



**KELKİT HAVZASINDA KÜRESEL ISINMA İLE İLGİLİ BAZI
PARAMETRELERİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA İLE TAHMİNİ**

DOĞAÇ SENCER YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI
DOÇ. DR. HAKAN METE DOĞAN**

**EKİM 2015
Her hakkı saklıdır**

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KELKİT HAVZASINDA KÜRESEL ISINMA İLE İLGİLİ BAZI
PARAMETRELERİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN
ALGILAMA İLE TAHMİNİ**

DOĞAÇ SENCER YILMAZ

**TOKAT
Ekim - 2015**

Her hakkı saklıdır

Bu tez çalışması;

**TÜBİTAK 2011 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı tarafından 2210-C
ÖNCELİKLİ ALANLARA YÖNELİK YURT İÇİ YÜKSEK LİSANS BURS
PROGRAMI ile desteklenmiştir.**

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

DOĞAÇ SENCER YILMAZ
EKİM 2015

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KELKİT HAVZASINDA KÜRESEL ISINMA İLE İLGİLİ BAZI PARAMETRELERİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA İLE TAHMİNİ

DOĞAÇ SENCER YILMAZ

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. HAKAN METE DOĞAN)

Bu çalışma kelkit havzasında küresel ısınma ile ilgili bazı parametrelerin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) ile tahminini hedeflemiştir. Kullanılan parametreler yüzey sıcaklığı (LST: °C), hava sıcaklığı (°C), normalleştirilmiş vejetasyon farklılık indeksi (NDVI) ve yağıştır (mm). Bu parametrelerden LST ve NDVI parametrelerinin elde edilmesi ve haritalanması için 2000, 2007 ve 2013 yılları haziran ayına ait LANDSAT arşivindeki görüntülerden faydalanılmıştır. Üretilen LST ve NDVI haritalarının birbiriyle olan ilişkileri değerlendirilmiş ve havzanın vejetasyon ve yüzey sıcaklıklarındaki mekânsal-zamansal değişimler incelenmiştir. Ayrıca, havza içerisindeki ilçelerin meteoroloji istasyonlarından elde edilen 2000-2013 Haziran ayı ortalama sıcaklık ve ortalama yağış verileri kullanılarak havzanın sıcaklık ve yağış değerleri yükseklik esas alınarak modellenmiş ve haritalanmıştır. Aynı istasyon verileri kullanılarak Kelkit havzasının sıcaklık ve yağıştaki değişimi de modellenmiş ve günümüzden 2034 yılına kadar olan zaman periyodundaki yağış ve sıcaklıklar tahmin edilmiştir. Modellerin geliştirilmesinde korelasyon (Pearson) ve regresyon (2 derece polinomik) analiz yöntemlerinden faydalanılmıştır. Elde edilen sonuçlar havzada sıcaklık artışı ve yağış düşüşüne işaret etmiştir. İncelenen parametrelere ait değişimler daha önceden elde edilen toprak, bitki ve sulak alan verileriyle birlikte yorumlanmıştır.

2015, 71 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: CBS, Kelkit Havzası, Küresel Isınma, Modelleme NDVI, Sıcaklık, Uzaktan Algılama, Yağış, Yer Yüzey Sıcaklığı.

ABSTRACT

MASTER THESIS

PREDICTION SOME OF THE PARAMETERS RELATED TO GLOBAL WARMING IN KELKIT BASIN BY GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND REMOTE SENSING

DOĞAÇ SENCER YILMAZ

GAZIOSMANPASA UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

(SUPERVISOR:;) ASSOC. PROF. HAKAN METE DOĞAN

This study aimed to predict some of the parameters related to global warming in Kelkit Basin by using geographic information systems (GIS) and remote sensing (RS). The parameters used are land surface temperature (LST: °C), air temperature (°C), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), and precipitation (mm). Among these parameters, images that belong to 2000-2007-2013 June in LANDSAT archive were utilized to obtain and to map LST and NDVI parameters. Relationships among the produced LST and NDVI maps were evaluated, and the spatio-temporal change of vegetation and land surface temperatures were investigated. Temperature and precipitation parameters were modelled and mapped in the basis of elevation by using the mean temperature and mean precipitation data of 2000-2007-2013 June from the meteorological stations in the basin. Using the same station data, the spatio-temporal change of temperature and precipitation were also modeled, and temperature and precipitation parameters were predicted from today to 2034. Korrelation (Pearson) and regression (second order polinomial) analyse methods were utilized to develop model. Obtained results indicated temperature increase and precipitation decrease in the basin. Observed changes of the investigated parameters were interpreted with the soil, plant and wetlands data obtained from previous studies.

2015, 71 PAGE

KEYWORDS: GIS, Kelkit Basin, Global Warming, Modeling, NDVI, Temperature, Remote Sensing, Precipitation, Land Surface Temperature.

ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinden bitimine kadar benden desteğini esirgemeyen, tez çalışmamda ve danışabileceğim her konuda bana yardımcı olan ve beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN' a, Yüksek Lisans eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ekrem BUHAN'a, hem çalışma hayatında hem normal hayatta yardımlarını esirgemeyen Dr. Orhan Mete KILIÇ'a teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmayı destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

DOĞAÇ SENCER YILMAZ
EKİM 2015

İçindekiler Tablosu

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	2
2.1. Küresel Isınma	2
2.1.1. Küresel Isınmanın Sulak Alanlara Etkileri	4
2.1.2. Küresel Isınmanın Bitki Biyo-Çeşitliliğine Etkileri	5
2.1.3. Küresel Isınmanın Fenoloji ve Yer değişimine (Range Shift) Etkileri	5
2.1.4. Küresel Isınmanın Toprak Özelliklerine Etkileri	6
2.2. Küresel Isınmanın izlenmesi	7
2.2.1. Uzaktan Algılama (UA)	7
2.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	10
3. MATERYAL METOT	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Çalışma Alanı	11
3.1.2. LANDSAT- 5 TM, LANDSAT- 7 ETM+ ve LANDSAT- 8 uydu görüntüleri	19
3.2. Metod	21
3.2.1. Yer Yüzey Sıcaklık Değerlerinin Uydu Görüntüleri ile Hesaplanması	23
3.2.2. Dijital Numaraların Parlaklık Değerine Dönüştürülmesi	23
3.2.3. Parlaklık Değerlerinin Yansıma Değerlerine Dönüştürülmesi	24
3.2.4. Termal Bant Parlaklık Değerlerinin Sensör Sıcaklık Değerlerine Dönüştürülmesi	25
3.2.5. Yer Yüzey Sıcaklığının Yüzey Yayılımı Yardımıyla Hesaplanması	26
3.2.6. Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi	27
3.2.7. Uzaysal Verilerin Değerlendirilmesi	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Normalleştirilmiş Farklı Vejetasyon İndeks (NDVI) Haritaları	30
4.2. Yer Yüzey Sıcaklığı Haritaları	33
4.3. Meteorolojik Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi ve Geliştirilen Modeller	36
4.4. Sıcaklık ve Yağış Model Haritaları	45
4.5. Meteorolojik Verilerin NDVI ve LST Verileri ile İstatistiksel Değerlendirmesi	48
4.6. Sıcaklık ve Yağışın Zamansal Değişimi	51
4.7. Yer Yüzey Sıcaklığının (LST) ve Vejetasyonun (NDVI) Zamansal Değişimi	56
5. SONUÇLAR	59
6. KAYNAKÇA	61
EK AÇIKLAMALAR	67
EK A	67
EK B	68
ÖZGEÇMİŞ	69

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DN	Dijital Numara
EROS	Dünya Kaynakları Gözlem ve Bilim Merkezi
HES	Hidro Elektrik Santral
LST	Yer Yüzey Sıcaklığı
NDVI	Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi
UA	Uzaktan Algılama
USGS	Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. CBS araçları.....	11
Şekil 3.1. Kelkit havzasında yer alan ilçeler ve havzanın sayısal yükselti haritası ve coğrafi konumu.....	12
Şekil 3.2. MODIS Sürekli Vejetasyon Alanları haritasına göre (GLCF, 2015) çalışma alanının vejetasyon sınıfları.	14
Şekil 3.3. Çalışma alanı büyük toprak grupları.	15
Şekil 3.4. Kelkit Havzası CaCO ₃ , pH, EC haritaları (Aslan, 2008; Doğan ve Aslan, 2013; Kılıç, 2009; Doğan ve Kılıç, 2013; Doğan ark., 2013; Kılıç, 2015; Karan, 2015)	16
Şekil 3.5. Kelkit Havzası % silt, kil, kum haritaları (Aslan, 2008; Doğan ve Aslan, 2013; Kılıç, 2009; Doğan ve Kılıç, 2013; Doğan ark., 2013; Kılıç, 2015; Karan, 2015)	17
Şekil 3.6. (a) Çalışmada kullanılan LANDSAT görüntülerinin mozaiklenmesi, (b) mozaiklenen görüntülerin çalışma alanının sınır haritası kullanılarak kesilmesi (subset edilmesi).	22
Şekil 4.1. 2000 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış NDVI haritası.....	31
Şekil 4.2. 2007 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış NDVI haritası.....	31
Şekil 4.3. 2013 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış NDVI haritası.....	32
Şekil 4.4. Hesaplanan NDVI değerlerinin hektar alan olarak dağılımı.....	33
Şekil 4.5. 2000 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış yüzey sıcaklık haritası.....	34
Şekil 4.6. 2007 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış yüzey sıcaklık haritası.....	35
Şekil 4.7. 2013 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış yüzey sıcaklık haritası.....	35
Şekil 4.8. Ortalama sıcaklık (Haziran) ve yükselti arasındaki ilişkilerin yıllar bazında modellenmesi	39
Şekil 4.9. Ortalama yağış (Haziran) ve yükselti arasındaki ilişkilerin yıllar bazında modellenmesi	40
Şekil 4.10. Haziran ayı sıcaklık modelleri ve çalışma alanının yükselti haritası kullanılarak oluşturulan sıcaklık raster haritaları	46
Şekil 4.11. Haziran ayı yağış modelleri ve çalışma alanının yükselti haritası kullanılarak oluşturulan yağış raster haritaları	47
Şekil 4.12. İstasyon bazında ortalamalarına dayanılarak oluşturulan Haziran ayı ortalama sıcaklık tahmin modeli	52
Şekil 4.13. İstasyon bazında ortalamalarına dayanılarak oluşturulan Haziran ayı ortalama yağış tahmin modeli	53
Şekil 4.14. Sıcaklık tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama sıcaklıklarının 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler.....	54
Şekil 4.15. Sıcaklık tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama sıcaklıklarının 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler.....	55
Şekil 4.16. Noktasal bazında ortalamalara dayanılarak oluşturulan Haziran ayı yer yüzey sıcaklığı (LST) tahmin modeli	57
Şekil 4.17. Noktasal bazında ortalamalara dayanılarak oluşturulan Haziran ayı vejetasyon indeksi (NDVI) tahmin modeli	57
Şekil 4.18. Yüzey sıcaklığı tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama yüzey sıcaklıklarının 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler.....	58
Şekil 4.19. Vejetasyon tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama vejetasyonunun 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler.....	58

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 3.1. Kelkit Havzası İlçeleri Yüzölçümleri.....	12
Çizelge 3.2. USGS arşivinden indirilen uydu görüntüleri ve tarihleri.....	20
Çizelge 3.3. LANDSAT- 5 TM uydu bantları, dalga boyları ve çözünürlükleri.....	20
Çizelge 3.4. LANDSAT- 7 ETM+ uydusu bantları, dalga boyları ve çözünürlükleri....	20
Çizelge 3.5. LANDSAT- 8 uydusu bantları, dalga boyları ve çözünürlükleri	21
Çizelge 3.6. Parlaklık değeri hesaplanmasında kullanılan değerler (Chander et al., 2009)	23
Çizelge 3.7. Solar irradyans ($ESUN_{\lambda}$) değerleri.....	24
Çizelge 3.8. Kalibrasyon sabitleri.....	25
Çizelge 3.9. Termal bant dalga boyu (w) değerleri	27
Çizelge 3.10. Çalışma alanı sınırları içinde kalan meteoroloji istasyonlarına ait 2000, 2007 ve 2013 yılları Haziran ayı ortalama sıcaklık ve yağış verileri	28
Çizelge 3.11. İstasyon noktasal veri tabanı kullanılarak çekilmiş, yıllara göre LST ve NDVI verileri.....	29
Çizelge 4.1. Haziran ayı sıcaklık ve yağış değişkenlerinin 2000, 2007 ve 2013 yıllarına ait istasyon verilerinin tanımsal istatistiği	37
Çizelge 4.2. Haziran ayı sıcaklık ve yağış değişkenleri ile yükselti arasındaki korrelasyon (Pearson) değerleri	38
Çizelge 4.3. 2000 yılı Haziran ayı sıcaklık (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen sıcaklık modeli	42
Çizelge 4.4. 2007 yılı Haziran ayı sıcaklık (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen sıcaklık modeli	42
Çizelge 4.5. 2013 yılı Haziran ayı sıcaklık (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen sıcaklık modeli	43
Çizelge 4.6. 2000 yılı Haziran ayı yağış (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen yağış modeli	43
Çizelge 4.7. 2007 yılı Haziran ayı yağış (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen yağış modeli	44
Çizelge 4.8. 2013 yılı Haziran ayı yağış (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen yağış modeli	44
Çizelge 4.9. İstasyon noktasal veri tabanına çekilmiş 2000, 2007 ve 2013 yıllarına ait LST ve NDVI verilerin tanımsal istatistikleri.....	49
Çizelge 4.10. Haziran ayı sıcaklık ve yağış değişkenleri ile LST ve NDVI değişkenleri arasındaki korrelasyon (Pearson) değerleri.....	50

1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği 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. Tüm dünyayı etkileyen bu olay hakkında ülkemizde de çalışmalar yürütülmekte ve yapılması gerekenler bilim adamları tarafından açıklanmaktadır. Bu çalışmalarda farklı disiplinlerin bir araya gelmesiyle konu farklı boyutlarda incelenmekte ve önemli sonuçlar elde edilmektedir.

Günümüzde, yeryüzünün fiziksel yapısı hakkındaki pek çok bilgi objelerin belirli bir uzaklıktan mekanik veya elektronik cihaz kullanılarak gözlenmesi olarak tanımlanan Uzaktan Algılama (UA) teknikleri ile elde edilmektedir. Hava fotoğrafları, hava tarayıcıları ve uydu görüntüleri bu tekniğin temel veri kaynaklarıdır. UA araçlarıyla elde edilen sayısal veriler ise güçlü bir analitik araç olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) için son derece önemlidir. CBS karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; coğrafi konumu belirlenmiş verilerin toplanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görsel olarak sunulması işlemlerini kapsayan donanım, yazılım, personel ve yöntemler sistemidir. Bu nedenle UA ile elde edilen veriler CBS çatısı altında anlam kazanmakta diğer sayısal coğrafik verilerle ilişkileri daha ayrıntılı araştırılabilmektedir. Bu bağlamda söz konusu teknolojiler günümüzde vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir (Aparicio ve ark., 2000).

Kelkit Havzası henüz kirlenmemiş ve biyolojik çeşitlilik yönünden önem arz eden havzalarımızdan biridir. Kelkit Havzası'nın, küresel iklim değişikliğinden muhtemelen az etkilenecek alanların başında geldiği düşünülmektedir. Bu nedenle bölgenin izlenmesi ve elde edilen verilerin güncellenerek durum tespiti yapılması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasının kapsamında Kelkit Havzasına ait LANDSAT- TM, LANDSAT--ETM+ ve LANDSAT--8 uydu görüntülerinin sıcaklık (thermal), kızıl ötesi ve kırmızı bantlarını kullanarak 2000-2007-2013 yıllarında seçilen belirli zaman dilimindeki yer yüzey sıcaklığı (LST) ve Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi (NDVI)

değerlerinin izlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca havzada bulunan ilçelerin meteoroloji istasyonlarından alınan ortalama yağış ve ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak geleceğe yönelik tahmin modellerinin oluşturulması amaçlanmıştır. Meteorolojik verilerin yükselti ile ilişkilerinin araştırılıp modellenmesi ve bunların sayısal raster haritalara dönüştürülerek yorumlanması ise bir diğer önemli hedeftir. Son olarak sıcaklık ve yağıştaki değişimin toprak özellikleri ve bitki üzerindeki etkilerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Küresel Isınma

En güncel tanımıyla Küresel Isınma; Dünya'nın iklim sisteminin ortalama sıcaklığının keskin ve sürekli bir şekilde artmasını ifade etmektedir (Stocker ve ark., 2013). Yapılan araştırmalara göre 1971 yılından beri ısınmanın % 90'ı okyanuslarda meydana gelmiştir (Stocker ve ark., 2013). Enerji depolama konusunda okyanusların baskın rolüne rağmen küresel ısınma terimi Dünya yüzeyindeki hava ve deniz ortalama sıcaklıkları artışlarına başvurmak için kullanılmaktadır (Riebeek, 2010). 20. Yüzyıl başlarından bugüne Dünyanın hava ve deniz yüzey sıcaklığı 0,8 °C artmıştır (National Research Council, 2011). Küresel ısınmanın sebeplerinin bilimsel olarak anlaşılmasında bir artış görülmektedir. Uluslararası iklim değişikliği panelinin 4. değerlendirme raporunu yayınlayan bilim adamlarının % 90'ı küresel ısınmanın kaynağının insan kaynaklı sera gazı salınımı olduğu konusunda hem fikirdirler (Pachauri ve Reisinger, 2007; National Research Council, 2011).

Sanayi devriminin başladığı 18. Yüzyıl ortalarından itibaren artan fosil yakıt tüketimi ve orman katliamları atmosferde sera gazı adı verilen gazların birikmesine yol açmıştır. Bu gazlar atmosferde bir örtü oluşturarak güneşten gelen ışınların yeryüzünden yansiyarak uzaya dağılmasına engel olarak tekrar yeryüzüne dönmesine ve yerin ısınmasına neden olmaktadır. Bu olaya sera etkisi denilmektedir. Yapılan araştırmalar sera gazlarının salınımının arttığını göstermiştir (Booker ve ark., 2009).

Sera etkisine sebep olan sera gazları kızıl ötesi radyasyon yayan ve absorbe eden gazlardır (Pachauri ve Reisinger, 2007). Temel olarak, sera gazları su buharı (H₂O), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), nitrojenoksit (N₂O), ozon (O₃) ve kloro-floro karbonlar (CFC) olarak tanımlanmaktadır. Bu gazlar atmosferde birikerek Güneşten gelen ışınların geçmesine izin verirken yerden geri yansıyan ışınları tutarak uzaya dönmesine engel olur. Buda atmosferin ve Dünya'nın sıcaklığını arttırmaktadır. Yapılan ölçümlerde 2008 yılı itibariyle atmosferdeki CO₂ gazı sanayi devrimi dönemindeki 285 ppm seviyesinden 383 ppm'e yükselmiştir (Şen ve ark., 2008).

Sera gazı salınımında ülkemize baktığımızda; TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) sera gazı emisyon envanterine göre 1990-2012 yılları arasında CO₂ salınımında %133,4 oranında bir artış olmuştur. Bununla birlikte Türkiye'nin 439,9 milyon tonluk karbondioksit salınımı ile dünyada en fazla karbon dioksit salınımına sahip ülkeler arasındadır. Envanter sonuçlarına göre, 2012 yılı emisyonlarında CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı %70,2 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken, bunu sırasıyla %14,3 ile endüstriyel işlemler, %8,2 ile atık ve %7,3 ile tarımsal faaliyetler takip etmektedir (TÜİK, 2014) (EK A).

Yapılan çalışmalar, geçen yüzyılın sonlarında atmosfere yılda verilen karbondioksit miktarının ortalama 355 ppm olduğunu, içinde bulunduğumuz yüzyılda bunun değerinin iki katına çıkabileceğini göstermektedir. Birçok matematiksel iklim model sonuçları CO₂ miktarındaki bu iki kat artışın 2050 yıllarında küresel sıcaklıkta ortalama olarak 1,5 ile 4,5°C arasında bir sıcaklık artışına neden olacağını ortaya koymaktadır. Ancak bu tür çalışmalarda bazı belirsizlikler de ortaya çıkmaktadır. Karbondioksit artışına, fosil yakacak kullanımından çok, orman tahribatları temel neden olarak gösterilebilmektedir. Bu durumda CO₂ miktarı tahmin edilenden daha az, dolayısıyla küresel ısınmanın değeri de daha düşük olacaktır (Ahrens, 1994). İklim modellerine göre 21. yüzyılın sonlarına kadar küresel ısınmanın yüzey sıcaklığını muhtemelen 1,1 – 6,4 °C daha artıracığı görülmektedir. Dolayısıyla, insanoğlu küresel iklim değişikliğinin sebeplerini dikkate almaz ve alınması gereken önlemleri göz ardı ederse sonuçlarının son derece yıkıcı olması beklenmektedir.

Küresel olarak artan sıcaklık beraberinde yağış miktarı ile yağış rejiminin değişmesini getirecektir. Güney Doğu Asya'da ani ve büyük ölçekli yağışların neden olacağı seller ve tehlikeli su baskınları görülürken, Asya'nın orta kesimleri, Akdeniz, Afrika, Avustralya ve Yeni Zelanda daha az düşen yağışların etkisiyle kuraklık tehdidi altında kalacaktır. Çeşitli senaryolara göre 2070'lerde akarsu potansiyelleri Avrupa'nın Akdeniz kısmında % 20-50 oranında düşerken, Kuzey ve Doğu Avrupa kısımlarında % 15–30 oranında artacaktır (Anonim, 2012). Genel olarak durum böyleyken özel olarak Türkiye'nin küresel ısınmasına bakacak olursak; yapılan çalışmalar ülkemiz için durumun hiç iyi olmadığını göstermektedir. Isınma bu şekilde devam edecek olursa 2070 yılına gelindiğinde yaz aylarında ülkenin batısında sıcaklıkların 5-6 °C, Orta-Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da 3-4 °C artması ön görülmektedir. Yine aynı senaryoya göre Karadeniz bölgesinde yağışların % 10-20 artış göstereceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2012). 2100'lerde ise Türkiye'nin Kuzey Afrika'ya dönüşeceği ön görülmektedir (Anonim, 2014). Küresel ısınmanın sulak alanlara, bitki biyoçeşitliliğine, toprak özelliklerine, fenoloji ve yer değişimine önemli etkileri olacağı açıktır.

2.1.1. Küresel Isınmanın Sulak Alanlara Etkileri

Günümüzün en büyük sorunların biride temiz su kaynaklarıdır. Dünya nüfusundaki artış ile birlikte su kullanımı da artmıştır. Yapılan araştırmalara göre dünya nüfusunun %40'lık kısmı su sıkıntısı yaşamaktadır ve önümüzdeki 25-30 yıllık dönemde bu oranın %70'lere ulaşacağı hesaplanmaktadır (Fındık, 2007). Ülkemiz durumuna baktığımızda ise küresel ısınma yanında yanlış tarımsal uygulamalar ve suların kirletilmesi birlikte sorun olmaktadır.

Sulak alanlar Dünya'nın %6'sını kaplarken gezegenin karbon stokunun %12'sine sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı karbon döngüsünde önemli bir rol üstlenmektedirler (IPCC, 1996; Sahagian ve Melack, 1998; Ferrati ve ark., 2005). Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin dünyasında sulak alanlar yakın geleceğin bilinmeyenleri arasında yer almaktadır (IPCC, 2001; Paul ve ark., 2006). Sulak alanların üzerindeki baskılar; hidrolojik değişimler, sıcaklıktaki değişimlerden dolayı veya direkt etkileri ve arazi kullanımındaki değişiklikler olarak özetlenebilir (Ferrati ve ark., 2005). Sulak alan

sistemleri gelen su miktarı ve kalitesi bakımından hassastırlar (Ervin, 2009). Küresel ısınmanın su kaynakları üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, sulak alanlar hem kısa hem uzun vadede tehdit altında kalmaktadırlar. Kelkit havzasına baktığımızda; akarsu üzerinde kurulan ve kurulmakta olan Hidro Elektrik Santral'lerin (HES) etkileri ile birlikte sonuçların daha vahim olacağı açıktır.

2.1.2. Küresel Isınmanın Bitki Biyo-Çeşitliliğine Etkileri

Küresel ısınmanın bitkilere etkisi doğrudur ve bitkiler açısından felaket yaratan bir durum olarak öne çıkmaktadır. Gezegen üzerindeki yaşamın devamlılığını sağlayan önemli bir etmen olan bitkilerin bu şekilde zarar görmesinin sonuçlarının ağır olacağı açıktır. Tarım ülkesi olmamızdan dolayı bu konuda maksimum düzeyde önlem alınması önem arz etmektedir. Küresel ısınmanın bitkiler üzerindeki etkilerine bakacak olursak:

- Aşırı sıcaklıkların fotosentezi yavaşlatması sonucu bitki büyümesinin yavaşlaması,
- Orman arazilerinde toplu ağaç kurumaları,
- Aşırı sıcaklık ile orman yangınlarının meydana gelmesi,
- Sıcak ve nemli havanın bitki hastalık ve zararlılarının artmasına neden olması, gibi örneklendirilebilir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisini en fazla hissedecek ekosistem elemanları bitkilerdir. İklimin bu şekilde hızlı değişimi bitki vejetasyonları üzerinde büyük etkiler yaratacağı kaçınılmazdır. Bitkilerin büyüme, gelişme, yayılma gibi bütün özellikleri iklimdeki değişimlere karşı hassastır. Özellikle sıcaklık ve yağıştaki ani değişimler bitki türleri üzerinde etkisini hızlı bir şekilde göstermekte ve türler arası rekabeti etkilemektedir (Sykes, 2009).

2.1.3. Küresel Isınmanın Fenoloji ve Yer Değişimine (Range Shift) Etkileri

Fenoloji, canlıların gelişme periyotları içerisinde meydana gelen çeşitli gelişme safhalarını inceleyen bilim dalına denir. İklim faktörlerinin etkisiyle bitki bünyesinde meydana gelen değişikliklerin ve dolayısıyla vejetasyon devresi içerisindeki belirli ve

kritik dönemlerin tarihleri ile tespit edilmesi fenolojik gözlemler yardımıyla mümkün olmaktadır. Örneğin; tahıllarda ekim, çimlenme, sapa kalkma, başaklanma, çiçeklenme, erme-hasat, meyve ağaçlarında tomurcuklanma, çiçek açma, olgunlaşma, yaprakların sararıp dökülmesi, gibi olayların meydana geliş zamanları hakkında bilgi toplanır (Anonim, 2015).

Ülkemizde 252 istasyondan oluşan fenolojik gözlem şebekesi mevcuttur. Bu merkezlerden gelen fenoloji gözlem değerlerinin uzun yıllar ortalamaları haritalara işlenerek benzer fenolojik değerler haritalar üzerinde eğrilerle birleştirildiğinde aynı bitkinin değişik yerlerdeki eşit gelişme safhalarına ait zamanlar elde edilir. Bu eğrilere İZOFAN adı verilir. İzofan eğrileri amaca göre 5, 10, 15, 20 şer günlük aralarla çizilebilir. Bu fenoloji atlasındaki haritalar 15 ve 20 günlük aralıklarla çizilmektedir.

Yer değişimi ise canlı türlerinin kendileri için daha uygun iklim koşullarının olduğu bölgelere doğru hareket etmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay hayvanlara nazaran bitkilerde daha az gözlemlenmektedir. Bitki türlerinin farklı sıcaklık isteklerine sahip olması nedeniyle yeryüzünde dağılımları farklılık göstermektedir. Her bitkinin de sıcaklık isteği ve soğuğa karşı dayanıklılığı farklıdır. Bu özellik bitkilerin sıcaklık kuşaklarına göre dağılımına neden olur. Küresel ısınma bu kuşakların değişmesine ve buna bağlı olarak bitkilerin dağılımını etkilemektedir. Örneğin, Iversen'in (1944) bildirildiğine göre *Ilex aquifolium* kış sıcaklıklarına uyum göstermiş 0 °C kuzey izotermine yakın dağılım gösteren bir türdür (Sykes, 2009). Son 50 yılda bu izoterm İsviçre'in daha güney kıyılarına taşınmıştır (Walter ve ark., 2005a, Sykes, 2009).

2.1.4. Küresel Isınmanın Toprak Özelliklerine Etkileri

Sıcaklık toprak üzerinde doğrudan etkiye sahip etmenlerden birisidir. Sıcaklıktaki değişimler toprak yapısı, toprak canlıları ve toprak suyuna olumlu veya olumsuz etki yapabilmektedir. Topraktaki bu tip değişimlerde bitki ve insan yaşamı üzerinde etkilidir. Küresel ısınmanın toprak üzerinde fazlasıyla olumsuz etki yaptığı bilinen bir durumdur. Haşlak (2007), sıcaklık artışının toprak üzerinde olumsuz etkilerini şu şekilde özetlemiştir:

- Mikroorganizma faaliyetlerinin artmasına bağlı olarak organik madde mineralizasyonunun artması
- Toprak tuzunun artması
- Toprak pH sında değişim
- Çölleşme

Karbon, azot, nitrojen ve su döngüsü ilişkileri nedeniyle topraklar atmosferik iklim ile bağlantılıdır. Değişen iklim toprak özellikleri ve toprak oluşumunu etkilerken, toprakta iklimin değişmesi üzerinde etkili olacaktır. Yapılan alışmalar iklim değişiminin toprak üzerinde ne gibi değişiklikler yaratabileceğini göstermiştir. Örneğin, iklim değişiminin karbon ve azot döngülerini etkilemesi toprak oluşumunu ve verimliliğini değiştirecektir (Hungate ve ark., 2003; Gorissen ve ark, 2004; Davidson and Janssens, 2006). Ayrıca iklim değişimi toprak nemi üzerinde de etkili olacaktır (Chiew ve ark., 1995; Backlund ve ark., 2008; Kirkham, 2011).

2.2. Küresel Isınmanın izlenmesi

evre üzerinde fazlasıyla olumsuz etkisi olan küresel ısınmanın izlenmesi gerekmektedir. Bu alışmada UA teknikleri kullanıldığından bu konuda bilgi verilecektir. Küresel ısınmanın izlenmesinde en yaygın olarak kullanılan araçlar UA ve CBS teknolojileri ve bu alanda izlenen metodolojilerdir.

2.2.1. Uzaktan Algılama (UA)

UA 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 edilen bir uygulamadır (Campbell ve Wynne, 2011).

UA kısaca tele kayıt (tele-detection) ya da dünya'nın gözlenmesi (earth observation) olarak tanımlanır. UA genel anlamda görüntünün oluşturulması ile konum olarak sabit veya hareketli, uzak mesafelerden yer yüzeyinin gözlenmesinde kullanılan yöntemler, teknikler ve araçların bütünüdür (Jensen, 1996). UA teknolojisindeki gelişmelere bağlı

olarak optik-mekanik ve çok bantlı algılayıcılarla sayısal görüntülerin elde edilmeye başlanması ve bu görüntülerin analizlerinde hızlı ve artan bir başarıya ulaşılması, hava fotoğraflarını temel materyal olmaktan çıkararak yardımcı materyal durumuna getirmiştir (Lindenlaub ve Russell, 1974; Hoffer, 1976).

Yeryüzünden bilgilerin toplanması değişik yöntemlerle olabilmektedir. Özellikle planlama amaçlı ve geniş arazi parçalarından doğrudan ölçülerek veri toplamak için UA tekniği yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. UA verileri sayısal olarak kaydedilmekte, görüntü yorumlama ve analiz işlem elamanları yardımıyla görüntülerden bilgi sağlanmaktadır. Çoğu doğal kaynak haritası UA tekniği yardımıyla yapılmaktadır. Uydu görüntüleri, tüm topografik haritalarda, çeşitli orman, jeoloji, arazi kullanım ve toprak haritalarının yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca tarım topraklarının sezon boyunca düzenli olarak izlenmesi, problemleri alanların tespiti ve ürün seviyesinin tahmininde kullanılırken, kent haritalarının detaylandırılmasında ve belediyelerin kaçak arazi gelişmelerini tespitinde uydu görüntüsü ile elde edilen veriler kullanılabilir (Aronoff, 1989a; 1989b). UA işlemleri iki aşamadan oluşur. Bunlar, Veri elde etme ve veri işleme aşamalarıdır.

Verinin elde edilmesi sırasıyla; enerji kaynağı, ışınım ve atmosfer, hedef ile etkileşim, enerjinin algılayıcı tarafından kaydedilmesi, verinin iletimi, alınması ve işlenmesi aşamalarında gerçekleşmektedir. Algılama için hedefe bir kaynak tarafından enerji gönderilmesi gerekmektedir. Bu kaynak hedefi aydınlatır veya hedefe elektromanyetik enerji gönderir. Optik uydular için enerji kaynağı güneştir, ancak radar uyduları kendi enerji kaynaklarını üzerlerinde taşır ve elektromanyetik enerji üretmek hedefe yollarlar. Enerji, kaynağından çıkarak hedefe yol alırken atmosfer ortamından geçer ve bu yol boyunca bazı etkileşimlere maruz kalır. Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışınım hem de hedef özelliklerine bağlı olarak farklı etkileşimler oluşur. Algılayıcı hedef tarafından yayılan ve saçılan enerjiyi algılar ve buna ilişkin veri kayıt edilir. Hedeften toplanan enerji miktarına ait veri algılayıcı tarafından kayıt edildikten sonra, görüntüye dönüştürülmek ve işlenmek üzere bir uydu yer istasyonuna gönderilir.

Görüntü görsel, dijital ve elektronik işleme teknikleri ile zenginleştirilir, analiz edilir ve nicel sonuçlar elde edilecek veriye sahip olunur. İşlenmiş veriden bilgi çıkarılır, bazı sonuçlara ulaşılır. Ayrıca elde edilen sonuçlar, başka veri kaynakları ile birleştirilerek kullanılabilir.

UA görüntüleme sistemleri kullandıkları enerji tiplerine göre aktif sistemler ve pasif sistemler olmak üzere iki farklı şekilde çalışmaktadır. Pasif sistemler yeryüzünün doğal yayılım enerjisi veya güneş enerjisinin yansıtımını algılayan optik, ısıl ve mikrodalga algılayıcılarıdır. Aktif Sistemler ise kendi enerji kaynaklarını kullanırlar. Hedefe ürettikleri elektromanyetik dalga sinyallerini yollar ve hedeften saçılan enerjiyi algırlar (radar uyduları bu şekilde çalışır).

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 ve Dadhwal, 2003; Li ve Becker, 1993; Şekertekin, 2013).

Yer yüzey sıcaklığı, toprak üzerindeki enerji dengesini yöneten önemli bir parametredir ve çevre ile dünya kaynaklarının dinamik değişimini yönlendiren önemli bir belirleyici etkidir (Qin ve Karnieli 1999, Şekertekin 2013). Yer yüzeyi sıcaklığı (LST) hesabı için birden fazla algoritma geliştirilmiştir. Birbirinden farklı algoritmaların olmasının nedeni uyduların farklı özellikte termal algılayıcılarının bulunmasıdır. Bunlardan biri NDVI kullanılarak Sobrino ve ark., 2004 ve Weng ve ark., 2004 tarafından geliştirilen hesaplamalardır. Bu tez çalışmasında da bu metotlar takip edilmiştir.

USGS üzerinden elde edilen LANDSAT- 5-7 uydu görüntüleri 8-bit (0-255) formatında üretilmektedir. Bu formattaki veriler “digital number” veya (DN) olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir analizde kullanılmadan önce bu verilerin fiziksel yansıma değerlerine kalibre edilmesi gerekmektedir. Radyometrik kalibrasyon işlemi, kaliteli bilimsel veri üretimi için ön koşul olarak kabul edilmektedir (Chander ve ark., 2009).

2.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Coğrafya ile ilgili grafik ve grafik olmayan verilerin kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde çeşitli kaynaklardan toplanması, depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi, yönetilmesi ve sunulması fonksiyonlarını bütünleşik olarak yerine getiren donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşan bir organizasyondur (DeMers, 1997; Bank, 1994; ESRI, 2004; ESRI, 2005).

CBS haritaları ve resimleri tutmaz, veritabanını tutar. Veritabanı kavramı CBS nin kalbidir. Ayrıca CBS veritabanında depolanmış verileri kullanarak, harita üzerindeki detaylara ilişkin yeni bilgilerde hesaplar (Burrough, 1986; Sarbanoğlu, 1991; ESRI, 2004; ESRI, 2005).

CBS veri yapıları yönünden diğer bilgi sistemlerinden farklıdır. Çünkü CBS deki varlıklar coğrafi varlıklardır ve bu nedenle grafik olmayan bilgilerin yanında grafik bilgilerin de bütünleşik olarak tutulması gerekmektedir. Diğer yandan CBS`de varlıklar arasında alışagelmış ilişkilerin dışında konuma bağlı ilişkiler de yer almaktadır (Şehsuvaroğlu, 1996).

CBS'nin beş temel bileşeni vardır. Bunlar; donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemlerdir. CBS araçları ise veri giriş araçları, veri depolama araçları, veri toplama araçları, veri işleme araçları, veri sunuş araçları ve eğitimli personeldir (Şekil 2.1) CBS'nin işlemini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım (hardware) olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, yazıcı (printer), çizici (plotter), tarayıcı (scanner), sayısallaştırıcı (digitizer), veri kayıt üniteleri (data collector) gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır (Burrough, 1986; ESRI, 2004; İŞLEM, 2004; ESRI, 2005).

CBS'nin en önemli bileşenlerinden biri veridir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı

yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir (İŞLEM, 2004).



Şekil 2.1. CBS araçları

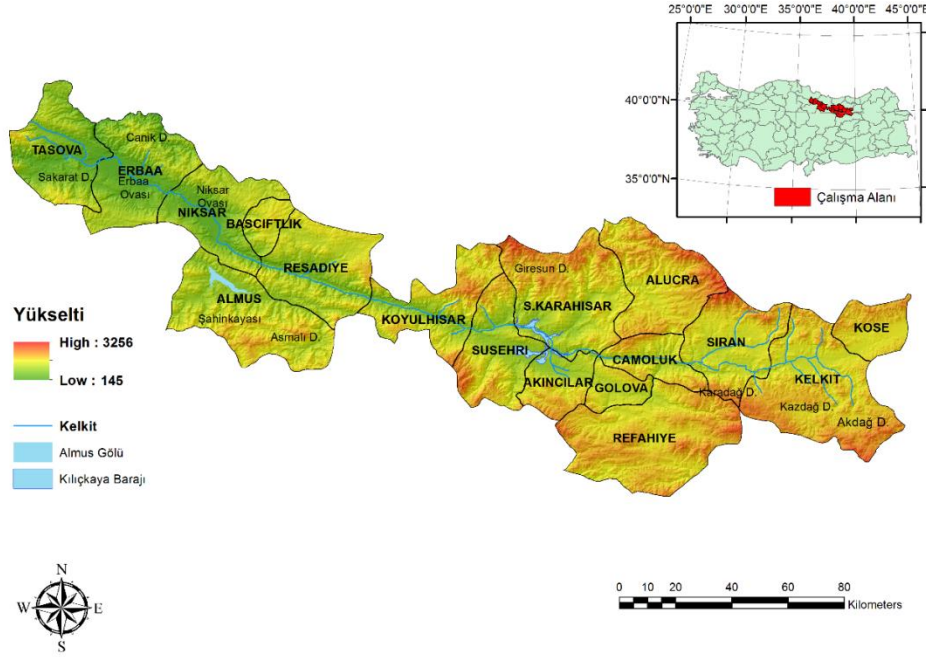
3. MATERYAL METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Kelkit Irmağı 320 km'lik uzunluğu ve henüz büyük tahribatlar yaşamamış ekosistemi ile ülkemizin en önemli su kaynaklarından birisidir. Kelkit Irmağı esas itibari ile dört il (Gümüşhane, Giresun, Sivas, Tokat) ve kısmen etkilediği iki il (Erzincan, Amasya) olmak üzere altı il, on yedi ilçe ve çok sayıda yerleşim merkezi üzerinde sosyo-ekonomik ve ekolojik etkiler yapmaktadır. Bu kadar büyük bir alanı etkileyen Kelkit Havzası ekolojik özelliklerindeki çeşitlilikten ve havzadaki yükselti farklılıklarından

dolayısı Aşağı, Orta ve Yukarı Kelkit Havzaları olarak alt bölgelere ayrılmaktadır (Şekil 3.1). Çalışma alanı toplam 16244,27 km² alanı kapsamaktadır. Havza sınırları içinde on yedi ilçe bulunmaktadır ve bu ilçelerin kapladıkları alanlar Çizelge 3.1’de verilmiştir.



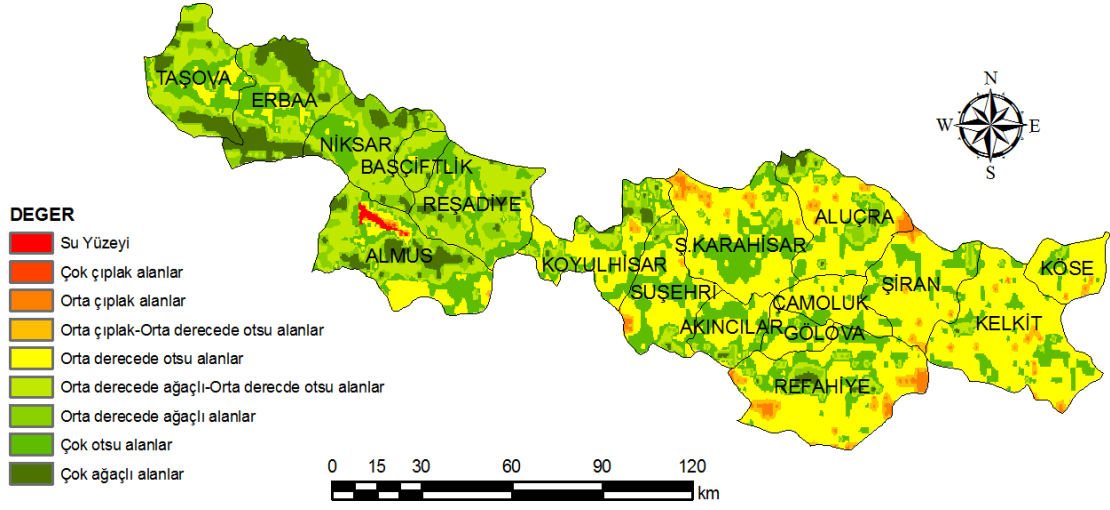
Şekil 3.1. Kelkit havzasında yer alan ilçeler ve havzanın sayısal yükselti haritası ve coğrafi konumu.

Çizelge 3.1. Kelkit Havzası İlçeleri Yüzölçümleri.

İlçe Adı	Alan %	Alan km ²	İlçe Adı	Alan %	Alan km ²
Refahiye	10,69	1736,97	Koyulhisar	5,66	919,73
Kelkit	10,28	1671,48	Niksar	5,58	908,02
Şebinkarahisar	8,89	1444,86	Suşehri	5,51	893,86
Almus	8,50	1381,43	Akıncılar	2,96	480,82
Reşadiye	7,05	1146,39	Çamoluk	2,83	459,19
Erbaa	6,99	1135,78	Köse	2,76	448,12
Alucra	6,96	1131,90	Gölova	1,75	284,51
Taşova	6,14	998,22	Başçiftlik	1,49	242,96
Şiran	5,96	960,03	Toplam	100,00	16244,27

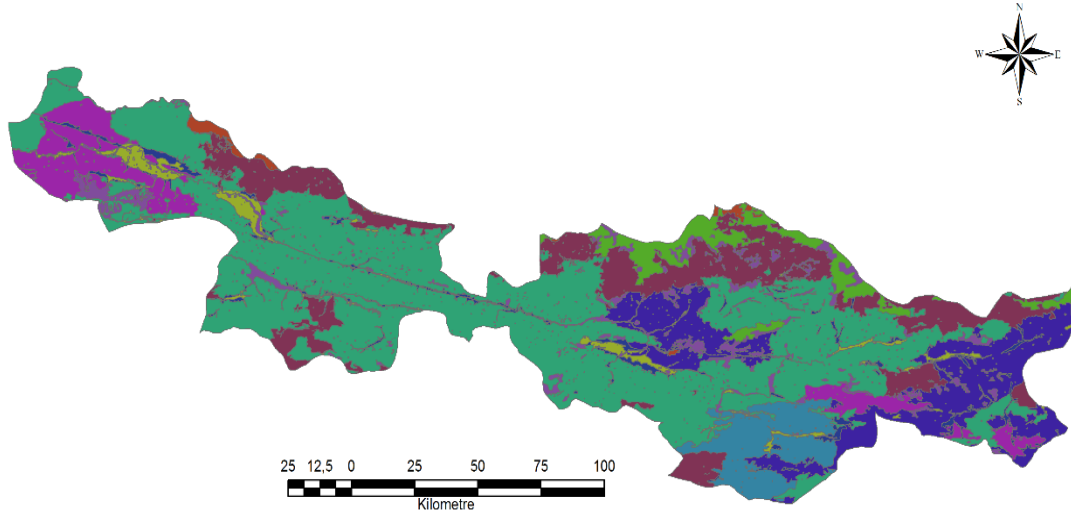
Kelkit Havzası; konumu nedeniyle İç Anadolu ile Orta Karadeniz Bölgeleri arasında geçiş durumunda bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma alanında her iki bölgenin iklim özelliklerini görmek mümkündür. Bununla birlikte araştırma alanının jeomorfolojisi, topoğrafik yapısı bölgenin iklimi üzerine etkili olmaktadır. Vadinin alt seviyelerinden 850-900 metrelere kadar Akdeniz iklimi görülürken üst seviyelerinde bu etki azalmakta ve oseyanik iklim karakteri kazanmaktadır. Bu nedenle araştırma alanının iklim yönünden de geçiş iklimi özelliği vardır (Akman ve Dağet, 1971; Akman, 1999). Vadi içinde batıdan doğuya doğru gidildikçe Akdeniz ikliminin etkisinin azaldığı karasal iklim özelliklerinin görülmeye başlandığı görülmektedir. Bölgenin bitki örtüsü de bunu desteklemektedir (Dirim, 2006).

Toplam 16244,27 km² 'lik bir yüzölçümünü kapsayan çalışma alanında 59 familya, 192 genera ve 283 bitki türü bulunduğu bildirilmiştir (TUBIVES, 2003). Son yapılan çalışmalara göre bölgede 2000 civarında bitki taksonu olduğu tahmin edilmektedir. Bölgede Akdeniz ikliminin göstergesi olan türlere de rastlanmaktadır. Karaçam, sarıçam, köknar, gürgen ve sedir gibi ağaç türleri bölgede yaygın iken bu ağaç türlerinin içerisinde yer yer fındık, kızılıçık, yabani erik, elma, ahlat, alıç, gibi türlere de rastlamak mümkündür (Karaer, 1994). Global Land Cover Facility tarafından MODIS görüntüleri kullanılarak hazırlanan MODIS Sürekli Vejetasyon Alanları haritasına göre (GLCF, 2015) çalışma alanının vejetasyon sınıfları Şekil 3.2`de verilmiştir. Buna göre çalışma alanının önemli bir kısmı orta derecede otsu alanlar (%42,42), çok otsu alanlar (%23,37), orta derecede ağaçlı ve orta derecede otsu (%16,03) alanlardan oluşmaktadır. Alanın %8,34`ü orta derece ağaçlı, %6,04`ü ise çok ağaçlı olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanının doğusuna doğru yükselti artmakta bitki örtüsü azalmaktadır.



Şekil 3.2. MODIS Sürekli Vejetasyon Alanları haritasına göre (GLCF, 2015) çalışma alanının vejetasyon sınıfları.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün toprak haritalarına göre (KHGM, 2002) Kelkit havzasında; alüvyal, kahverengi, gri kahverengi podzolik, hidromorfik, kolüvyal, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman, kireçsiz kahverengi, Yüksek Dağ Çayır olmak üzere on büyük toprak grubu yer almaktadır (Şekil 3.3).

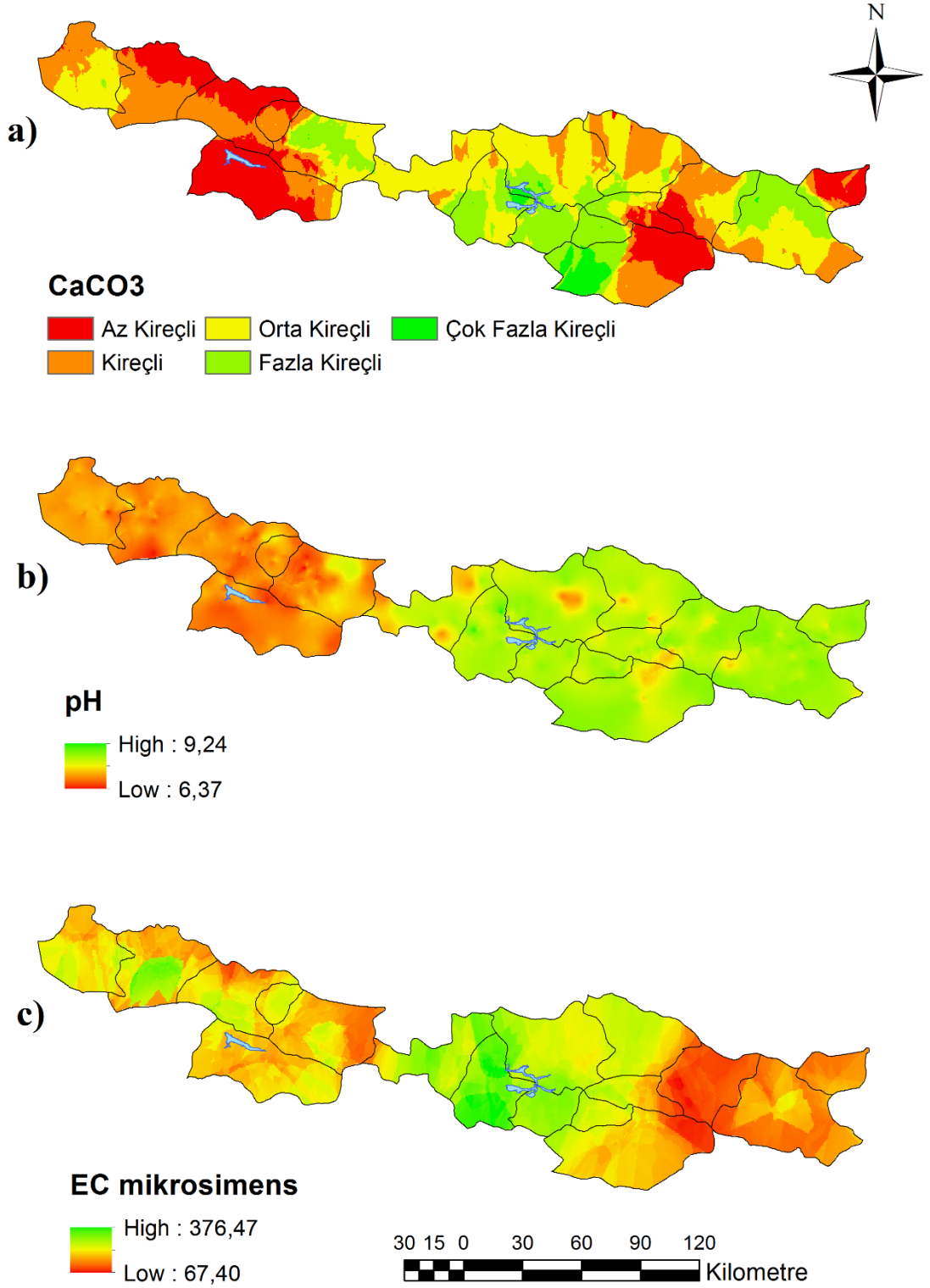


Kelkit Havzası Büyük Toprak Grupları

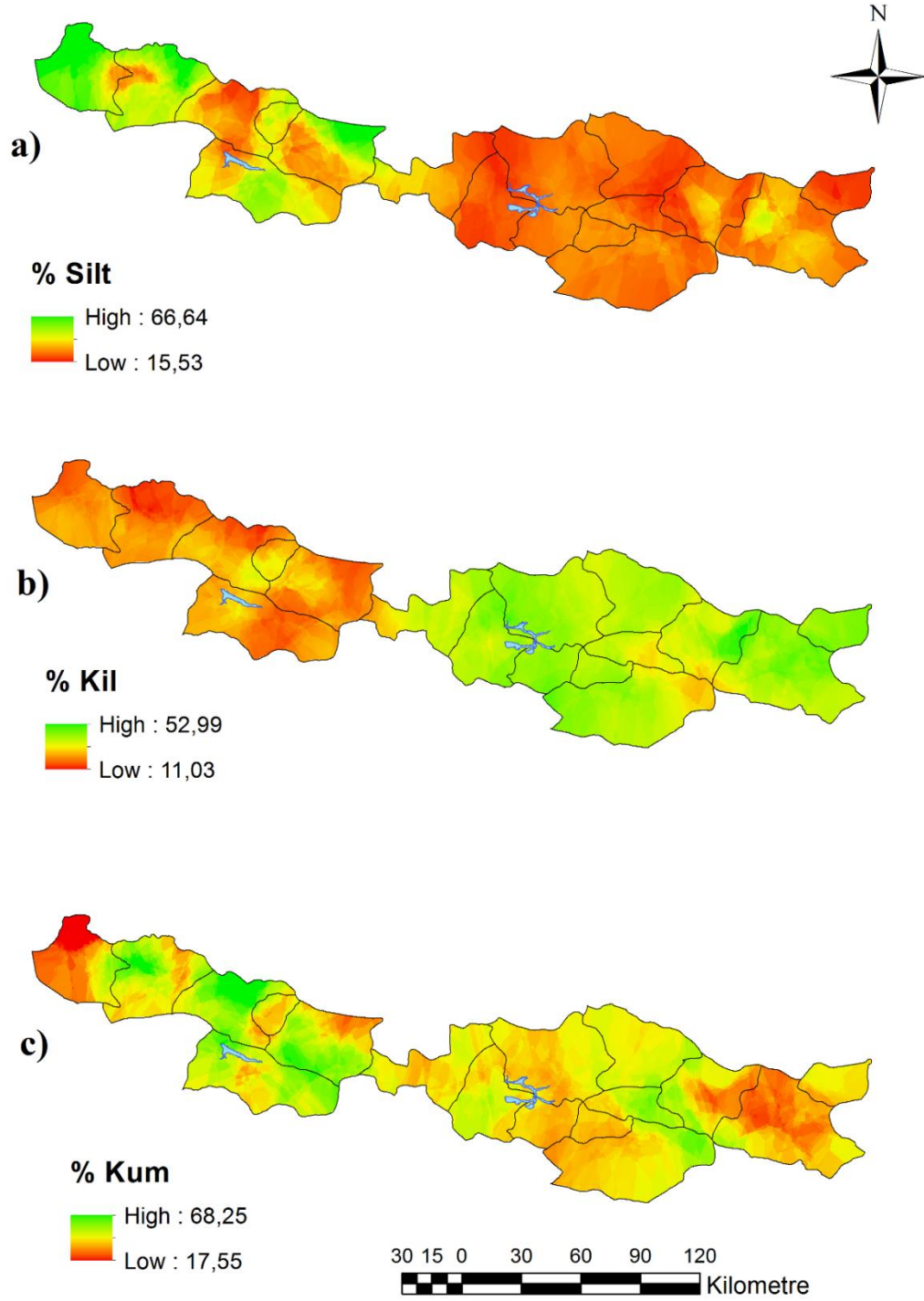
Değerlendirilmemiş	Gri Kahverengi Podzolik Topraklar	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları
Alüvyal Topraklar	Hidromorfik Topraklar	Kireçsiz Kahverengi Topraklar
Kahverengi Topraklar	Kolüvyal Topraklar	Yüksek Dağ Çayır Toprakları
Kestane Rengi Topraklar	Kahverengi Orman Toprakları	

Şekil 3.3. Çalışma alanı büyük toprak grupları.

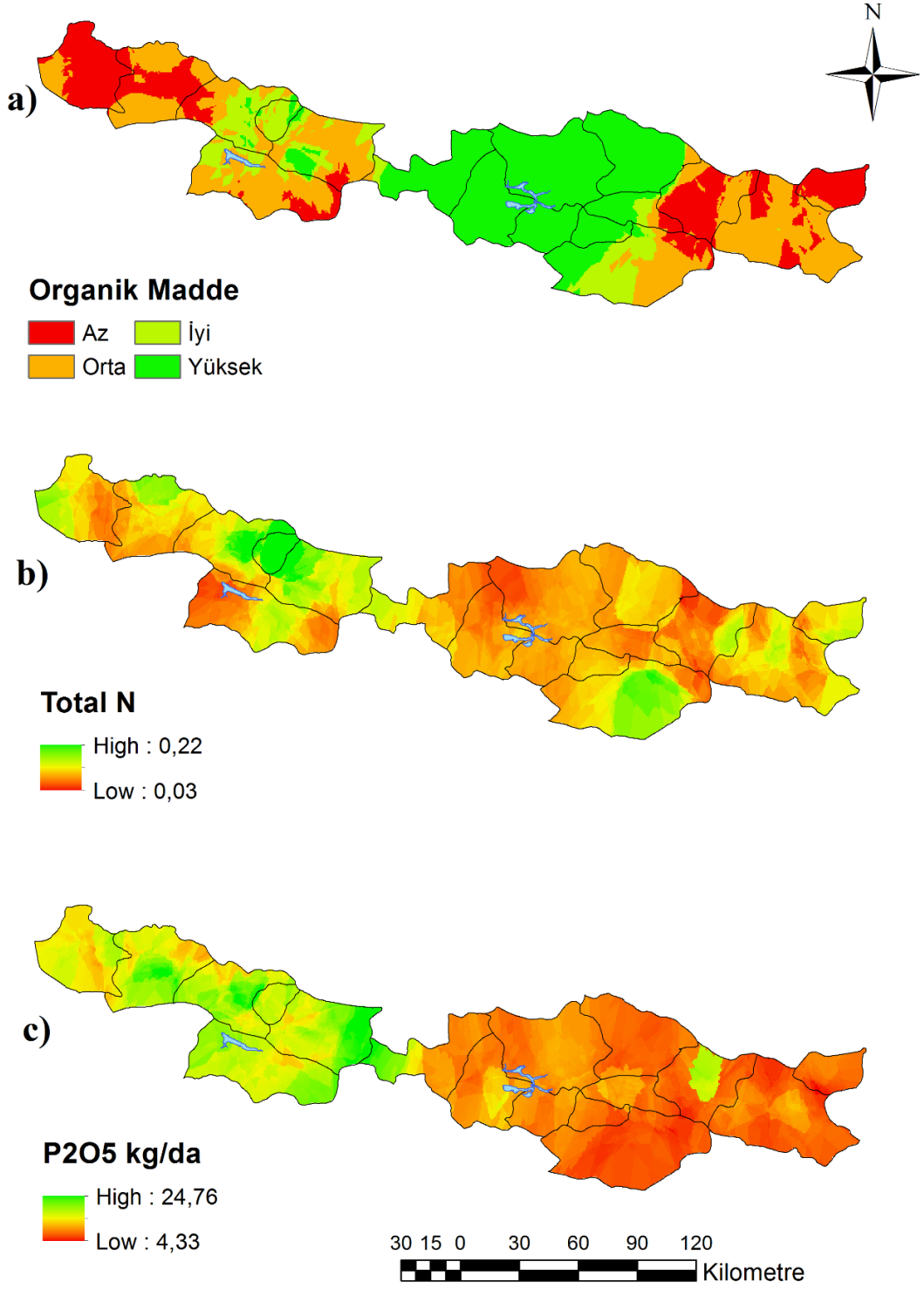
Kelkit Nehir Havzası için günümüze kadar yapılan çalışmalar sonucunda; Aşağı Kelkit Havzası (Aslan, 2008; Doğan ve Aslan, 2013) ve Orta Kelkit Havzası'nın (Kılıç, 2009; Dogan ve Kılıç, 2013; Doğan vd., 2013) bazı toprak özellikleri CBS ve UA yöntemleri kullanılarak haritalanmıştır. Yukarı Kelkit Havzası'nın da bazı toprak özellikleri bir doktora tezi çerçevesinde haritalanmıştır (Karan, 2015). Bu çalışmalar sonucu Kelkit Havzasının önemli toprak özellikleri (pH, N, P, K, CaCO₃, bünye (% kum-kil-sit), organik madde, elektriksel iletkenlik) sayısal veri tabanları CBS ortamında elde edilmiştir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6).



Şekil 3.4. Kelkit Havzası CaCO₃, pH, EC haritaları (Aslan, 2008; Doğan ve Aslan, 2013; Kılıç, 2009; Doğan ve Kılıç, 2013; Doğan ark., 2013; Kılıç, 2015; Karan, 2015)



Şekil 3.5. Kelkit Havzası % silt, kil, kum haritaları (Aslan, 2008; Doğan ve Aslan, 2013; Kılıç, 2009; Doğan ve Kılıç, 2013; Doğan ark., 2013; Kılıç, 2015; Karan, 2015)



Şekil 3.6. Kelkit Havzası % OM, Toplam N, P₂O₅ haritaları (Aslan, 2008; Doğan ve Aslan, 2013; Kılıç, 2009; Doğan ve Kılıç, 2013; Doğan ark., 2013; Kılıç, 2015; Karan, 2015).

3.1.2. LANDSAT- 5 TM, LANDSAT- 7 ETM+ ve LANDSAT- 8 uydu görüntüleri

Çalışmada USGS'in EROS (Earth Resources Observation and Science Center) arşivinden 2000-2013 yılları aralığında hatasız ve bulutsuz olarak seçilen LANDSAT- TM, LANDSAT- ETM+ ve LANDSAT- 8 görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntülerin path/row numaraları ve tarihleri Çizelge 3.2`de verilmiştir.

LANDSAT- 5 TM uydusu 7 banda sahip bir uydu olup uzaysal çözünürlüğü 30 m`dir (1-5 ve 7. Bantlar). Bu uydu kızıl ötesi termal banda sahip olup bu bandın uzaysal çözünürlüğü 25 Şubat 2010`dan önce 60 m iken bu tarihten itibaren 30 m çözünürlükte olacak şekilde üretilmiştir (Çizelge 3.3).

LANDSAT- 5 TM`den farklı olarak LANDSAT- 7 ETM+ uydusu 8 banda sahiptir ve 1-7 bantları 30 m çözünürlüğe sahipken pankromatik olan 8. bant 15 m çözünürlüğe sahiptir. LANDSAT- 7 ETM+ uydusu termal bandı da (6. Bant) 25 Şubat 2010 tarihinden itibaren 30 m çözünürlükte üretilmektedir (Çizelge 3.4).

LANDSAT- 8 uydusu 11 Şubat 2013`de hizmete girmiş olup, görünür, yakın-infrared, kısa dalga infrared ve termal infrared aralıklarında görüntü almaktadır ve spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 metre arasında bir orta uzamsal çözünürlüğe sahiptir. LANDSAT- 8 iki farklı cihaz taşımaktadır, Operational Land Imager (OLI) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS). **OLI**, daha önceki geleneksel bantların yanında kıyı/aerosol çalışmaları için derin mavi bandı, sirrus bulutlarının tespiti için kısa dalga infrared bant ve bir de kalite değerlendirme bandı içermektedir. **TIRS** sensörü ise iki adet termal banda sahiptir. Bu sensörler sinyal-gürültü radyometrik performansı 12bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Bu 8bit 256 gri seviye renge göre 4096 potansiyel gri renk seviyesi sağlamaktadır. Ürünler 16-bit olarak teslim edilmektedir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.2. USGS arşivinden indirilen uydu görüntüleri ve tarihleri

Path/Row	LANDSAT- 5 TM	LANDSAT-7 ETM+	LANDSAT- 8
173-32	27.06.2007	15.06.2000	27.06.2013
174-32	18.06.2007	22.06.2000	04.07.2013
175-32	25.06.2007	13.06.2000	25.06.2013

Çizelge 3.3. LANDSAT- 5 TM uydu bantları, dalga boyları ve çözünürlükleri

LANDSAT-5	Dalga Boyu mikrometre (μm)	Çözünürlük (m)
Band 1	0.45-0.52	30
Band 2	0.52-0.60	30
Band 3	0.63-0.69	30
Band 4	0.76-0.90	30
Band 5	1.55-1.75	30
Band 6	10.40-12.50	120* (30)
Band 7	2.08-2.35	30

Çizelge 3.4. LANDSAT- 7 ETM+ uydusu bantları, dalga boyları ve çözünürlükleri

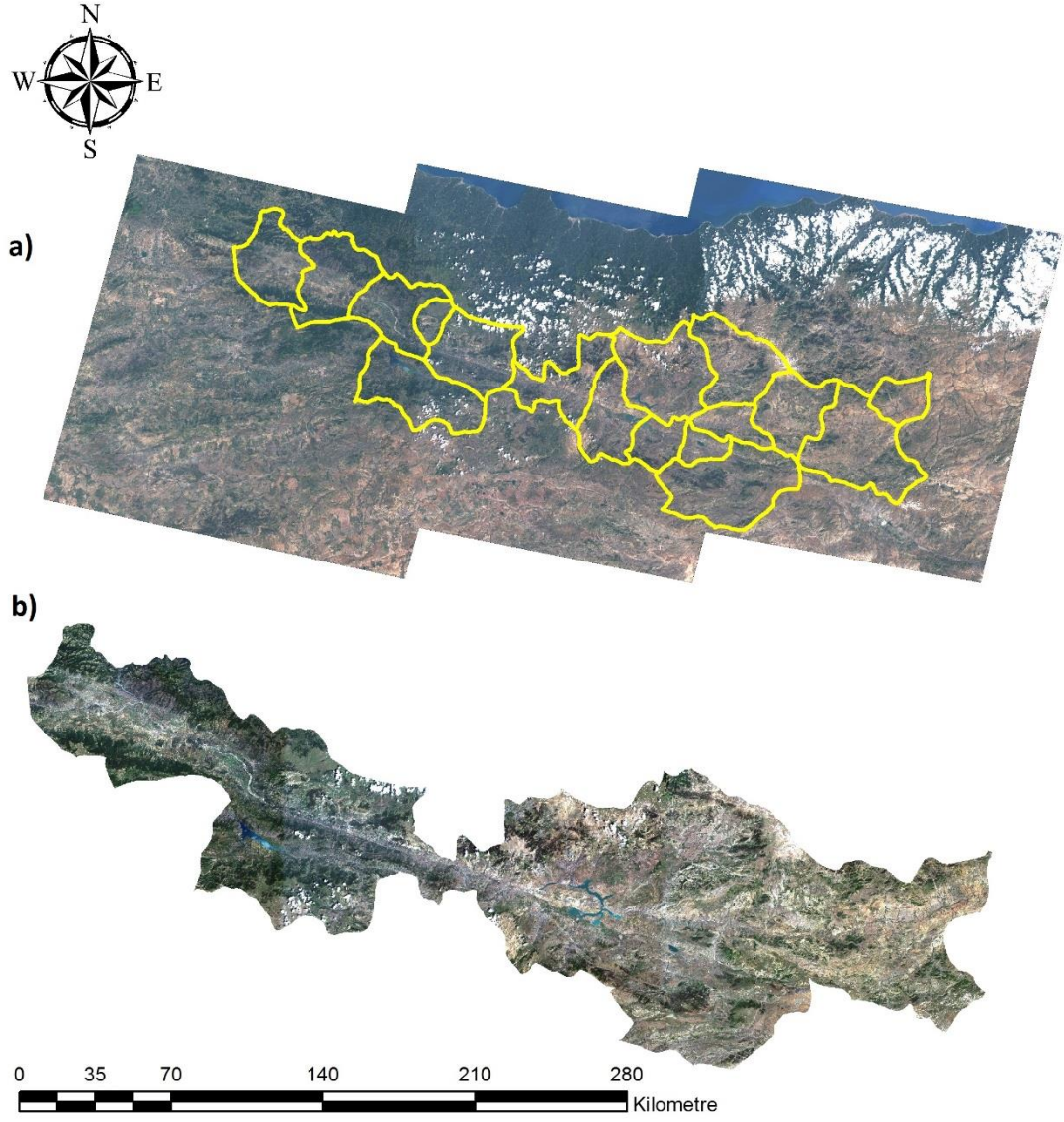
LANDSAT- 7 ETM+	Dalga Boyu mikrometre (μm)	Çözünürlük (m)
Band 1	0.45-0.52	30
Band 2	0.52-0.60	30
Band 3	0.63-0.69	30
Band 4	0.77-0.90	30
Band 5	1.55-1.75	30
Band 6	10.40-12.50	60 * (30)
Band 7	2.09-2.35	30
Band 8	.52-.90	15

Çizelge 3.5. LANDSAT- 8 uydusu bantları, dalga boyları ve çözünürlükleri

LANDSAT--8	Dalga Boyu mikrometre (μm)	Çözünürlük (m)
Bant 1	0.435 - 0.451	30
Bant 2	0.452 - 0.512	30
Bant 3	0.533 - 0.590	30
Bant 4	0.636- 0.673	30
Bant 5	0.851 - 0.879	30
Bant 6	1.566 - 1.651	30
Bant 10	10.60-11.19	100
Bant 11	11.50-12.51	100
Bant 7	2.107 - 2.294	30
Bant 8	0.503 - 0.676	15
Bant 9	1.363 - 1.384	30

3.2. Metod

Çalışma alanını üç uydu görüntüsü kapladığı için (path/row: 173/32, 174/32, 175/32) LANDSAT- TM, LANDSAT- ETM+ ve LANDSAT- 8 görüntülerinin her birinin üç farklı path/row da bulunan görüntüleri Şekil 3.7a`da görüldüğü gibi birleştirilerek mozaik hale getirilmiştir. Mozaikleme işleminden sonra çalışma alanının sınır haritası (shp dosyası) kullanılarak çalışma alanı Şekil 3.7b`de görüldüğü gibi kesilmiştir (subset edilmiştir). Bu kesme işleminden sonra LANDSAT- TM, LANDSAT- ETM+ ve LANDSAT- 8 analize hazır hale getirilmiş ve aşağıda detaylı olarak açıklanan metotlar uygulanmıştır. Uydu görüntülerinin her türlü işleminde ERDAS Imagine 9.2 yazılımından (ERDAS, 2003) faydalanılmıştır.



Şekil 3.6. (a) Çalışmada kullanılan LANDSAT görüntülerinin mozaiklenmesi, (b) mozaiklenen görüntülerin çalışma alanının sınır haritası kullanılarak kesilmesi (subset edilmesi).

3.2.1. Yer Yüzey Sıcaklık Değerlerinin Uydu Görüntüleri ile Hesaplanması

Bu çalışmada Chander ve ark., (2009) tarafından belirlenen kalibrasyon yöntemi takip edilmiştir. İşlemler ArcGIS 10 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Yöntem aşağıda açıklandığı şekilde uygulanmaktadır:

3.2.2. Dijital Numaraların Parlaklık Değerine Dönüştürülmesi

Kalibrasyon işleminin ilk aşaması bu kısımda açıklanmıştır. Bu işleme ait denklem LANDSAT- 7 uydusu kullanım kılavuzundan alınmıştır. Parlaklık değerlerinin elde edilmesi için eşitlik (1) ile verilen denklem kullanılmıştır.

$$L\lambda = \left[\frac{LMAX\lambda - LMIN\lambda}{QCALMAX - QCALMIN} \right] * [QCAL - QCALMIN] + [LMIN\lambda] \quad (1)$$

Ya da

$$L\lambda = Grescale * QCAL + Brescale \quad (2)$$

Burada: **Lλ**: Sensördeki spektral radyans (MW.c-2.sr-1.µm-1), **LMAXλ**: QCALMAX'a göre ölçeklendirilen spektral radyans, **LMINλ**: QCALMIN'e göre ölçeklendirilen spektral radyans, **QCAL**: Görüntü (DN) değeri, **QCALMAX**: Maksimum parlaklık değeri, **QCALMIN**: Minimum parlaklık değeri, **Grescale**: Bant gain değeri, **Brescale**: Bant bias değeridir. Parlaklık değeri hesaplanmasında kullanılan değerler (Chander et al., 2009) Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Parlaklık değeri hesaplanmasında kullanılan değerler (Chander et al., 2009)

L5 TM (Qcalmin = 1, Qcalmax = 255)					L7 ETM+ (Qcalmin = 1, Qcalmax = 255)			
Band	Lmin	Lmax	Grescale	Brescale	Lmin	Lmax	Grescale	Brescale
3	-1,17	264	1,0439	-2,21	-5	152,9	0,6216	-5,62
4	-1,51	221	0,876	-2,39	-5,1	157,4	0,6397	-5,74
6	1,2378	15,3032	0,0553	1,18	3,2	12,65	0,0372	-3,15

3.2.3. Parlaklık Değerlerinin Yansıma Değerlerine Dönüştürülmesi

Kalibrasyon işleminin ikinci aşaması bu başlık altında açıklanmıştır. Bu işlem termal bant (Bant 6) görüntüleri üzerinde uygulanmamaktadır. Dönüşümün bu aşaması farklı tarihte alınmış görüntülerdeki güneşin konumundan kaynaklı farklı enerji yansımalarını düzeltmek içindir. Dönüşüm için kullanılan denklem (3) aşağıda verilmiştir.

$$\rho\lambda = \frac{\pi * L\lambda * d^2}{ESUN\lambda * \cos \theta s} \quad (3)$$

Burada: $\rho\lambda$: Sensördeki yansıtım değeri, $L\lambda$: Hesaplanan parlaklık değeri, d : Dünya-Güneş arası mesafe (EK B), $ESUN\lambda$: Ortalama atmosferik solar irradyans değeri (Çizelge 3.7), θs : Solar zenit açısıdır. Dünya-Güneş mesafeleri Ek B'deki çizelgede verilmiştir. Solar Zenit açısı değeri, USGS üzerinden alınan “..MTL.txt” dosyası içinde “SUN_ELEVATION” adı ile bulunmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta, Excel, Matlab ve ArcGIS gibi yazılımlar radyan olarak hesap yapmaktadır. Bu yüzden solar zenit açısı alınırken açı radyana çevrilmelidir. ¹

Çizelge 3.7. Solar irradyans ($ESUN\lambda$) değerleri

ESUN λ		
BAND	L5 TM	L7 ETM+
3	1554	1533
4	1036	1039

¹ Radyana çevirme işlemi için açı $\pi/180$ değeri ile çarpılır.

3.2.4. Termal Bant Parlaklık Değerlerinin Sensör Sıcaklık Değerlerine Dönüştürülmesi

Bu işlem, (1) numaralı eşitlik ile parlaklık değerleri elde edilmiş termal bant (Bant 6) sıcaklık dönüşümü için yapılmaktadır. Dönüşüm denklemi (4) aşağıda verilmiştir.

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \quad (4)$$

Burada: **T**: Sensördeki sıcaklık değeri (°K), **K1**: Birinci kalibrasyon sabiti, **K2**: İkinci kalibrasyon sabiti, **Lλ**: Hesaplanan parlaklık değeridir. Kalibrasyon sabitleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Kalibrasyon sabitleri

	K1	K2
L5 TM	607,76	1260,56
L7 ETM+	666,09	1282,71

Çalışmada LANDSAT- 8 uydu görüntüleri de kullanılmıştır. LANDSAT- 8 görüntüleri LANDSAT- 5 ve 7 görüntülerinden farklı olarak 16 bit görüntüleme yaptığından bu görüntülere uygulanan kalibrasyon işlemleri ayrı olarak ele alınmıştır. LANDSAT- 8 görüntüleri kalibrasyon denklemi (5) LANDSAT- sitesinde bulunmaktadır. ²

$$L\lambda = MLQ_{cal} + AL \quad (5)$$

Burada:

Lλ : Parlaklık değeri, **ML**: Meta data dosyasından RADIANCE_MULT_BAND_X değeri (X: bant numarası), **AL**: Meta data dosyasından RADIANCE_ADD_BAND_X değeri (X: bant numarası), **Qcal**: Orijinal bant piksel değeridir (DN). Parlaklık değeri elde edildikten sonra bu değerler yansıma değerlerine dönüştürülmüştür (6).

² http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php

$$\rho\lambda = \frac{L\lambda}{\sin(\theta SE)} \quad (6)$$

Burada, $\rho\lambda$: Yansıma değeri, $L\lambda$: (5) denkleminde elde edilen değer, θSE : Meta data dosyası içerisinde bulunan SUN_ELEVATION değeridir.

Denklem (6) sadece NDVI hesabı için gerekli olan Bant 4 ve Bant 5 içindir. Denklem (4) LANDSAT- 8 termal bantları (Bant 10, Bant 11) için de kullanılmaktadır. Bu denklem için gerekli K1 ve K2 sabitleri yine meta data dosyası içinde bulunmaktadır.

3.2.5. Yer Yüzey Sıcaklığının Yüzey Yayılımı Yardımıyla Hesaplanması

Yer yüzey sıcaklığının yüzey yayılımı kullanılarak hesaplanması üç adımda yapılabilmektedir. Bu adımlar aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Metodun ilk aşaması bitki indeksi (NDVI) hesaplanmasıdır. NDVI hesabı için kalibre edilmiş LANDSAT- 5-7 görüntülerinden 4. bant olan yakın kızılötesi (NIR) ve 3. bant olan kırmızı (R) bant ve LANDSAT- 8 görüntülerinden 5. Bant (NIR) ve 4. Bant (R) arasında (7) denkleminde görüldüğü gibi matematiksel bir işlem yapmak gerekir.

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (7)$$

İkinci aşamada NDVI kullanılarak vejetasyon miktarı P_v hesaplanmıştır (8). P_v değeri (9) numaralı eşitlikte yerine konularak yüzey yayılma (e) değeri hesaplanır, bu değer son aşamada (10) Yer yüzey sıcaklığı değerinin hesaplanması için gereklidir.

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2 \quad (8)$$

$$e = 0.004 * P_y + 0,986 \quad (9)$$

Burada: **Pv**: Vejetasyon miktarı, **e**: yüzey yayılma değerleridir. Bu işlemlerin sonunda üçüncü ve son aşamada Weng ve ark., (2004) tarafından bildirilen denklem (10) yardımı ile yer yüzey sıcaklığı değeri (LST) hesaplanmıştır.

$$LST = [T / (1 + w * (T / p) * \ln(e))] \quad (10)$$

Burada: **LST**: Yer yüzey sıcaklığı, **T**: Denklem (4) değeri, **w**: Termal bant dalga boyu değeri (Çizelge 3.9), **p**: sabit 14380. Bu yöntemde yer yüzey sıcaklık değeri Kelvin (° K) derece olarak hesaplanmaktadır. Çalışmada bu değer Santigrat (° C) dereceye dönüştürülmüştür.

Çizelge 3.9. Termal bant dalga boyu (w) değerleri

Uydu	Bant	Dalga Boyu (w) (µm)
LANDSAT- 5, 7	6	11,45
LANDSAT- 8	10	10,8
LANDSAT- 8	11	12

3.2.6. Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma alanı içinde bulunan 16 meteoroloji istasyonuna ait veriler Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Çizelge 3.10). İstasyon bazında alınan verilerin ilk aşamada tanımsal veri analizi yapılmıştır. Tanımsal istatistikte sıcaklık ve yağış değişkenleri için minimum, maksimum, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, çarpıklık, basıklık ve varyasyon katsayısı değerleri SPSS-16 (SPSS, 2001) yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca tüm veriler Microsoft-Excel'e girilerek bir XYZ tablosal veri tabanı oluşturulmuştur.

Çizelge 3.10. Çalışma alanı sınırları içinde kalan meteoroloji istasyonlarına ait 2000, 2007 ve 2013 yılları Haziran ayı ortalama sıcaklık ve yağış verileri

ISTASYON ADI	X_UTM	Y_UTM	YUKSELTİ (m)	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)		
				2000	2007	2013	2000	2007	2013
ERBAA	295524	4507506	226	30,52	30,45	30,60	27,92	28,06	27,84
NIKSAR	325298.5	4496159	292	30,31	30,26	30,36	28,76	29,34	28,45
TASOVA	275816.6	4515298	380	30,24	30,08	30,21	29,89	30,73	29,88
RESADIYE	357921.3	4473312	641	29,51	29,43	29,49	34,74	35,31	34,50
KOYULHISAR	400049.2	4461808	784	28,97	28,83	29,08	37,26	37,68	37,21
AKINCILAR	443847.3	4440263	929	28,36	28,22	28,46	38,67	39,00	38,51
DOGANSAR	375197.7	4452863	1145	27,16	27,05	27,31	41,11	41,44	40,64
Ş.KARAHISAR	450639.8	4459796	1186	26,96	26,87	27,07	41,49	42,00	41,17
SUŞEHİRİ	421246	4446181	1326	26,14	26,02	26,29	42,60	43,55	42,30
ÇAMOLUK	476546.4	4442655	1476	24,99	24,91	25,09	43,71	44,34	43,29
BAŞCIFTLİK	344415.3	4490538	1479	24,92	24,73	24,82	44,11	45,17	43,60
KELKIT	537162.9	4440619	1486	24,60	24,54	24,78	44,45	45,24	43,60
ŞIRAN	510973	4448365	1489	24,58	24,51	24,73	44,82	45,51	44,67
KOSE	555967.8	4452572	1577	24,09	23,93	24,12	45,53	45,93	44,90
REFAHIYE	480100.6	4417173	1590	23,76	23,61	23,88	46,23	46,57	45,91
ALUCRA	478949.3	4464137	1759	22,69	22,58	22,83	47,31	47,58	46,82
TOPLAM				427,80	426,02	429,12	638,60	647,45	633,29
ORTALAMA				26,74	26,63	26,82	39,91	40,47	39,58

Sıcaklık ve yağış değişkenlerinin yükselti ile ilişkileri SPSS-16 istatistik yazılımında Korrelasyon (Pearson) analizi uygulanarak araştırılmıştır. Önemli bulunan korelasyonlar için yine SPSS-16 yazılımı kullanılarak regresyon analizleri (2 dereceden polinomik) yapılmış ve yıllar bazında ilgili modeller sıcaklık ve yağış değişkenleri için geliştirilmiştir. Modellere ait regresyon tabloları oluşturularak değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen modeller ARCGIS 9.1 (ESRI 2004, 2005) CBS yazılımında 30 x 30 m piksel çözünürlüklü sıcaklık ve yağış raster haritalarına dönüştürülmüştür. Raster haritalarına dönüştürülme işlemi; oluşturulan modeller, çalışma alanının yükselti veri tabanı ve ARCGIS 9.1 CBS yazılımının uzaysal analiz matematik fonksiyonlarından faydalanılarak gerçekleştirilmiştir.

Üç yıla ait verilerin Haziran ayı ortalama sıcaklık ve ortalama yağış değerlerine en iyi uyan eğrilerin (best fit) tahmini SPSS -16 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Sıcaklık ve yağış değişkenlerinin zaman içindeki değişimlerine en iyi uyum ikinci derece polinomik yaklaşımdan elde edilmiş ve elde edilen ilişkiler modellenmiştir. Elde edilen modeller çalıştırılarak çalışma alanının 2034 yılına kadar Haziran ayı ortalama sıcaklık ve yağış değişimi tahmin edilmiştir.

3.2.7. Uzaysal Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma alanına içinde bulunan istasyonların koordinatlı veri tabanı kullanılarak uzaysal olarak hesaplanan haritalara ait değerler çekilmiştir (Çizelge 3.11). Noktasal veri bazında alınan verilerin ilk aşamada tanımsal veri analizi yapılmıştır. Tanımsal istatistikte LST ve NDVI değişkenleri için minimum, maksimum, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, çarpıklık, basıklık ve varyasyon katsayısı değerleri SPSS-16 (SPSS, 2001) yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm veriler Microsoft-Excel'e girilerek bir XYZ tablosal veri tabanı oluşturulmuştur (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. İstasyon noktasal veri tabanı kullanılarak çekilmiş, yıllara göre LST ve NDVI verileri

İSTASYON ADI	X_UTM	Y_UTM	LST (°C)			NDVI		
			2000	2007	2013	2000	2007	2013
ERBAA	295524	4507506	40,1582	34,6076	31,9347	0,212	0,3907	0,3261
NIKSAR	325298.5	4496159	41,0976	28,5289	29,7865	0,3616	0,5752	0,5333
TASOVA	275816.6	4515298	38,7401	33,4136	31,172	0,3428	0,4331	0,5173
RESADIYE	357921.3	4473312	39,6857	36,1832	33,9377	0,0577	0,2877	0,2736
KOYULHISAR	400049.2	4461808	40,6295	30,9926	31,2937	0,3869	0,337	0,3367
AKINCILAR	443847.3	4440263	42,4933	35,3968	33,6338	0,3563	0,2356	0,4014
DOGANSAR	375197.7	4452863	28,3677	19,5082	20,7617	0,7619	0,8371	0,8124
Ş.KARAHISAR	450639.8	4459796	40,6266	30,1755	31,918	0,0119	0,2556	0,2561
SUŞEHRI	421246	4446181	43,4139	34,2104	36,4446	0,0746	0,3651	0,3203
ÇAMOLUK	476546.4	4442655	41,566	34,608	33,3082	0,5462	0,4454	0,3338
BAŞCIFTLIK	344415.3	4490538	42,4922	35,3973	35,291	0,2274	0,3058	0,1609
KELKIT	537162.9	4440619	44,7889	36,5752	37,8793	0,2561	0,3745	0,5552
ŞIRAN	510973	4448365	41,0964	35,0028	31,3488	0,2062	0,3201	0,2622
KOSE	555967.8	4452572	39,2162	35,3977	33,5321	0,5312	0,3573	0,3126
REFAHIYE	480100.6	4417173	42,9551	31,3985	33,7107	0,3032	0,2615	0,1946
ALUCRA	478949.3	4464137	41,0963	27,6959	28,6272	0,2002	0,4254	0,4534
ORTALAMA			40,5265	32,4433	32,1613	0,3023	0,3879	0,3781

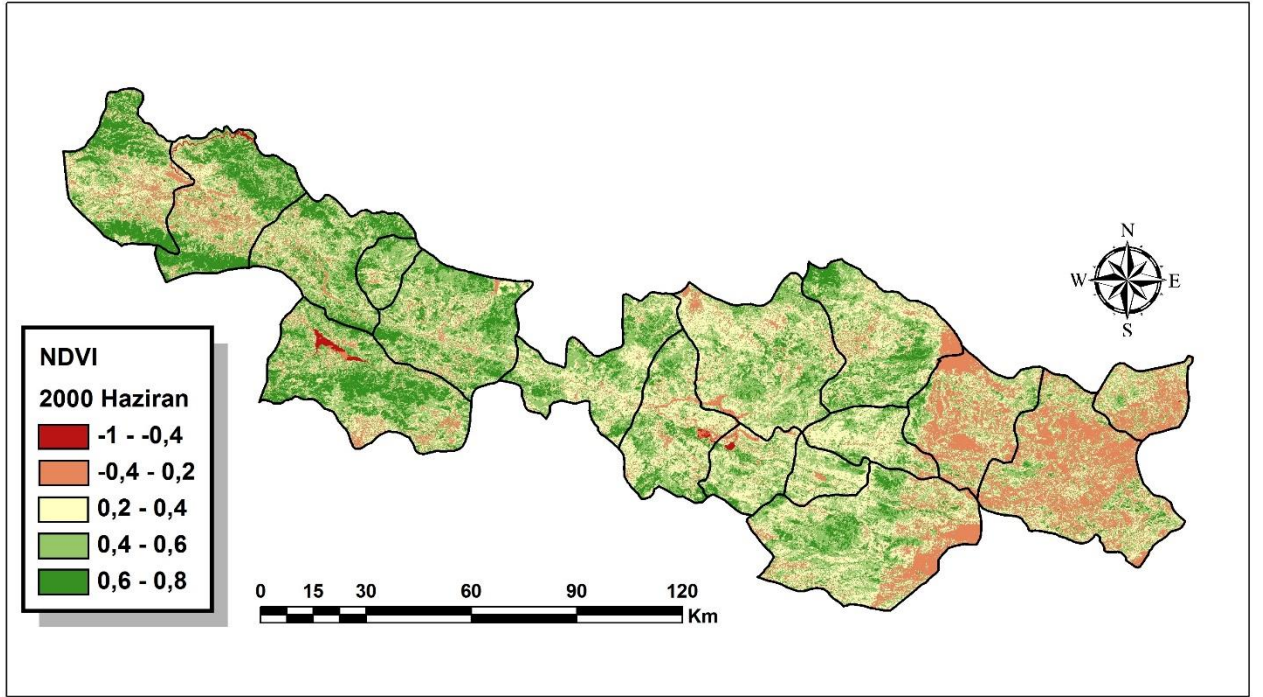
Yüzey sıcaklığı (LST) ve Vejetasyon İndeksi (NDVI) verilerinin meteorolojik veriler ile ilişkileri SPSS-16 istatistik yazılımında Korrelasyon (Pearson) analizi uygulanarak araştırılmıştır.

Üç yıla ait verilerin Haziran ayı LST ve NDVI değerlerine en iyi uyan eğrilerin (best fit) tahmini SPSS-16 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. LST ve NDVI değişkenlerinin zaman içindeki değişimlerine en iyi uyum ikinci derece polinomik yaklaşımdan elde edilmiş ve elde edilen ilişkiler modellenmiştir. Elde edilen modeller çalıştırılarak çalışma alanının 2034 yılına kadar Haziran ayı ortalama LST ve ortalama NDVI değişimi tahmin edilmiştir.

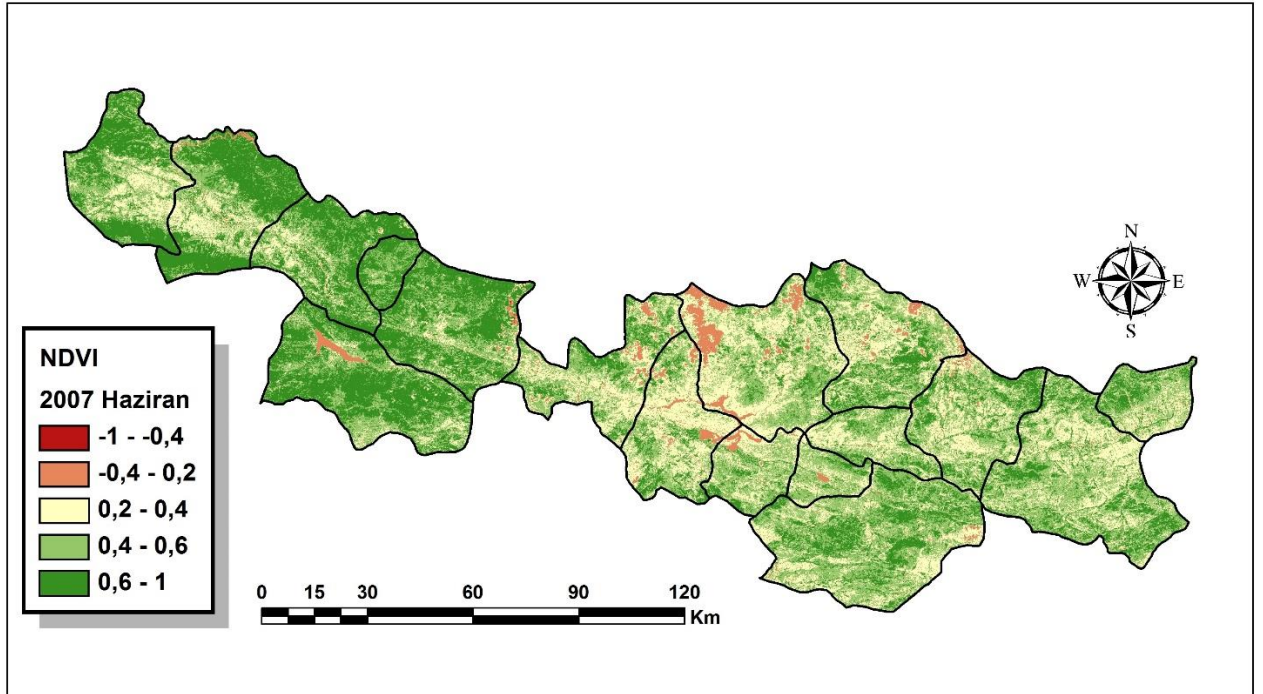
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Normalleştirilmiş Farklı Vejetasyon İndeks (NDVI) Haritaları

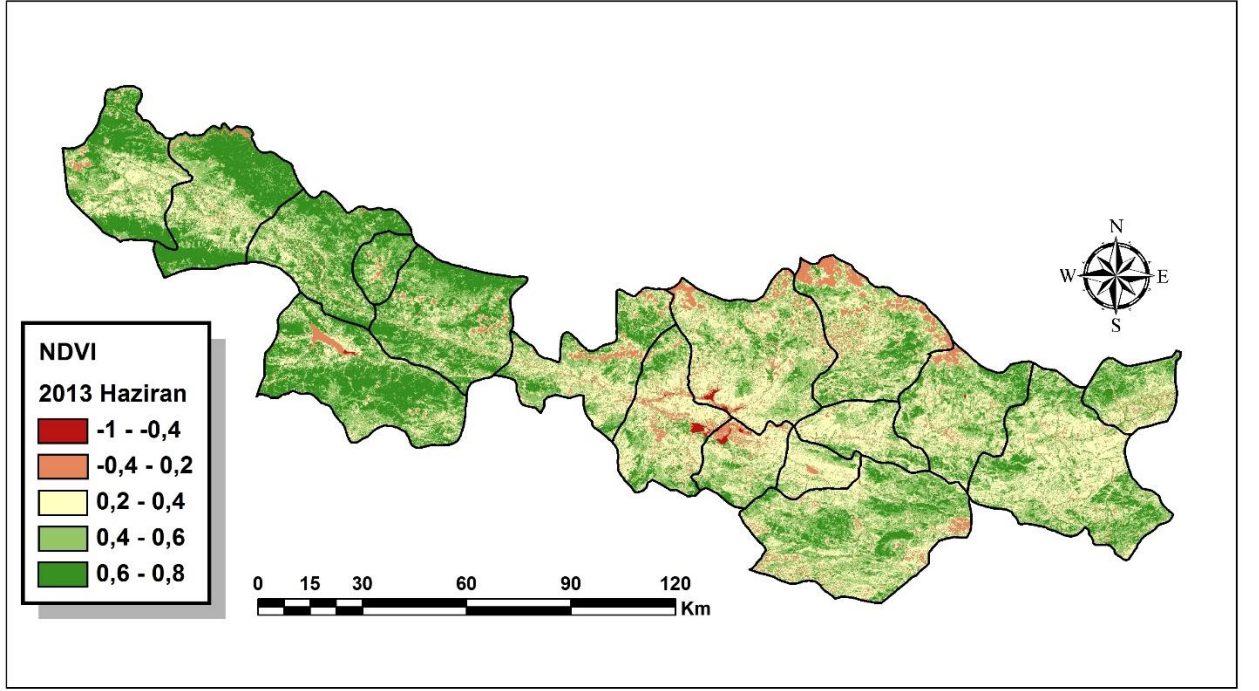
Çalışma kapsamında bitki örtüsündeki değişimin gözlenmesi için görüntüler üzerinden yakın kızıl ötesi ve kırmızı bantlar kullanılarak NDVI haritaları oluşturulmuştur. 2000, 2007 ve 2013 yıllarına ait NDVI değerleri hesaplanmış ve sınıflandırılmıştır (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3). Hesaplanan NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değerler içermektedirler. Bu haritalara göre NDVI değerleri 0,2 ve daha düşük alanlar su yüzeyleri, kayalık alanlar ve bitki örtüsü bulundurmeyen alanları gösterirken, 0,2 ile 0,4 arasındaki değerler bitki örtüsü bulunduran fakat çok yoğun olmayan alanları, NDVI değeri 0,4 ve daha yüksekse yoğun bitki örtüsüne sahip alanları göstermektedir.



Şekil 4.1. 2000 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış NDVI haritası

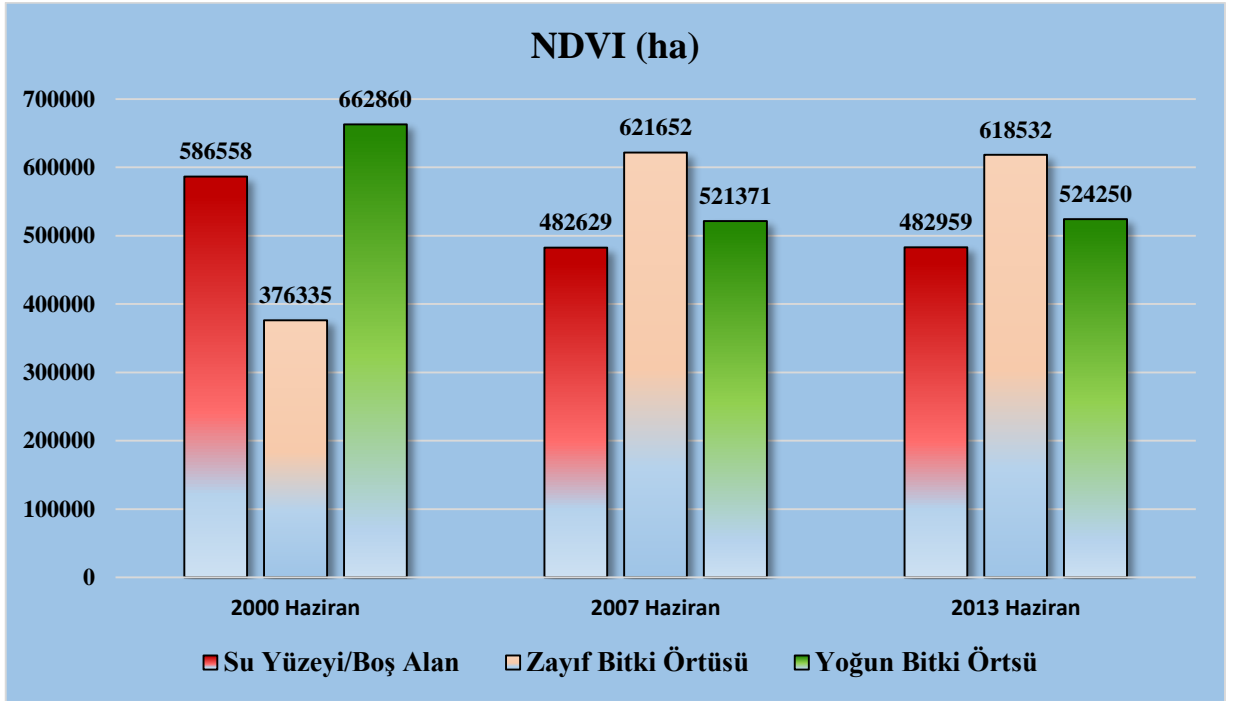


Şekil 4.2. 2007 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış NDVI haritası



Şekil 4.3. 2013 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış NDVI haritası

Yapılan analiz sonucu bu alanlar üç sınıf altında toplanarak alanları hektar (ha) olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4). 2000 yılına ait görüntüde bitki örtüsü bulunmayan alanlara karşılık gelen 0.2'den düşük NDVI alanının diğer yılların aynı alanlarından daha çok olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebine bakacak olursak, 2000 yılı görüntüsünün alınma tarihlerinden kaynaklı olması ile açıklanabilir. Bu tarihlerde bitkilerin fotosentez yapma durumu ve güneş ışınlarının yayılma alanlarındaki farklılıktan olduğu söylenebilir. Bunun dışında bu yıllar arasındaki diğer farklılık ise bitki örtüsüne sahip alanlarındaki değişimdir. Yoğun bitki örtüsüne sahip alanların 2007 ve 2013 yıllarında 2000 yılından az, zayıf bitki örtüsüne sahip alanların ise 2000 yılından fazla olduğu görülmektedir. Zayıf bitki örtüsüne sahip alanlardaki bu fazlalık 2000 yılında boş olarak hesaplanan alanların bir kısmında bitkisel gelişimin olması ile açıklanabilir. NDVI alanı yoğun bitki örtüsü olarak hesaplanan alanların ise 2000 yılındaki seviyeye ulaşamadığı görülmüştür. Bunun sebebinin yoğun bitki örtüsüne sahip alanlarında bitki gelişiminde zayıflama olduğu söylenebilir. Buna göre sadece görüntülere bakılarak kesin sonuçlara ulaşmak mümkün değildir.



Şekil 4.4. Hesaplanan NDVI değerlerinin hektar alan olarak dağılımı

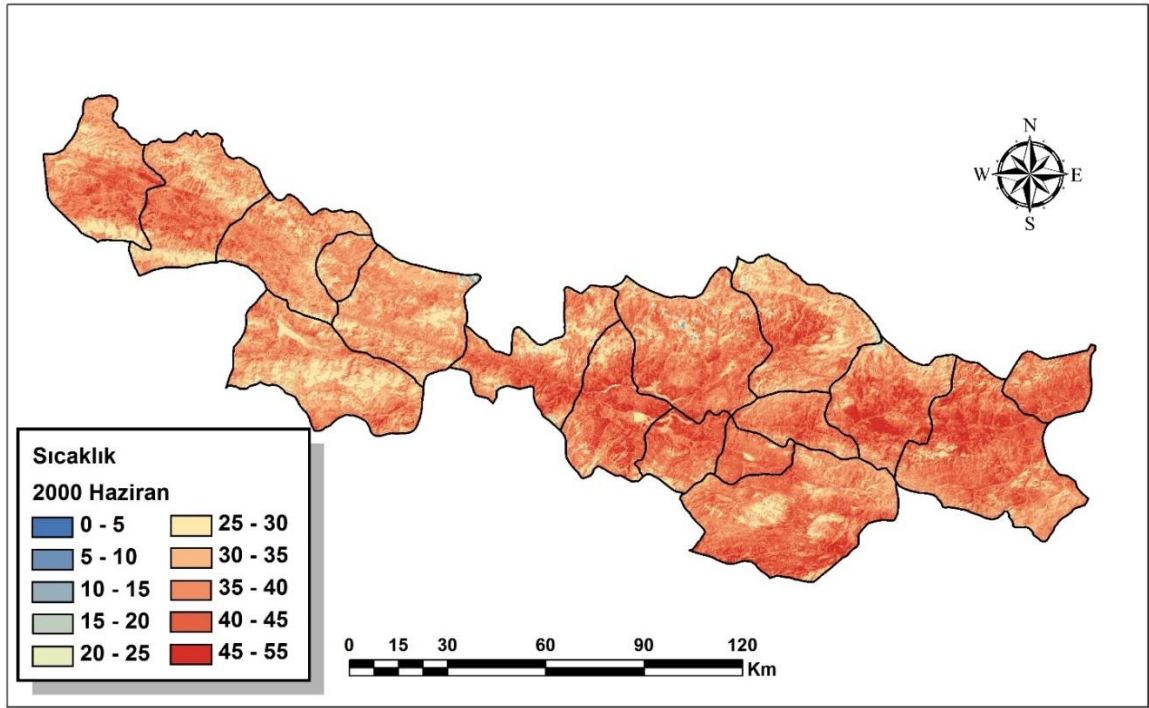
4.2. Yer Yüzey Sıcaklığı Haritaları

Sıcaklık iklimin en önemli parametrelerinden biridir. İklim değişiminin izlenmesi açısından da önemli bir yere sahip bu parametre yer yüzey sıcaklığı analizi yöntemi ile uydu görüntüleri üzerinden hesaplanmış ve sınıflandırılarak haritalar oluşturulmuştur (Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7). Sıcaklık değerleri 5'er Santigrat derecelik 10 sınıfa ayrılmıştır. Buna göre 2000 yılı Haziran yer yüzey sıcaklık değerlerine bakıldığında çalışma alanının büyük çoğunluğunda yüzey sıcaklığının yüksek seyrettiği görülmektedir (Şekil 4.5). Bu duruma baktığımızda yüzey sıcaklığının yüksek seyretmesinin sebebini arazinin vejetasyonunun düşük olmasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte çalışma alanında yüksek vejetasyona sahip bölgelerde daha düşük yüzey sıcaklığı gözlenmektedir.

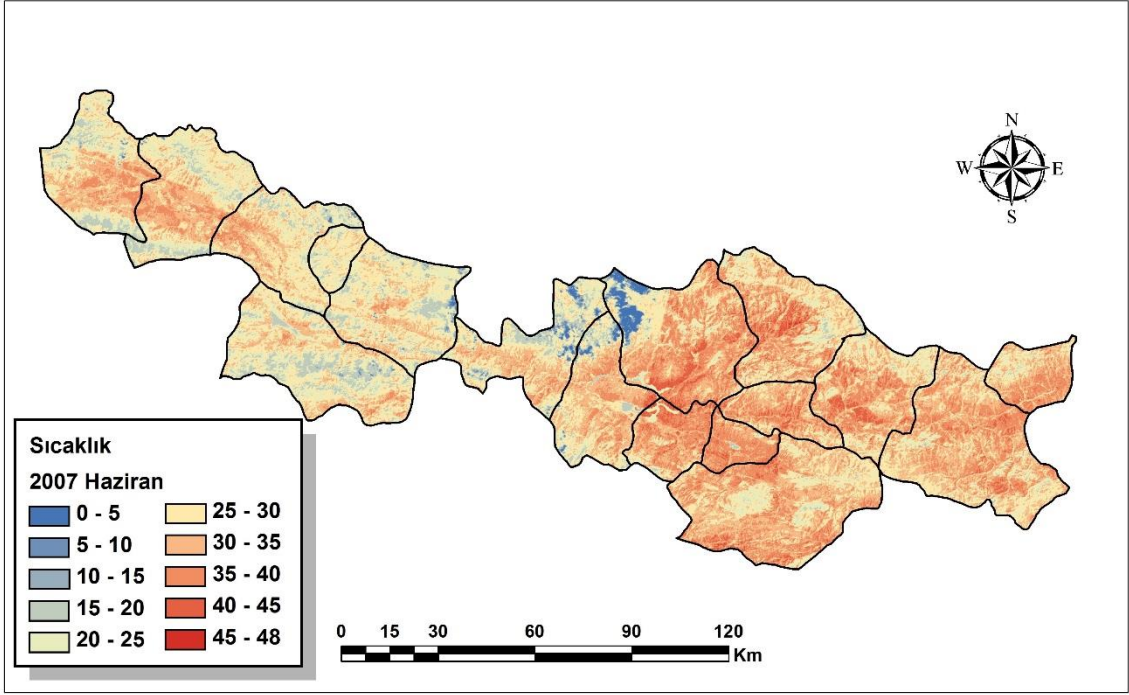
2007 yılı Haziran ayı yüzey sıcaklık haritasında durumun daha farklı olduğu görülmektedir (Şekil 4.6). Bu yılda çalışma alanının yüzey sıcaklığının 2000 yılına göre daha düşük seviyelerde seyrettiği görülmektedir. Yüzey sıcaklığının aşağı Kelkit ve orta

Kelkit'in batısında azaldığı görülmektedir. Bu durumun bu bölgelerde vejetasyonun artması ile ilgili olduğu söylenebilir.

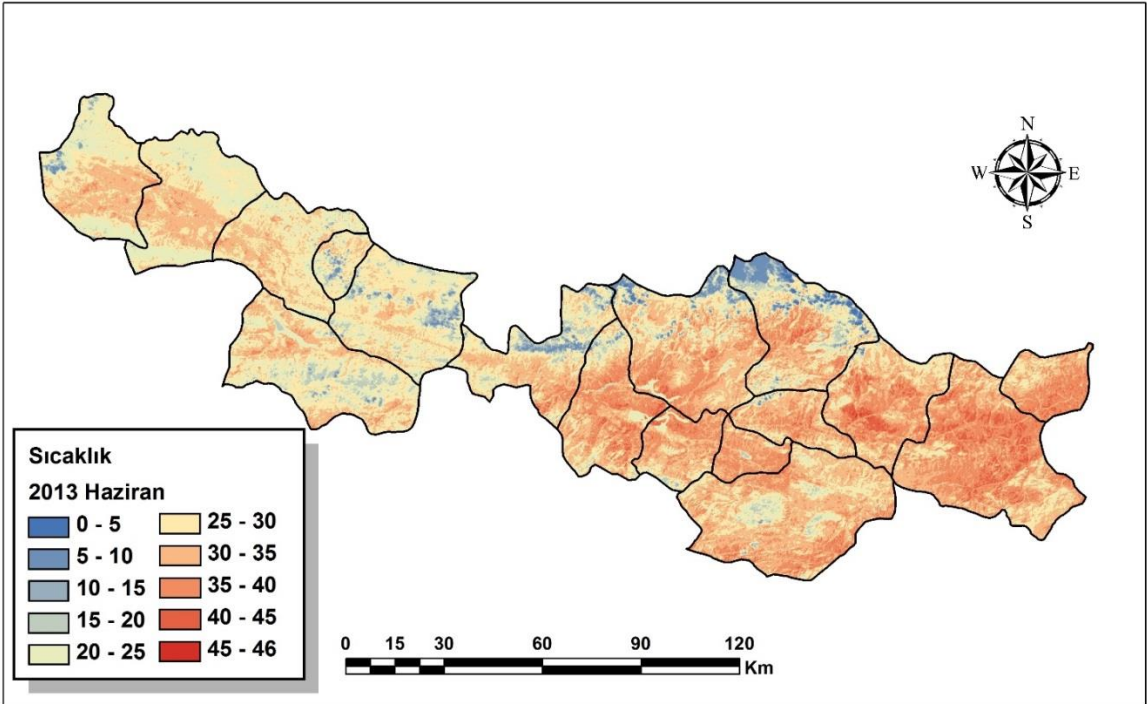
2013 yılı haritası incelendiğinde bu üç yıl içinde en düşük yüzey sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.7). Özellikle aşağı Kelkit bölümünde yüzey sıcaklık değerleri diğer yıllardan daha düşük değerlerde seyretmiştir. Bu durum söz konusu alanlarda vejetasyonun yüksek olmasından kaynaklanabilir. Orta Kelkit bölümünde yüzey sıcaklığı 2007 yılı ile paralel seyretmektedir.



Şekil 4.5. 2000 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış yüzey sıcaklık haritası



Şekil 4.6. 2007 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış yüzey sıcaklık haritası



Şekil 4.7. 2013 yılı Haziran ayı sınıflandırılmış yüzey sıcaklık haritası

4.3. Meteorolojik Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi ve Geliştirilen Modeller

Meteoroloji istasyonlarına ait verilerin tanımsal istatistik sonuçları Çizelge 4.1`de verilmiştir. Sıcaklık ve yağış değişkenlerinin yükselti ile ilişkileri ise Çizelge 4.2`de verilmiştir. Önemli bulunan korelasyonlar için yıllar bazında geliştirilen sıcaklık modelleri Şekil 4.9`da, yağış modelleri ise Şekil 4.10`da verilmiştir. Modellere ait regresyon çizelgeleri ise Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7`de verilmiştir.

Çalışma alanındaki meteoroloji istasyonlarına ait Haziran ayı sıcaklık verilerinin tanımsal istatistiklerine bakıldığında en düşük sıcaklık değerinin 22,58 °C ile 2007 yılında, en yüksek ortalama sıcaklık değerinin ise 30,60 °C ile 2013 yılında tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.1). Sıcaklık ortalama değerleri 2000-2007 yılları arasında 26,74 °C`den 26,63°C`ye doğru bir düşüş gösterirken, 2007-2013 yılları arasında 26,63 °C`den 26,82 °C`ye bir yükseliş göstermiştir (Çizelge 4.1). Sıcaklık verilerindeki standart sapma 2,60 ile 2,63 arasında, varyans 6,75 ile 6,92 arasında değişmektedir. Düşük çarpıklık ve basıklık değerleri sıcaklık verilerinin normal dağılım özelliklerine oldukça yakın olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.1).

Haziran ayı yağış verilerinin tanımsal istatistiklerinde ise en düşük yağış değerinin 27,84 mm ile 2013 yılında, en yüksek yağış değerinin ise 47,58 mm ile 2007 yılında tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.1). Yağış ortalama değerleri 2000-2007 yılları arasında 39,91 mm`den 40,47 mm`ye doğru bir yükseliş gösterirken, 2007-2013 yılları arasında 40,47 mm`den 39,58 mm`ye bir düşüş göstermiştir (Çizelge 4.1). Yağış verilerindeki standart sapma 6,28 ile 6,45 arasında, varyans 39,48 ile 41,65 arasında değişmektedir. Düşük çarpıklık ve basıklık değerleri yağış verilerinin normal dağılım özelliklerine oldukça yakın olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Haziran ayı sıcaklık ve yağış değişkenlerinin 2000, 2007 ve 2013 yıllarına ait istasyon verilerinin tanımsal istatistiği

Değişken	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standard Sapma	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
2000-sıcaklık (°C)	22.69	30.52	26.74	2.62	6.87	0.16	-1.46
2007-sıcaklık (°C)	22.58	30.45	26.63	2.63	6.92	0.16	-1.45
2013-sıcaklık (°C)	22.83	30.60	26.82	2.60	6.75	0.14	-1.48
2000-yağış (mm)	27.92	47.31	39.91	6.42	41.20	-0.89	-0.53
2007-yağış (mm)	28.06	47.58	40.47	6.45	41.65	-0.90	-0.52
2013-yağış (mm)	27.84	46.82	39.58	6.28	39.48	-0.90	-0.48

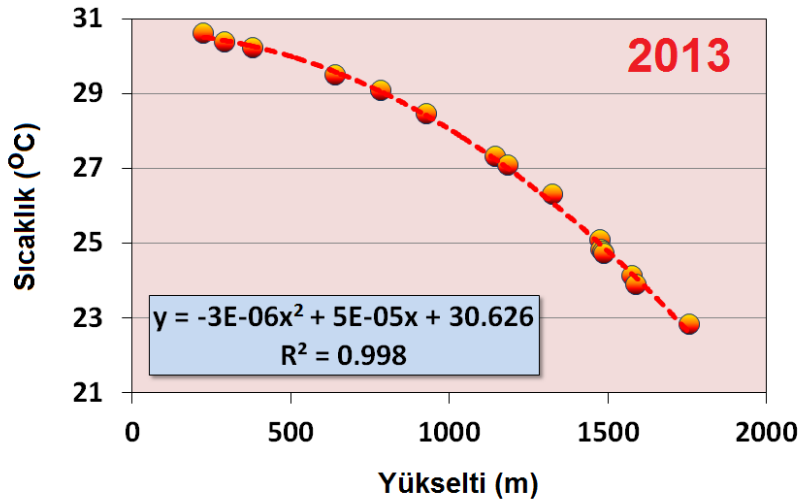
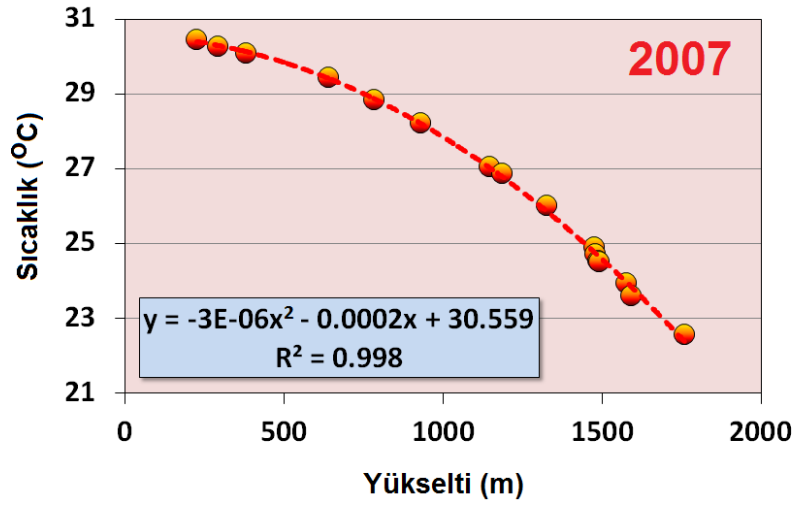
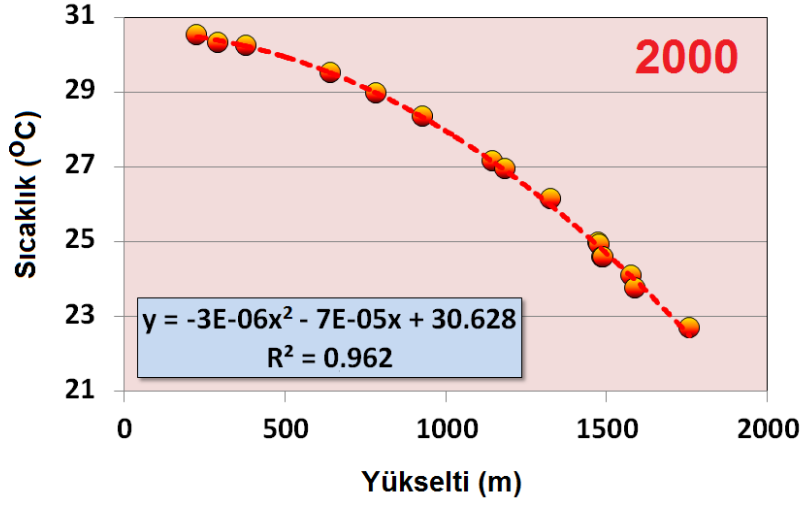
Sıcaklık ve yağış değişkenleri ile yükselti arasındaki korrelasyon (Pearson) değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.2), en yüksek pozitif ilişkiler %1 seviyesinde 2000 yılı yağış-yükselti (+0.993), 2007 yılı yağış-yükselti (+0,993) ve 2013 yılı yağış-yükselti (+0,991) değişkenleri arasında gözlemlenmiştir. Buna karşın sıcaklık ve yükselti arasında tüm ele alınan yıllar için negatif ilişkiler tespit edilmiştir. En yüksek negatif ilişkiler %1 seviyesinde 2007 yılı sıcaklık-yükselti (-0.982), 2000 yılı sıcaklık-yükselti (-0,981) ve 2013 yılı sıcaklık-yükselti (-0,980) değişkenleri arasında gözlemlenmiştir. Yağış ile yükselti arasındaki pozitif ilişkiler ve sıcaklık ile yükselti arasındaki negatif ilişkiler literatürle uyumlu bulunmuştur. Çünkü yükseltinin artmasıyla havanın adiyabatik olarak soğuması ve soğuyan havanın nemi tutamaması sonucu yağışın artması normal bir fiziksel olaydır.

Söz konusu ilişkilerin eğri tahmini en iyi uyum (curve estimation, best fit) analizi uygulanarak elde edilen modelleri sıcaklık ve yağış için sırasıyla Şekil 4.9 ve Şekil 4.10`da verilmiştir. Modellemede bağımlı değişkenler olarak yağış ve sıcaklık, bağımsız değişken olarak yükselti tanımlanmıştır.

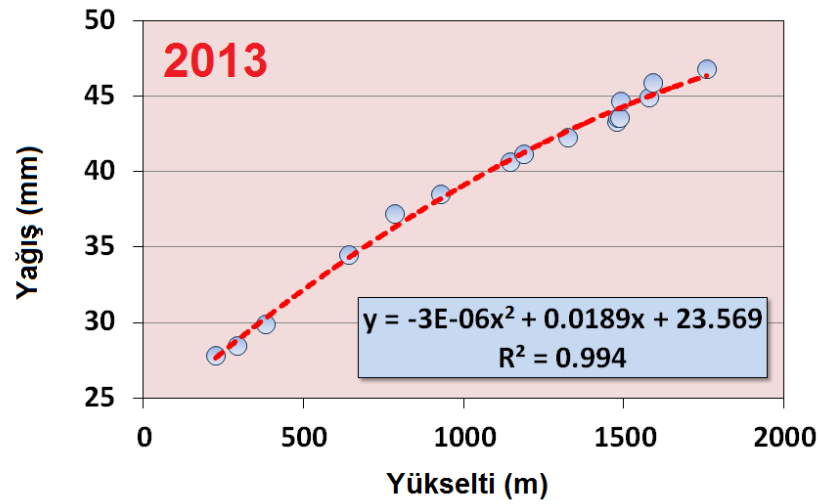
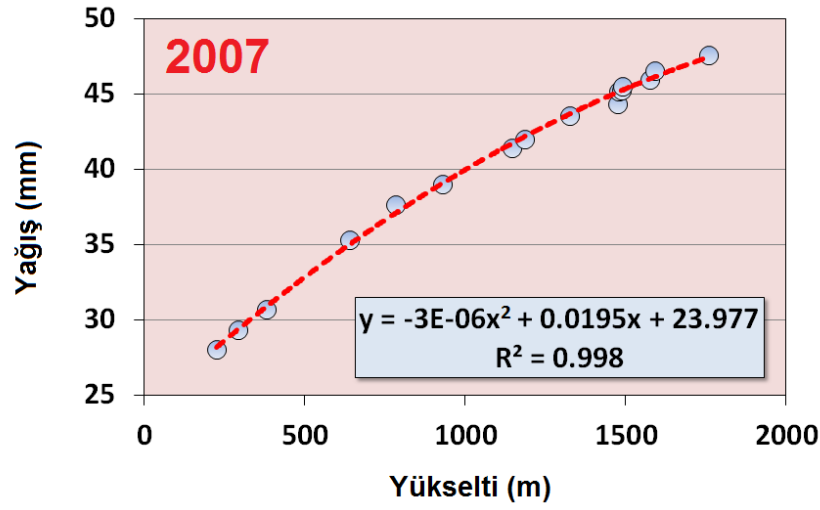
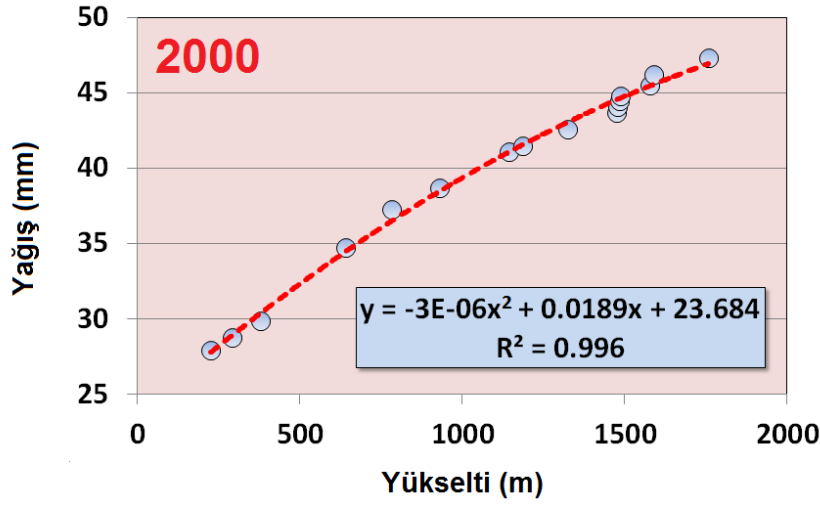
Çizelge 4.2. Haziran ayı sıcaklık ve yağış değişkenleri ile yükselti arasındaki korrelasyon (Pearson) değerleri

	YUKSELTİ	2000SIC	2007SIC	2013SIC	2000YAG	2007YAG	2013YAG
YUKSELTİ	1						
2000SIC	-0.981**	1					
2007SIC	-0.982**	1.000**	1				
2013SIC	-0.980**	1.000**	1.000**	1			
2000YAG	0.993**	-0.957**	-0.958**	-0.955**	1		
2007YAG	0.993**	-0.956**	-0.957**	-0.954**	0.999**	1	
2013YAG	0.991**	-0.954**	-0.955**	-0.952**	1.000**	.999**	1

* korrelasyon 0.05 seviyesinde önemli, ** korrelasyon 0.01 seviyesinde önemli



Şekil 4.8. Ortalama sıcaklık (Haziran) ve yükselti arasındaki ilişkilerin yıllar bazında modellenmesi



Şekil 4.9. Ortalama yağış (Haziran) ve yükselti arasındaki ilişkilerin yıllar bazında modellenmesi

Önemli korelasyon gösteren sıcaklık-yükselti ve yağış-yükselti değişkenleri arasında uygulanan ikinci derece polinomik regresyon analizi sonuçları ve geliştirilen modeller Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7’de görülmektedir.

Regresyon tablolarının model özeti kısmında R, R², düzeltilmiş R² ve tahminin standart hatası değerleri gösterilmiştir. Burada belirtilen R değeri bağımlı değişkenin gözlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki korelasyonunu ifade etmektedir. Bire yaklaşan yüksek R değerleri güçlü ilişkileri göstermektedir. R² değeri ise bağımsız değişken tarafından açıklanan bağımlı değişken varyasyon oranı olarak tanımlanmaktadır. Bire yaklaşan yüksek R² değerleri modelin verilere iyi uyduğuna işaret etmektedir. Varyans analizi (ANOVA) sonuçları sırasıyla bağımsız değişken tarafından açıklanan regresyon ve açıklanmayan artık değerleri hakkında bilgi vermektedir. Artık kareler toplamı ile karşılaştırıldığında daha büyük olan regresyon kareler toplamı, bağımlı değişkendeki varyasyonun çoğunluğunun model tarafından açıkladığına işaret etmektedir. Başka bir deyişle sağlıklı olan modellerde regresyon kareler toplamının artık kareler toplamından her zaman daha büyük olması beklenir. ANOVA tablosundaki F istatistiği önem (sig.) değerlerinin yüzde beşten küçük olması (<0.05) bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki varyasyonu açıkladığına işaret eder. İyi bir modelde önem (sig.) değerlerinin 0.05 den küçük olması beklenir.

Regresyon tabloları incelendiğinde; tüm modellerde 1’e yaklaşan yüksek R değerleri güçlü ilişkileri göstermektedir. Bire yaklaşan yüksek R² değerleri ise geliştirilen modellerin verilere iyi uyduğunu göstermektedir. Bundan başka tüm modellerin ANOVA tablosundaki F istatistiği önem (sig.) değerleri %5’den küçük bulunmuştur (<0.05). Bu nedenle geliştirilen tüm modellerde bağımsız değişken, bağımlı değişkendeki varyasyonu açıklamaktadır. Geliştirilen tüm modellerde regresyon kareler toplamının artık kareler toplamından büyük olduğu görülmüştür. Bu durum söz konusu modellerde bağımlı değişkendeki varyasyonun çoğunluğunun model tarafından açıkladığına işaret etmektedir. Bu nedenle söz konusu modeller sağlıklı bulunmuştur (Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7).

Çizelge 4.3. 2000 yılı Haziran ayı sıcaklık (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen sıcaklık modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
ANOVA					
Regresyon	102.843	2	51.422	3057	0.000
Artık	0.219	13	.017		
Toplam	103.062	15			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
Model Özeti (Model Summary)					
0.981	0.962	0.960	0.527		
2000 Yılı Sıcaklık = -3E-6*Yükselti²-7E-5*Yükselti +30.628					

Çizelge 4.4. 2007 yılı Haziran ayı sıcaklık (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen sıcaklık modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
ANOVA					
Regresyon	103.521	2	51.760	3225	0.000
Artık	0.209	13	0.016		
Toplam	103.730	15			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
Model Özeti (Model Summary)					
0.999	0.998	0.998	0.127		
2007 Yılı Sıcaklık = -3E-06*Yükselti²-0.0002*Yükselti+30.559					

Çizelge 4.5. 2013 yılı Haziran ayı sıcaklık (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen sıcaklık modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
ANOVA					
Regresyon	100.950	2	50.475	2647	0.000
Artık	0.248	13	0.019		
Toplam	101.198	15			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
Model Özeti (Model Summary)					
0.999	0.998	0.997	0.138		
2013 Yılı Sıcaklık = -3E-6*Yükselti²-5E-5*Yükselti+30.626					

Çizelge 4.6. 2000 yılı Haziran ayı yağış (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen yağış modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
ANOVA					
Regresyon	615.179	2	307.590	1454	0.000
Artık	2.751	13	0.212		
Toplam	617.930	15			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
Model Özeti (Model Summary)					
0.998	0.996	0.995	0.460		
2000 Yılı Yağış = -3E-6*Yükselti² + 0.0189*Yükselti + 23.684					

Çizelge 4.7. 2007 yılı Haziran ayı yağış (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen yağış modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
ANOVA					
Regresyon	623.321	2	311.660	2736	0.000
Artık	1.481	13	0.114		
Toplam	624.801	15			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
Model Özeti (Model Summary)					
0.999	0.998	0.997	0.338		
2007 Yılı Yağış = -3E-6*Yükselti² + 0.0195*Yükselti + 23.977					

Çizelge 4.8. 2013 yılı Haziran ayı yağış (bağımlı değişken) ve yükselti (bağımsız değişken) ikinci derece polinomial regresyon istatistiği ve geliştirilen yağış modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
ANOVA					
Regresyon	588.396	2	294.198	1000	0.000
Artık	3.824	13	0.294		
Toplam	592.220	15			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
Model Özeti (Model Summary)					
0.997	0.994	0.993	0.542		
2013 Yılı Yağış = -3E-6*Yükselti² + 0.0189*Yükselti + 23.569					

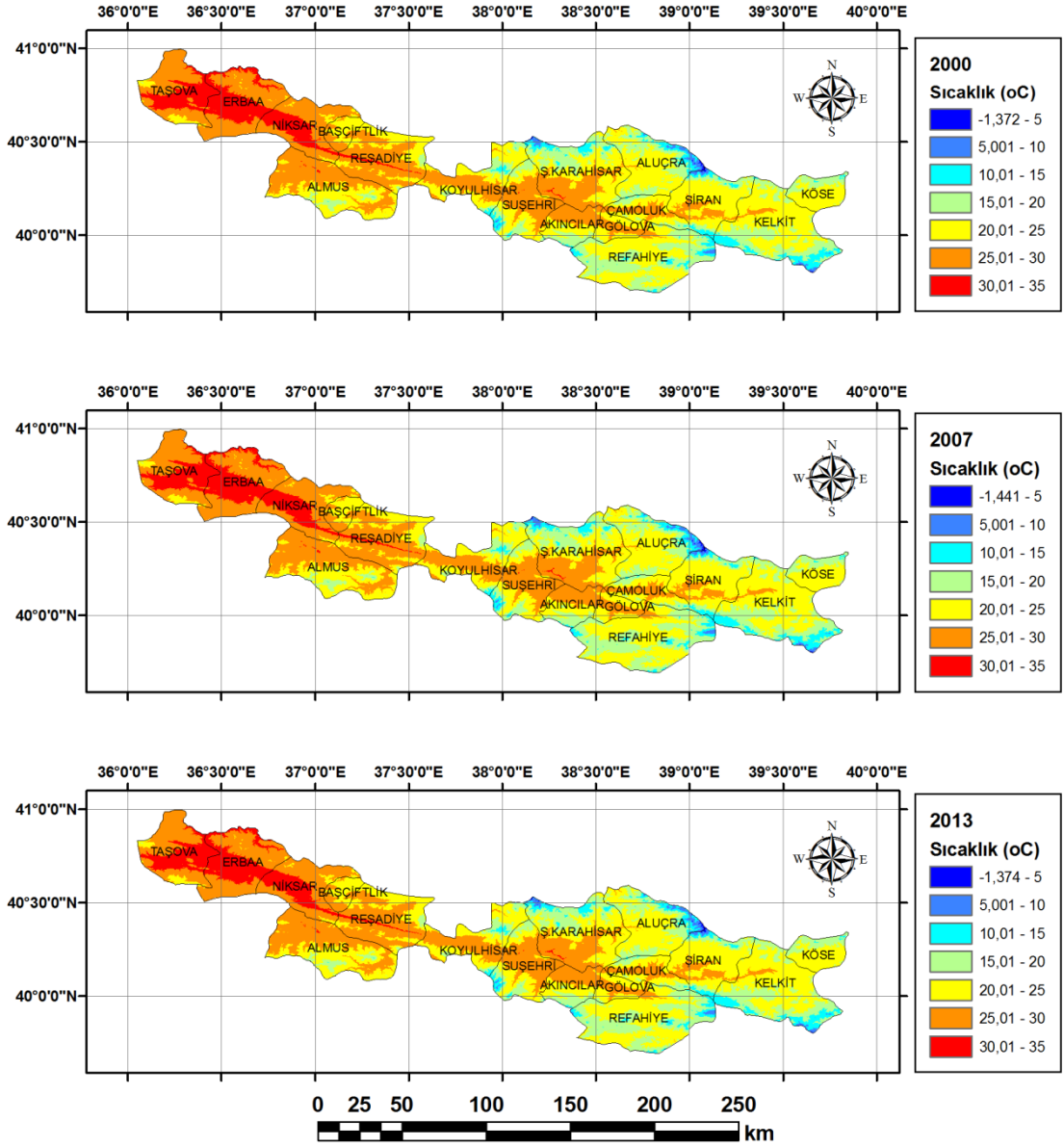
4.4. Sıcaklık ve Yağış Model Haritaları

Meteorolojik verilerin istatistiksel değerlendirmesi sonucu geliştirilen modellerin, yükselti veri tabanına ArcGIS ortamında uygulanması sonucu elde edilen sıcaklık raster haritaları Şekil 4.11’de, yağış raster haritaları ise Şekil 4.12’de verilmiştir.

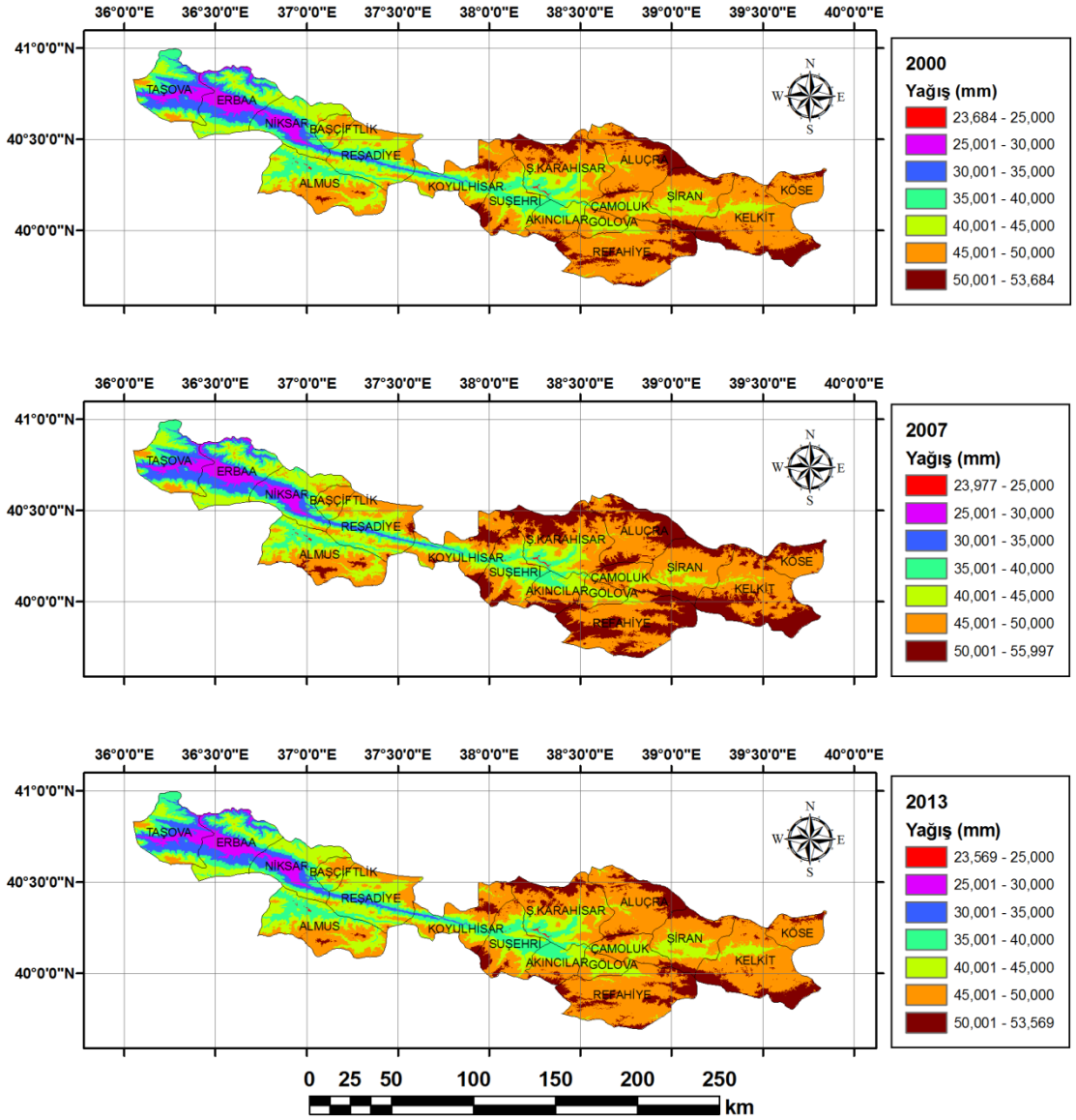
Model haritalarının kolay karşılaştırılabilmeleri için her bir sıcaklık model haritası aynı sınıf aralıkları kullanılarak toplam yedi sınıfta özetlenmiştir. Geliştirilen model haritalarına göre, çalışma alanındaki sıcaklık değerleri en düşük -1.441 °C (2007) ve en yüksek 35.000 °C (2000, 2007, 2013) arasında değişen değerler almıştır.

Tüm model haritalarında çalışma alanının batısında yer alan ve yükseltisi doğuya göre daha düşük olan Aşağı Kelkit Havzası sıcaklık değerleri daha yüksek çıkmıştır. Çalışma alanındaki sıcaklık değerlerinin genel uzaysal dağılım özellikleri yıllara göre paralel seyretmekle birlikte özellikle 25.01-30.00 °C ve 30.01-35 °C ile ifade edilen sınıfların kapladığı alanlarda zaman içinde artış gözlemlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde 2000 yılından 2007 yılına kadar küçük bir azalış, buna karşın 2007 yılından 2013 yılına kadar ise artışlar gözlemlenmiştir.

Tüm model haritalarında çalışma alanının batısında yer alan ve yükseltisi doğuya göre daha düşük olan Aşağı Kelkit Havzası sıcaklık değerleri daha yüksek çıkmıştır. Çalışma alanındaki sıcaklık değerlerinin genel uzaysal dağılım özellikleri yıllara göre paralel seyretmekle birlikte özellikle 25.01-30.00°C ve 30.01-35°C ile ifade edilen sınıfların kapladığı alanlarda zaman içinde artış gözlemlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde 2000 yılından 2007 yılına kadar küçük bir azalış, buna karşın 2007 yılından 2013 yılına kadar ise artışlar gözlemlenmiştir.



Şekil 4.10. Haziran ayı sıcaklık modelleri ve çalışma alanının yükselti haritası kullanılarak oluşturulan sıcaklık raster haritaları



Şekil 4.11. Haziran ayı yağış modelleri ve çalışma alanının yükselti haritası kullanılarak oluşturulan yağış raster haritaları

4.5. Meteorolojik Verilerin NDVI ve LST Verileri ile İstatistiksel Değerlendirmesi

Meteoroloji istasyonları için oluşturulan noktasal veri tabanı kullanılarak LST ve NDVI haritalarından değerler çekilmiştir. Elde edilen bu veri tabanı kullanılarak daha önce hesaplanmış bütün verilere ait tanımsal istatistikler Çizelge 4.9'da, korelasyon (Pearson) değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Korelasyon (Pearson) analizinde sıcaklık ve yağış verileri tekrar kullanıldığından bu değişkenler arasındaki ilişkilerden bahsedilmemiştir.

İstasyon noktasal veri tabanına ait Haziran ayı LST verilerinin tanımsal istatistiklerine bakıldığında en düşük sıcaklık değerinin 19,50 °C ile 2007 yılında, en yüksek LST değerinin ise 44,78 °C ile 2000 yılında tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.9). LST ortalama değerleri 2000-2007 yılları arasında 40,52 °C'den 32,44 °C'ye doğru bir düşüş gösterirken, düşüş 2007-2013 yılları arasında 32,44 °C'den 32,16 °C olarak devam etmiştir (Çizelge 4.9). LST verilerindeki standart sapma 3,61 ile 4,4 arasında, varyans 13 ile 19,3 arasında değişmektedir. Düşük çarpıklık ve basıklık değerleri LST verilerinin normal dağılım özelliklerine oldukça yakın olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.9).

İstasyon noktasal veri tabanına ait Haziran ayı NDVI verilerinin tanımsal istatistiklerine bakıldığında en düşük NDVI değerinin 0,0119 ile 2000 yılında, en yüksek NDVI değerinin ise 0,8371 ile 2007 yılında tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.9). NDVI ortalama değerleri 2000-2007 yılları arasında 0,3023'den 0,3879'a doğru bir artış gösterirken, 2007-2013 yılları arasında 0,3879'dan 0,3781'e düşmüştür (Çizelge 4.9). NDVI verilerindeki standart sapma 0,1474 ile 0,1949 arasında, varyans 0,022 ile 0,038 arasında değişmektedir. Düşük çarpıklık ve basıklık değerleri NDVI verilerinin normal dağılım özelliklerine oldukça yakın olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. İstasyon noktasal veri tabanına çekilmiş 2000, 2007 ve 2013 yıllarına ait LST ve NDVI verilerin tanımsal istatistikleri

Değişken	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standard Sapma	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
2000 LST	28,3677	44,7889	40,5265	3,6129	13,053	-2,703	9,351
2007 LST	19,5082	36,5752	32,4433	4,4026	19,383	-1,878	4,137
2013 LST	20,7617	37,8793	32,1613	3,8500	14,823	-1,640	4,728
2000 NDVI	0,0119	0,7619	0,3023	0,1949	0,038	0,726	0,754
2007 NDVI	0,2356	0,8371	0,3879	0,1474	0,022	2,084	5,415
2013 NDVI	0,1609	0,8124	0,3781	0,1641	0,027	1,253	1,994

Sıcaklık ve yağış değişkenleri ile LST ve NDVI arasındaki korelasyon (Pearson) değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.10), en yüksek pozitif ilişkiler %1 seviyesinde 2007-2013 yılları LST (+0.897), 2000-2013 yılları LST (+0.882) ve 2007-2013 yılları NDVI (+0.842) değişkenleri arasında gözlemlenmiştir. Bununla beraber 2000-2007 yılları LST (+0.746), 2000-2007 yılları NDVI (+0.675) %1 seviyesinde önemli olarak tespit edilmiştir. Buna karşın LST ve NDVI arasında tüm ele alınan yıllar için negatif ilişkiler tespit edilmiştir. En yüksek negatif ilişkiler %1 seviyesinde 2007 yılı LST-NDVI (-0,767), 2013 yılı LST-NDVI (-0,638) ve %5 seviyesinde 2000 yılı LST-NDVI (-0,612) değişkenleri arasında gözlemlenmiştir. Bunlar dışında LST-Sıcaklık, LST-Yağış ve NDVI-Sıcaklık, NDVI-Yağış değişkenleri arasında anlamlı korelasyon bulunmamıştır. NDVI ve LST değişkenleri arasındaki negatif ilişkiler literatürle uyumlu bulunmuştur. Çünkü toprak yüzeyinde vejetasyon gelişimi ile birlikte gelen güneş ışınlarının engellenmesi sonucu toprak yüzeyinin ısınması azalmaktadır.

Çizelge 4.10. Haziran ayı sıcaklık ve yağış değişkenleri ile LST ve NDVI değişkenleri arasındaki korrelasyon (Pearson) değerleri

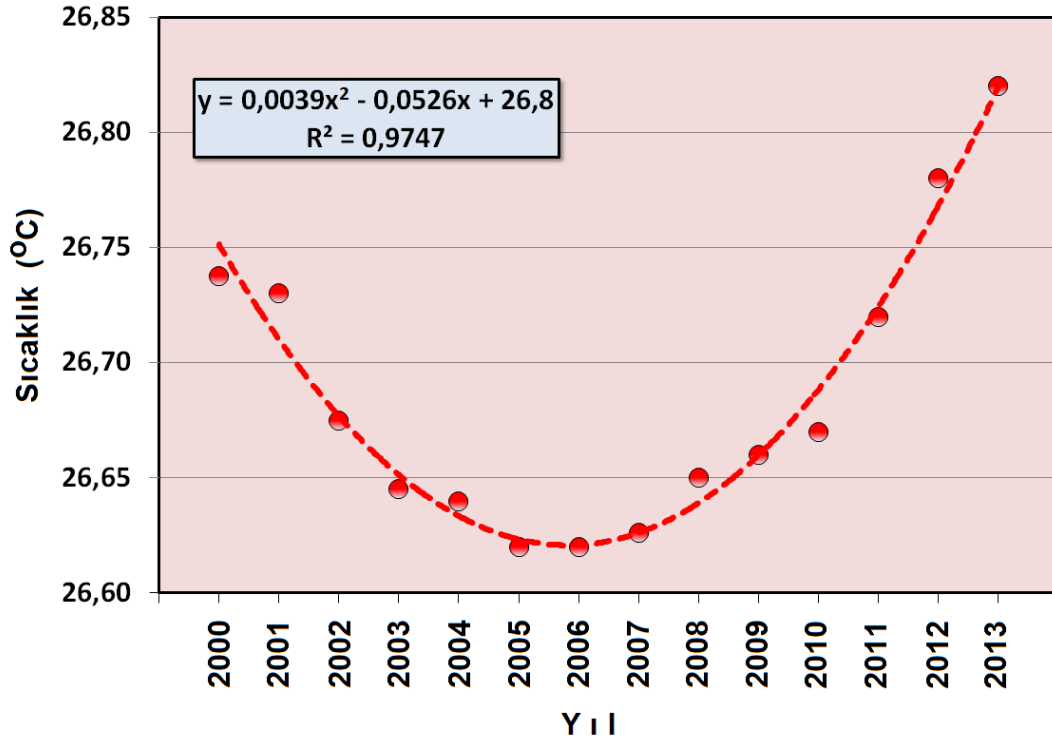
	2000LST	2007LST	2013LST	2000 NDVI	2007 NDVI	2013 NDVI	2000 SIC	2007 SIC	2013 SIC	2000 Yağış	2007 Yağış	2013 Yağış
2000LST	1											
2007LST	0,746**	1										
2013LST	0,882**	0,897**	1									
2000NDVI	-0,612*	-0,460	-0,551*	1								
2007NDVI	-0,774**	-0,767**	-0,777**	0,675**	1							
2013NDVI	-0,627**	-0,642**	-0,638**	0,577*	0,842**	1						
2000SIC	-0,233	-0,038	-0,178	-0,040	0,156	0,225	1					
2007SIC	-0,232	-0,038	-0,179	-0,042	0,159	0,228	1,000**	1				
2013SIC	-0,236	-0,047	-0,185	-0,037	0,162	0,236	1,000**	1,000**	1			
2000 Yağış	0,165	0,003	0,158	0,050	-0,189	-0,223	-0,957**	-0,958**	-0,955**	1		
2007 Yağış	0,178	0,019	0,177	0,039	-0,193	-0,229	-0,956**	-0,957**	-0,954**	0,999**	1	
2013 Yağış	0,166	0,004	0,156	0,044	-0,199	-0,235	-0,954**	-0,955**	-0,952**	1,000**	0,999**	1
* korrelasyon 0.05 seviyesinde önemli, ** korrelasyon 0.01 seviyesinde önemli												

4.6. Sıcaklık ve Yağışın Zamansal Değişimi

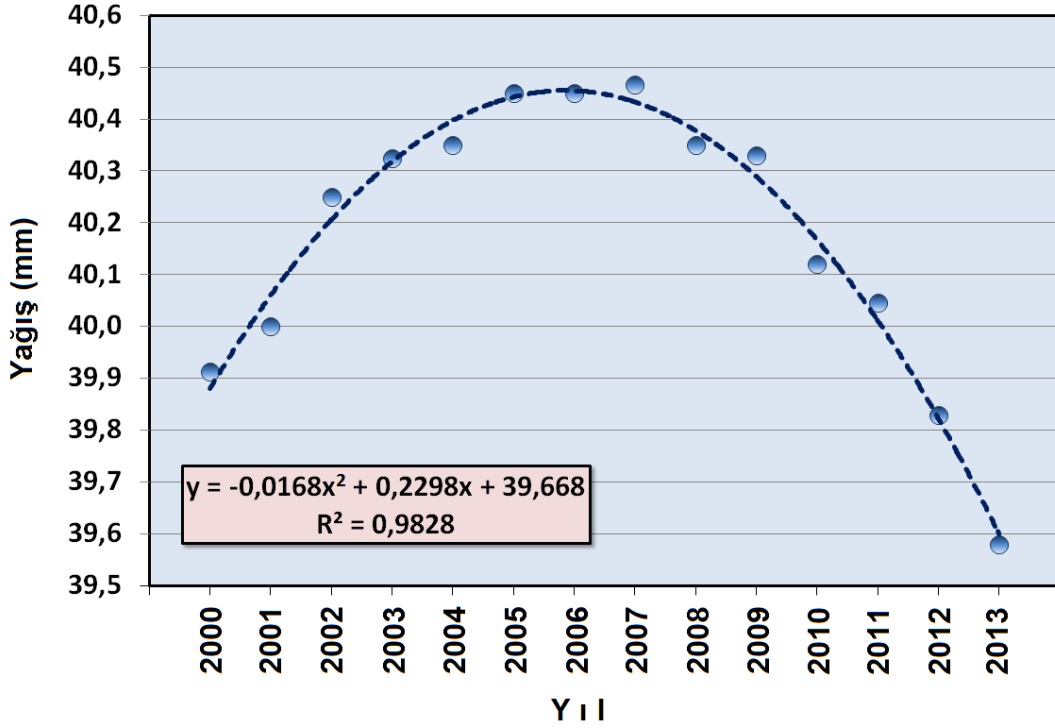
Üç yıla ait meteorolojik verilerin 16 istasyona ait ortalamaları alınıp bu değerlere en iyi uyan eğrilerin (best fit) tahminleri sıcaklık ve yağış değişkenleri için ayrı ayrı elde edilmiş ve sırasıyla Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de verilmiştir. Sıcaklık ve yağış değişkenlerinin zaman içindeki değişimlerine en iyi uyum ikinci derece polinomik yaklaşımdan elde edilmiştir.

Sıcaklık tahmin modeline bakıldığında (Şekil 4.12) sıcaklık değerlerinde 2000 yılından 2007 yılına kadar bir düşüş, buna karşın 2007 yılından 2013 yılına kadar bir artış olduğu görülmektedir. Bu durum en iyi ikinci dereceden polinomik bir modelle açıklanmıştır (Şekil 4.12). Söz konusu modelin R^2 değerinin 1 olması modelin ne derece iyi uyduğunu göstermektedir.

Yağış tahmin modeline bakıldığında (Şekil 4.13) ise yağış değerlerinde 2000 yılından 2007 yılına kadar bir yükseliş, buna karşın 2007 yılından 2013 yılına kadar bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum da en iyi ikinci dereceden polinomik bir modelle açıklanmıştır (Şekil 4.13). Söz konusu modelin R^2 değerinin 1 olması modelin ne derece iyi uyduğunu göstermektedir.

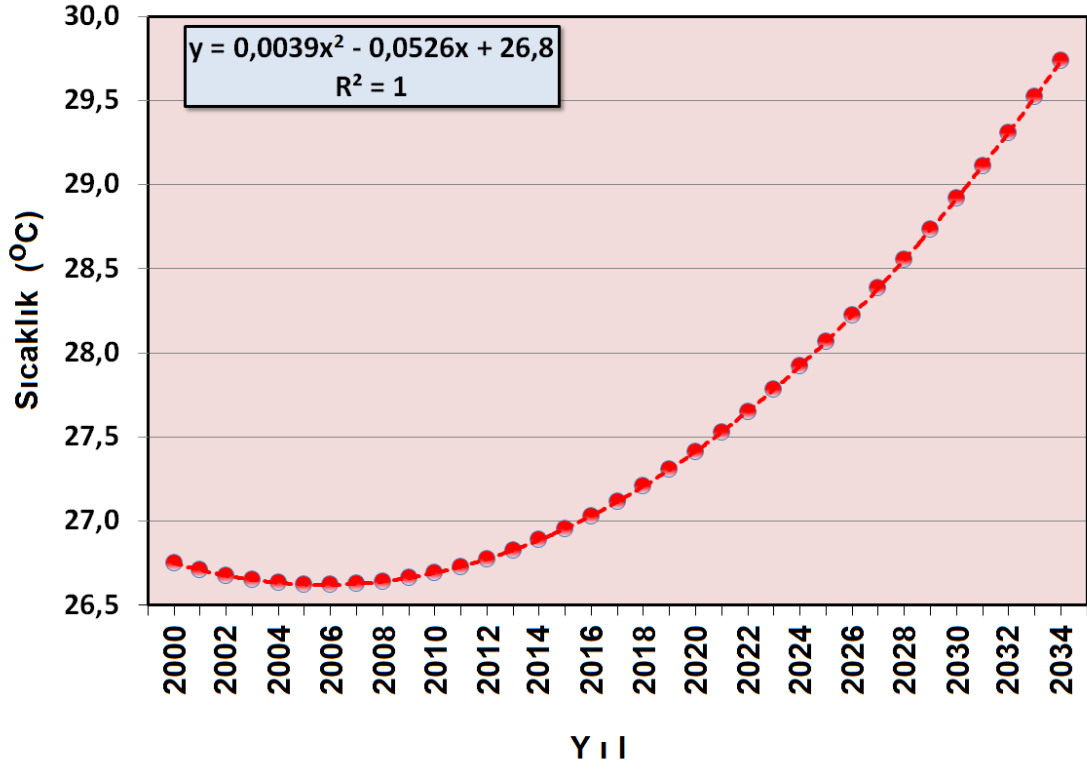


Şekil 4.12. İstasyon bazında ortalamalarına dayanılarak oluşturulan Haziran ayı ortalama sıcaklık tahmin modeli

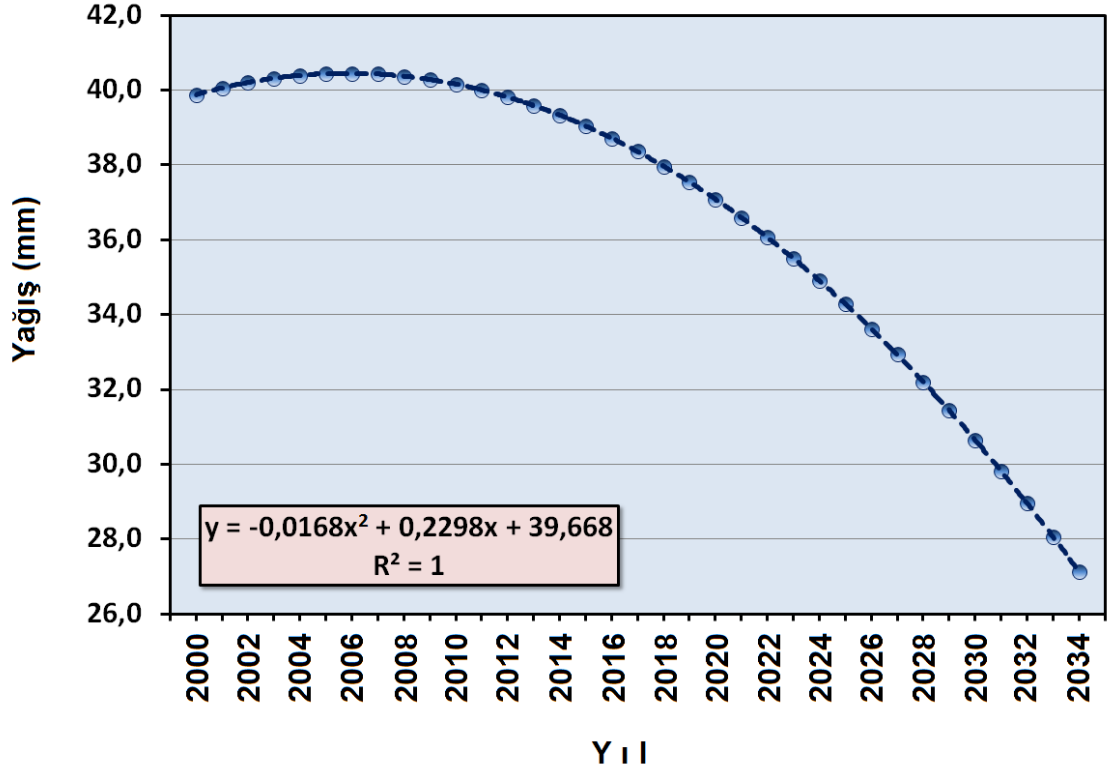


Şekil 4.13. İstasyon bazında ortalamalarına dayanılarak oluşturulan Haziran ayı ortalama yağış tahmin modeli

Elde edilen modeller çalıştırılması sonucu çalışma alanının 2034 yılına kadar Haziran ayı ortalama sıcaklık ve yağış değişimleri sırasıyla Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir. Bulgulara göre 2000 yılı Haziran ayı ortalama sıcaklık değeri olan 26.74 °C'nin 2034 yılına kadar 3.00 °C'lik artışla 29.74 °C'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Şekil 4.14). Yağışla ilgili değerlendirmelere göre ise Haziran ayı ortalama yağış değeri olan 39.91 mm'nin 2034 yılına kadar 12.78 mm'lik bir azalışla 27.13 mm'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Şekil 4.15). Bu değerlendirmelere göre 34 yıllık zaman periyodunda Haziran ayı ortalama sıcaklık değerlerinde % 11,22'lik bir artış, buna karşın Haziran ayı ortalama yağış değerlerinde % 32.02'lik bir azalış olacağı tahmin edilmektedir. Bu durumun bölge ekolojisinde önemli değişimlere neden olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.14. Sıcaklık tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama sıcaklıklarının 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler



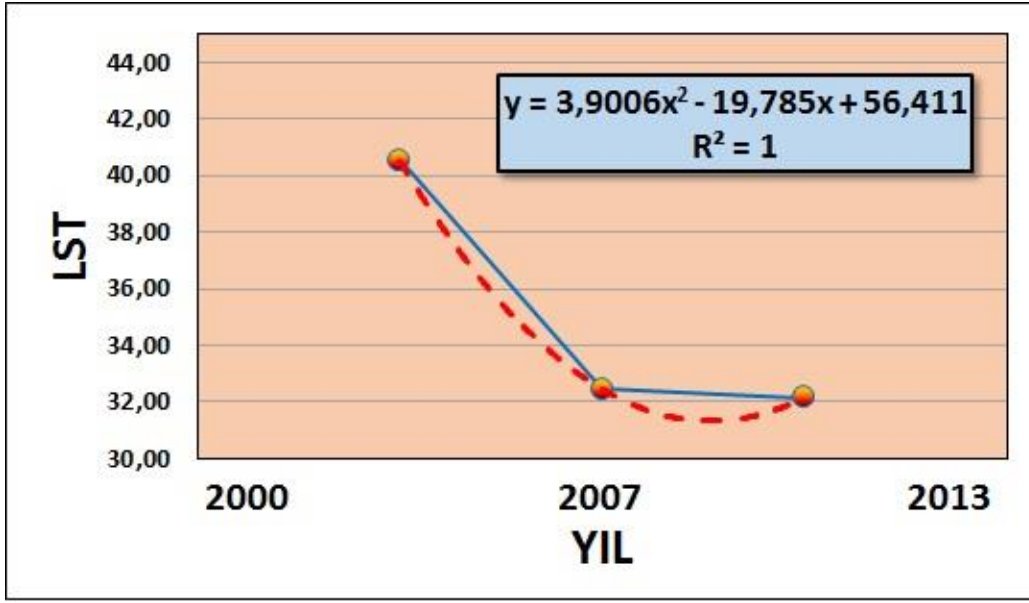
Şekil 4.15. Sıcaklık tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama sıcaklıklarının 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler

4.7. Yer Yüzey Sıcaklığının (LST) ve Vejetasyonun (NDVI) Zamansal Değişimi

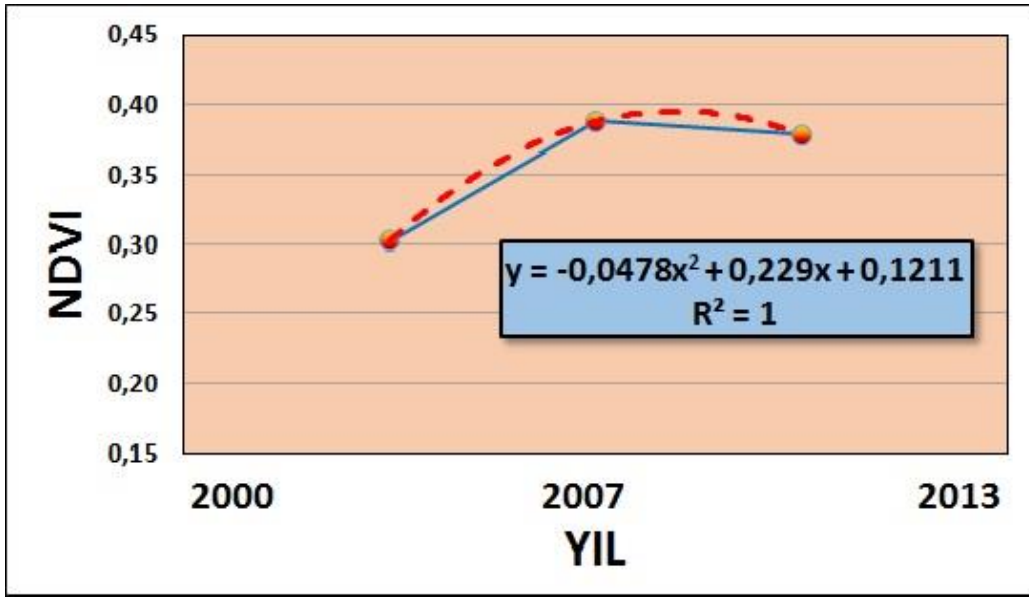
Üç yıla ait hesaplanan yüzey sıcaklığı ve vejetasyon indeksi verileri sıcaklık ve yağış verileri gibi 16 istasyona ait noktalar kullanılarak alınmış ve ortalamaları hesaplanmıştır. Bu ortalama değerlere en iyi uyan eğrilerin (best fit) tahminleri yüzey sıcaklığı ve vejetasyon değişkenleri için ayrı ayrı elde edilmiş ve sırasıyla Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de verilmiştir. Yüzey sıcaklığı ve vejetasyon değişkenlerinin zaman içindeki değişimlerine en iyi uyum ikinci derece polinomik yaklaşımdan elde edilmiştir.

Yüzey sıcaklık tahmin modeline bakıldığında (Şekil 4.16) yüzey sıcaklık değerlerinde 2000 yılından 2007 yılına kadar bir düşüş, ayrıca 2007 yılından 2013 yılına kadar da çok az bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum en iyi ikinci dereceden polinomik bir modelle açıklanmıştır (Şekil 4.17). Söz konusu modelin R^2 değerinin 1 olması modelin ne derece iyi uyduğunu göstermektedir.

Vejetasyon tahmin modeline bakıldığında (Şekil 4.17) ise vejetasyon değerlerinde 2000 yılından 2007 yılına kadar bir yükseliş, buna karşın 2007 yılından 2013 yılına kadar çok az bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum da en iyi ikinci dereceden polinomik bir modelle açıklanmıştır (Şekil 4.17). Söz konusu modelin R^2 değerinin 1 olması modelin ne derece iyi uyduğunu göstermektedir.



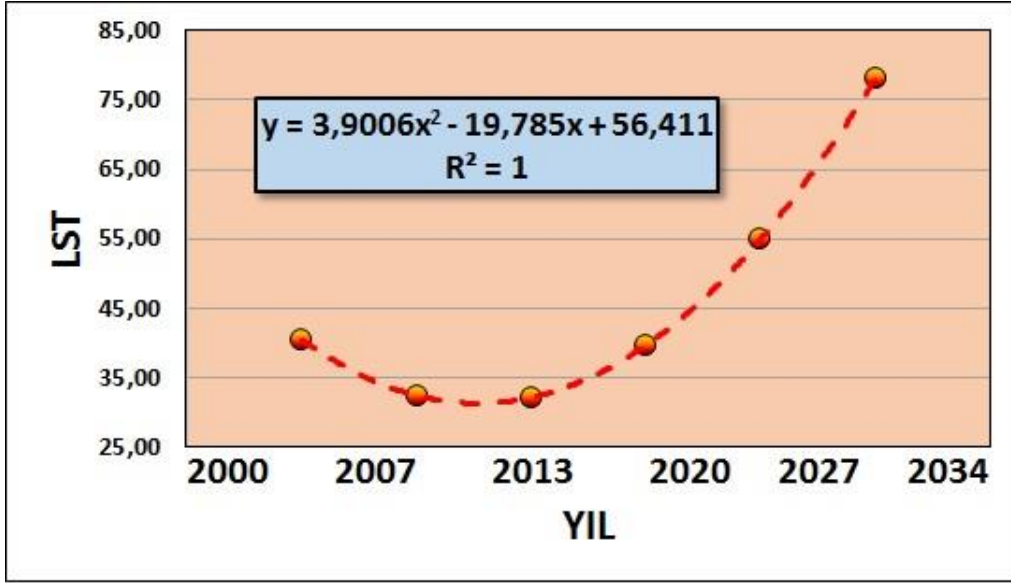
Şekil 4.16. Noktasal bazında ortalamalara dayanılarak oluşturulan Haziran ayı yer yüzey sıcaklığı (LST) tahmin modeli



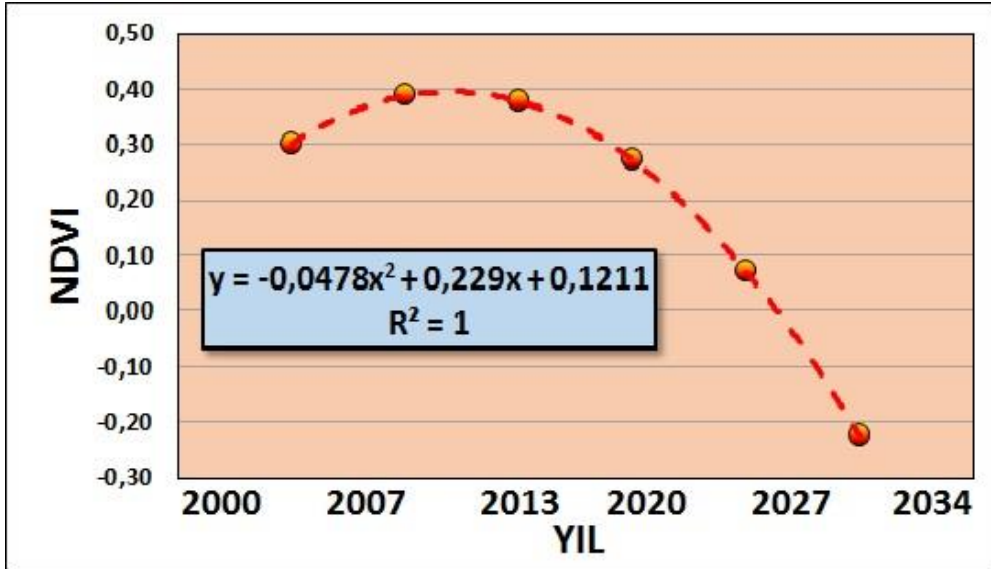
Şekil 4.17. Noktasal bazında ortalamalara dayanılarak oluşturulan Haziran ayı vejetasyon indeksi (NDVI) tahmin modeli

Elde edilen modeller çalıştırılması sonucu çalışma alanının 2034 yılına kadar Haziran ayı ortalama yüzey sıcaklığı ve vejetasyon değişimleri sırasıyla Şekil 4.18 ve Şekil 4.20'de verilmiştir. Bulgulara göre 2000 yılı Haziran ayı ortalama yüzey sıcaklık değeri olan 40.53 °C'nin 2034 yılına kadar 37.59 °C'lik artışla 78.12 °C'ye ulaşacağı tahmin

edilmektedir (Şekil 4.18). Vejetasyon ilgili değerlendirmelere göre ise Haziran ayı ortalama vejetasyon değeri olan 0.30'dan 2034 yılına kadar 0.53'lük bir azalışla -0.23'e düşeceği tahmin edilmektedir (Şekil 4.19). Bu değerlendirmelere göre 34 yıllık zaman periyodunda havzanın ekolojisinde değişimler olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 4.18. Yüzey sıcaklığı tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama yüzey sıcaklıklarının 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler



Şekil 4.19. Vejetasyon tahmin modeli kullanılarak Haziran ayı ortalama vejetasyonunun 2034 yılına kadar ulaşacağı tahmini değerler

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, küresel ısınmanın Kelkit Havzası üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen veriler, veri tabanları (CBS) ve (UA) teknikleri kullanarak analiz edilmiş, modellenmiş ve yorumlanmıştır.

Çalışmada Havzanın iklimsel değerlendirilmesi için meteoroloji istasyonlarına ait gerçek veriler kullanılması amaçlanmıştır fakat istasyon verilerindeki eksiklerden dolayı değerlendirmeler elde edilen haritalar ve veri tabanlarının kendi aralarındaki korelasyona göre yapılmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan NDVI analizine göre, vejetasyon indeksinde değişimler gözlenmiştir. Şekil 11’de görüldüğü gibi çalışma alanının vejetasyonunda değişim 2000 yılında 2007 ve 2013 yıllarından daha farklıdır. Bu farklılık göz önüne alındığında yüksek vejetasyona sahip alanlar ile zayıf vejetasyona sahip alanlar arasında geçiş olduğu görülmektedir. Elde edilen yüzey sıcaklığı haritaları da bu geçişleri destekler niteliktedir. Çalışma alanı üzerinde vejetasyonun arttığı bölgelerde yüzey sıcaklığı değerleri düşük çıkmıştır. Çizelge 4.10’da bu durum analiz edilmiştir ve sonuçta bir ters orantı ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu ilişkiler arasında hesaplanan korelasyon yüksek değildir. Buna göre vejetasyondaki değişim üzerinde yüzey sıcaklığından başka etkiler olduğu söylenebilir. Karnieli ve ark. 2010’a göre bitki büyüme sezonu başında ve sonunda güneş ışınları LST ve NDVI arasındaki korelasyonda diğer faktörlerden (arazi kullanımı, nem durumu gibi) daha baskın rol oynamaktadır. Ek olarak, LST ve NDVI arasındaki korelasyon yılın hangi mevsiminde olduğuna ve günün hangi zamanında olduğuna bağlıdır. Kışın ve soğuk dönemlerde LST ve NDVI arasındaki regresyon pozitifken, Mayıs ve Ekim ayları arasındaki dönemde LST ve NDVI arasında güçlü negatif ilişki bulunmaktadır (Sun ve Kafatos 2007). Bu durumda sadece elimizdeki bu veriler ile değerlendirme yapmak doğru olmayacaktır.

Çalışmada Havzada bulunan ilçelere ait meteoroloji istasyonlarından alınan ortalama yağış ve ortalama sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bu veriler kullanılarak 2034 yılı için hazırlanan tahmin modellerine göre sıcaklık artarken havzaya düşen yağış miktarı azalmaktadır. Bu çalışmada elde edilen tahmin modelleri literatürle benzer sonuçlara sahiptir. Örneğin, Demircan ve ark. 2014'e göre, Türkiye akarsu havzaları için üretilen iklim tahmin projeksiyonlarında Yeşilirmak havzası için 2013-2040 döneminde ortalama sıcaklık 1.5-2 °C artış ön görülürken, 2011-2040 döneminde ortalama yağışlarda %5 azalma ön görülmüştür.

Çalışmada elde edilen LST değerlerinin NDVI ile ilişkileri literatüre uygun olmasına karşın hesaplama için kullanılan yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. LST'nin hesaplanması için gerçek istasyon ölçümleri kullanılması bu tür çalışmaların güvenilirliğini arttıracaktır. Ayrıca farklı uydular ve sensörler ile yapılacak ölçümlerin korelasyonları ile bu ilişkiler daha net bir şekilde ortaya konulabilecektir.

Kelkit havzası gerek tarımsal durumu gerek biyoçeşitlilik bakımından ülkemizin önemli bölgelerinden birisidir. Ancak havzada inşa edilen ve inşa edilmekte olan HES'ler ile özellikle havzanın orman örtüsü yok edilmektedir. Oluşturulan iklim modelleri ile birlikte değerlendirildiğinde havza üzerinde baskının artacağı söylenebilir. Bu durumda bu inşalar sırasında ortadan kalkan ağaçların geri kazandırılması gerekmektedir.

CBS ve UA iklim değişiminin izlenmesi için son yıllarda kullanılan en yaygın teknolojilerdir. Bu teknolojiler kısa sürede çok geniş alanlar için değerlendirme imkanı sunmaktadır. Bu çalışma ile Kelkit Havzasının durumunu değerlendirmek için yüzey sıcaklığı, vejetasyon indeksi, sıcaklık ve yağış verileri kullanılmış ve olası etkiler gösterilmeye çalışılmıştır. Bu ve benzeri çalışmalardan daha net sonuçlar alınması için arazi çalışmaları ve güncel veriler ile desteklenmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKÇA

- Ahrens, D. C., 1994. Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate and The Environment, Fifth Edition, West Publishing Company, USA, 1994.
- Akman, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim, Palme Yayınevi, Ankara.
- Akman, Y. ve Dağet, P. H., 1971. Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. Extrait du Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie, 5/3: 269-300.
- Anonim, 2012 [http://www.eklite.com/bunlari_biliyormusunuz/10/turkiyede-kuresel-
isinma.html](http://www.eklite.com/bunlari_biliyormusunuz/10/turkiyede-kuresel-isinma.html)
- Anonim, 2014 [http://www.kuresel-isinma.org/bilgiler/item/197-kuresel-isinmanin-
turkiyeye-etkileri.html](http://www.kuresel-isinma.org/bilgiler/item/197-kuresel-isinmanin-turkiyeye-etkileri.html)
- Anonim, 2015 <http://www.mgm.gov.tr/arastirma/diger-calismalar.aspx?s=fenolojiatlası>
- Aparicio, N., Villages, D., Casadesus, J. L., Royo, C., 2000. Spectral Vegetation Indices as Non-Destructive Tools for Determining Durum Wheat Yield. Agronomy Journal, 92, pp: 83-91.
- Aronoff, S., 1989a. An Introduction to Geographic Information System. WDL Publications, Ottawa.
- Aronoff, S., 1989b. Geographic Information Systems: A Management Perspective, Kanada.
- Aslan, S., 2008. Asağı Kelkit Havzasının Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve UA ile Haritalanması. Yüksek Lisans Tezi Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Backlund, P., Janetos, A., Schimel, D. S., Hatfield, J., Ryan, M., Archer, S., ve Lettenmaier, D., 2008. Executive Summary. In: The effects of climate change on agriculture, land resources, water resources, and biodiversity. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. Washington, DC., USA, 362 pp.
- Bank, E., 1994. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları, Harita Genel Komutanlığı Yayını, Harita Dergisi, 112.

- 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.
- Booker, F., Muntifering, R., McGrath, M., Burkey, K., Decoteau, D., Fiscus, E., Manning, W., Krupa, S., Chappelka, A., Grantz, D., 2009. The Ozone Component of Global Change: Potential Effects on Agricultural and Horticultural Plant Yield, Product Quality and Interactions with Invasive Species. *Journal of Integrative Plant Biology* Vol. 51 No. 4.
- Burrough, P. A., 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Monographs on Soil and Resources Survey No:12, Oxford Science Publications, London.
- Campbell, J. B., ve Wynne, R. H., 2011. Introduction to Remote Sensing. Fifth edition, A division of Guilford Publications, Newyork, 718 p.
- Chander, G., Markham, B. L., Helder, D. L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for LANDSAT- MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment* 113 (2009) 893–903.
- Chiew, F. H .S., Whetton, P. H., McMahon, T.A., Pittock, A.B., 1995. Simulation of the impacts of climate change on runoff and soil moisture in Australian catchments *Journal of Hydrology* Volume 167, Issues 1–4, May 1995, Pages 121–147 doi:10.1016/0022-1694(94)02649-V.
- Demers, M.N., 1997. Fundamentals of Geographic Information Systems. John Wiley Sons, Inc. New York.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A., ve Akçakaya, A., 2014. Yeni Senaryolara Göre Türkiye Akarsu Havzalarında İklim Değişikliği Projeksiyonları. TÜCAUM - VIII. COĞRAFYA SEMPOZYUMU, 23-24 EKİM 2014, Ankara.
- Doğan, H. M., ve Aslan, S., 2013. Aşağı Kelkit Havzası'nın Bazı Toprak Özelliklerinin CBS ve UA ile Haritalanması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 3: 25-33.
- Doğan, H. M., Yılmaz, D., S., Kılıç, O., M., 2013. Orta Kelkit Havzası'nın Bazı Toprak Özelliklerinin Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi (IDW) ile Haritalanması ve Yorumlanması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6: 46-54.

- Doğan, H., M., ve Kılıç, O. M., 2013. Modeling and mapping some soil surface properties of Central Kelkit Basin in Turkey by using LANDSAT--7 ETM+ images. *International Journal of Remote Sensing*, 34(15): 5623-5640.
- ERDAS, 2003. *Erdas Field Guide, Seventh Edition*. Leica Geosystems, GIS and Mapping LLC, Atlanta Georgia: pp. 1-672.
- Ervin, L. K., 2009. Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing World. *Wetlands Ecol Manage* (2009) 17:71–84 DOI 10.1007/s11273-008-9119-1.
- ESRI, 2004. *ArcGIS 9, Geoprocessing in ArcGIS*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, U.S.A.
- ESRI, 2005. *ArcGIS 9, what is in ArcGIS 9.1*. Environmental Systems Research Institute, Redlands California: 1-123.
- Ferrati, R., Canziani, G. A., Moreno, D. R., 2005. Estero del Ibera: hydrometeorological and hydrological characterization. *Ecol Model* 186:3–15.
- Fındık, A., 2007. *Üniversite Öğrencileri 2. Çevre Sorunsalı Kongresi Bildiri Kitabı*. Fatih Üniversitesi Yayınları; No:29. ISBN: 978-975-303-088-5.
- GLCF, 2015. *MODIS Vegetation Continious Fields Map*. Global Land Cover Facility, USA.
- Gorissen, A. A., Tietema, N. N., Joosten, M., Estiarte, J., Pen~uelas, A., Sowerby, B. A., Emmett, ve Claus, B., 2004: Climate change affects carbon allocation to the soil in shrublands. *Ecosystems*, 7, 650–661.
- Haşlak, O., 2007. *Üniversite Öğrencileri 2. Çevre Sorunsalı Kongresi Bildiri Kitabı*. Fatih Üniversitesi Yayınları; No: 29. ISBN: 978-975-303-088-5.
- Hoffer, R. M., 1976. *Spectral reflectance characteristics of vegetation, fundamental Remote Sensing Mini Course Study Guide*. No:6 Purdue University, Indiana.
- Hungate, B. A., Dukes, J.S., Shaw, M. R., Luo, Y., ve Field, C.B., 2003. Nitrogen and climate change. *Science* 302: 1512-1513.
- IPCC (International Panel on Climate Change) 1996. *Climate change 1996—impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific technical analysis*. Contribution of working group II to the second assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge.

- IPCC (International Panel on Climate Change) 2001. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Technical summary, and summary for policymakers. Third assessment report of working group I of the intergovernmental panel on climatic change, URL: <http://www.ipcc.ch>.
- İşlem, 2004. ArcGIS-9 Uygulama Dökümanı. İşlem Şirketler Grubu Eğitim Dökümanları, Ankara.
- Jensen, J. R., 1996. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, Second Edition (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall).
- Karaer, F., 1994. Kelkit Vadisinin Florası ve Vejetasyonu, 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Karan, G., 2015. Yukarı Kelkit Havzasının Bazı Toprak ve Yüzey Suyu Özelliklerinin Modellenmesi ve Haritalanması. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Karnileli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., Gutman, G. G., Panov, N., ve Goldberg, A., 2010. Use of NDVI and Land Surface Temperature for Drought Assessment: Merits and Limitations. *Journal of Climate*, 23:618-632. DOI: 10.1175/2009JCLI2900.1.
- Kılıç, O. M., 2009. Orta Kelkit Havzasının Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve UA ile Haritalanması. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Kılıç, O. M., 2015. Kelkit Havzası Ekolojik Risk Değerlendirmesi. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Lindenlaub, J., Russell, J., 1974. An Introduction to Quantitative Remote Sensing. *Lars Information Note 11474 s.1-63* Purdue Univ., West Lafayette, Indiana.
- National Research Council, 2011. *America's Climate Choices*. Washington, DC: The National Academies Press, p. 15.
- Pachauri, R. K., ve Reisinger, A., (eds) 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. ISBN 92-9169-122-4.
- Riebeek, H., 2010. Global Warming. NASA Earth Observatory. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page1.php>

- Sahagian, D., ve Melack, J., 1998. Global Wetland Distribution and Functional Characterization: Trace Gases and the Hydrologic Cycle. Report from the Joint GAIM, BAHC, IGBP-DIS, IGAC, and LUCC Workshop Santa Barbara, CA, USA, 16–20 May 1996.
- Sarbanoğlu, H., 1991. Coğrafi Bilgi Sistemleri İçin Veri Toplama Yöntemleri Bölüm 2, Harita Genel Komutanlığı Yayını, Harita Dergisi, 107, 51-81, Ankara.
- Şehsuvaroğlu, H., 1991. Harita Genel Komutanlığında Kullanılan Arc/Info, Arcview ve Mge Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımlarının Uygulamalı Olarak Karşılaştırılması, Harita Yüksek Teknik Okulu Bitirme Tezi, Ankara.
- Şekertekin, A., (2013). UA Verileri ile Bölgesel Çevre Etkilerinin Belirlenmesi: Zonguldak Örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.
- Şen, Ö.L., Kindap, T., Bozkurt, D., 2008. Küresel Isınma ve Türkiye İyimser Senaryo. Atlas Dergisi, 11: 22-31.
- Sobrino, J., Jiménez-Muñoz, J. C., ve Paolini, L., 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT- TM 5 Remote Sensing of Environment, Elsevier, 90, 434-440.
- Stocker, T.F., D. Qin, G.K., Plattner, M., Tignor, S.K., Allen, J., Boschung, A., Nauels, Y., Xia, V., Bex and P.M., Midgley, 2013. IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Sykes, M. T., (2009). Climate Change Impacts: Vegetation. In: Encyclopedia of Life Sciences (ELS). John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0021227.
- Sun, D., and M. Kafatos (2007), Note on the NDVI-LST relationship and the use of temperature-related drought indices over North America, Geophys. Res. Lett., 34, L24406, doi:10.1029/2007GL031485.

- Tosun, F., 2004. Uydu Görüntüsü Ürünleri Ve Uzaktan Algılama Yöntemiyle Yükseklik Analizi Çalışmalarına Bakış Yüksek Lisans Tezi Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Gebze.
- Tubives, 2003, Türkiye Bitkileri Veri Servisi. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) <http://www.tubitak.gov.tr/tubives>.
- Walther, G-R., Berger, S., and Sykes, M., T., (2005a) An ecological “footprint” of climate change. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 272: 1427–1432.
- Weng, Q., Lu, D., ve Schubring, J., 2004. Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, Elsevier Science Inc., Box 882 New York NY 10159 USA, 89, 467-483

EK AÇIKLAMALAR

EK A

Sektörlere Göre Toplam Seragazi Emisyonları (CO₂ eşdeğeri), 1990 - 2012

Yıl	Enerji	Endüstriyel işlemler	Tarımsal faaliyetler	Atık	Toplam	milyon ton		
						1990 yılına göre değişim	göre	(%)
1990	132,9	15,5	30,4	9,7	188,5	-		
1991	138,8	17,8	31,0	13,1	200,7	6,5		
1992	145,1	19,0	30,9	16,7	211,8	12,4		
1993	151,6	21,0	31,1	19,5	223,1	18,4		
1994	149,4	19,3	29,8	20,1	218,6	16,0		
1995	161,5	24,3	29,2	23,9	238,9	26,7		
1996	179,7	24,4	29,7	26,3	260,0	37,9		
1997	192,1	24,2	28,2	28,7	273,2	45,0		
1998	191,3	24,8	28,9	30,2	275,2	46,0		
1999	191,3	24,0	29,1	31,6	276,0	46,4		
2000	213,2	24,4	27,8	32,6	298,1	58,2		
2001	196,6	23,4	26,4	32,7	279,1	48,1		
2002	204,6	25,6	24,9	32,0	287,1	52,3		
2003	218,6	26,3	25,8	32,8	303,6	61,1		
2004	228,0	28,6	25,4	31,1	313,1	66,1		
2005	242,4	28,8	26,3	33,3	330,7	75,5		
2006	259,2	31,0	27,0	33,7	350,9	86,2		
2007	289,4	31,0	26,8	35,3	382,4	102,9		
2008	278,4	31,7	25,5	33,2	368,7	95,6		
2009	279,0	33,2	26,1	32,9	371,1	96,9		
2010	285,1	55,7	27,1	35,6	403,5	114,1		
2011	301,3	58,6	28,8	35,3	424,1	125,0		
2012	308,6	62,8	32,3	36,2	439,9	133,4		

EK B

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

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Doğaç Sencer YILMAZ
Doğum Tarihi ve Yer : 1988, Erzurum
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0506 258 8459
E-Mail : dgcsncr@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2012
Lise	Polatlı Anadolu Lisesi	2006

Yayımlar

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

A1. H.M. Doğan, O.M. Kılıç, D.S. Yılmaz, “Preparing and Analyzing the Thematic Map Layers of Great Soil Groups, Erosion Classes and Land Capability Classes of Tokat Province by GIS,” Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 30(2): 18-29 (2013).

DOI: 10.13002/jafag358

A2. H.M. Doğan, O.M. Kılıç, D.S. Yılmaz, “Researching Plant Density Classes of Tokat Province By LANDSAT-7 ETM+ Satellite Images and Geographic Information Systems” Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 31 (1), 50-56. (2014)

DOI: 10.13002/jafag686

A3. H.M. Doğan, Orhan Mete Kılıç, Doğaç Sencer Yılmaz, Ekrem Buhan, Fatih Polat, Saliha Dirim Buhan, “ Integration of GIS and Remote Sensing with the Usle Model in the Assessment of Annual Soil Loss and Sediment Input of Zinav Lake Basin in Turkey.” Fresenius Environmental Bulletin 24(1a):172-179. (2015)

A4. F. Polat, **H. M. Doğan**, E. Buhan, Orhan Mete Kılıç, Doğaç Sencer Yılmaz, Saliha Dirim Buhan, “Accumulation and Behavior of Some Heavy Metals in the Main Components of Zinav Lake Basin Ecosystem,” *Fresenius Environmental Bulletin* 24(1a): 180-187. (2015)

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler:

B1. E. Buhan, **H.M. Doğan**, D. S. Yılmaz, O. M. Kılıç, S. Dirim Buhan, “Monitoring *Tilapia* (*Tilapia* spp.) Population in Köyceğiz Lake of Turkey by Thermal Bands of LANDSAT-5 TM and LANDSAT-7 ETM+ Satellite Images,” VII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems, Antalya, TURKEY, December 18-21, 2013. p. 7. (2013)

B2. F. Polat, **H.M. Doğan**, E. Buhan, O. M. Kılıç, D. S. Yılmaz, S. Dirim Buhan, “Accumulation and Behavior of Some Heavy Metals in the Main Components of Food Web of Zinav Lake Basin,” VII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems, Antalya, TURKEY, December 18-21, 2013. p. 78. (2013)

B3. **H.M. Doğan**, D. S. Yılmaz, E. Buhan, F. Polat, O. M. Kılıç, S. Dirim Buhan, “Modeling and Mapping Temperature, Secchi Depth, and Chlorophyll-a Distributions of Zinav Lake by Using GIS and LANDSAT-7 ETM+ Imagery,” VII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems, Antalya, TURKEY, December 18-21, 2013. p. 79. (2013)

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

D1. **H.M. Doğan**, D.S. Yılmaz, O.M. Kılıç, “Orta Kelkit Havzası'nın Bazı Toprak Özelliklerinin Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi (IDW) ile Haritalanması ve Yorumlanması”, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6: 46-54 (2013).

E. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

E1. F. Polat, O.M. Kılıç, **H.M. Doğan**, E. Buhan, D.S. Yılmaz, S. Dirim Buhan, “Determining Seasonal Heavy Metal Accumulation in Nutrient Cycling of Zinav Lake Basin” FABA-2013, Fisheries and Aquatic Sciences Symposium, 30 May-1 June 2013, Erzurum, Turkey, pp. 39-40 (2013). (abstract & poster). DOI: 10.13140/RG.2.1.2741.7448.

E2. E. Buhan, **H.M. Doğan**, D.S. Yılmaz, O.M. Kılıç, S. Dirim Buhan, “Modeling and Monitoring Invasive Fish Species in Aquatic Ecosystems by Remote Sensing: Example of Tilapia Fish in Köyceğiz Lake,” FABA-2013, Fisheries and Aquatic Sciences Symposium, 30 May-1 June 2013, Erzurum, Turkey, pp. 206-207 (2013). (abstract & poster). DOI: 10.13140/RG.2.1.3790.3203

E3. **H.M. Doğan**, D.S. Yılmaz, E. Buhan, S. Dirim Buhan, O.M. Kılıç, “Monitoring Monthly Temperature and Chlorophyll Distributions of Zinav Lake by Remote Sensing,” FABA-2013, Fisheries and Aquatic Sciences Symposium, 30 May-1 June 2013, Erzurum, Turkey, pp. 249-250 (2013). (abstract & poster). DOI: 10.13140/RG.2.1.4576.7521

E4. **H.M. Doğan**, O.M. Kılıç, D.S. Yılmaz, E. Buhan, F. Polat, S. Dirim Buhan, “Determining Annual Soil Loss of Zinav Lake Basin by USLE Model and GIS,” FABA-2013, Fisheries and Aquatic Sciences Symposium, 30 May-1 June 2013, Erzurum, Turkey, pp. 251-252 (2013). (abstract & poster). DOI: 10.13140/RG.2.1.1431.0242

E5. **H.M. Doğan**, O.M. Kılıç, D.S. Yılmaz, E. Buhan, F. Polat, S. Dirim Buhan, “Modeling and Mapping of Sediment Output of Zinav Lake Basin by USLE and GIS,” FABA-2013, Fisheries and Aquatic Sciences Symposium, 30 May-1 June 2013, Erzurum, Turkey, pp. 253-254 (2013). (abstract & poster). DOI: 10.13140/RG.2.1.2479.6009