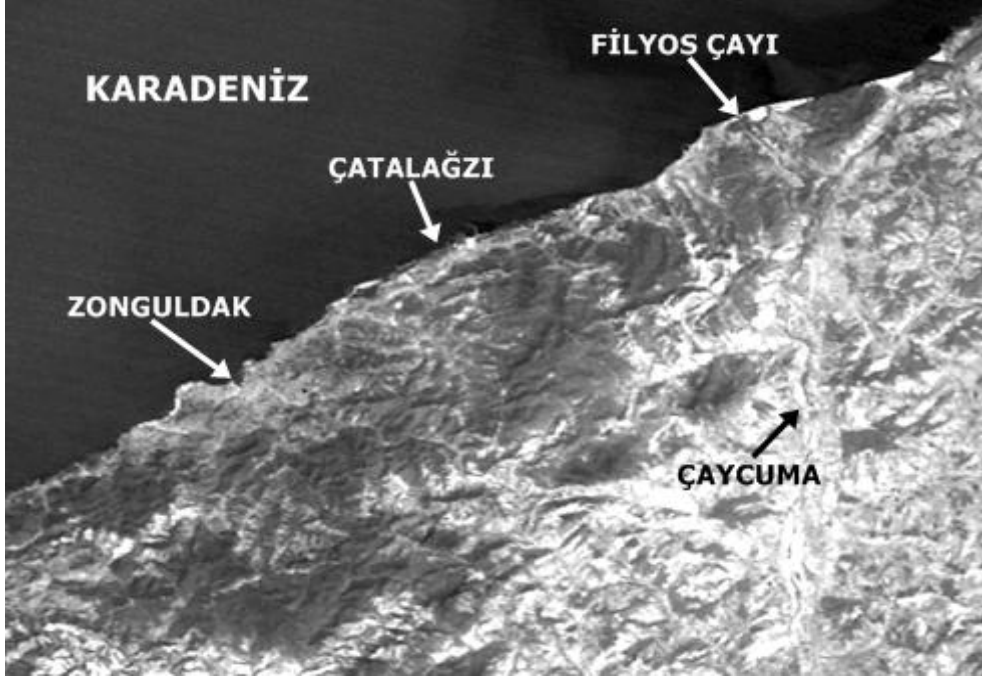
Şekil 5.9 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu 3. bant yansıtım görüntüsü.

iii. Radyans Değerlerinin Parlaklık Sıcaklığı Değerlerine Dönüştürülmesi

Isıl bant (6. bant) için bu dönüşüm uygulanmıştır. Dönüşüm ile sensördeki sıcaklık değerleri hesaplanmıştır (Şekil 5.10, Şekil 5.11).



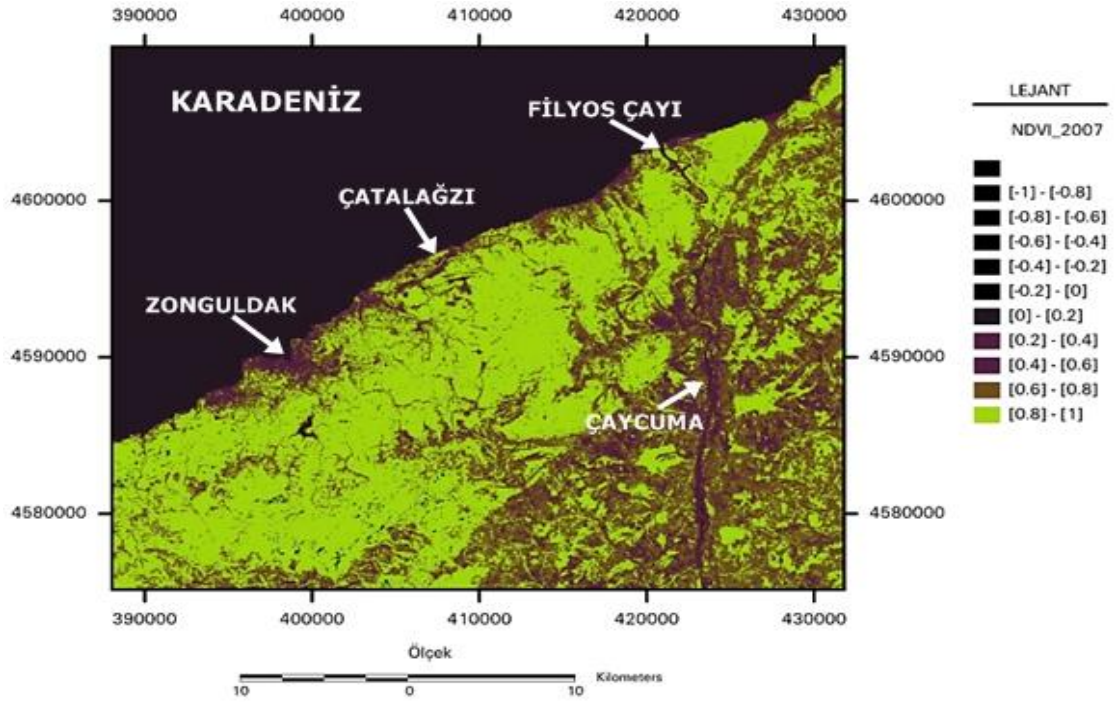
Şekil 5.10 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu 6. bant parlaklık sıcaklığı görüntüsü.



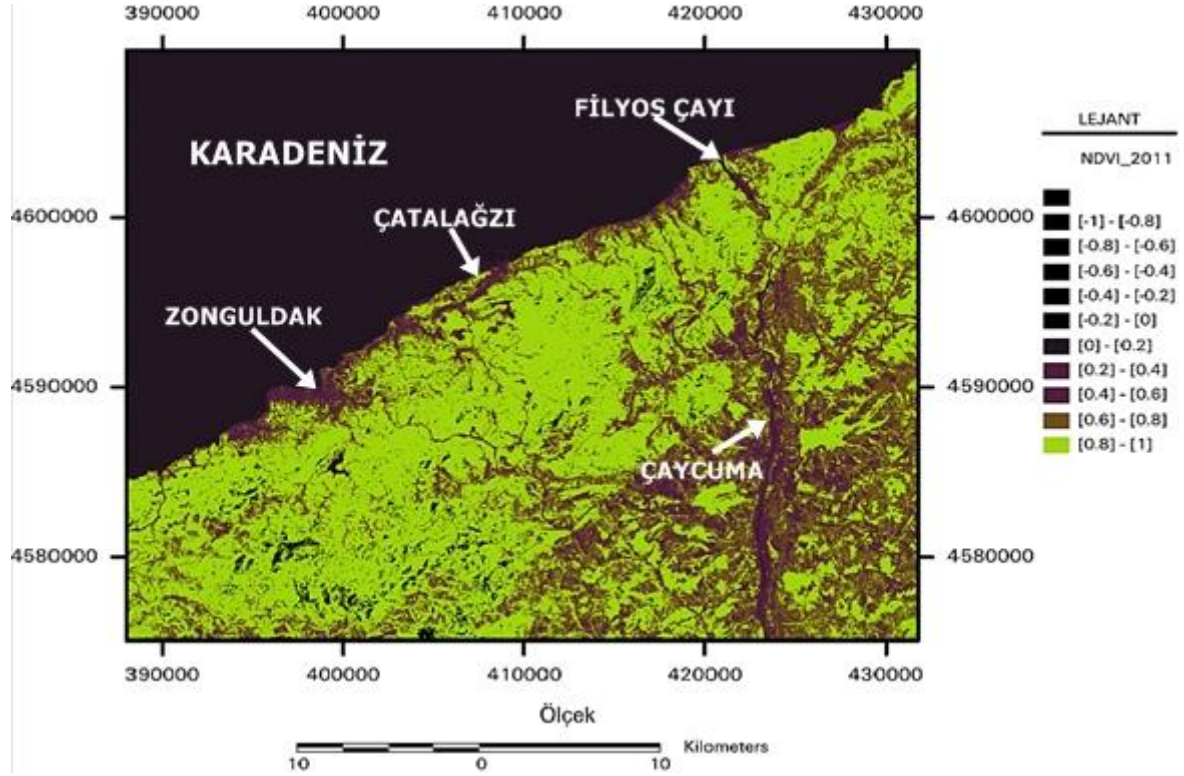
Şekil 5.11 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu 6. bant parlaklık sıcaklığı görüntüsü.

iv. Yer Yüzey Yayınlılık (ϵ) Hesabı

Yayınlılık hesabı için öncelikle NDVI görüntüleri oluşturulmuştur (Şekil 5.12, Şekil 5.13).

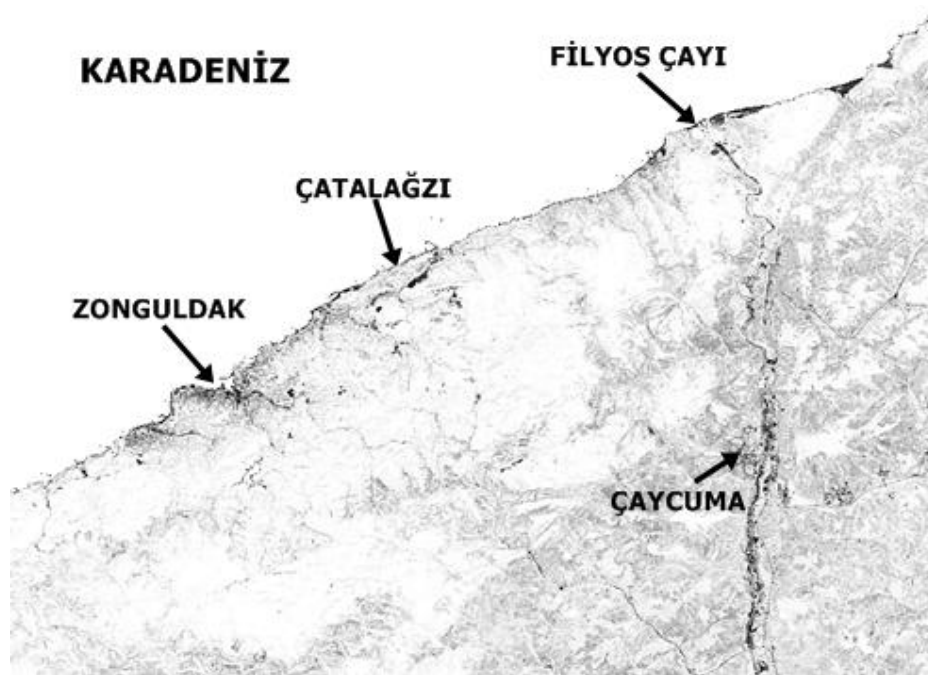


Şekil 5.12 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.

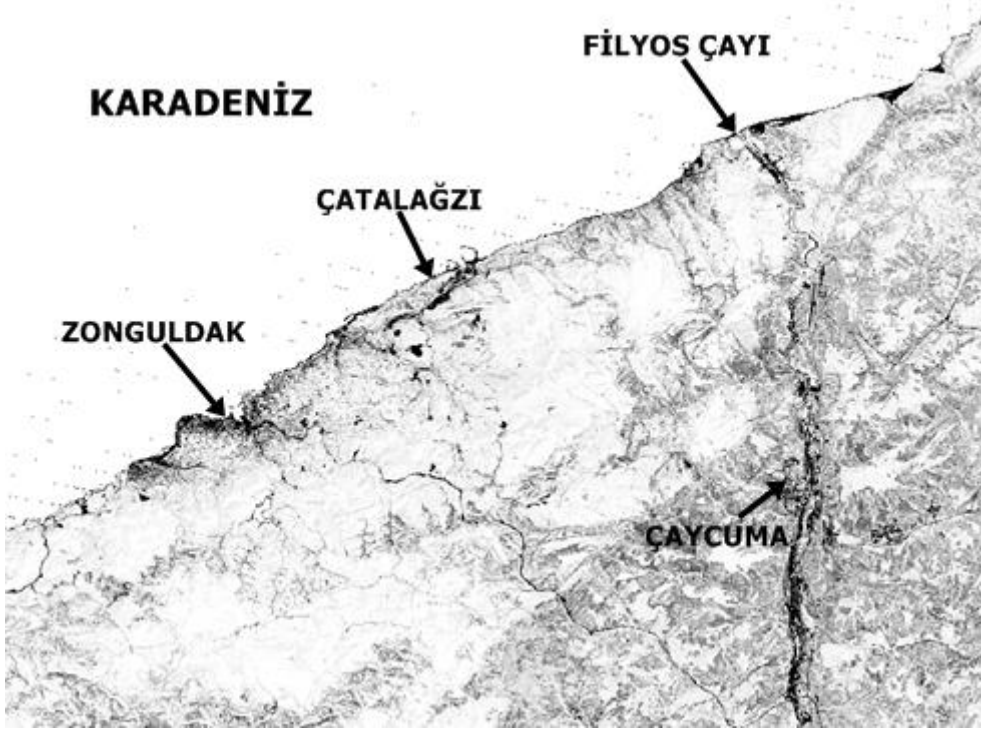


Şekil 5.13 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.

NDVI değerleri hesaplandıktan sonra Çizelge 4.3'deki NDVI değerlerine karşılık gelen yayınlılık değerleri için Erdas Imagine modeller ikonundan uygun denklem yazılarak yayınlılık görüntüleri oluşturulmuştur (Şekil 5.14, Şekil 5.15).



Şekil 5.14 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu yayınlılık görüntüsü.



Şekil 5.15 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu yayınlık görüntüsü.

v. Atmosferik Geçirgenlik Hesabı

Atmosferik geçirgenlik için öncelikle yakın yüzey sıcaklığı ve neme bağlı olarak su buharı içeriği hesaplanmıştır. Görüntülerin tarihlerine ait nem ve sıcaklık verileri Zonguldak Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınmıştır. Çalışmamızda 2007 görüntüsü için su buharı değeri 1.8775 g/cm^2 , 2011 görüntüsü için bu değer 1.8463 g/cm^2 olarak hesaplanmıştır.

Atmosferik geçirgenlik hesabı, hesaplanan su buharı değerleri için dördüncü bölümde Çizelge 4.4' de belirtilen denklemlerden $1.031412 - 0.11536 * w_i$ ile hesaplanmıştır. Bu denklemle elde edilen atmosferik geçirgenlik değerleri; 18.09.2007 tarihi için 0.8148, 28.08.2011 tarihi için 0.8184 olarak hesaplanmıştır.

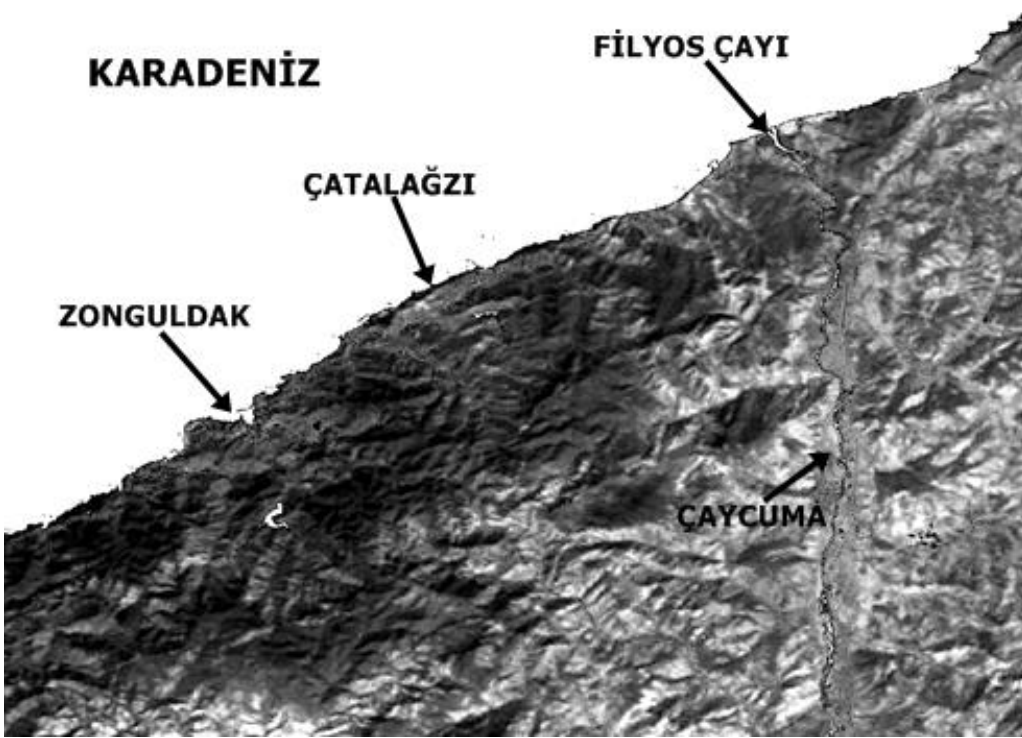
vi. Ortalama Atmosferik Sıcaklık Hesabı

Ülkemiz coğrafi olarak orta meridyen ılıman kuşakta yer almaktadır. Bu nedenle ortalama atmosferik sıcaklık hesabı için kullanacağımız bölge, dördüncü bölümdeki Çizelge 4.5'de bulunan orta meridyen yaz bölgesi olarak seçilmiştir. Hesap için kullanılacak denklem

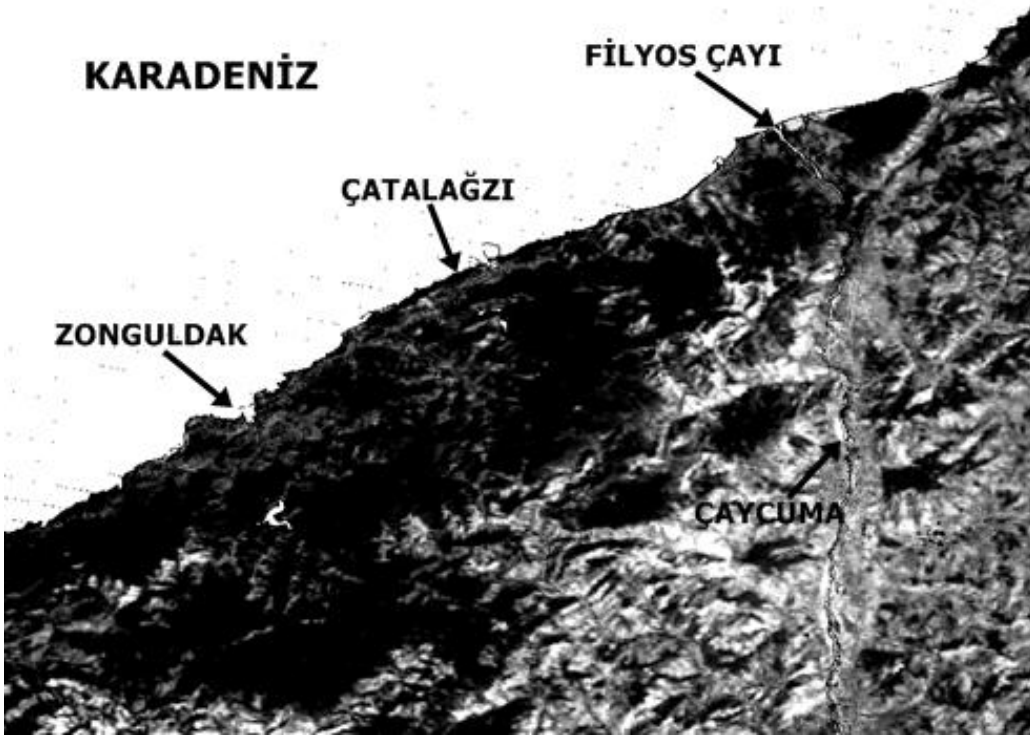
$16.0110+0.92621*T_0$ 'dır. Ortalama atmosferik sıcaklık değerleri 18.09.2007 tarihi için 288.4556715 °K, 28.08.2011 tarihi için 288.1778085 °K olarak hesaplanmıştır.

vii. Tek Pencere Algoritması ile LST Hesabı

Son adım olarak yer yüzey sıcaklığı için kullandığımız algoritma olan, yayınlık, atmosferik sıcaklık ve geçirgenlik verileri ile hesaplanan tek pencere algoritması kullanılarak yer yüzey sıcaklıkları görüntüleri oluşturulmuştur (Şekil 5.16, Şekil 5.17). Görüntülerdeki gri tonlamada açık tondan kapalı tona gidildikçe sıcaklık yüksekten düşüğe doğru bir yol izliyor demektir. Bu bağlamda, görüntü üzerinde kapalı tonlar daha soğuk, açık tonlar ise daha sıcaktır.



Şekil 5.16 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli Landsat TM 5 uydusu yer yüzey sıcaklığı görüntüsü.



Şekil 5.17 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli Landsat TM 5 uydusu yer yüzey sıcaklığı görüntüsü.

Algoritmanın uygulanması için yapılması gereken görüntü işlemedeki tüm adımlar Erdas Imagine 9.2 programının modeller ikonu kullanılarak yapılmıştır. Görüntüler ilk olarak teker teker modellerde işlenmiştir daha sonra 3,4 ve 6. bantların girilerek hesaplanması gereken dış sayısal parametrelerinde elle hesaplandıktan sonra giriş değerleri tanımlanarak tamamen LST hesabına yönelik bir model oluşturulmuştur (Şekil 5.18).

santrallerin bu kapsamda oluşturabileceği muhtemel etkiler ele alınarak bölgesel iklim değişikliğine etki edebilecek olan nedenler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

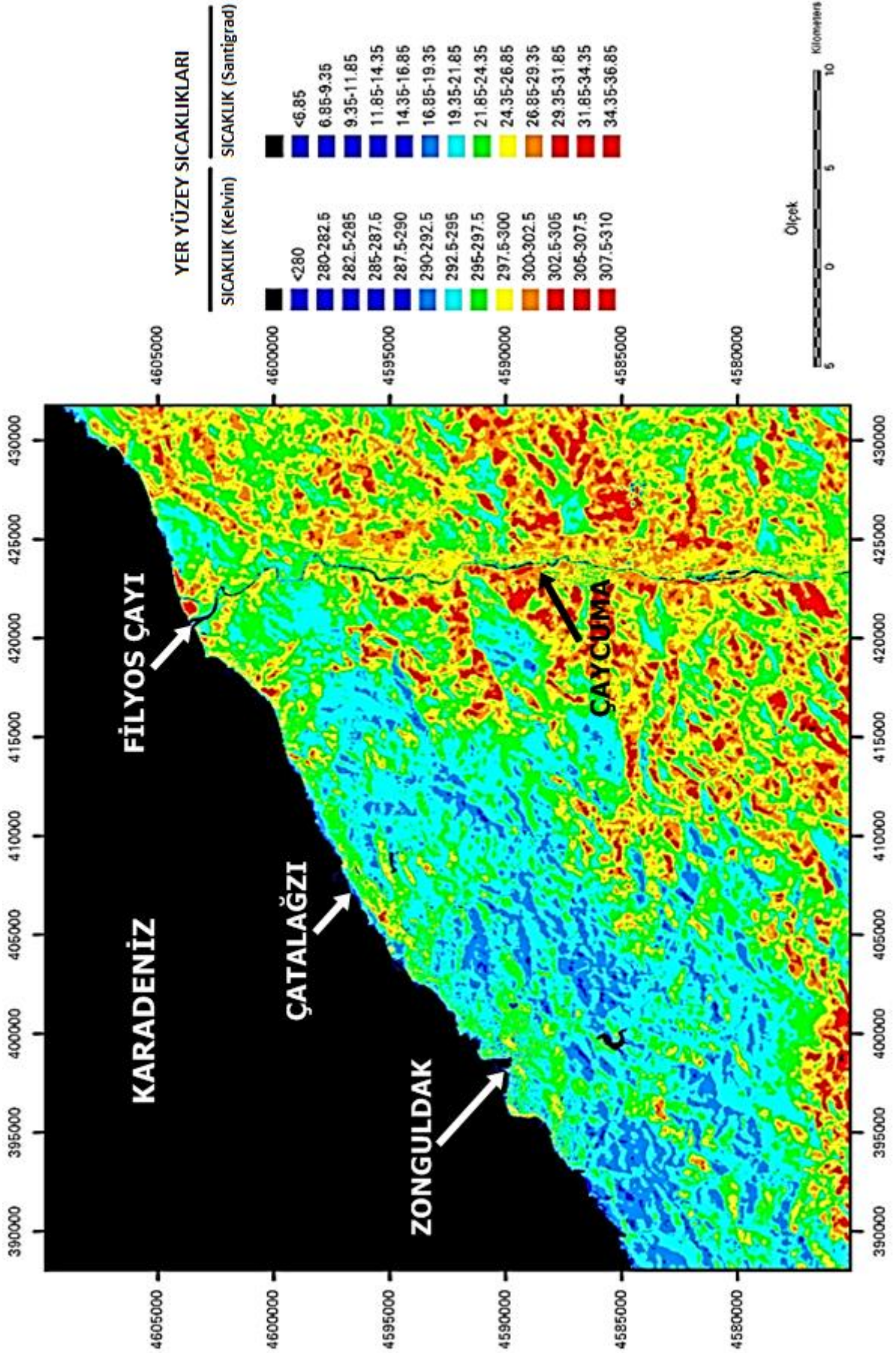
5.3.1 Yer Yüzey Sıcaklığı Analizi

Sıcaklık kavramı iklim parametrelerinin başında gelmektedir. Bu kapsamda yer yüzey sıcaklığı iklim değişikliği açısından önemli bir yere sahiptir. Yapılan çalışma sonucu elde edilen yüzey sıcaklıkları görüntüleri ve bu görüntülerin analizi bu başlık altında ortaya konacaktır. 2007 ve 2011 görüntülerini kendi içinde bölgesel olarak analiz edilecek olursa her iki görüntüde de aşağıdaki bilgilere yakın sonuçlar gözlemlenmiştir;

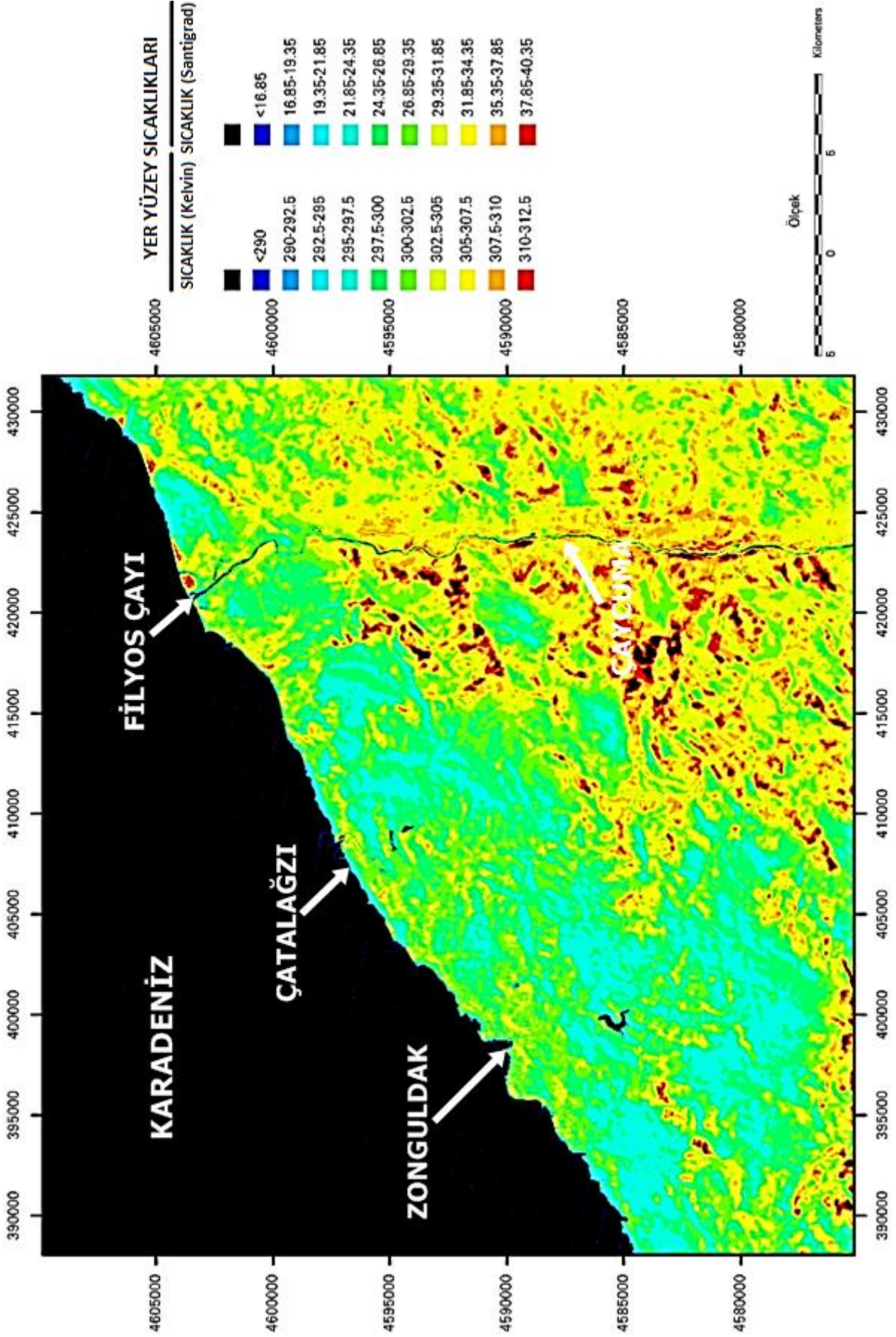
- Elde edilen yer yüzey sıcaklıkları ile genel olarak bir değerlendirme yapılacak olursa, yeşil alan ve yerleşim birimi veya çorak topraklar arasındaki sıcaklık değişimi ortalama 5 °C dir. Yeşil alanlar, betonarme yapılara, bitki örtüsü bakımından zayıf, tamamen açık alanlara ve tarım arazilerine göre daha soğuktur.
- Zonguldak şehir merkezinde sıcaklıklar yer yer değişim göstermektedir. Yaklaşık 10 °C yi bulan bu farklar yerleşim yeri olması ve betonarme yapıların çokluğundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca gün içerisinde rüzgarın esme yönü de sıcaklığı etkileyen etkenler arasında gösterilebilir.
- Özellikle Eren Holding'e ait termik santralin (ZETES) Çatalağzı Termik Santrali (ÇATES) yanına yapılmasından sonra bölgenin sıcaklığı, şehir merkezi ile ortalama aynı sıcaklık değerlerinde görülmekte fakat bunlara ek olarak yer yer 5 °C artış olan alanlar kendini göstermektedir.
- Kumsal ve tarım alanları, görüntüler üzerindeki yansıtım değerlerinden dolayı sıcaklıkları en yüksek yerler olarak görülmektedir. Görüntülerdeki Filyos çayı boyunca alüvyol toprakların olması ve çayın her iki yanının hem yerleşim hem de tarım arazisi olması, yeşil bitki örtüsünün bu alanlarda çok hakim olmaması nedeniyle görüntüler üzerinde sıcaklık değerleri bu bölgelerde diğer bölgelere nazaran daha yüksek seyretmektedir.

Görüntülerin tarihleri 18 Eylül 2007 ve 28 Ağustos 2011, farklı yıllara ait aynı günün verileri değildir. Bu görüntülerin kendi içinde değerlendirilmesi için aynı günde olmaları bile kesin bir parametre değildir. Fakat uygun şartlar oluşturulduğunda ve gözlemler düzenli olarak

yapıldığında bu değişimleri yıldan yıla izlenmesi ve bu sayede bölgesel iklim değişikliği çerçevesinde sıcaklık değişimlerin gözlemlenebilmesi imkanı mevcuttur. Ayrıca belli mevsimler için belli aralıkla görüntüler alınarak uzun zaman aralıklarında bu görüntüler işlenerek mevsimsel iklim değişikliklerinin gözlemlenmesi daha sağlıklı sonuçlar verebilir. Yer yüzey sıcaklığı görüntüleri elde edildikten sonra kontrollü sınıflandırma yapılarak mevcut durumlar ortaya konmuştur (Şekil 5.19, Şekil 5.20).

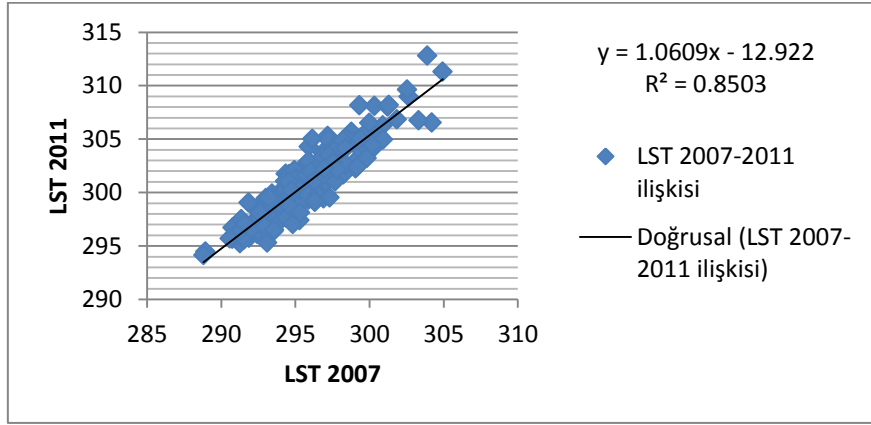


Şekil 5.19 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli kontrollü sınıflandırılmış LST görüntüsü.



Şekil 5.20 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli kontrollü sınıflandırılmış LST görüntüsü.

2007 ve 2011 tarihlerinde alınan uydu görüntüleri arasında bir bağlantı kurulduğunda, her iki görüntüde de aynı koordinatlara sahip 185 noktadaki sıcaklık değerleri arasında yapılan korelasyon sonucu %85'lik bir değer ortaya çıkmıştır. İncelediğimiz iki görüntüyü baz aldığımızda görüntülerin alındıkları tarihler arasındaki sıcaklık değişimlerinin %15 civarında olduğu söylenebilir (Şekil 5.21). Bu farklılık zaman farkından, meteorolojik durumlardan ve değişen arazi kullanımından kaynaklanıyor olabilir. Bu bağlamda sadece görüntülere bakarak kesin bir şey söylenmesi mümkün değildir.

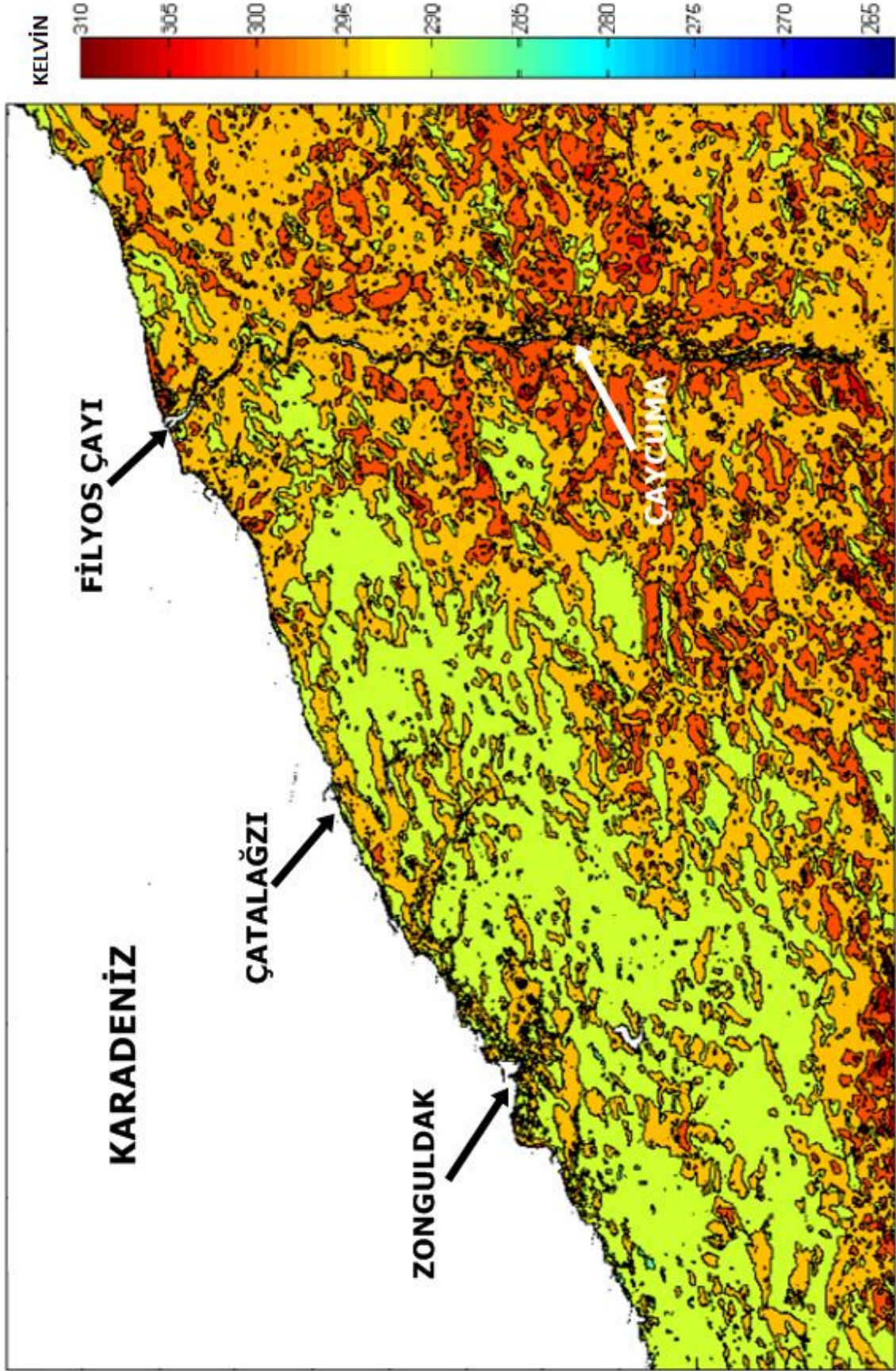


Şekil 5.21 2007-2011 LST görüntüleri arasındaki korelasyon.

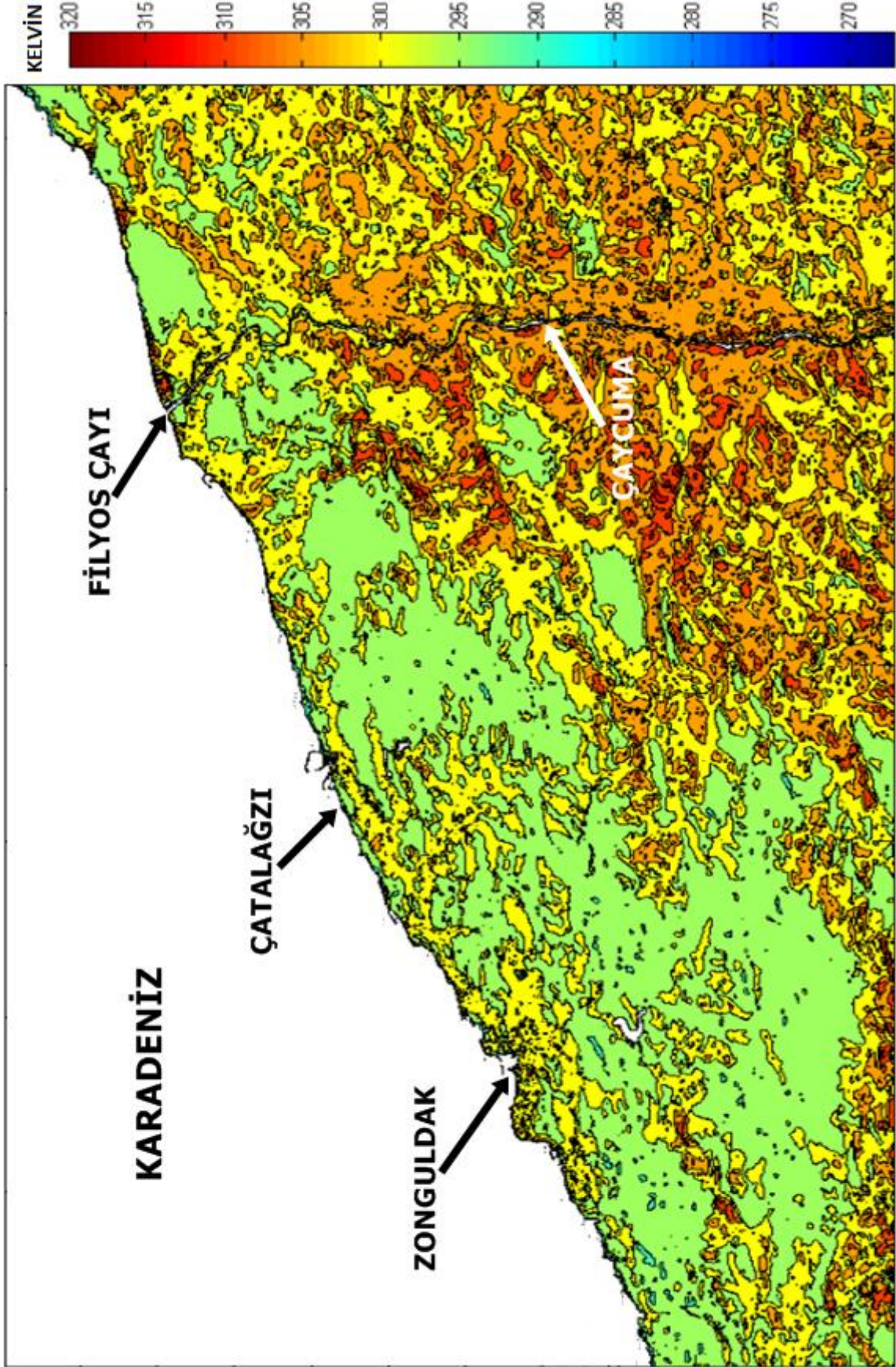
LST görüntülerinin sıcaklık değerleri dağılımını daha düzenli ve belirgin bir şekilde ortaya çıkarabilmek için Matlab 2011b programı kullanılarak görüntülerdeki sıcaklık değerleri lineer enterpolasyona tabi tutulmuştur. 2007 ve 2011 görüntüleri bu şekilde işlenerek sıcaklık değerlerinin daha belirgin olması sağlanmıştır (Şekil 5.22, Şekil 5.23).

Matlab programı ile lineer olarak enterpole edilmiş görüntülerde lejant, Erdas yazılımı yardımı ile yapılanla aynı seçilmiştir. Sıcaklık değerleri maviden kırmızıya doğru gidildikçe artış göstermektedir. 5 °K aralıklarla lejant oluşturulmuş ve bu aralıklarda kalan sıcaklık değerleri enterpole edilerek aynı renk değerlerini almıştır.

Enterpole edilen bu görüntüler analiz edildiği zaman, Erdas programı ile sınıflandırma işlemi sonucu elde ettiğimiz görüntülerle yaklaşık olarak aynı neticelere ulaşılmaktadır.



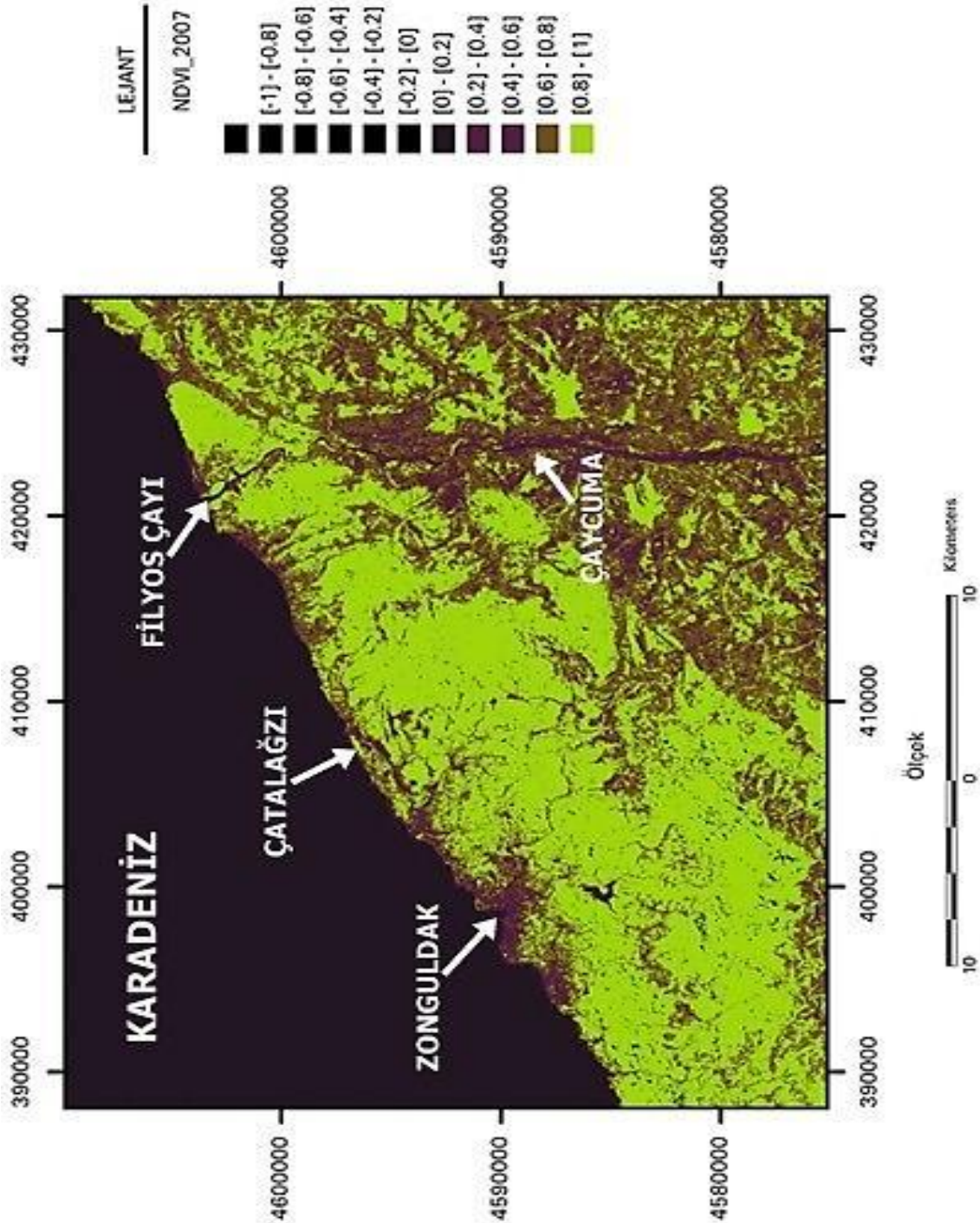
Şekil 5.22 Matlab programı ile lineer entepole edilmiş 18.09.2007 tarihli LST görüntüsü.



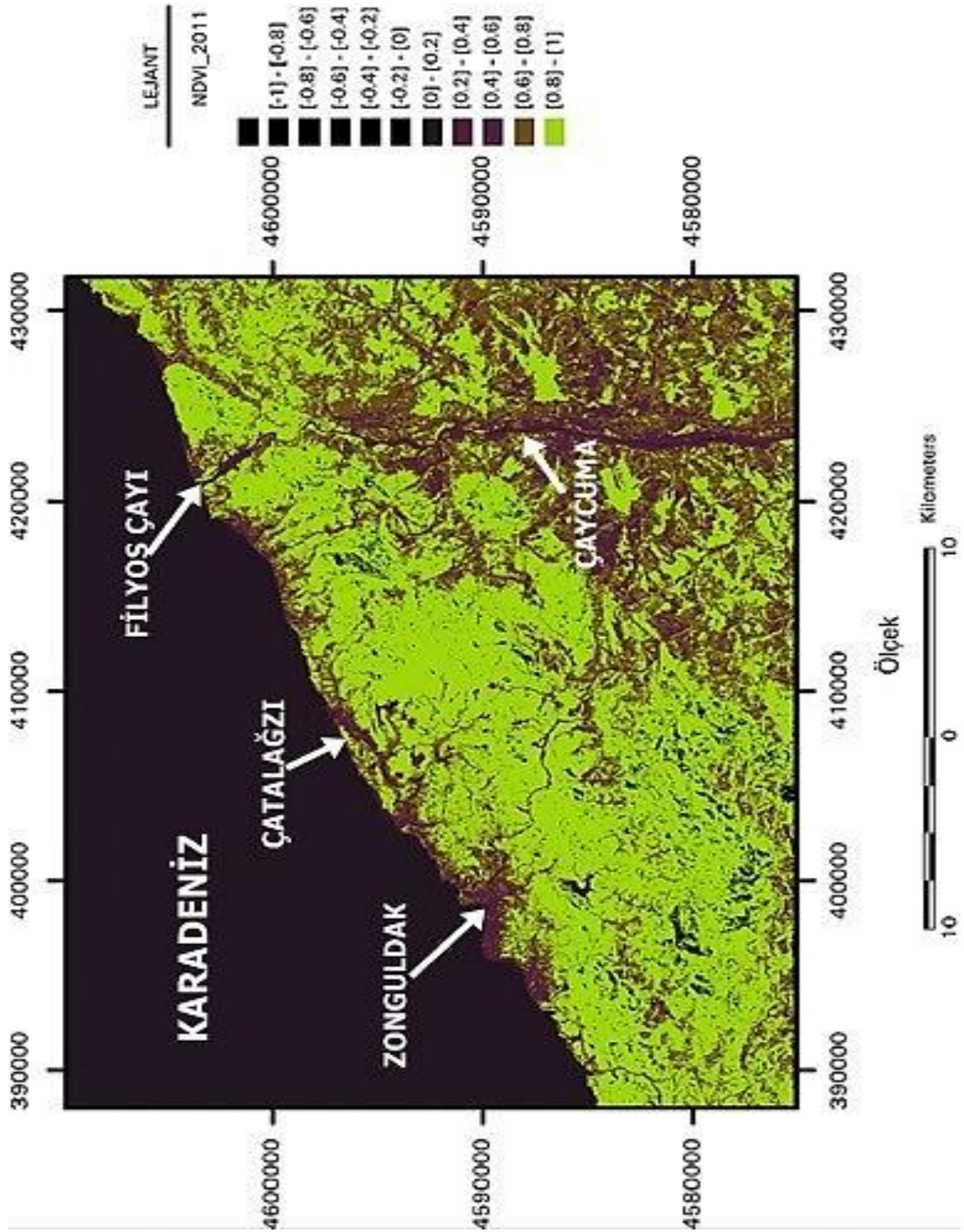
Şekil 5.23 Matlab programı ile lineer entepole edilmiş 28.08.2011 tarihli LST görüntüsü.

5.3.2 NDVI Analizi

Görüntüler üzerinden yakın kızıl ötesi ve kırmızı bant kullanılarak aritmetik hesaplama bu bantların işlenmesi ile NDVI görüntüleri oluşturulmuştur. 2007 ve 2011 yıllarına ait NDVI değerleri hesaplanmış ve görüntüler kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilerek sınıflandırılmıştır (Şekil 5.24, Şekil 5.25).



Şekil 5.24 Çalışma alanının 18.09.2007 tarihli kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.



Şekil 5.25 Çalışma alanının 28.08.2011 tarihli kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.

NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değerler içermektedir. NDVI değeri 0.1 ve daha düşükse bu alanlar su veya kayalık, 0.2 ve 0.3 arasındaki alanlar bitki örtüsünün olduğu ama çok zengin olmadığı alanlar, 0.4 ile 1 arasındaki değerler ise zengin bitki örtüsüne sahip alanlar olarak gösterilebilir.

Yapılan analiz sonucu yukarıdaki görüntülerden 0.4 ile 1 arasında NDVI değerlerine sahip olan bitki örtüsü alanları çıkarılmıştır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2 2007 ve 2011 görüntülerinde NDVI değerleri 0.4-1 arasında olan alanlar.

a) 2007 tarihinde 0.4-1 arasındaki alanlar

18.09.2007		
Histogram	NDVI	Alanlar (hektar)
117775	[0.4] - [0.6]	10599.75
354479	[0.6] - [0.8]	31903.11
567586	[0.8] - [1]	51082.74
		Toplam= 93585.6

b) 2011 tarihinde 0.4-1 arasındaki alanlar

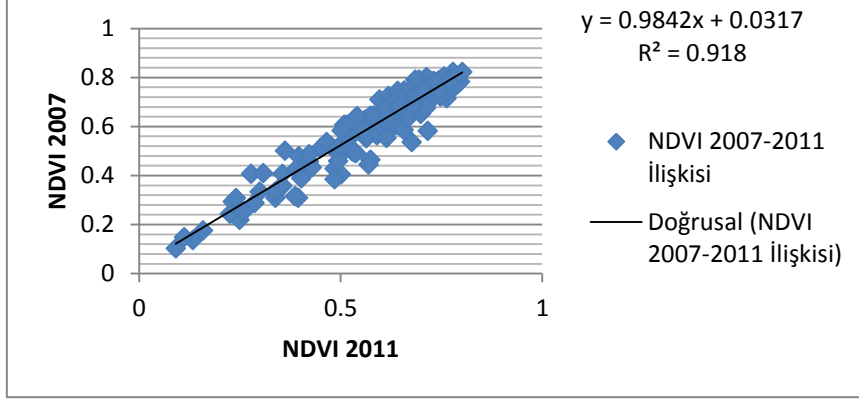
28.08.2011		
Histogram	NDVI	Alanlar (hektar)
115073	[0.4] - [0.6]	10356.57
301275	[0.6] - [0.8]	27114.75
601358	[0.8] - [1]	54122.22
		Toplam= 91593.54

2011 görüntüsünde zengin bitki örtüsü değerlerine karşılık gelen 0.8-1 NDVI alanı 2007 görüntüsüne göre daha çok görünmektedir. Bunun açıklanması yapılacak olursa; 2011 yılı görüntüsü Ağustos ayında alınan, 2007 yılı görüntüsü ise Eylül ayında alınan görüntülerdir. Bu durum, bitkilerin fotosentez yapması ve o gün görüntülerin alınması sırasında güneş ışınlarının ne kadarlık bir alanda yayıldığı gibi durumlarla açıklanabilir.

Bitkiler güneşten gelen ışınları alarak enerji depolarlar ve daha canlı bir yapıya kavuşurlar. Bu şekilde, görüntülerin alındığı günlerdeki güneş ışınlarının yeryüzünü gördüğü ve kapladığı alanların bu değişim ile ilgili olabileceği söylenebilir. Bu tarihlerdeki 0.8-1 arası NDVI değerindeki değişim bu durumla ilişkilendirilebilir.

Görüntüler arasında toplam sağlıklı bitki indeksi değişimine bakıldığında 2007 yılında 93585.6 hektarlık zengin yeşil bitki örtüsü varken, 2011 yılında bu değer 91593.54 olduğu görülmektedir. Bu tarihler arasında yaklaşık 1992.06 hektarlık zengin bitki örtüsünün yok olduğu söylenebilir.

2007 ve 2011 NDVI görüntüleri kendi aralarında ilişkilendirilerek değişimler gözlemlenmiştir (Şekil 5.26).

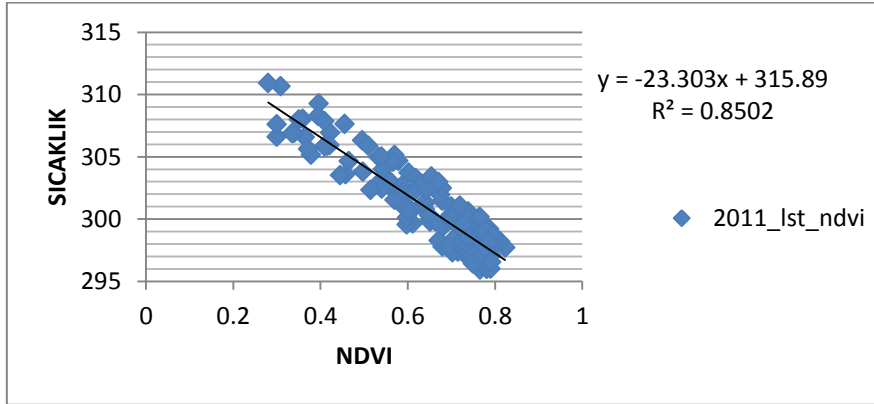


Şekil 5.26 2007-2011 NDVI görüntüleri arasındaki korelasyon.

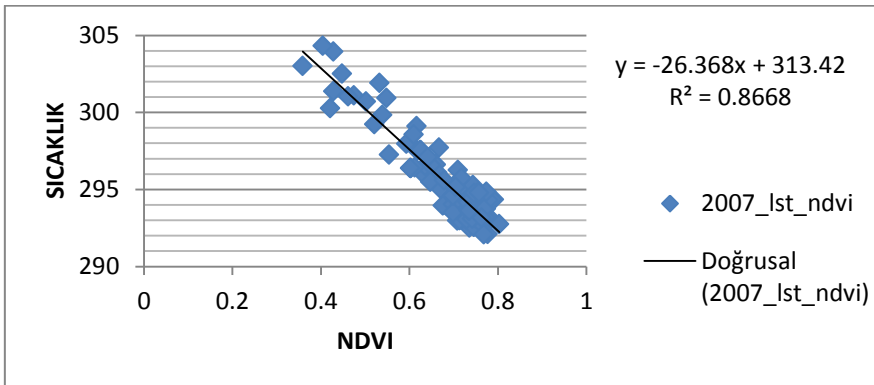
Şekil 5.24'deki grafiğe bakılarak ortalama olarak %8'lik bir yeşil alanın yok olduğu söylenebilir.

5.3.3 Genel Çalışma Alanı ve Tahribat Bölgeleri için NDVI - LST Analizi

Çalışma alanı için kullandığımız farklı tarihli iki görüntünün NDVI ve LST görüntüleri arasında ilişki kurulmuştur (Şekil 5.27, Şekil 5.28).



Şekil 5.27 2011 yılı görüntüsü genel çalışma alanı için LST ve NDVI korelasyonu.

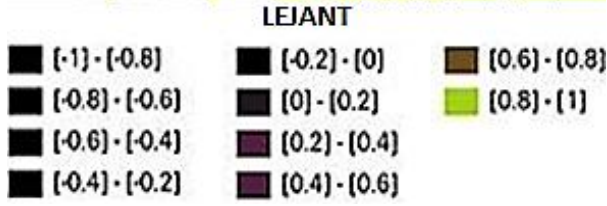
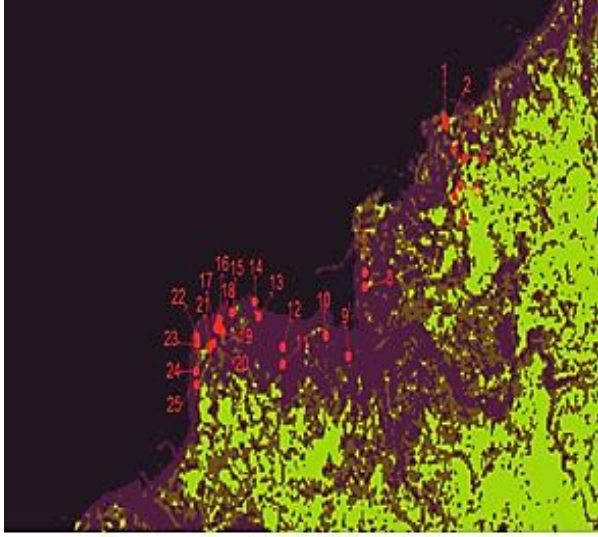


Şekil 5.28 2007 yılı görüntüsü genel çalışma alanı için LST ve NDVI korelasyonu.

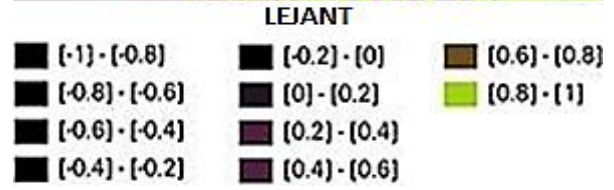
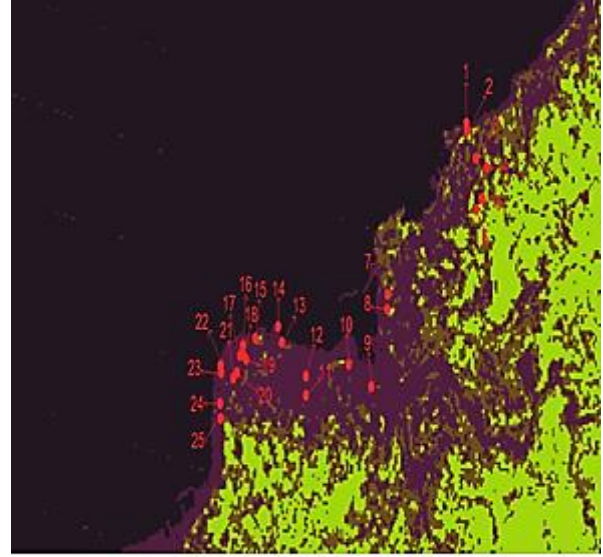
LST ve NDVI değerleri arasında ters orantı olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır. Bitki rtüsü miktarı arttıka sıcaklık değerlerinin o bölgede düşük olacağı kanısına bu grafiklerden varılmaktadır. Bu bağlamda, her iki yıl için kurulan ilişkilerde sıcaklık ve bitki örtüsünün birbirleriyle ters ilişkisi olduğu güçlü korelasyon katsayıları ile ortaya konmuştur.

Tahribat olan bölgelerdeki değişimleri gözlemlemek için Zonguldak şehir merkezi yerleşim yeri ve ÇATES ile ZETES'in bulunduğu iki bölge seçilmiştir. Bu bölgeler için görüntüler üzerinden 2007 de var olan ama 2011 de herhangi sebeple yok olan yeşil alanların analizi yapılmıştır ve yok olan yeşil alanlardaki sıcaklık artışları ortaya konmuştur. şehir merkezi için seçilen noktalar ve değerler izelge 5.3'de verilmiştir.

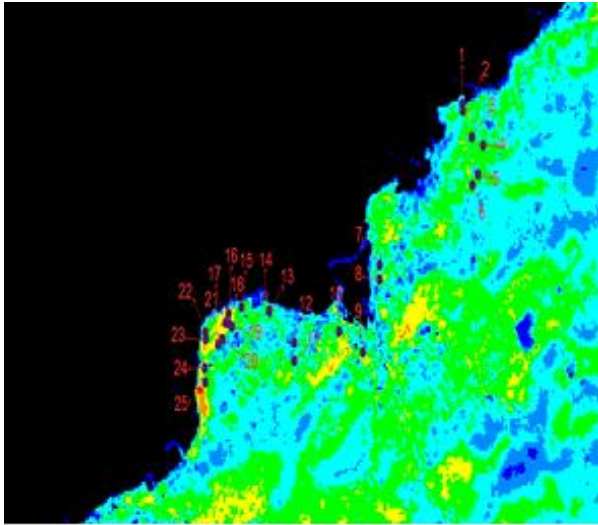
2007 ve 2011 görüntüleri için ayrı ayrı Zonguldak yerleşim merkezi ve termik santral bölgesi Erdas programında subset işlemi ile kesilerek ve NDVI ve yer yüzey sıcaklığı görüntüleri kontrollü sınıflandırma yapılarak ortaya çıkarılmıştır (şekil 5.29).



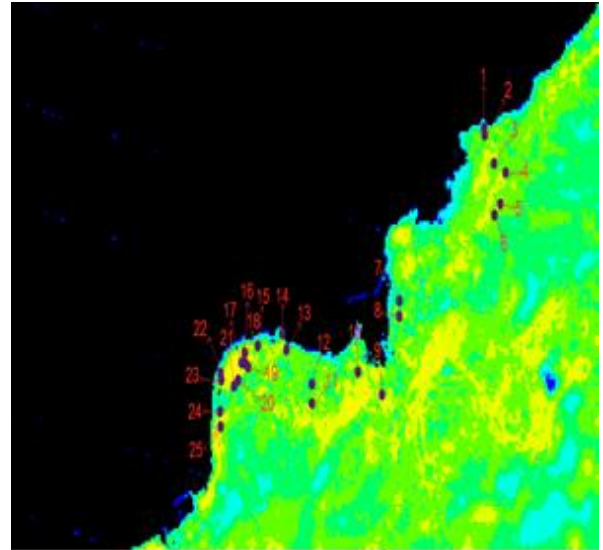
a) 2007 yılına ait Zonguldak şehir merkezi sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.



b) 2011 yılına ait Zonguldak şehir merkezi sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.



c) 2007 yılına ait Zonguldak şehir merkezi sınıflandırılmış LST görüntüsü.



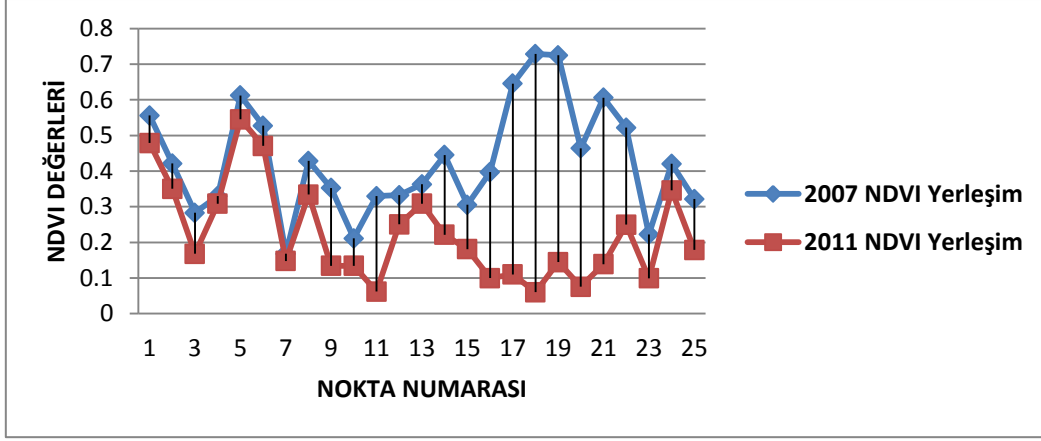
d) 2011 yılına ait Zonguldak şehir merkezi sınıflandırılmış LST görüntüsü.

Şekil 5.29 Zonguldak şehir merkezi ve civarı için kesilen ve sınıflandırılan görüntüler.

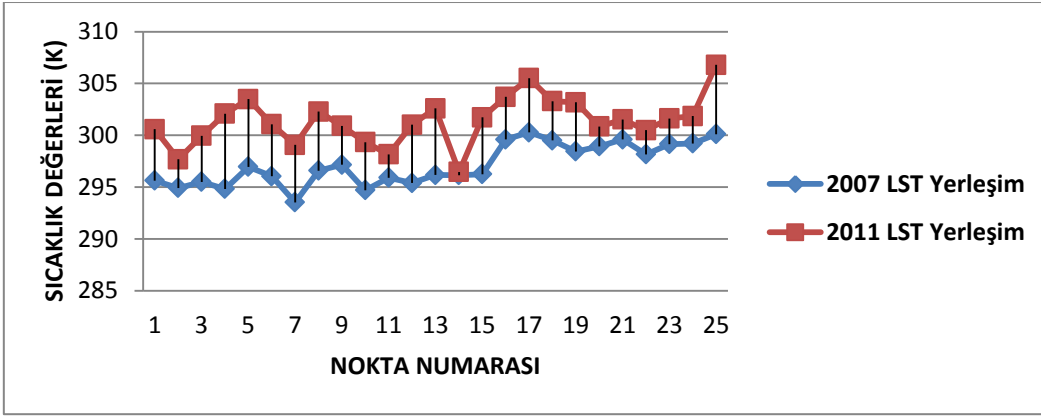
Çizelge 5.3 Zonguldak şehir merkezinden seçilen bazı tahribat bölgelerinin 2007-2011 NDVI ve sıcaklık değişimleri.

NOKTA NO	NOKTA KOORDİNATLARI		2007 GÖRÜNTÜSÜ		2011 GÖRÜNTÜSÜ	
	X (m)	Y (m)	NDVI	SICAKLIK (°K)	NDVI	SICAKLIK (°K)
1	400326.093	4591993.302	0.556039691	295.6395569	0.478601	300.5888977
2	400316.303	4592061.830	0.421212852	294.9279785	0.350372	297.6878662
3	400482.729	4591719.187	0.282783777	295.5069580	0.167882	299.9551697
4	400678.525	4591631.079	0.329568505	294.8283386	0.308493	302.0809631
5	400590.417	4591327.595	0.61226958	296.9593811	0.545317	303.4953918
6	400492.519	4591219.907	0.527062654	296.0448608	0.470693	301.0687866
7	398890.695	4590390.541	0.167935953	293.5298157	0.147581	299.0753479
8	398886.992	4590240.928	0.428435802	296.5947876	0.33396	302.2822266
9	398598.220	4589483.869	0.352381557	297.1645203	0.134456	300.9159851
10	398191.916	4589702.489	0.210942104	294.7121887	0.134456	299.3437195
11	397418.522	4589399.005	0.329568505	295.9129944	0.062053	298.1658936
12	397418.522	4589585.011	0.332485408	295.3948975	0.250629	301.0245056
13	396987.771	4589917.864	0.36307475	296.1666565	0.30872	302.5989380
14	396919.243	4590074.501	0.445173383	296.1542969	0.22154	296.4686584
15	396508.071	4589957.023	0.30531776	296.2512512	0.18114	301.7253113
16	396282.906	4589888.495	0.396823734	299.5968628	0.099689	303.7098389
17	396233.957	4589790.597	0.645471215	300.2753296	0.109879	305.5089111
18	396302.485	4589780.807	0.728192031	299.5136414	0.060047	303.2972107
19	396341.644	4589751.438	0.724856436	298.4429016	0.144568	303.1859436
20	396175.218	4589624.170	0.463707089	298.9316711	0.075611	300.8546448
21	396106.689	4589565.431	0.605794728	299.5942383	0.138825	301.5244751
22	395881.524	4589692.699	0.522048116	298.1659241	0.249777	300.4938354
23	395891.314	4589624.170	0.222288817	299.1501160	0.099206	301.6305542
24	395871.734	4589320.687	0.420303285	299.2137451	0.345671	301.8521729
25	395881.524	4589173.840	0.321410924	300.1138000	0.178541	306.7972717

Yukarıdaki çizelgeye bağlı olarak grafiksel bir analiz yapılmıştır (Şekil 5.30, Şekil 5.31).



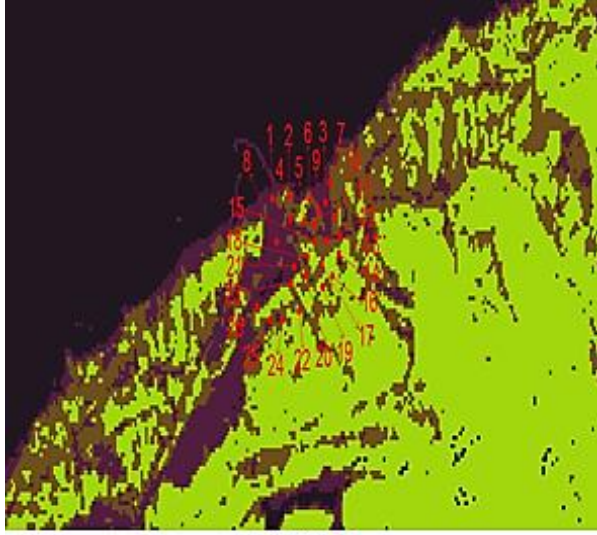
Şekil 5.30 Seçilen noktalar için 2007-2011 yerleşim merkezi NDVI değişimi.



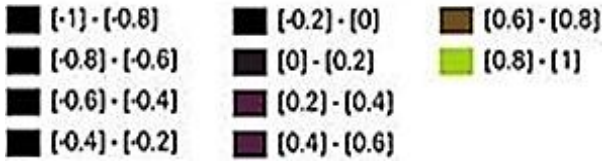
Şekil 5.31 Seçilen noktalar için 2007-2011 yerleşim merkezi LST değişimi.

Çizelgedeki veriler ve grafiklerden anlaşılacağı gibi tahribat alanlarındaki bitki indeksi değişimleri ile yer yüzey sıcaklığı arasında ters bir ilişki mevcuttur. Şekil 5.30'da on altı ve yirmi iki numaralı noktalar arasındaki noktalarda, NDVI değerlerinde büyük değişimler belirlenmiştir. Bu değişimler, bu alanlardaki yeşil bitki örtüsünün 2007'den 2011'e kadar geçen süreçte olumsuz yönde etkilendiğini göstermektedir. Bu değişikliğin sebebi yerleşim merkezi için muhtemelen arazi kullanımından kaynaklanmaktadır. 2007 de yeşil alan olup 2011 de yok olan alanlarda sıcaklık değerleri artış göstermektedir. Bu artış ile yeşil alan tahribatının sıcaklık değerlerini arttırdığı ve iklim değişikliğine doğrudan etkisinin olduğu söylenebilir.

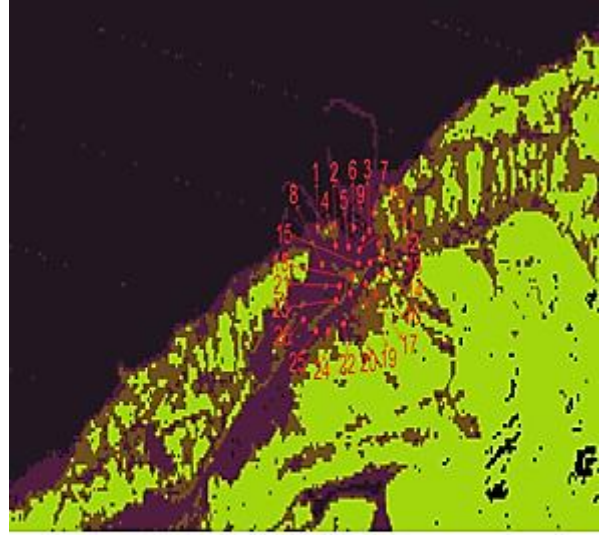
Aynı değerlendirmeler ikinci bölgemiz olan termik santral çevresi için de yapılmıştır ve sonuçlar birbirini desteklemektedir (Çizelge 5.4, Şekil 5.32).



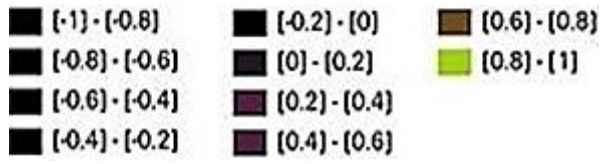
LEJANT



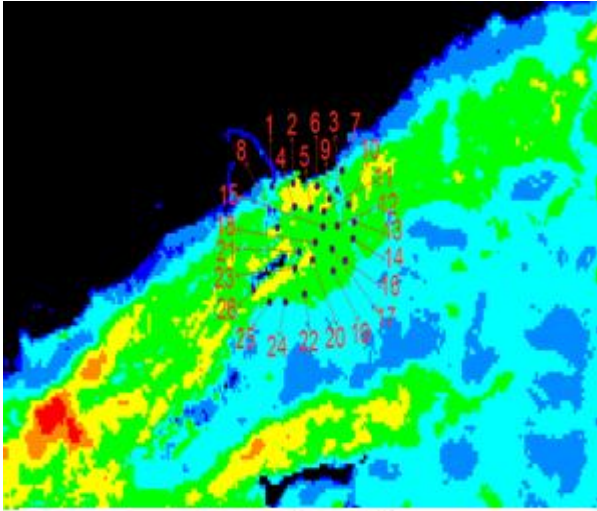
a) 2007 yılına ait termik santral civarı sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.



LEJANT



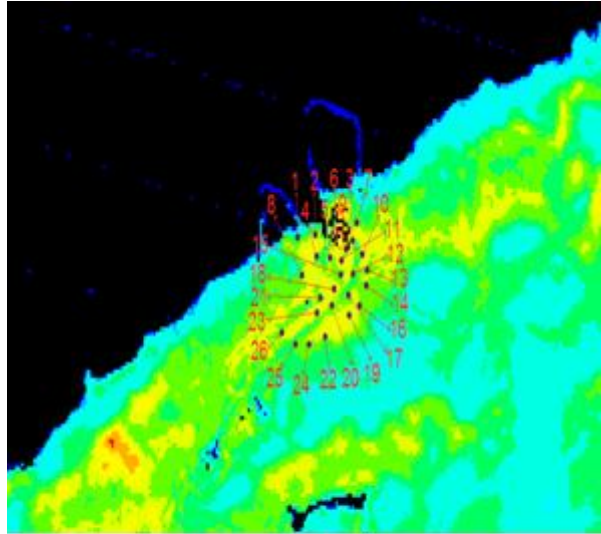
b) 2011 yılına ait termik santral civarı sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.



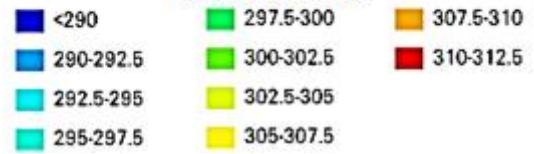
LEJANT (KELVİN)



c) 2007 yılına ait termik santral civarı sınıflandırılmış LST görüntüsü.



LEJANT (KELVİN)



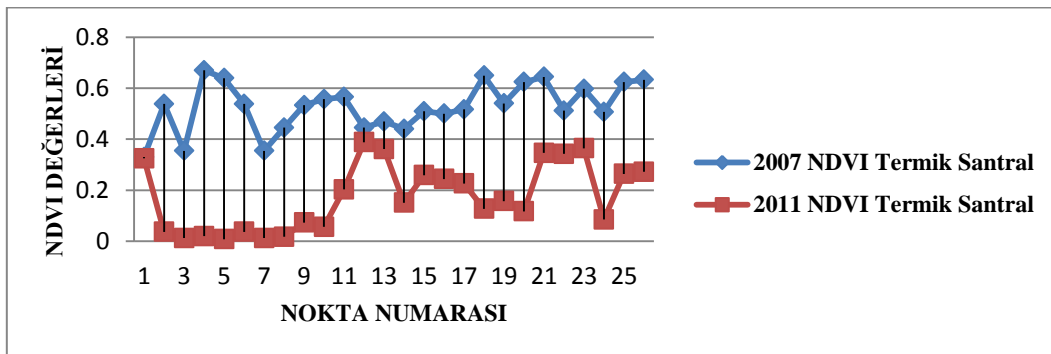
d) 2011 yılına ait termik santral civarı sınıflandırılmış LST görüntüsü.

Şekil 5.32 Termik santral ve çevresi için kesilen ve sınıflandırılan görüntüler.

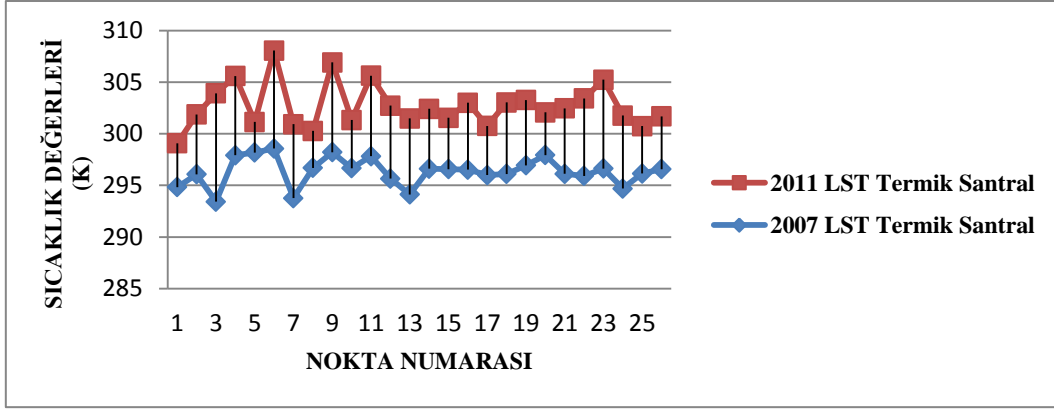
Çizelge 5.4 Zonguldak termik santral bölgesinden seçilen bazı tahribat bölgelerinin 2007-2011 NDVI ve sıcaklık değişimleri.

NOKTA NO	NOKTA KOORDİNATLARI		2007 GÖRÜNTÜSÜ		2011 GÖRÜNTÜSÜ	
	X (m)	Y (m)	NDVI	SICAKLIK (°K)	NDVI	SICAKLIK (°K)
1	408240.356	4597020.005	0.330	294.833	0.325	299.081
2	408470.609	4597040.597	0.538	296.069	0.037	301.873
3	408953.950	4596995.557	0.354	293.422	0.012	303.908
4	408486.037	4596874.528	0.670	297.912	0.020	305.595
5	408662.848	4596861.234	0.639	298.177	0.008	301.144
6	408735.389	4597018.659	0.538	298.564	0.037	308.054
7	409007.461	4597132.524	0.354	293.757	0.012	300.929
8	408298.638	4596724.102	0.445	296.691	0.017	300.271
9	408869.884	4596930.059	0.533	298.217	0.073	306.901
10	409080.595	4596887.727	0.557	296.658	0.056	301.321
11	408809.782	4596839.905	0.565	297.830	0.203	305.614
12	408957.447	4596734.702	0.445	295.650	0.388	302.720
13	409145.028	4596763.246	0.469	294.117	0.361	301.484
14	409131.572	4596644.049	0.440	296.607	0.151	302.412
15	408800.914	4596729.058	0.509	296.560	0.259	301.549
16	409044.009	4596488.064	0.500	296.524	0.244	303.004
17	408899.935	4596570.481	0.517	295.996	0.226	300.754
18	408713.889	4596618.173	0.649	296.097	0.127	303.024
19	408911.894	4596412.950	0.540	296.933	0.157	303.257
20	408685.939	4596491.739	0.624	297.926	0.117	302.063
21	408536.383	4596548.751	0.644	296.120	0.346	302.457
22	408597.332	4596247.645	0.512	295.914	0.342	303.418
23	408491.620	4596432.683	0.597	296.631	0.364	305.232
24	408387.462	4596188.051	0.507	294.695	0.085	301.753
25	408213.337	4596188.588	0.624	296.143	0.264	300.738
26	408037.167	4596279.289	0.633	296.559	0.272	301.689

Çizelge 5.4'deki veriler kullanılarak grafikler oluşturulmuştur (Şekil 5.33, Şekil 5.34).



Şekil 5.33 Seçilen noktalar için 2007-2011 termik santral bölgesi NDVI değişimi.



Şekil 5.34 Seçilen noktalar için 2007-2011 termik santral bölgesi LST değişimi.

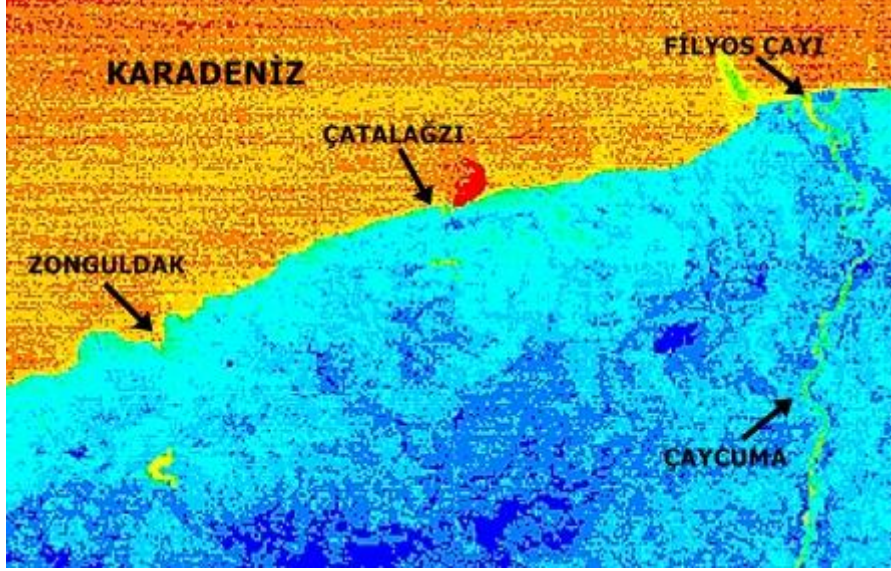
Şekil 5.33’de çoğu noktada NDVI değişimlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu noktaların, 2007 yılında genellikle zengin yeşil bitki örtüsü iken 2011 yılında büyük değişime uğrayarak azaldığı NDVI değerlerine bakılarak söylenebilir. ZETES’in inşası için bu alanlardaki bitki örtüsünün değişikliğe uğradığı kanısına, görüntüler Google Earth üzerine aktarılarak varılmıştır.

5.3.4 Termik Santrallerin Çevreye Verdiği Olası Etkiler

Çalışma kapsamında uydu görüntülerinin yüzey sıcaklığı bazında ve Terra (ASTER) uydusunun yüzey kinetik sıcaklığı verisinin sınıflandırılması ile soğutma suyunu kullanarak denize verdiği sıcak suyun görüntülenmesi ve daha önceki çalışmalar örnek verilerek termik santrallerin çevreye verdiği zarar ele alınmıştır.

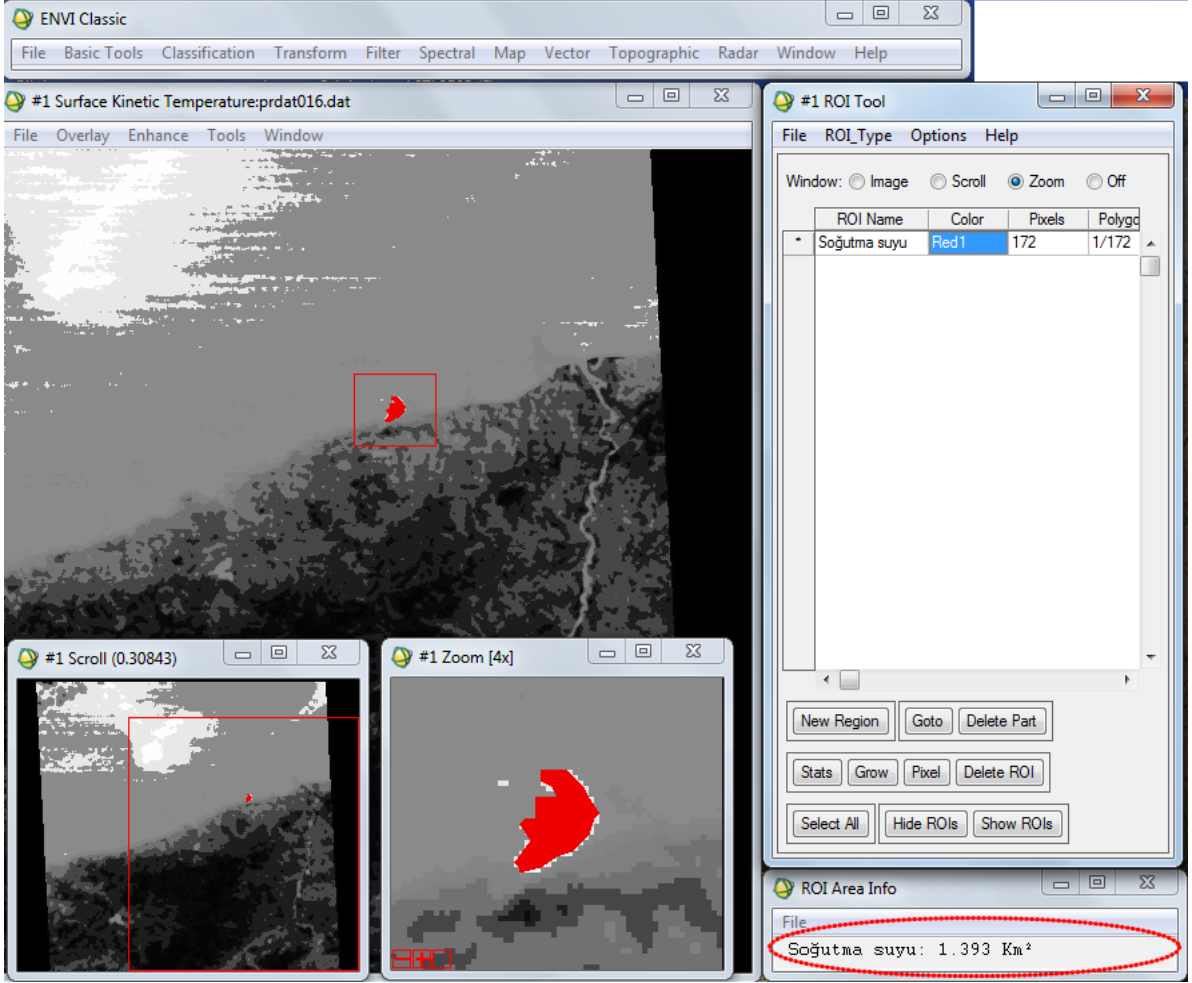
Küresel iklim değişikliğine etki eden sebeplerin başında sera gazları gelmektedir. Bölgesel iklime etki eden sebeplerden en önemlisi ise bitki örtüsünün varlığını yitirmesi olarak gösterilebilir. Termik santral bulunan alanlar her iki bakımdan da tehlikeli sayılabilir. Termik santral bacalarından çıkan tehlikeli gazlar, özellikle bol miktarda karbon dioksit gazı ile hava kirliliğine sebep olarak atmosfere zarar vermektedir. Bir önceki bölümde görüleceği gibi ÇATES yanına yapılan ZETES’in yapım aşamasında büyük bir alan yeşil bitki örtüsü yok olmuştur. Görüntüler üzerinden bu alan hesaplandığında yaklaşık olarak 20 hektarlık bir alana karşılık gelmektedir. Bu durumun bölgedeki yer yer ısı değişimine etkisi olduğu söylenebilir. Yer yüzey sıcaklıklarından da bu durum anlaşılmaktadır.

25.01.2008 tarihli Terra (ASTER) uydusu kinetik yüzey sıcaklığı görüntüsü kontrolsüz olarak sınıflandırılarak, santrallerin soğutma suyunu, kullandıktan sonra sıcak su olarak dışarı verdikleri ve ne kadarlık bir alanda etkili olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.35).



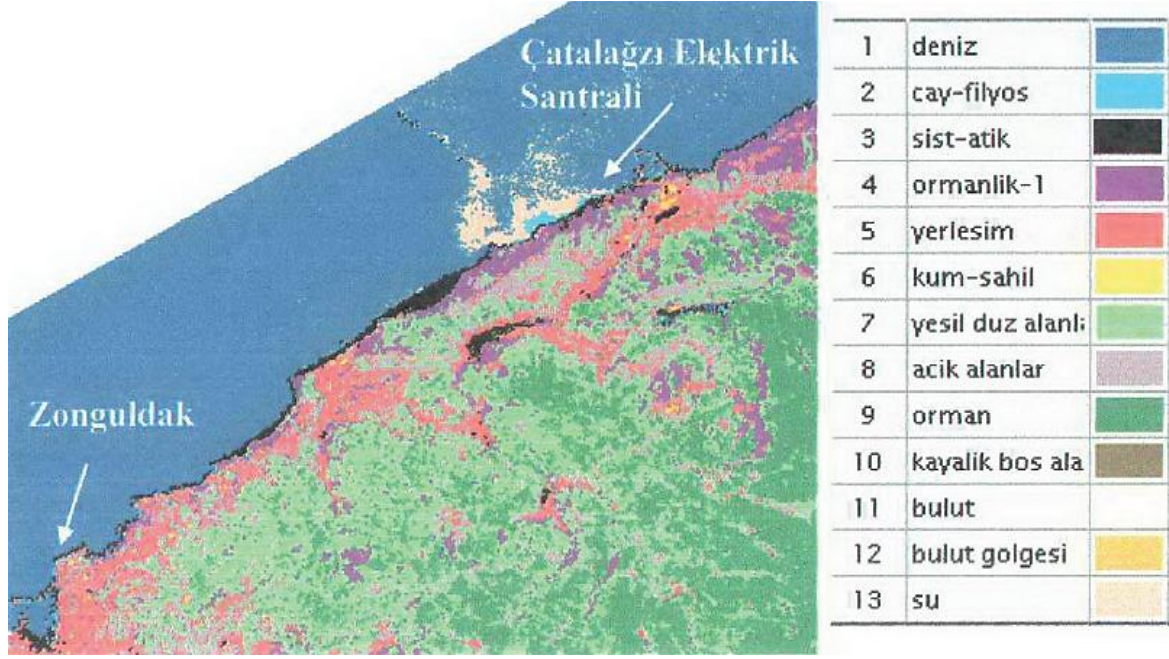
Şekil 5.35 25.01.2008 tarihli Zonguldak bölgesi Aster kinetik yüzey sıcaklığı kontrolsüz sınıflandırılmış görüntüsü.

Yukarıda kontrolsüz sınıflandırılmış görüntü üzerinde karaların mavi tonda, denizin sarı kırmızı tonda olduğunu görmek mümkündür ve koyu maviden kırmızıya doğru sıcaklık artmaktadır. Görüntü ortasında kara ve denizin buluştuğu noktada görünen yoğun sıcaklık soğutma suyunun kullanıldıktan sonra dışarı sıcak su olarak atıldığı ve kapladığı alanı göstermektedir. Bu alanın yaklaşık olarak 1.4 km²'lik bir alana tekabül ettiği ENVI 5.0 programı ile belirlenmiştir. (Şekil 5.36). Soğutma suyu, yatayda 1.3 km düşeyde 1.6 km etki alanına sahiptir. Şekil 5.35'te soğutma suyunun denize verildiği andaki sıcaklık değeri yaklaşık 12 °C diğer yakınındaki alanların sıcaklıkları ise 5-7 °C arasında değişmektedir. Denizdeki bu ani sıcaklık değişimleri denizdeki canlılara ve içerdiği kimyasallarla deniz yapısına zarar verebilmektedir.



Şekil 5.36 Soğutma suyunun ENVI programı ile alanının hesaplanması.

Bölgede sadece Çatalağzı termik santrali mevcutken termik santralin çevreye verdiği etkiler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Çatalağzı termik santralinden her yıl 915.000 ton kadar uçucu kül ve cüruf ile bunların içinde bulunan yaklaşık 7.500 ton yanmamış kömür yağı da denize atılmaktadır. Aynı santralden denize günde 240.000 m³ kondanse soğutma suyu atılmakta ve bu atıklar sonucu deniz yüzeyinde 10-15 km yarıçaplı bir alana yağlı köpük yayılmaktadır (Kuşçu ve Koçak 1997, Oruç 2002). Bu bağlamda, BEÜ Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, öğretim elemanı uzman Murat Oruç tarafından yapılan yüksek lisans çalışmasında Landsat TM 5 uydu görüntüsünün sınıflandırılması ile deniz yüzeyine yayılan bu kirlilik ortaya konmuştur (Şekil 5.36). Bu kirliliğin sınıflandırılmış görüntü üzerinden hesaplanan alansal boyutu yaklaşık olarak 4.423.500 m²'dir.



Şekil 5.37 Çatalağzı termik santralinin denizi kirlettiği alanlar (Oruç 2002).

Yukarıdaki bilgi ve görüntüler ışığında, 2009 yılında ÇATES yakınına açılan ZETES ile bu çevresel etkilerin daha fazla olacağı tahmin edilebilir.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sıcaklık bir iklim parametresidir ve birçok sıcaklık belirleme yöntemi mevcuttur. Uzaktan algılama son yıllarda iklim değişikliklerinin izlenmesinde çok sık rastlanan bir teknolojidir. Ülkemizde çok fazla kullanılmamasına karşın birçok ülkede uydu görüntüleri üzerinden sıcaklık değişimleri vb. iklim parametrelerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar yoğun olarak yapılmaktadır.

Çalışma alanımız için ilk alınan Landsat TM 5 görüntüleri Radyans hesabı yapıldıktan sonra Erdas Imagine v9.2 yazılımı ile subset işlemi uygulanarak kesilmiştir. Yer yüzey sıcaklığı belirleme için kullanılan diğer adımlar kesilen görüntüler üzerinden işlenmiş ve son aşamada kontrollü sınıflandırma işlemi yapılarak sıcaklık sınıfları oluşturulmuştur. Yer yüzey sıcaklığı belirlenmesinde kullanılan tek pencere algoritmasında elimizde atmosferik veriler olmadığı için atmosfer etkileri yok sayılmıştır. Atmosferik verilerin elimizde olduğu bir çalışma alanında ortalama atmosferik sıcaklığın belirlenmesi çalışmanın doğruluk payını arttıracaktır. Erdas Imagine modelleri ikonunda yazılan tek pencere algoritması ile Kelvin cinsinden sıcaklıklar elde edilmiştir ve bu sıcaklıklar daha sonra dereceye çevrilmiştir. Çalışmanın meteorolojik verilerle doğruluk değerlendirmesinin yapılması için uygun dağılımlı minimum on adet istasyona ihtiyaç vardır. Çalışma alanımız olan Zonguldak'ta sadece bir adet meteoroloji istasyonu bulunduğundan dolayı doğruluk analizi, yersel veriler yerine görüntülerin kendi içinde NDVI-sıcaklık ve bu değerlerin kendi aralarındaki korelasyonlarına göre yapılmıştır.

Çalışmanın başında, Aster L1B görüntülerinden de split-window algoritması ile LST görüntülerinin oluşturulması için Aster görüntüleri satın alınmıştır. Fakat split-window algoritması bu görüntülere uygulanırken parlaklık sıcaklığı hesaplanmasında problem oluşmuş ve parlaklık sıcaklığı değerleri yerine ekrana beyaz bir görüntü çıkmıştır. Parlaklık sıcaklığı görüntüsü algoritmanın önemli adımlarından olduğu için ve sonraki adımların bu

işlem üzerinden yapılması nedeniyle sonuç ürün olan LST görüntülerinin sıcaklık verilerini içermediği belirlenmiştir. Bu nedenle Aster verisinden kendi hesapladığımız LST görüntüleri tez içinde kullanılmamış tır. Parlaklık sıcaklığının oluşmamasının birçok nedeni olabilir. Ama en önemli nedenlerden birinin yazılım olduğu düşünülebilir. Bu ürünler yazılımlarda işlenerek ortaya çıkarıldığı için yazılım kaynaklı bir hata olması ihtimali yüksektir.

Çalışma kapsamında oluşturulan LST görüntülerinin hem bölgesel hem de birbirleri ile zamansal analizi yapılmıştır. Görüntüler üzerinden yapılan bölgesel analizlerde her iki tarihe ait görüntülerde de yaklaşık aynı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yerleşim yerlerinin yeşil alanlara göre ortalama 5 °C daha sıcak olduğu, tarım arazilerinin yerleşim alanlarına göre spektral özelliklerinden dolayı daha sıcak görüldüğü, sahilde kumsal kesimlerinin yine yerleşim alanlarına göre daha sıcak olduğu, termik santral civarının çevresindeki yeşil ve yerleşim alanlarına göre daha sıcak olduğu gözlemlenmiştir. Görüntülerin birbirleri ile kıyaslanması için tamamen kesin bir kriter yoktur. Birbirleri ile olan kıyaslamada her yılın aynı günü aynı sıcaklıkta ve özellikle aynı hava koşullarında olması beklenen bir durum değildir fakat uydu görüntüleri ile belli periyotlarla düzenli bir şekilde görüntülerin işlenmesi yapıldığında, uygun şartlar sağlandığında bu kıyaslamaların yapılabileceği gerçeğini göstermektedir. Meteoroloji istasyonları 72 m²'lik bir alanda ölçüm yapabiliyorken uydu görüntüleri ile çok geniş alanlarda modellemeler yapılabilir.

Sıcaklık ve NDVI değerlerinin hem şehir merkezi hem de termik santrallerin olduğu bölgede analizi yapılmış ve yok edilen bitki örtüsündeki sıcaklık artışlarının olduğu ortaya konmuştur. Bu değişimler kısa zamanlı çok etkili olmayabilir fakat uzun vadede bölgesel iklim değişikliği için önemli bir rol oynamaktadır.

Termik santrallerin etkilerinin izlenmesinde görüntüler üzerinden termik santral civarındaki yok edilen bitki örtüsü ile sıcaklık verileri arasındaki ilişki çıkarılmış ve bu bölgelerde gerçekleşen sıcaklık artışları gösterilmiştir. Termik santrallerin çevreye verdiği en önemli etkilerinin başında çevresindeki yeşil alan tahribatının sürekli artması gelmektedir. Ormanlar ve yeşil bitki örtüsü özellikle küresel ısınmanın tavan yaptığı günümüz koşullarında çok büyük öneme sahiptirler ve korunmalıdırlar. 25.01.2008 tarihli Terra (ASTER) uydusunun yüzey kinetik sıcaklık görüntüsü alınarak kontrolsüz sınıflandırma yapılmış ve Termik santralin soğutma suyunu kullandıktan sonra denize sıcak su olarak geri vermesi gözlemlenmiş ve yaklaşık 159 m²'lik bir alanda bu sıcak suyun etki ettiği görülmüştür. Deniz

içindeki bu sıcaklık değişimi burada yaşayan canlı organizmalara olumlu veya olumsuz zarar verebilmektedir. Ayrıca soğutma aşamasında kimyasal maddelerin bu suya bulaşması sonrasında suyun dışarı verilmesi su kimyasındaki değişimler ile denizdeki biyolojik yaşama olumsuz etki edebilir. Bu etkilerin kesinlik kazanması için yersel ve disiplinler arası çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Son etki olarak Murat Oruç'un yüksek lisans çalışmasından alınan örnek sunulmuştur. Bu çalışmada termik santralin soğutma suyunu denize vermesi ve denize atılan yanmamış kömür atıkları sebebi ile yüzeyde oluşan kirlilik Şekil 5.30'da gösterilmiştir. Bölgede sadece ÇATES varken deniz kirliliğine etkisi yüksek iken ZETES'in kurulması ile bu kirlilikte artış olabileceği varsayımı düşünülebilir. Tüm bu olası termik santral etkilerinin kesin bir sonuca ulaşabilmesi için disiplinler arası çalışmalar yapılmalı, bu bölgede yapılacak yersel araştırmalar ve bu çalışmalarla alınacak numunelerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Dünyada orman alanları kara alanlarının %30'una denk gelmektedir. Karasal biyolojik çeşitliliğin yaklaşık dörtte üçünü barındıran ormanlar, karasal karbon havuzlarının da yarısını oluşturmaktadır. Bu nedenle sadece bölgesel iklim değil dünya iklimi üzerinde ormanların büyük etkileri vardır. Ormanların yok olması demek, atmosferdeki sera gazlarından olan CO₂ gazının elimine edilememesi anlamına gelmektedir. Bu durumda asit yağmurları bölgede artar ve var olan diğer yeşil alanlarda giderek yok olmaya başlar. İklim değişikliği çerçevesinde bakılacak olursa, ormanlık ve yeşil alanlar dünya genelinde çok fazla bir alan kaplamamaktadır. Bu nedenle var olan orman alanları korunmalı ve daha fazla ağaçlandırma çalışması yapılmalıdır. Bu durum sadece ülkemiz için değil tüm dünya için geçerli bir durumdur. Ayrıca dünya üzerindeki karbon salınımını azaltmanın en ekonomik yolu ormansızlaşmayı azaltmak ve ağaçlandırma alanlarını büyütmeektir.

Termik santrallerin çevreye vermiş oldukları zararlar farklı disiplinlerde yapılan birçok çalışma ile bilim adamları tarafından ortaya konmuştur. Avrupa'da var olan termik santraller yavaş yavaş yenilenebilir enerji kaynakları ile işleyen iş sahaları açıldıkça kapatılmaktadır. Ülkemizde de her alanda yenilenebilir enerji kaynakları ile ihtiyaçlar karşılanmalıdır. Ne kadar teknolojik önlem alınırsa alınsın çevreye verilen zararlar her zaman için belgelenmiştir.

Tüm bu çalışma kapsamında yapılan sıcaklık analizi, bitki indeksi analizi ve termik santrallerin çevreye olası etkiler gösterilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda, Zonguldak ili ve çevresi için gözlemler yapılarak çözüm önerileri bu bağlamda sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Akar G** (2001) Kömür Külü Atık Sahalarından Oluşacak Olan Ağır Metal Kirlenmesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 127 s.
- Anon.** (19..) LANDSAT 7 Science Data Users Handbook. 186 s.
- Anon.** (2001) Climate Change 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change, UNEP, WMO, Meeting the Urban Challenge, population Reports, Series M, Number 16.
- Anon.** (2002) Uzaktan Algılama. İşlem Şirketler Grubu, Ankara, 186 s.
- Baba A** (2000) Yatağan (Muğla) Termik Santral Atıklarının Çevre Jeolojisi Açısından İncelenmesi (yayımlanmamış). Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 255 s.
- Başar U G** (2008) *Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak İstanbul'da Isı Adalarının Zamansal Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Bilişim Enstitüsü, İstanbul, 103 s.
- Bevis M, Businger S, Herring T A, Rocken C, Anthes R A and Ware R H** (1992) *GPS meteorology: Remote Sensing of Atmospheric water vapor using the Global Positioning System. J. Geophys. Res.*, 97: 15,787-15,801.
- Bhattacharya B K and Dadhwal V K** (2003) *Retrieval and validation of land surface temperature (LST) from NOAA AVHRR thermal images of Gujarat, India. Int. J. Remote Sens.*, 24 (6): 1197-1206.
- Campbell J B and Wynne R H** (2011) Introduction to Remote Sensing. Fifth edition, A division of Guilford Publications, Newyork, 718 p.
- Çelik M, Saygın Ö, Süer A, Kınacı O, Günay E, Çaçtaş E ve Dal F** (2004) *Şehir Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Çalışmaları*. Türkiye 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildirisi, Fatih Üniversitesi, İstanbul, 6-9 Ekim 2004.
- Çelik S, Bacanlı H, Görgeç H** (2008) Küresel İklim Değişikliği ve İnsan Sağlığına Etkileri (yayımlanmamış). Telekomünikasyon Şube Müdürlüğü, 31 s.
- Doğru A ve Özener H** (2011) *Gps ve Insar ile Yer Değiştirmelerin Belirlenmesi*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan 2011 Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Forster P, Ramaswamy V, Artaxo P, Berntsen T, Betts R, Fahey D W, Haywood J, Lean J, Lowe D C, Myhre G, Nganga J, Prinn R, Raga G, Schulz M and Van Dorland R** (2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Gillespie A R, Rokugawa S, Matsunaga T, Cothorn J S, Hook S J and Kahle A B** (1998) *A temperature and emissivity separation algorithm for advanced space borne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) images. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 36: 1113-1126.
- Goncaloğlu B İ, Ertürk F ve Ekdal A** (2000) *Termik Santrallerle Nükleer Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi Açısından Karşılaştırılması. Çevre Koruma Dergisi*, 9 (34): 9-14.
- Hanssen R F** (2001) *Radar Interferometry Data Interpretation and Error Analysis*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands, 327 p.
- IPCC** (1996) *Climate Change 1995, The Science of Climate Change*. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton J T et al., eds., WMO/UNEP. Cambridge University Press, New York.
- IPCC** (2001) *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change, s. 398-400.
- Jimenez-Munoz J C and Sobrino J A** (2003) *A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. J. Geophys. Res.*, 108: 4688-4694.
- Kaya Ş, Başar U G, Karaca M and Şeker D Z** (2012) *Assessment of Urban Heat Islands Using Remotely Sensed Data. Ekoloji*, 84: 107-113.
- Kemaldere H** (2011) *Şehir Altı Madenciligi ve Tasman Etkilerinin Diferansiyel İnsar Tekniği İle Belirlenmesi Zonguldak Metropolitan Alanı Örneği*. Doktora Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 133s.
- Keskin B** (2007) *Küresel Isınmanın Tanımı ve Sebepleri* (yayımlanmamış), ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, (Çevrimiçi) <http://www.felsefe.net/bilimsel-makaleler/4652-kuresel-isinma-nedir.html>.
- Kuşçu Ş ve Koçak E** (1997) *Taş kömür Havzasında Madencilikten Kaynaklanan Çevresel Sorunlar ve Uzaktan Algılamadan Beklentiler*. 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Ankara, s.VIII-9-15.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Li J** (2006) *Estimating land surface temperature from Landsat-5 TM. Remote Sens. Technol. Appl.*, 21: 322-326.
- Li Z L and Becker F** (1993) *Feasibility of land surface temperature and emissivity determination from AVHRR data. Remote Sens. Environ.*, 43: 67-85.
- Liu L and Zhang Y** (2011) *Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. Remote Sensing*, 3: 1535-1552.
- Merry J C** (2004) Unpublished class notes. Department of Civil, Environmental, and Geodetic Engineering, Ohio State University.
- Milder J C** (2008) Unpublished Notes of Aster Processing Method. Cornell University, 10 s.
- Oruç M** (2002) Zonguldak Bölgesindeki Doğal Olmayan Çevresel Değişimlerin Uydu Görüntü Verileri ile Analizi (yayımlanmamış), ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 105 s.
- Özbalmumcu M ve Erdoğan M** (2001) *Uzaktan Algılama Amaçlı Uydu Sistemleri. Harita Genel Komutanlığı, Harita Dergisi*, 121: 59-82
- Prakash A** (2000) *Thermal Remote Sensing: Concepts, Issues and Applications. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens.*. Vol. XXXIII, Part B1, Amsterdam, s. 239-243.
- Qin Z and Karnieli A** (1999) *Progress in the remote sensing of land surface temperature and ground emissivity using NOAAVHRR data. Int. J. Remote Sens.*, 20: 2367-2393.
- Qin Z, Zhang M, Amon K and Pedro B** (2001) *Mono-window Algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM 6 data. Acta Geogr. Sin.*, 56: 456-466.
- Sobrino J A, Li Z L, Stoll M P and Becker F** (1996) *Multi-channel and multi-angle algorithms for estimating sea and land surface temperature with ATSR data. Int. J. Remote Sens.*, 17: 2089-2114.
- Sobrino J A, Jimenez-Munoz J C and Paolini L** (2004) *Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sens. Environ.*, 90: 434-440.
- Sun Q, Tan J, Xu Y** (2010) *An ERDAS image processing method for retrieving LST and describing urban heat evolution: A case study in the Pearl River Delta Region in South China. Environ. Earth Sci.*, 59: 1047-1055.
- Thomas M, Wickert J and Schöne T** (2010) Gps Contributions to Understanding global climate change. Unpublished notes, GFZ German Research Centre for Geosciences Potsdam, Germany, pp. 42.
- TÜİK** (2006) Ulusal SG Emisyonları Envanter Raporu, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Türkeş M** (1997) *Hava ve iklim kavramları üzerine, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 355: 36-37.
- Türkeş M, Sümer U M ve Çetiner G** (2000) Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri (yayımlanmamış), Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- URL-1** (2012) <http://www.cevreonline.com/kuresel/tarihi%20ve%20onlemler.htm>, Küresel Isınma Tarihi, 30.06.2012.
- URL-2** (2012) <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/montrealptotokolu.aspx?sflang=tr>, Montreal Protokolü, 05.11.2012.
- URL-3** (2007) http://www.rec.org.tr/dyn_files/32/286-Turkes2-REC-IDOE-II-IDCS-tarihce-isleyis.pdf, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü Tarihçe, Yükümlülükler, Kurumlar ve İşleyiş, 10.01.2012.
- URL-4** (2012) http://tr.wikipedia.org/wiki/Hükümetlerarası_İklim_Değişikliği_Paneli, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli, 27.10.2012
- URL-5** (2011) http://www.biyolojisesiti.net/tum%20uniteler/bilincli_birey/sera_ etkisi.html, Sera Etkisi ve Küresel Isınma, 22.09.2011.
- URL-6** (2012) http://tr.wikipedia.org/wiki/Termik_santraller, Termik Santraller, 30.09.2012.
- URL-7** (2012) <http://www.fenokulu.net/portal/Sayfa.php?Git=KonuKategorileri&Sayfa=KonuBaslikListesi&baslikid=164&KonuID=1071>, Termik Santraller, 05.11.2012.
- URL-8** (2012) <http://earthdata.nasa.gov/data/standards-and-references/nasa-earth-system-science-remote-sensors>, Pasif Uzaktan Algılama, 02.12.2012.
- URL-9** (2006) http://www.netcadportal.com/File/?_Args=pd,478,NetCadPortal, 21.04.2012.
- URL-10** (2009) <http://www20.uludag.edu.tr/~rsgis/UYDUbilgi.html#LANDSAT>, Uydular ve Özellikleri, 15.08.2011.
- URL-11** (2011) <http://rrsg.ee.uct.ac.za/applications/applications.html>, Applications of Satellite Imaging Radar, 29.03.2011.
- URL-12** (2012) http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System, Global Positioning System, 04.11.2012.
- URL-13** (2008) <http://www.newscientist.com/article/dn13329-gps-thermometer-could-flag-up-climate-change.html>, 15.02.2012.
- URL-14** (2001) http://www.ucar.edu/learn/1_2_1.htm, Introduction to Climate, 07.04.2012.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-15** (2011) <http://sacs.aeronomie.be/info/sza.php>, Solar Zenith Angle (SZA), 01.03.2012.
- Van de Griend A A and Owe M** (2003) *On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. Int. J. Remote Sens.*, 14: 1119-1131.
- Varol M Z** (2008) *Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. 2023 Dergisi*, 85: 1-12.
- Wangen L E and Williams M D** (1978) *Elemental Deposition Downwind of a Coal- Fired Power Plant. Water Air Soil Pollut.*, 10: 33-44.
- Yang J and Qiu J** (1996) *The empirical expressions of the relation between precipitable water and ground water vapor pressure for some areas in China. Sci. Atmos. Sinica*, 20: 620-626.
- Yuan L L, Anthes R A, Ware R H, Rocken C, Bonner W D, Bevis M G and Businger S** (1993) *Sensing Climate Change Using the Global Positioning System. J. Geophys. Res.*, 98: 14,925-14,937.
- Yüksel U** (2005) Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara, 209 s.
- Zhang J, Wang Y and Li Y** (2006) *A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM Band 6. Comput. Geosci.*, 32: 1796-1805.
- Zhang Y** (2006) *Land surface temperature retrieval from CBERS-02 IRMSS thermal infrared data and its applications in quantitative analysis of urban heat island effect. J. Remote Sens.*, 10: 789-797.
- Zouboulis A I and Tzimou T R** (1990) *Fly Ash Utilization in Environmental Engineering the Case of Greece. Reclamation, Treatment and Utilization of Coal Mining Wastes Symposium, Rainbow, Balkema, Rotterdam*, pp. 493-499.

EK AÇIKLAMALAR A

YILIN GÜNÜNE GÖRE ASTRONOMİK BİRİMDE (AU) DÜNYA-GÜNEŞ ARASI MESAFE ÇİZELGESİ

EK A.1 Yılın Gününe Göre Astronomik Birimde (AU) Dünya-Güneş Arası Mesafe Çizelgesi.

Earth-Sun distance (d) in astronomical units for Day of the Year (DOY)											
DOY	d	DOY	d	DOY	d	DOY	d	DOY	d	DOY	d
1	0,98331	61	0,99108	121	1,00756	181	1,01665	241	1,00992	301	0,99359
2	0,98330	62	0,99133	122	1,00781	182	1,01667	242	1,00969	302	0,99332
3	0,98330	63	0,99158	123	1,00806	183	1,01668	243	1,00946	303	0,99306
4	0,98330	64	0,99183	124	1,00831	184	1,01670	244	1,00922	304	0,99279
5	0,98330	65	0,99208	125	1,00856	185	1,01670	245	1,00898	305	0,99253
6	0,98332	66	0,99234	126	1,00880	186	1,01670	246	1,00874	306	0,99228
7	0,98333	67	0,99260	127	1,00904	187	1,01670	247	1,00850	307	0,99202
8	0,98335	68	0,99286	128	1,00928	188	1,01669	248	1,00825	308	0,99177
9	0,98338	69	0,99312	129	1,00952	189	1,01668	249	1,00800	309	0,99152
10	0,98341	70	0,99339	130	1,00975	190	1,01666	250	1,00775	310	0,99127
11	0,98345	71	0,99365	131	1,00998	191	1,01664	251	1,00750	311	0,99102
12	0,98349	72	0,99392	132	1,01020	192	1,01661	252	1,00724	312	0,99078
13	0,98354	73	0,99419	133	1,01043	193	1,01658	253	1,00698	313	0,99054
14	0,98359	74	0,99446	134	1,01065	194	1,01655	254	1,00672	314	0,99030
15	0,98365	75	0,99474	135	1,01087	195	1,01650	255	1,00646	315	0,99007
16	0,98371	76	0,99501	136	1,01108	196	1,01646	256	1,00620	316	0,98983
17	0,98378	77	0,99529	137	1,01129	197	1,01641	257	1,00593	317	0,98961
18	0,98385	78	0,99556	138	1,01150	198	1,01635	258	1,00566	318	0,98938
19	0,98393	79	0,99584	139	1,01170	199	1,01629	259	1,00539	319	0,98916
20	0,98401	80	0,99612	140	1,01191	200	1,01623	260	1,00512	320	0,98894
21	0,98410	81	0,99640	141	1,01210	201	1,01616	261	1,00485	321	0,98872
22	0,98419	82	0,99669	142	1,01230	202	1,01609	262	1,00457	322	0,98851
23	0,98428	83	0,99697	143	1,01249	203	1,01601	263	1,00430	323	0,98830
24	0,98439	84	0,99725	144	1,01267	204	1,01592	264	1,00402	324	0,98809
25	0,98449	85	0,99754	145	1,01286	205	1,01584	265	1,00374	325	0,98789
26	0,98460	86	0,99782	146	1,01304	206	1,01575	266	1,00346	326	0,98769
27	0,98472	87	0,99811	147	1,01321	207	1,01565	267	1,00318	327	0,98750
28	0,98484	88	0,99840	148	1,01338	208	1,01555	268	1,00290	328	0,98731
29	0,98496	89	0,99868	149	1,01355	209	1,01544	269	1,00262	329	0,98712
30	0,98509	90	0,99897	150	1,01371	210	1,01533	270	1,00234	330	0,98694
31	0,98523	91	0,99926	151	1,01387	211	1,01522	271	1,00205	331	0,98676
32	0,98536	92	0,99954	152	1,01403	212	1,01510	272	1,00177	332	0,98658
33	0,98551	93	0,99983	153	1,01418	213	1,01497	273	1,00148	333	0,98641
34	0,98565	94	1,00012	154	1,01433	214	1,01485	274	1,00119	334	0,98624
35	0,98580	95	1,00041	155	1,01447	215	1,01471	275	1,00091	335	0,98608
36	0,98596	96	1,00069	156	1,01461	216	1,01458	276	1,00062	336	0,98592
37	0,98612	97	1,00098	157	1,01475	217	1,01444	277	1,00033	337	0,98577
38	0,98628	98	1,00127	158	1,01488	218	1,01429	278	1,00005	338	0,98562
39	0,98645	99	1,00155	159	1,01500	219	1,01414	279	0,99976	339	0,98547
40	0,98662	100	1,00184	160	1,01513	220	1,01399	280	0,99947	340	0,98533
41	0,98680	101	1,00212	161	1,01524	221	1,01383	281	0,99918	341	0,98519
42	0,98698	102	1,00240	162	1,01536	222	1,01367	282	0,99890	342	0,98506
43	0,98717	103	1,00269	163	1,01547	223	1,01351	283	0,99861	343	0,98493
44	0,98735	104	1,00297	164	1,01557	224	1,01334	284	0,99832	344	0,98481
45	0,98755	105	1,00325	165	1,01567	225	1,01317	285	0,99804	345	0,98469
46	0,98774	106	1,00353	166	1,01577	226	1,01299	286	0,99775	346	0,98457
47	0,98794	107	1,00381	167	1,01586	227	1,01281	287	0,99747	347	0,98446
48	0,98814	108	1,00409	168	1,01595	228	1,01263	288	0,99718	348	0,98436
49	0,98835	109	1,00437	169	1,01603	229	1,01244	289	0,99690	349	0,98426
50	0,98856	110	1,00464	170	1,01610	230	1,01225	290	0,99662	350	0,98416
51	0,98877	111	1,00492	171	1,01618	231	1,01205	291	0,99634	351	0,98407
52	0,98899	112	1,00519	172	1,01625	232	1,01186	292	0,99605	352	0,98399
53	0,98921	113	1,00546	173	1,01631	233	1,01165	293	0,99577	353	0,98391
54	0,98944	114	1,00573	174	1,01637	234	1,01145	294	0,99550	354	0,98383
55	0,98966	115	1,00600	175	1,01642	235	1,01124	295	0,99522	355	0,98376
56	0,98989	116	1,00626	176	1,01647	236	1,01103	296	0,99494	356	0,98370
57	0,99012	117	1,00653	177	1,01652	237	1,01081	297	0,99467	357	0,98363
58	0,99036	118	1,00679	178	1,01656	238	1,01060	298	0,99440	358	0,98358
59	0,99060	119	1,00705	179	1,01659	239	1,01037	299	0,99412	359	0,98353
60	0,99084	120	1,00731	180	1,01662	240	1,01015	300	0,99385	360	0,98348
										361	0,98344
										362	0,98340
										363	0,98337
										364	0,98335
										365	0,98333
										366	0,98331

ÖZGEÇMİŞ

Ali İhsan ŞEKERTEKİN 1987'de Iğdır'ın Tuzluca ilçesinde doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı ilçede tamamladı; Tuzluca 100. Yıl Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2005 yılında ZKÜ Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'ne girdi; 2010 yılında "iyi" derece ile mezun olduktan sonra 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Ceyhan Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü'nde ÖYP araştırma görevlisi olarak göreve başladı; 2012 yılında lisansüstü eğitimini tamamlamak için görevlendirme alarak BEÜ Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı; halen 2010 yılında girdiği BEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Bülent Ecevit Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Böl.
67100 Zonguldak

Tel : (372) 257 4010–(1718)

Faks : (372) 257 2996

E-posta : aliihsan_sekertekin@hotmail.com