



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KONYA EREĞLİ-
BOR ALT HAVZASINDAKİ ARAZİ
KULLANIMI/ÖRTÜSÜ VE KENTSEL
GELİŞİME ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Taha Kağan AYDIN

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Taha Kağan Aydın tarafından hazırlanan “İklim Değişikliğinin Konya Ereğli-Bor Alt Havzasındaki Arazi Kullanımı/Örtüsü ve Kentsel Gelişime Etkilerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 21/01/2022 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Başkan Prof. Dr. Murat UYSAL
Danışman Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
Üye Prof. Dr. Ali TOR
Üye Doç. Dr. H. Zahit SELVİ
Üye Doç. Dr. Mustafa YALÇIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun **07/01/2022** gün ve **08** sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma (BAP) Projeleri birimi tarafından 191419003 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Taha Kağan AYDIN

Tarih: .../.../2022

ÖZET

DOKTORA TEZİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KONYA EREĞLİ-BOR ALT HAVZASINDAKİ ARAZİ KULLANIMI/ÖRTÜSÜ VE KENTSEL GELİŞİME ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Taha Kağan AYDIN

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

2022, 132 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. S.Savaş DURDURAN

Prof. Dr. Ali TOR

Prof. Dr. Murat UYSAL

Doç. Dr. H. Zahit SELVİ

Doç. Dr. Mustafa YALÇIN

Gelişen dünyada hızlı nüfus artışı, doğal ve yapay etkenler sebebiyle yeryüzü çeşitli çevresel etkiler altında kalmış ve zarar görmeye başlamıştır. Doğaya olan tahribatı en aza indirerek gelecek nesillere daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir yaşam sunabilmek adına arazi kullanımı/örtüsü'nün zamansal değişimlerini incelemek ve gerekli tedbirlerin alınması önem arz etmektedir. Arazi kullanımı/örtüsünün zaman içerisinde değişime uğraması ve iklim değişikliklerinin ortaya çıkması bilim insanlarını bu değişimlerin sebeplerini araştırmaya, gelecek nesiller için oluşacak tehditleri ve sonuçlarının neler olabileceğini araştırmaya itmiştir.

Yapılan bu çalışma ile Arazi kullanımı/örtüsü, iklim değişikliği ve kuraklık çalışmalarında sıklıkla kullanılan yöntemlerden Uzaktan Algılama Teknikleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve CORINE sınıflandırma sisteminden yararlanılarak, Arazi kullanımı/örtüsünün zamansal ve mekânsal etkileri, geçmişten günümüze nasıl değiştiği ve gelecekte nasıl değişeceği ile alakalı çalışmalar Ereğli-Bor Alt Havzası için yapılmış ve bu değişimin İklim Değişikliği ve Kuraklıkla nasıl etkileşimde olduğu yapılan çeşitli trend analizleri ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

Tez kapsamında Konya Kapalı Havzasının 9 alt havzasından biri olan 605693 ha'lık alanı kapsayan Ereğli-Bor Alt Havzasının 1985-2018 yılları arasında 5'er yıllık periyotları kapsayan Landsat uydu görüntüleri, CORINE sınıflandırma verileri ve bölgede belirlenen 8 adet meteoroloji istasyonundan elde edilen meteorolojik verilerden (ort. sıcaklık ve yağış) yararlanılarak arazi kullanımı ve değişiminin 34 yıllık süre zarfında sıcaklık ve yağış trend'lerinin yıllık, mevsimlik ve aylık olarak ne yönde geliştiği lineer regresyon analiz tekniği ve standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) tekniği ile analiz edilmiştir. Ayrıca sonuçların iklim değişikliği ile ilişkisi ve bunun sonucu olarak çevresel yayılımların ne boyutta ve ne yönde olduğu, Landsat uydu görüntülerinin ve CORINE sistemindeki kriterlerden oluşturulan 5 temel eğitim sınıfı (yapay, tarım, mera, orman ve sulak alanlar) ile entegre edilerek piksel tabanlı görüntü sınıflandırma işlemlerinden kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmış, doğruluk analizleri ve kappa istatistiği ile sınıflandırmanın doğruluğu teyit edilmiştir. Ayrıca eğitim alanlarının ne yönde değişim gösterdiği yapılan değişim analizleri (change detection analysis) ile ortaya konulmuş ve sonuçlar haritalandırılmıştır. Yapılan sınıflandırma ve değişim analizleri neticesinde; 1985 yılı sınıflandırma doğruluğu %98, kappa istatistiği 0,9704, 2018 yılı sınıflandırma doğruluğu %97 ve kappa istatistiği 0,9570 olarak elde edilmiştir. Ayrıca 5'er yıllık periyotlar halinde her yıl için doğruluk analizleri ve kappa istatistikleri de hesaplanmıştır. Değişim analizi sonuçlarına göre 34 yıllık zaman diliminde mera alanlarında 7704 ha, tarım alanlarında

8403 ha, yapay bölgelerde 14735 ha'lık bir artış, orman alanlarında 27496 ha ve sulak alanlarda 3344 ha'lık bir azalış tespit edilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde, Hücresel Otomat (HO) Markov Zincir Modeli Yöntemi ile Ereğli ilçesini ve çevresini kapsayan yaklaşık 331057 ha'lık alanda gelecek yıllardaki kentsel gelişim potansiyelinin belirlenmesi için modellemeler yapılmıştır. Yapılan modellemenin doğruluğunun belirlenmesi için elimizde bulunan 2018 yılı referans haritasına göre 2018 yılı tahmin modeli oluşturulmuş ve her iki veri arasındaki doğrulama kapa istatistiği ile analiz edilmiştir. Model doğrulaması kapa istatistik sonuçları $K_{location}$ 0,9301 ve $K_{standart}$ değeri 0,8935 olarak bulunmuştur. Doğrulama sonucunun yeterli değerlerde bulunmasının ardından gelecek tahmin modeli oluşturulmuş ve 2030 ve 2040 yılları için gelecek modelleme tahminleri ve sonuç haritaları oluşturulmuştur.

Modelleme sonucuna göre, Ereğli ilçe ve çevresinde yapay bölgeler sınıfı 2030 yılı itibariyle 122.74 km²'ye 2040 yılında ise 142.24 km²'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca bölgedeki mera, orman ve tarım alanlarında da 2030 ve 2040 yıllarına kadar azalışların olacağı tahmin edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, iklim değişikliği, Markov Zinciri, Uzaktan Algılama,



ABSTRACT

Ph. D THESIS

DETERMINING THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON LAND USE/COVER AND URBAN DEVELOPMENT IN KONYA EREĞLİ-BOR SUB-BASIN

Taha Kağan AYDIN

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE / DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN GEOMATIC ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

2022, 132 Pages

Jury

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

Prof. Dr. Ali TOR

Prof. Dr. Murat UYSAL

Assoc. Prof. Dr. H. Zahit SELVİ

Assoc. Prof. Dr. Mustafa YALÇIN

Due to the rapid population growth in the developing world, natural and artificial factors, the earth has been under various environmental influences and has begun to suffer. It is important to study the temporal changes of land use / cover and take the necessary measures in order to minimize the damage to nature and provide a healthier and more sustainable life for future generations. The change of land use/cover over time and the emergence of climate changes have led scientists to investigate the causes of these changes, to investigate the threats that may arise for future generations and what their consequences might be.

In this study, by making use of Remote Sensing Techniques, Geographical Information Systems and CORINE classification system, which are frequently used methods in land use/cover, climate change and drought studies, studies on the temporal and spatial effects of land use/cover, how it has changed from past to present and how it will change in the future have been made for the Ereğli-Bor Sub-Basin and how this change interacts with Climate Change and Drought has been tried to be revealed by various trend analyzes.

Within the scope of the thesis, the tendency of the annual, seasonal and monthly changes over a 34 year period in temperature and precipitation trends of the land use and change of the Ereğli-Bor Sub-Basin covering an area of 605693 ha, which is one of the 9 sub-basins of the Konya Closed Basin, is analyzed by lineer regression analysis technique and standardized precipitation index (SPI) technique, by drawing upon its Landsat satellite images covering 5 year periods between 1985 and 2018, CORINE classification data and meteorological data (average temperature and precipitation) obtained from 8

meteorological stations determined in the region. In addition, the relationship of the results with climate change and the extent and tendency of environmental spreads as a result, are classified by the supervised classification method from pixel-based image classification processes by integrating with the Landsat satellite images and the 5 basic study classes (artificial, agriculture, pasture, forest and wetlands) created from the CORINE system criteria, and accuracy analysis and kappa statistics are used to confirm the accuracy of the classification. In addition, the way in which the study areas have changed has been revealed by the change detection analysis and the results have been mapped. As a result of the classification and change analysis; The 1985 classification accuracy is 98%, the kappa statistic is 0.9704, the 2018 classification accuracy is 97%, and the kappa statistic is 0.9570. In addition, accuracy analyses and kappa statistics are calculated for each year in 5 year periods. According to the results of the change analysis, an increase of 7704 ha in pasture lands, 8403 ha in agricultural lands, 14735 ha in artificial areas, a decrease of 27496 ha in forest lands and 3344 ha in wet lands have been observed in a 34 year period.

In the last part of the study, with the Cellular Automata (CA) Markov Chain Model Method, models are made to determine the urban development potential in the coming years in an area of approximately 331057 ha covering the Ereğli district and its surroundings. In order to determine the accuracy of the modeling, the 2018 forecast model is created according to the 2018 reference map we have and the validation between the two data is analyzed with the kappa statistics. Model validation kappa statistics results are $K_{location}$ 0.9301 and $K_{standard}$ value is 0.8935. After the validation result values are found sufficient, the future prediction model is created and future modeling predictions and result maps for the years 2030 and 2040 are created.

According to the modeling results, it is estimated that the artificial zones class in Ereğli district and its surroundings will reach 122.74 km² by 2030 and 142.24 km² in 2040. In addition, it is estimated that there can be decreases in pasture, forests and agricultural areas in the region until 2030 and 2040.

Keywords: Climate change, geographic information systems, markov chain, remote sensing,

ÖNSÖZ

Bu çalışma boyunca bilgi ve birikimleriyle hep yanımda olan başta danışman Hocam Sayın Prof. Dr. S.Savaş DURDURAN'a ve değerli tez jürisi üyelerine, tezimin her aşamasında uzaktan algılama konusunda bilgilerinden ve tecrübesinden faydalandığım değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Semih EKERCİN'e, bu süreçte yardımlarıyla desteğini esirgemeyen değerli Hocam Dr. Öğr. Üyesi Osman ORHAN hocama, tahmin modellemesi konusunda yardımlarını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Doktora öğrencisi Abdullah Fadhil Bey'e ve arazi kullanımı/örtüsü sınıflandırma konusunda desteğini gördüğüm Yük. Hrt. Müh. Batuhan KELEŞ Bey'e, son olarak bölümümüzdeki diğer hocalarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tezin oluşum sürecinde 191419003 numaralı proje ile destek aldığım Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne, Meteoroloji İstasyon verilerinin temininde katkılarından dolayı Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Son olarak başarılarımın en büyük kaynağı, hayattaki en büyük destekçilerim olan ve dualarını hiçbir zaman eksik etmeyen çok değerli ve çok sevdiğim Annem'e ve Babam'a, sevgili kardeşlerime ve değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Taha Kağan AYDIN
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1.Genel Kavramlar ve Tanımlar	5
1.1.1. Arazi kullanımı/örtüsü	5
1.1.2. İklim ve İklim Değişikliği	5
1.1.3. Uzaktan Algılama	6
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	9
2.1. Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişikliği	9
2.2. İklim Değişikliği ve Kuraklık	19
2.3. Hücresel Otomat-Marcov Zincirleri	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Araştırma Bölgesi	28
3.2. Kullanılan Veriler	29
3.2.1. Haritalar ve Uydu Görüntüleri	29
3.2.2. Meteorolojik Veriler	30
3.1.3. Kullanılan Yazılımlar	31
3.2. Yöntem.....	31
3.2.1. Piksel Tabanlı Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi	31
3.2.1.1. Görüntü Maskeleyme	33
3.2.1.2. En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood) Sınıflandırma Yöntemi	33
3.2.1.3. Tematik Yeniden Kodlama ve Bindirme (Overlay) İşlemi	35
3.2.1.4. Doğruluk Analizi ve Hata Matrisi	35
3.2.1.5. Sayısal Arazi Modeli (SAM)	37
3.2.1.6. Değişim Belirleme Analizi (Change Detection Analysis)	38
3.2.2. Doğrusal Regresyon Analizi	38
3.2.3. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Analizi (SPI-SYİ)	39
3.2.4. Hücresel Otomat-Markov Zincirleri	40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	45
4.1. Havza bazında arazi kullanımı/örtüsü değişim analizi	45
4.1.1. 1985-1990 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü	46
4.1.2. 1995-2000 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü	48

4.1.3. 2005-2009 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü	50
4.1.4. 2015-2018 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü	53
4.1.5. 1985-2018 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü	55
4.1.6. 1985-2018 değişim belirleme analizi (Change Detection)	58
4.2. İklim değişikliği ve kuraklık analizi	63
4.2.1. Lineer (Regresyon) analizi.....	64
4.2.2. Standartlaştırılmış yağış indeksi analizi (SPI)	68
4.3. Hücresel otomat markov zinciri (CA-MC).....	84
4.3.1. Kentsel yayılma ve coğrafi yönelim	85
4.3.2. Hücresel otomat markov zinciri ile kentsel yayılma ve gelecek tahmini	86
4.3.3. Geçiş olasılıkları ve geçiş alanları matrislerinin hesaplanması	88
4.3.4. Arazi kullanımı/örtüsü gelecek tahmini ve model doğrulaması	89
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	96
KAYNAKLAR	100
EKLER	113
EK-1 Sınıflandırma ve Maskeleyme yöntemi	113
EK-2 Bindirme (Overlay) işlemi	114
EK-3 Kontrollü Sınıflandırma-En Çok Benzerlik Yöntemi.....	115
EK-4 Doğruluk Analizi-Kontrol Noktaları	116
EK-5 1985-2018 yılları arasındaki alansal değişimler (ha).....	117
EK-6 Değişim Analizi-Öznitelik Tablosu	118
EK-7 Terrset program görüntü kesitleri	119

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

D	talep
f	mekânda hücresele durum geçiş kuralı
ha	hektar
$Inertia_k^t$	süre durum katsayısı
k	arazi sınıfı
km	kilometre
km ²	kilometre kare
N	hücresele alan
(n)	bilgi yok
(m)	orta düzey bilgi
(p)	eksiksiz/mükemmel bilgi
P_{ij}	geçiş olasılığı matrisi
S	hücre niteliği
S(t),	t zamanındaki sistem durumu
S(t+1)	+1 zamandaki sistemin durumu

Kısaltmalar

AKAÖ	Arazi Kullanımı/örtüsü
AYS	Arazi Yüzey Sıcaklığı
CA	Cellular Otomata
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Coordination of Information on the Environment
DTM	Digital Terrain Model
ETM	Enhanced Thematic Mapper
FAO	Food and Agriculture Organization of United Nations
HO	Hücresele Otomat
IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change
MC	Marcov Chain
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
OBIA	Object-Based Image Analysis
PDSI	Palmer Drought Severity Index
PNI	Normal Percentage Index
SAM	Sayısal Arazi Modeli
SBİ	Sıcaklık Bitki Örtüsü İndeksi
SPI	Standardized Precipitation Index
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
UA	Uzaktan Algılama
USGS	United States Geological Survey

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3. 1. Çalışma alanı lokasyon haritası (Ereğli-bor alt havzası).....	29
Şekil 3. 2. Çalışma alanı meteoroloji istasyonları haritası.....	31
Şekil 3. 3. En çok benzerlik olasılık yoğunluk gösterimi (Lillesand ve ark., 2018; Keleş ve Durduran, 2019; Fadhil ve Kurban, 2022).....	35
Şekil 3. 4. Hata matrisi (Dervişoğlu,2018; Sunar vd. 2011).....	37
Şekil 3. 5. Bağımlı ve Bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler (Taylan ve Aydın, 2018; DeLurgio, 1998).....	39
Şekil 4. 1. 1985-1990 arazi kullanımı/örtüsü.....	46
Şekil 4. 2. 1995-2000 arazi kullanımı/örtüsü.....	48
Şekil 4. 3.2005-2009 arazi kullanımı/örtüsü.....	51
Şekil 4. 4. 2015-2018 arazi kullanımı/örtüsü.....	53
Şekil 4. 5. 1985-2018 arazi kullanımı/örtüsü.....	55
Şekil 4. 6. 1985-2018 arazi kullanımı/örtüsü alansal değişimi (Aydın ve Durduran, 2021).....	58
Şekil 4. 7. 1985-2018 yılları değişim analiz haritası	61
Şekil 4. 8. 1985-2018 yılları ilçe değişim haritası	62
Şekil 4. 9. Akgöl sulak alanı 1985-2000-2015-2018 değişim haritası.....	63
Şekil 4. 10. Meteoroloji istasyonları	64
Şekil 4. 11. İstasyonlara ait yıllık ortalama sıcaklık trendleri(°C).....	65
Şekil 4. 12. İstasyonlara ait yıllık toplam yağış trendleri (mm)	67
Şekil 4. 13. 1986-2018 yılları Aksaray istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri.....	70
Şekil 4. 14. 1986-2018 yılları Ereğli istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri	72
Şekil 4. 15. 1986-2018 yılları Karaman istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri	74
Şekil 4. 16. 1986-2018 yılları Karapınar istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri.....	76
Şekil 4. 17. 1986-2018 yılları Kayseri istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri	78
Şekil 4. 18. 1986-2018 yılları Nevşehir istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri	80
Şekil 4. 19. 1986-2018 yılları Niğde istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri	82
Şekil 4. 20. 1986-2018 yılları Ulukışla istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri	84
Şekil 4. 21. Ereğli ilçesi kentsel büyüme.....	85
Şekil 4. 22. Ereğli ilçesi coğrafi yönelim.....	86
Şekil 4. 23. Modelleme lokasyon haritası.....	87
Şekil 4. 24. 2018 yılı referans ve model haritası, 2030-2040 yılı tahmin haritası	91
Şekil 4. 25. Ereğli ilçesi değişim ve tahmin haritası; örnek-1 2018 (a), 2030 (b), 2040 (c).....	92
Şekil 4. 26. Ereğli ilçe merkezi gelişen bölgeler-1	93
Şekil 4. 27. Ereğli ilçesi değişim ve tahmin haritası; örnek-2 2018 (a), 2030 (b), 2040 (c).....	94
Şekil 4. 28. Ereğli ilçe merkezi gelişen bölgeler-2	95

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3. 1. Ereğli-Bor alt havzası için kullanılan Landsat-5 TM ve Landsat-8OLI TIRS verileri.....	30
Çizelge 3. 2. CORINE düzey 1-2-3 verisi içerisinde kullanılan sınıflar	33
Çizelge 3. 3. SPI indeks değerleri ve sınıflandırma.....	40
Çizelge 3. 4. Kappa bileşenleri (Fadhil ve Kurban, 2022)	44
Çizelge 4.1. Landsat uydu görüntüleri.....	45
Çizelge 4.2. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 1985-1990.....	47
Çizelge 4.3. Kappa istatistik değerleri 1985-1990.....	48
Çizelge 4.4. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 1995-2000.....	50
Çizelge 4.5. Kappa istatistik değerleri 1995-2000.....	50
Çizelge 4.6. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 2005-2009.....	52
Çizelge 4.7. Kappa istatistik değerleri 2005-2009.....	52
Çizelge 4.8. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 2015-2018.....	54
Çizelge 4.9. Kappa istatistik değerleri 2015-2018.....	55
Çizelge 4.10. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri	57
Çizelge 4.11. Kappa istatistik değerleri	57
Çizelge 4.12. Havzanın arazi kullanımı/örtüsü değişimi (Aydın ve Durduran, 2021) ...	58
Çizelge 4.13. 1985-2018 yılları arasındaki arazi kullanımı/örtüsü değişim matrisi	60
Çizelge 4.14. 1985-2018 arazi kullanımı/örtüsü değişim değerleri tablosu	60
Çizelge 4.15. Akgöl alansal değişim	62
Çizelge 4.16.1985-2018 yılları arası yıllık sıcaklık ve yağış eğilimleri	66
Çizelge 4.17. 1985-2018 Mevsimsel sıcaklık eğilimleri	66
Çizelge 4.18. 1985-2018 yılları mevsimsel sıcaklık eğilimleri	68
Çizelge 4. 19. Aksaray istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018.....	69
Çizelge 4. 20. Ereğli istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018	71
Çizelge 4. 21. Karaman istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018	73
Çizelge 4. 22. Karapınar istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018	75
Çizelge 4. 23. Kayseri istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018.....	77
Çizelge 4. 24. Nevşehir istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018.....	79
Çizelge 4. 25. Niğde istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018	81
Çizelge 4. 26. Ulukışla istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018.....	83
Çizelge 4. 27. Geçiş olasılık matrisleri	88
Çizelge 4. 28. Karşılaştırma haritaları (2005-2015) ve referans harita (2018) uyumu/uyumsuzluk değerleri	90
Çizelge 4. 29. AK/AÖ sınıf dağılımı ve 2018-2030-2040 yılları tahmin yüzdeleri	91

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yerleşik hayatın ilk deneyimlerini tarım devrimi ile yaşamış ve yerleşik düzen kavramının da ortaya çıkması sonucu çevresini şekillendirmeye başlamıştır. Bu süreçte insan nüfusunun hızla artması ve sanayi devriminin 18.-19. yy'larda ortaya çıkmasıyla hızlı bir makineleşme ve sanayileşme sürecine girilmiş buna bağlı olarak yeryüzünde arazi kullanımı/örtüsünde dinamik değişimler meydana gelmiştir. Arazi kullanımı ve arazi örtüsü doğal ve yapay nedenlerden dolayı zamanla değişime uğramış, tarım, mera ve orman alanları zarar görmüş, oluşan şehirleşme ve endüstriyel alanların etkisiyle yapay bölgelerde kontrolsüz artışlar meydana gelmiştir. Çevresel etkiler altında kalan toprağın ekosistemi bozularak zarar görmüş, endüstriyel alanlardaki makineleşme fosil yakıt tüketimini arttırmış ve bunun sonucunda sera gazlarının atmosfere salınımı başta biz insanlara ve doğal mirasımız olan yeryüzüne zarar vermeye başlamıştır. Ayrıca sanayileşme ve şehirleşmenin artması yeraltı ve yerüstü su kaynaklarımızın azalmasına, geçirimsiz yüzeylerin artmasına bunun sonucunda bölgesel ısı adalarının oluşmasına sebep olmuştur. Bütün bu gelişmeler küresel sıcaklık artışlarına ve yağış paterninin değişmesine sebep olmuş ve iklim değişikliği kavramını ve arazi kullanımı/örtüsü kavramlarının önemi ortaya çıkmıştır. Arazi kullanımı/örtüsünün zaman içerisinde değişime uğraması ve iklim değişikliklerinin yaşanıyor olması bilim insanlarını harekete geçirmiş ve bu iki kavramın gelecek nesilleri nasıl tehdit edebileceği üzerindeki araştırmalarını hızlandırmıştır. Klasik yöntemler ile büyük arazilerin kullanımının tespiti ve zamansal takibi oldukça zor ve ekonomik anlamda yük getirdiği için uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kavramları ortaya çıkmıştır. Geliştirilen uydu sistemleri sayesinde UA yöntemleri arazi kullanımlarının tespiti ve zamansal analizlerinin yapılmasında çok sık kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir. Uydu görüntülerinden üretilecek arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıfları belirli standartlar dâhilinde üretilmektedir. Bu konuda literatürde ANDERSON, FAO, NLCD ve CORINE (Coordination of Information on the Environment) olmak üzere dört ana yaklaşım bulunmaktadır (Sarıılmaz, 2017). Bu çalışmada CORINE sınıflandırma verilerinden yararlanılmıştır. "CORINE, Avrupa Topluluğu ülkeleri tarafından ekonomik gelişmeyi sağlamak, çevresel ve doğal kaynak yönetim politikalarını iyileştirmek amacıyla 1985 yılında uygulamaya koyulmuş olan bir programdır" (Sarıılmaz, 2017; Erol ve Çanga, 2003).

UA ve CBS'deki gelişmeler ile arazi kullanımı/örtüsünün belirlenmesi, kırsal alan planlanması ve yeryüzündeki doğal kaynakların etkin kullanılması çalışmalarında ihtiyaç duyulan temel çalışmalar arasında ilk sırayı almaktadır (Topaloğlu, 2014; Sezgin, 2006). Bir başka ifadeyle, UA verileri ile yeryüzü hakkında hızlı, ekonomik ve güncel bilgiler temin edilebilmekte, geçmiş ve günümüz verileri ile mevcut durum analizi yapılabilmekte, hatta gelecek hakkında analizler yapılarak tahminler yürütülebilmektedir. Deniz kıyı kenar değişimleri, maden araştırmaları, hava durum tahminleri, iklimsel olayların takibi, yeryüzü planlaması, tarım-orman-mera alanlarının takibi, kent gelişimi vb. bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Bu teknoloji ile çok zamanlı uydu görüntüleri ve elektromanyetik spektrumun kızılötesi ve termal dalga boylarından yararlanılarak çalışma alanının bitki örtüsünün incelenmesi bölgesel kuraklık tespitlerinin yapılması çalışmalarında da kullanılabilir.

Küresel dünyada nüfusun artması ve teknolojinin gelişmesi doğal kaynakların kullanımında amaç dışı ve yanlış arazi kullanım şekillerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Arazinin yanlış kullanımı ve planlamanın uygun olmayışı da doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması ve gelecek nesillere aktarılması konusunda sıkıntılar meydana getirmektedir. Küresel ısınmaya dayalı iklim değişikliğinin, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, taşkın ve sel olaylarının daha sık oluşması, kuraklık, çölleşme, insan yaşamını etkileyecek salgın hastalıklar, sosyo-ekonomik ve ekolojik sistemleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek önemli sonuçlarının olacağı düşünülmektedir (Sertel ve Örmeci, 2009; Sertel, 2008; IPCC, 2001). Bu yüzden sınırlı ve hayati bir kaynak olan toprağın gelecek nesillere aktarılmasında UA ile arazi kullanımı/örtüsü değişimlerinin belirlenmesi ve iklim değişikliği ile ilişkisi önem arz etmektedir. Arazi kullanım değişiminin sebep olduğu arazi bozulmalarının bölgesel iklim üzerindeki etkileri; yağışlarda azalma, bitki su tüketimi ve buharlaşma, toprak nemi, akış ve yüzey sıcaklığındaki artış ve rüzgâr alanı değişimi şeklinde gözlemlenir (Köylü, 2017; Xue ve Fennessy, 2002).

İklim değişikliği ile mücadele ve gelecekte doğuracağı sonuçlar bilim insanlarının gündeminde olan güncel konulardan biridir. İklim değişikliğinin yol açabileceği sorunlar ve bu sorunlara karşı ne gibi önlemler alınacağı politik ve siyasi yönlerinin olması sebebiyle Birleşmiş Milletler (BM) öncülüğünde dünya ülkelerinin gündemine konu olmuştur. BM'nin örgütlerinden olan Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı vasıtasıyla insan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliğinin

risklerini değerlendirmek üzere 1988 yılında Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur (Nacar, 2020; MGM, 2015). IPCC kurulum tarihinden bu yana birçok panel gerçekleştirmiştir. Bu organizasyonlar sırasıyla 1990, 1995, 2001, 2007 ve 2013 yıllarında yapılmıştır. Düzenlenen panellere ait sonuç raporlarında değişen iklim karakteristikleri, küresel ısınmaya sebep olan sera gazı salınımları, geleceğe yönelik tahminler ve eğilimler, iklim değişikliği uyum süreçleri vb. konulara yer verilmiştir (Nacar, 2020). Bu uluslararası yapılan organizasyonlarında önemini vurguladığı gibi Tüm dünyayı etkileyecek olan Küresel iklim değişikliği ulusal ve uluslararası kaynaklarda küresel ve bölgesel anlamda en büyük problemlerden birisi olarak ifade edilmektedir. Bugünün iklim koşulları dikkate alındığında Türkiye'de küresel iklim değişikliğinin etkileri su kaynaklarının azalması, kuraklık, sıcak hava dalgaları, sellerdeki artış ve tarımda verimliliğin düşmesi olarak kendini göstermektedir (Turan, 2018). Yukarıda da bahsedilen IPCC tarafından 2013 te yayımlanan 5. Değerlendirme Raporu'nda (AR5) ifade edilen, Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de olması muhtemel değişiklikler durumun ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bunların başında ülkemizde meydana gelen ve gelecekte de şiddetini artıracakı düşünülen kuraklık sorunu gelmektedir. Kuraklık, doğuracağı sonuçlar dikkate alındığında insanoğlunun geleceğini tehdit eden en önemli küresel ve bölgesel sorunların başında gelmektedir (Turan, 2018; Türkeş 2012a).

Geçmişten günümüze yeryüzündeki meydana gelen doğal ve yapay etkenler ve gelecek dönemlerde meydana gelecek değişimlerin belirlenmesi, UA teknikleri ve meteorolojik veriler birleştirilerek yapılacak iklim ve kuraklık analizleriyle mümkün olmaktadır. Uydu görüntü sistemlerinden elde edilen görüntüler yardımıyla arazi kullanımındaki zamansal değişimler belirlenebilmekte ve yeryüzünde konumlandırılmış meteoroloji istasyonları ile de toplanan sıcaklık, yağış, buharlaşma vb. veriler yardımıyla, matematiksel istatistikler ve grafiksel gösterimler oluşturulabilmekte ve iklimsel değişimlerinin ne yönde olduğu saptanabilmektedir.

Bilimsel çalışmalara bakıldığında kuraklık tespitlerinin yapılması bir takım indekslerin hesaplanmasıyla mümkün olmaktadır. Kuraklık indeksi bitki ve su kullanım durumunun zamansal ve mekânsal değişimlerini ortaya koyar ve kuraklık izleme çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Meteoroloji istasyonları tarafından elde edilen toplam yağış ve sıcaklık gibi iklim verileri, düşük mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinden doğru bilgi sağlamak için önemli avantajlar sağlar, özellikle kuraklığın

zamansal ve mekânsal gelişimin tespiti ve izlenmesinde tamamlayıcı bir parçadır (Orhan vd., 2013).

Kuraklık indeksleri arasında yaygın olarak kullanılan Standart Yağış İndeksi (SPI), Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI), Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI), Aydeniz Metodu. vb. indeksler literatürde sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca Normalize edilmiş fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Bitki Durum İndeksi (BDİ), Sıcaklık Bitki Örtüsü İndeksi (SBI) ve Arazi Yüzey Sıcaklığı (AYS) kuraklığın zamansal olarak değişimini belirlemek ve kuraklığı izlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Orhan, 2014; Arnold vd., 1996; Ji ve Jensen, 1999; Ward vd., 2000; Voogt ve Oke, 2003; Gupta vd., 1997; Falahatkar vd., 2011; Rajasekar ve Weng, 2009; Carlson vd., 1977; Hung vd., 2006; Carnahan ve Larson, 1990; Muthumanickam vd., 2011; Ghulam vd., 2008; Lambin ve Ehrlich, 1995; Singh vd., 2003; Mohan, 2000). Yukarıda sayılan indeksler dışında Parametrik olmayan bazı testlerde uygulanmaktadır. Meteorolojik veriler ışığında yapılan bu testler; Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall trend testleri vb. şeklinde sıralanabilir.

Bu tez çalışması kapsamında; Konya Kapalı Havzası'nın 9 alt havzasından birisi olan Ereğli- Bor alt havzasında 34 yıllık (1985-2018) zaman diliminde, Arazi Kullanımı/örtüsünde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Landsat uydularından temin edilen 1985-1990-1995-2000-2005-2009-2015-2018 yıllarına ait görüntüler ve CORINE sınıflandırma verilerine ait 1990-2000-2006-2012 ve 2018 yılı verilerinden Düzey 1 ve Düzey 2-3'ü kapsayan sınıflandırmalar yardımıyla 5 temel sınıf (Tarım Alanları, Orman Alanları, Mera Alanları, Sulak Alanlar, Yapay Bölgeler) oluşturulmuş ve arazi örtüsü tespiti ve analizleri yapılmıştır. Uydu görüntülerinin işlenmesi sürecinde ArcGIS ve Erdas Imagine Programları kullanılarak sınıflandırma işlemleri, doğruluk analizleri ve değişim analizleri yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanını kapsayacak şekilde belirlenmiş 8 adet meteoroloji istasyondan 1985-2018 yılları arasını kapsayan yağış ve sıcaklık verileri aracılığıyla Lineer Trend Analizi, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) analizi yapılmıştır. UA verileri yardımıyla yapılmış sınıflandırma sonuçları değişim analizleri ve meteorolojik indeksler ve analiz sonuçları irdelenmiş sonuçlarının Arazi kullanımı/örtüsü ve İklim değişikliği ile ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca çalışma bölgesinde bulunan Konya-Ereğli ilçesinin 34 yıllık süreçte kentsel gelişim potansiyelinin belirlenmesi ve gelecek tahminleri amacıyla Hücresel Otomat-Markov Zincir Modeli kullanılarak Ereğli ilçesinin merkezi ve çevresinin değişim analizleri ve gelişim tahmin modellemeleri yapılmıştır.

1.1.Genel Kavramlar ve Tanımlar

1.1.1. Arazi kullanımı/örtüsü

Yeryüzündeki arazilerin biyolojik ve fiziksel özelliklerinin değişimi ve analizlerinin incelenmeye başlanmasıyla Arazi kullanımı ve Arazi Örtüsü terimlerinin literatürde Arazi Kullanımı/Örtüsü gibi kavramların kullanılmaya başlanmasını sağlamıştır. Bu maksatla bu kavramların tanımlanması önem arz etmektedir. Arazi Örtüsü; yeryüzünü kaplayan ormanlar, tarımsal alanlar, sulak alanlar, yarı doğal alanlar gibi sınıflardan oluşan dünyanın yüzeyini fiziksel ve biyolojik olarak kaplayan bir örtüdür (Kaya vd. 2020, DiGregorio ve jansen, 2000, Karnieli ve Rozenstein, 2011). Arazi kullanımı ise; Yerleşim alanları, Endüstriyel bölgeler, ticaret, tarım alanları, orman alanları ve dinlenme alanları olarak karakterize edilmiş alanlar üzerinde insan eliyle oluşturulmuş etkinlikler olarak ifade edilmektedir (Kaya vd. 2020).

Dünyada ve Türkiye’de Arazi kullanımı/örtüsü çalışmaları iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Bunlardan ilki güncel arazi durumunun tespiti, ikincisi ise farklı zamanlarda temin edilmiş en az iki görüntüden yola çıkarak meydana gelen değişimlerin tespit edilmesidir (Gülersoy, 2013; Güre, 2009).

1.1.2. İklim ve İklim Değişikliği

Herhangi bir bölgede, belirli bir zaman diliminde ortalama hava koşullarının aritmetik ortalaması ve ortalamadaki değişkenliğin ifade edilmesine “iklim” denir (Sertel ve Örmeci, 2009, IPCC, 2001; Erinç,1996).

İklim, coğrafi bölgeye, denizden uzaklığa, bölgenin bitki örtüsüne bağlı olarak bölgeden bölgeye değişiklik gösteren bir olgudur. Mevsimsel bazda da değişiklik gösteren iklim yıldan yıla, on yıldan on yıla hatta buzul çağ gibi daha uzun zaman dilimlerinde değişiklikler göstermektedir ki buda “iklim değişimi” olarak tanımlanmaktadır (Sertel ve Örmeci, 2009; IPCC, 2001; Erinç, 1996).

İklimdeki değişikliklerin ortalama durumunda uzun yıllar boyunca değişiminin meydana gelmesi, istatistiksel anlamda değişimler göstermesi İklim Değişikliği olarak tanımlanabilir (Nacar, 2020; Türkeş, 2008a; Türkeş, 2008b).

Meteorolojik değişimleri inceleyebilmek ve belirli sonuçlar elde edebilmek için iklim elemanlarının incelenmesi yeryüzündeki coğrafi bölgeler için birtakım sonuçların

çıkarılması gerekir (Beşel ve Kayıkçı, 2016). Bir bölgenin iklim şartlarının belirlenmesi için en az 30 yıllık gözlem verisine gereksinim duyulmaktadır (Beşel ve Kayıkçı, 2016).

İklimin temel unsurları sıcaklık ve yağıştır. Sıcaklık ve yağış ile alakalı bilgiler, küresel iklim çeşitliliklerinin karakterlerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Her iki unsur hem bölgesel hemde zamansal anlamda büyük değişkenlikler gösterir. Bu nedenle son dönemlerde iklim değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalar sıcaklık ve yağış değerlerinin ne yönde trend gösterdiği konusuna yoğunlaşmıştır (Lazaro vd.,2001; Türkeş vd., 2002; Tošić ve Unkašević, 2005; Tecer ve Cerit, 2009; Karabulut ve Cosun, 2009).

1.1.3. Uzaktan Algılama

Yeryüzündeki cisimler ile fiziksel olarak temas etmeden onlar hakkında bilgi edinilmesi, çevrelerindeki diğer maddelerden ayırt edilmesi ve bu bilgilerin görüntüye aktarılması ile alakalı bir bilimdir (Ekercin, 2007). Başka bir ifade ile yeryüzündeki nesnelere veya cisimlerden yayılan ve yansıyan ışınların uzaydaki uydu sistemleri tarafından kayıt altına alınması, yorumlanması ve özelliklerinin uzaktan tespit edilmesi işlemlerini gerçekleştiren bilim dalıdır (Köylü, 2017; Lillesand, vd., 2015; Joseph, G., 2005).

Uzaktan algılama yöntemleri ilk olarak 1970’li yıllarda uzaya fırlatılan uydulardan (Landsat) veri temin edilmesiyle başlamış, teknolojinin zamanla geliştirilmesi ile 1985 yılında uzaya gönderilen Landsat-5 (ThematicMapper) uydusu ile tarımsal faaliyetler, orman, sulak alanlar gibi yeryüzüne ait kaynakların araştırılmasına başlanmıştır. Daha sonra 1999 yılında Landsat 7 (Panchromatic) uydusu fırlatılmış ve bu uydu sayesinde arazi örtüsü izleme ve analiz etme işlemleri çok yönlü ve verimli hale gelmiştir. 2013 yılında Landsat 8 olarak fırlatılan uydu Arazi kullanımı/örtüsü, İklim değişikliği ekosistem işlevleri, karbon döngüsü gibi unsurların incelenmesinde ve güncel verilerinin toplanmasına olanak sağlamaktadır. Son hazırlıkları yapılan Landsat 9 (OLI-2, TIRS-2) ise 2021 yılı Eylül ayında fırlatılması düşünülmektedir (Url 1). Bu gelişmeler neticesinde uzaktan algılama, yüksek çözünürlüklü görüntüler yardımıyla geniş yüzey alanlarını izlenebilmeyi ve araziler ile alakalı veri elde etmeyi daha kolay ve teknik hale getirmiştir.

Uydu görüntüleri yersel kaynaklı olmaları nedeniyle yeryüzündeki değişimleri meydana getiren diğer yersel verilerle birlikte analiz edilebilirler. “Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS), küresel konum sistemleri ile uyumlu olması, üretilen haritaların

katmanlar halinde CBS ortamında sorgulanabilmesi ve oluşturulan veri tabanları ile birlikte planlama amaçlı kullanılabilmesi gibi nedenler arazi kullanım türlerinin belirlenmesi ve değişimin izlenmesinde uzaktan algılama çalışmalarını vazgeçilmez kılmaktadır” (Topaloğlu, 2014; Franklin ve ark. 2000; Seyran, 2009).

Görüntü üzerinden araziye ait değişimlerin tespit edilmesi işleminde, görüntülerin sınıflandırılması ile oluşturulan tematik haritalar değişimin ne yönde olduğunu analiz etmek için kolaylık sağlamaktadır. Literatür çalışmalarında sınıflandırma türleri çalışmanın amacına göre değişim göstermektedir. Uluslararası düzeyde karşımıza sıklıkla çıkan 3 ayrı sınıflandırma sistemi vardır. Bunlar USGS, FAO ve CORINE sınıflandırma sistemleridir. Bu sınıflandırma türlerinden kısaca bahsetmek gerekirse;

- USGS (*United States Geological Survey-Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu*) 1879 yılında Amerika da kurulmuştur. Amacı, insan ve doğa etkileşimlerinin mevcut halini ve gelişmelerini izlemek, analiz etmek ve karar vericilere ölçek ve zaman bazında veri sağlamaktır. Kurum doğal kaynaklar (su, toprak ve biyoloji bilimi) hakkında bilgi toplama, izleme ve analiz etme ve bu bilgiler ışığında çok disiplinli araştırmalar yapabilmeyi amaçlar. Ayrıca elde edilen verilerin yöneticilere, planlamacılara ve diğer bilimsel çalışmalar için tarafsız bilgiler sağlamayı amaçlar (Url 2).
- FAO (*Food and Agriculture Organization of United Nations-Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü*) 1945 yılında İtalya da kurulmuştur. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde açlık ve yoksullukla mücadelede uluslararası düzeydeki çabaların önderliğini yürüten BM danışma ve bilgi kuruluşu olup, söz konusu ülkelerin doğal kaynaklarını koruması suretiyle tarımsal kapasitelerinin yükseltilmesi, ormancılık ve balıkçılık faaliyetlerinin desteklenmesi, gıda güvenliğinin temin edilmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik girişimlerde bulunmaktadır (Url 3).
- CORINE (*Coordination of Information on the Environment- Çevresel Bilginin Koordinasyonu*) 1985 yılında Avrupa Birliği için bilgi toplamayı amaç edinmiş bir koordinasyondur. 1994 yılından itibaren Avrupa Çevre Ajansı kendi programına dâhil etmiştir. Tüm Avrupa da çevre ile ilgili tarafsız, zamanında ve hedeflenen bilgiyi toplamakla yükümlüdür. Amacı arazideki çevresel değişimlerin belirlenmesi, doğal kaynakların rasyonel biçimde yönetilmesi ve çevre ile ilgili politikaların oluşturulması amaçlarına yönelik, aynı temel verilerin yönetilmesi ve standart bir veri tabanının oluşturulmasıdır. 44 sınıfta sınıflama

yaparak uydu görüntüleri üzerinden arazinin izlenmesine yönelik arazi kullanımı/örtüsü'ndeki değişiklikler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tespit edilmektedir (Url 4). Ülkemizde 2001 yılında yürütölmeye başlanmış olan sistem 4. seviyede 71 adet arazi sınıfı da belirlenerek 6 yılda bir veri temini sağlamaktadır (İTÜ-UHUZAM Proje Ekibi, 2015; Şimşek, 2017).



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişikliği

Bu çalışmada yararlanılan teknikler ve yapılan analizler literatürde yapılan geniş kapsamlı araştırmalar sonucunda oluşturulmuştur. Uzaktan algılama teknikleriyle mekânsal ve zamansal olarak Arazi Kullanımı/örtüsü üzerindeki değişikliklerin incelenmesi ve kullanılan sınıflandırma teknikleriyle alakalı literatür araştırmaları doğrultusunda; 1985 yılından 2018 yılına kadar 5'er yıllık periyotlar halinde birbirine yakın tarihli Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Konya Ereğli-Bor Alt Havzası'nın arazi kullanımı/örtüsündeki zamansal değişimler belirlenmiş ve bölgedeki iklim değişikliği ile ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada toplam 8 farklı yıla ait uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kullanılan uydu görüntülerinde bulutsuz ve arazi örtüsünde kar buzul gibi çalışmaları olumsuz etkileyecek unsurların olmaması adına aynı yıllar için Haziran Temmuz ve Ağustos aylarından en net görüntüler seçilmiştir. Yılların ve periyotların belirlenmesinde bilimsel makaleler ve araştırmalardan esinlenilmiş ve uygun zaman aralıkları belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar neticesinde çalışma alanının 5'er yıllık periyotlar halinde incelenmesi uygun görülmüştür. Çalışmanın ana amaçlarından biri Ereğli-Bor havza alanı içerisinde arazi kullanımı/örtüsünde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ve bölgenin 34 yıllık (1985-2018) zaman dilimindeki değişimin ortaya çıkarılmasıdır. Sınıflandırma işlemlerinde CORINE sınıflandırma verilerinden uygun seviyelerdeki sınıf değerleri seçilmiş ve uygulamaya dâhil edilmiştir. Sınıflandırma sonrasında yapılan iklim analizleri için ayrı bir literatür araştırılması yapılmış ve meteorolojik (sıcaklık ve yağış) verilerden yararlanılarak yapılan iklim analizlerine de çalışmamızda yer verilmiştir. Bütün bu araştırmalar doğrultusunda arazi kullanımı/örtüsü değişimlerini kapsayan literatür çalışmaları ve iklim değişikliği analizleri ile alakalı yapılan çalışmalar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Civco vd. (2000), yaptıkları çalışmada Connecticut-Salmon nehri havzasındaki arazi kullanım değişimini belirlemişlerdir. Çalışmada 1973 yılı ila 1995 yılları arasındaki 8 farklı Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Çalışmanın amacı ormanlık alanlardan kentsel alana dönüşen alanları tespit etmektir. Kontrolsüz (eğitimsiz) sınıflandırma yapılarak belirlenen (kentsel alan, tarımsal alan, orman alanları, sulak ve çorak alan) alanlarda çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen sınıflandırılmış görüntülerden alansal olarak elde edilen değerler tablosal olarak ifade edilmiştir.

Shackelford ve ark. (2003), İkonos uydu görüntüsü ile yaptığı çalışmada Kentsel alanları birkaç aşamalı sınıflandırma tekniği ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada pan birleştirme işlemi yaparak 4 m çözünürlüklü multispektral bant ile 1 m çözünürlüklü pankromatik bant birleştirmesi sonucunda 1m çözünürlüklü 4 bantlı görüntü elde etmişlerdir. Maximum Likelihood sınıflandırması (MLC) ve Fuzzy sınıflandırma tekniklerini uygulamış ikisi arasındaki doğruluk hassasiyetleri belirlenmiştir. Sonuç çalışmada şehirsal alanlarda kaldırım, park yerleri gibi nesnelerin bina ve yollarla karıştığını tespit etmiş piksel tabanlı sınıflandırma ile elde edilemeyen alanları tanımlamak için nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi de uygulamıştır. 130 adet test noktası uygulaması yapılan alanda yolların %99, binaların %76, ağaçların %99, çimlik bölgelerin %91 ve bina ve yol olmayan yüzeylerin %81 doğrulukla sınıflandırıldığı görülmüştür.

Emrahoğlu ve ark. (2003), çalışmalarında iki farklı sınıflandırma algoritmasını kıyaslamışlardır. Kontrollü sınıflandırma (Supervised Classification) ile seçimli pikseller sınıflandırması (Selected Pixels Classification-SPC) arasında Landsat TM verileri kullanılarak yapılan kıyaslama sonucunda SPC yöntemiyle elde edilen sınıflandırma sonuçları diğer yöntemlere göre daha başarılı doğruluk oranlarına ulaşılabildiği sonucuna varılmıştır.

Başayığıt (2004), yaptığı çalışmasında Isparta merkez ilçesinde Landsat 7 ETM uydu verileri yardımıyla iki farklı zamandan alınmış görüntüler üzerinde çeşitli bant kombinasyonlarından ve CORINE sınıflandırma sisteminden yararlanarak arazi kullanım haritası oluşturmuştur. Ayrıca coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımıyla sayısal yükseklik modeli (SYM) ve uydu verilerinin üst üste getirilmesi ile oluşturulan arazi modelinin arazi kullanım türlerinin ayırt edilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Sonuç olarak ise CORINE yöntemine göre arazi kullanım türlerinin belirlenmesinde toprak, topografik ve jeolojik haritaların da değerlendirilebildiği yeni bir yaklaşım geliştirmiştir.

Bektaş ve Göksel (2005)'in çalışmasında, Ege denizinde yer alan Bozcaada ve Gökçeada'da 2000 yılı uydu görüntüleri (Landsat 7 ETM) ve CBS kullanarak sınıflandırma yapmıştır. Bahse konu adalar için arazi kullanım durum değerlendirilmesi yapılmış ve kentsel alan fazlalığına dikkat çekmişlerdir. Ayrıca eğim ve baki haritaları yardımıyla sayısal arazi modelinin uzaktan algılama verileri ile karşılaştırılarak yorumlanabilirliğinin artırılmasını sağlamışlardır.

Yan ve ark. (2006), çalışmalarında Çin- Mongalia bölgesinde bulunan bir kömür madeni üzerine çalışma yapmışlardır. Aster uydu görüntüleri kullanılarak piksel tabanlı

ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. ERDAS imagine yazılımında maximum likelihood sınıflandırma algoritması kullanırken, nesne tabanlı sınıflandırma için eCognition yazılımında segmentasyon ve en yakın komşuluk ilkesine dayalı sınıflandırma algoritması kullanmışlardır. Toplam 12 sınıf belirlenen çalışmada doğruluk araştırması yer kontrol noktaları ve tematik haritalar ile yapılmıştır. Genel itibariyle piksel tabanlı sınıflandırma 3 sınıfta yetersiz kaldığı sonucu çıkmış olsa da iki yönteminde doğruluk değerinin eşit olduğunu ya da nesne tabanlı sınıflandırmanın biraz daha doğrulukla değerlendirme yaptığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda genel doğruluk üzerinde %36.77 oranında nesne tabanlı sınıflandırmanın piksel tabanlı sınıflandırmaya göre yüksek sonuç verdiği belirtilmiştir. Doğrulukta bu farklılığın ise %0.1 derecesinde hassas bölümlendirmeden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Ekercin (2007), yaptığı doktora tez çalışmasında Türkiye'nin önemli tuz rezervlerinden Tuz gölü ve yakın çevresinin zamana bağlı değişimini analiz etmiştir. Çalışmasında uzaktan algılama teknolojilerinden ve Terra Aster, Spot, Landsat uydu görüntülerinden yararlanmıştır. Uydu verilerine ait bant birleşimlerinden orta kızılötesi bantın su ile kaplı alanlarda hatalı sonuç vereceği sonucuna vararak yakın kızıl ötesi bölgede sağlıklı hesaplamalar yapılacağını ortaya koymuştur. Bölgede oluşan nüfus artışı gölün geleceğini olumsuz etkileyeceğini bölgede halkın geçim kaynağının tarım olmasından dolayı gölü besleyen su kaynaklarında ve yeraltı sularında azalma meydana geldiğini bu durumun kuraklık sonucunu doğuracağını ve gölün bu durumdan etkileneceğini ifade etmiştir. Çalışmadan çıkan bir başka sonuç ise göldeki suyla kaplı alanlarda 1987–2005 yılları arasında %65 oranında bir küçülme tespit etmiştir. Ayrıca gölün girilemeyen bataklık zemini ve geniş yüzey alanı nedeniyle ancak uydu görüntüleri ile izlenebileceğini ifade etmiş ve kuraklık bakımından çok ciddi problemlerle karşılaşılacağını ortaya koymuştur.

Shalaby ve arkadaşları (2007), yaptıkları çalışmada Mısır'ın kuzeybatı kıyısındaki bölgede son 14 yılda meydana gelen arazi örtüsü ve arazi değişikliklerinin CBS kullanarak denetimli sınıflandırma ile entegre etmeyi amaçlamıştır. 1987 ve 2001 yılları Landsat uydu görüntüleri ile arazi örtüsündeki değişiklikleri sınıflandırma ve sınıflandırma sonrası değişiklik analizi ile belirlemiştir. Çapraz tablolama yaparak sınıflandırma sonrası değişiklik tespitini yapmıştır. Çalışma sonucunda kentsel alanlarda artış, tarım arazilerinde artış, doğal bitki örtüsü alanında azalma olduğunu tespit etmiştir. Çalışma alanındaki arazi bozulmasının temel nedeni bitki örtüsünün ortadan kaldırılması

ve toprağın suyu çekmesi, bu problemin arazileri korumak ve arttırmak için çok boyutlu olarak ciddi bir şekilde incelenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Vural (2008), yüksek lisans tez çalışmasında Boğaziçi sit alanında yer alan arazi örtüsünün zamana bağlı olarak değişiminin saptanmasını amaçlamıştır. Bunun için Sarıyer ilçesinin büyük bir bölümünü kapsayacak şekilde paftalar ve Landsat TM 1984, Landsat ETM 2005 ve Ikonos 2005 görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinde kontrolsüz sınıflandırma işlemi yapılmış ve 20 yıllık süreçte yerleşim bölgeleri ve yeşil alanlarının ne yönde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ardından paftalar yardımıyla tüm konut alanları sayısallaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılarak 45 yıllık dönemde konut alanlarındaki değişim belirlenmiştir.

Güre (2009), çalışmasında LANDSAT ve ASTER görüntüleri kullanılmıştır. Sırasıyla 2007 ve 2008 yılı görüntüleriyle Çanakkale iline ait arazi örtüsü sınıflarını, sınıflandırma sisteminde yararlanarak belirlemiştir. Elde ettiği sonuçları, Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü'nden temin ettiği 2007 yılı verileri ile karşılaştırmış ve CORINE sınıflandırması ile mevcut veriler arasında ilişkileri ortaya koymuştur.

Yılmaz (2009), yaptığı çalışma neticesinde Gediz Deltası'nın ekosistem bozunumlarını tespit etmiştir. Uzaktan algılama teknikleri ve CORINE sınıflandırma sisteminden yararlanarak 2000 ve 2007 tarihli LANDSAT ETM uydu görüntülerinden bölgedeki arazi kullanım durumunun tespitini yapmıştır. Elde edilen sonuçları CBS yazılımı kullanılarak yapılan sınıflama işlemlerinde meydana gelen değişimin miktarı ve niteliği konusunda değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Yesserie (2009), doktora çalışmasında İspanyanın Valensiya şehrinin arazi kullanımı/örtüsündeki değişimini incelemek için LANDSAT 1976-1992-2001 tarihli görüntüler kullanmış ve çalışmasında CORINE sınıflandırma verilerini de referans almıştır. 130 dan fazla noktada eğitim verisi örneği aldığı çalışmasında maksimum olabilirlik algoritması (Maximum Likelihood) ile Arazi örtüsü haritaları oluşturmuş ve değişiklik tespit analizi yapmıştır. Yerleşim alanları, tarım alanlarının ne ölçüde değişikliğe uğradığını belirlemiş ve sonuç olarak arazi kullanımı/örtüsü değişikliklerinin haritalanması ve değerlendirilmesi ile zamansal ve mekânsal modelleme çalışmaları entegre edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca kentsel büyüme etkisine, geçirimsiz yüzeylerin su kirliliği ve toprakta kuruma/bozulması ilişkilerine odaklanılması gerektiğini ifade etmiştir.

Bektaş Balçık (2010), "Sulakalan çevresinin farklı uydu görüntüleri ve arazi spektroskopisi ile izlenmesi ve haritalanması" başlıklı doktora tez çalışmasında, farklı

çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin, Terkos Havzası sulak alanının arazi örtüsünde meydana gelen değişimleri ve sulak alandaki bitki çeşitliliğinin belirlenmesinde kullanılabilirliklerini UA yöntemi ile ele almıştır. Çalışmada elde edilen tüm arazi örtüsü kategorileri CORINE sınıflandırma sistemine göre düzenlenmiştir. Böylece, rehber olarak kullanılacak hangi görüntüler ile CORINE seviyelerine göre hangi ölçekte bilgi üretilebileceğini ve hangi yöntemlerin verimli şekilde kullanılabileceğini gösteren bir altlık çalışma gerçekleştirilmiştir.

Durduran (2010), tarafından Konya KKH'ndaki göller, barajlar ve sazlıklardaki su yüzey alanlarındaki değişimlerinin Landsat TM ve Landsat ETM uydu görüntüleri kullanarak 1987-2006 ve 1990-2000 yıllarında iki ayrı periyotta kuraklık etkilerini incelemiş ve uydu görüntüleri ve cbs ortamında işlenen verileri birbirleriyle entegre ederek ve bir veri tabanı oluşturarak kuraklık etkilerini belirleme bu sistemin önemli bir araç olduğunu ifade etmiştir.

Peiman (2011), yaptıkları çalışmada İtalya-Pisa şehrinde 1972-2000 ve 2006 yıllarını kapsayacak şekilde çok zamanlı LANDSAT uydu görüntüleri kullanarak arazi örtüsünü haritalandırmıştır. Sınıflandırma işlemlerinde ön sınıflandırma ve son sınıflandırma işlemleri eş zamanlı kullanıldığından arazi kullanımı/örtüsü haritalarının sınıflandırma kalitesine katkıda bulunmuş olabilir. Sonuç olarak, Pisa ilinde yapay alanların (örneğin kentsel alan ve endüstriyel bölgeler) %265'lik bir değişimle artış gösterdiğini ayrıca ormanlık alanların ilin toplam yüzölçümünün yaklaşık %45'i iken % 32 ye düştüğünü belirlemiştir. Son olarak Pisa şehrinde 34 yıllık periyotta inşa edilen yapıların gözle görülür büyümesiyle (%4-%10.6) Pisa manzarasına önemli bir baskı yaptığını ifade etmiştir.

Vaiphasa ve ark. (2011), çalışmalarında Tayland-Banphai bölgesindeki tüm arazi örtüsü türlerini kapsayacak şekilde 2003-2005 yılları arasında çalışma alanından toplanan verilerin NDVI yöntemiyle zaman serileri grafiğine dökülmüş ve karşılaştırması yapılmıştır. NDVI yöntemi kullanılarak elde edilen değer aralığı için görüntüler boş tarım arazileri ile diğer arazi örtüsü sınıflarının belirlenmesinin gelecekte yapılacak takip çalışması için ön koşul oluşturmuştur.

Aksu'nun (2012), doktora çalışması kapsamında 1997, 2000, 2005 ve 2010 yıllarına ait sınıflandırılmış olan LANDSAT görüntülerine değişim analizi yapılmış ayrıca CORINE sınıflandırma sisteminin birinci düzey sınıfları baz alınarak yapılan analiz neticesinde, doğal yapı açısından mekânsal değişimi risk teşkil eden alanlar ortaya

koyulmuştur. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile Ekolojik Risk Analizi yapılmış belirlenen kriterler yardımıyla her bir kriter için risk faktörleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda doğal yapıların bozulması ve kimliksizleşme sorunu ortaya çıktığını ve bu sorunların rehabilite edilebilmesi için önerilerde bulunmuştur.

Joshi vd. (2012), “Estimating temporal land surface temperature using remote sensin: a study of vadodara urban area, Gujarat, başlıklı çalışmasında 1990 ve 2009 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kullanarak arazi yüzey sıcaklık değerlerini hesaplamış ve yapılaşma alanları ile bitki yoğunluğu arasında karşılaştırmalar yapmıştır.

Taubenböck vd. (2012), yaptıkları çalışmalarında, çok zamanlı UA verilerini kullanarak dünyadaki büyük kentlerin mekâna bağlı zamansal değişimlerini sistematik olarak takip etmişlerdir. Büyük kentlerin farklı zamanlardaki kentleşme süreçlerini tanımlayabilmek amacıyla Landsat ve TerraSAR-X uydu verilerine nesne tabanlı ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır. Ardından sınıflandırma sonrası değişiklik tespiti ile kentsel ayak izi düzeyi tespit edilmiştir.

Orhan vd. (2015), çalışmasında Landsat 5-TM görüntüleri yardımıyla 28 yıllık bir periyotta, Konya Kapalı Havzasının yüzey sıcaklık ve kuraklık haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan Arazi Yüzey Sıcaklığı (AYS), Bitki Durum İndeksi (BDİ), Sıcaklık- Bitki İndeksleri (SBİ) değerlendirilmiştir ve bölgeye etkilerinin izlenmesi amaçlanmıştır. AYS ile yersel sıcaklık ölçmelerini ilişkilendirmek amacıyla eş zamanlı arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen hava sıcaklığı, yağış ve buharlaşma verileri Havzadaki 10 adet meteorolojik istasyondan toplanmıştır. Sonuçlar eş zamanlı AYS ve uydu uzaktan algılama verisinin uyum içerisinde olduğunu göstermiştir. AYS verisinden elde edilen bulgular, iklim verisinin analizi ile elde edilen sonuçları desteklediğini, 1984 den 2011’e kadar Havzadaki hava sıcaklıkları önemli değişiklikler gösterdiği sonucuna varmıştır. Hava sıcaklığındaki eğilimler yükseliş yönünde ve 28 yıllık periyotta 2 °C civarında artış olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca 1984 yılına göre 2011 yılında toprak neminin daha az ve kuraklık etkisinin daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. Son olarak Konya Kapalı Havzasının giderek kuraklaştığı ifade etmiştir.

Özdoğan (2015), çalışmasında UA tekniklerini kullanarak 2001-2011 yılları arası Palas Ovasında Arazi Yüzey Sıcaklığı (AYS) değişimlerinin belirlenmesi ve bu değişimlerin arazi örtüsü ve iklimsel değişimlerle ilişkilerinin incelenmesi üzerine çalışmalar yapmıştır. AYS ve Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) haritaları üretilmiş ve iki indeks arasındaki iklimsel faktörler incelenmiştir. AYS ve NDVI indekslerinden elde edilen sonuçların birbirini desteklediğini ifade etmiştir. NDVI

haritalarında bitki yoğunluğunun daha fazla olduğu bölgelerde AYS sıcaklıklarının daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda yüzey sıcaklığı belirlenen yıllar arasında yüzey sıcaklıklarında 2 °C azalış olduğu tespit edilmiştir.

Topaloğlu vd. (2016), yaptıkları çalışmada Sentinel-2 ve Landsat-8 verilerinden oluşturdukları arazi kullanımı/örtüsü haritalarından sınıflandırmalarının doğruluğunu karşılaştırmışlardır. Eğitim alanlarında (su, orman alanları, tarım alanları, çayırlar, ulaşım ağı, kent, havaalanı-sanayi birimleri ve boş topraklar-maden alanları) arazi örtüsü ve kullanımı sınıfını Maximum Likelihood ve Destek Vektör Makineleri yöntemleri ile kontrollü olarak sınıflandırma yapmışlardır. Hata matrisleri ve doğruluk analizi işleminden sonra sonuçlar, bölgenin güncel arazi örtüsü ve kullanım haritası oluşturmak için en iyi yaklaşımı bulmak amacıyla karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda hem Maximum Likelihood hem de Destek Vektör Makineleri sınıflandırma yöntemleri için Sentinel-2 görüntü sınıflandırma doğruluklarının Landsat-8'e göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Thakkar ve ark. (2016), çalışmalarında Hindistan'nın Gujarat eyaletindeki Arjuni havzasında 2001-2011 yıllarını kapsayacak şekilde UA ve CBS teknikleriyle yaptığı Arazi kullanımı/örtüsü değişikliği çalışmasında bölgeyi su kütlesi, orman, tarım, çalı ormanı, prosopis türü çalı grubu, çorak arazi, yerleşim/yerleşik arazi, nehir kumu ve taş ocağı şeklinde sınıflandırmıştır. Sınıflandırmaları maksimum olabilirlik sınıflandırması (MLC) ile yapmış ardından düzeltmeler için yardımcı olması adına Normalleştirilmiş Su Farkı İndeksi(NDWI) kullanmıştır. Sınıflandırma sonrası ayrıca değişim analizi (change detection) yapmış ve sonuçları şu şekilde değerlendirmiştir; 10 yıllık süre zarfında tarım arazisi, orman, su kütlesi sınıflarında bir artış ve çalılık orman / prosopis türü çalı ve nehir kumu sınıflarında azalma olduğunu tespit etmiştir.

El-Hattab (2016), yaptığı çalışmasında Mısır'daki önemli kıyı bölgelerinden biri olan Abu Qir Körfez bölgesinde 2004-2013 yıllarını kapsayacak şekilde arazi kullanımı değişikliğini incelemiştir. Sonuç olarak Meyve ve palmiye ağaçları bölgesinde yaklaşık 66 km²'lik bir arazi kaybı ve kıyı bölgesinde sanayileşme ve hızlı bir kentleşme olduğunu tespit etmiştir.

Altürk (2017), yapmış olduğu doktora tezinde Trakya bölgesinde 1990-2014 yılları arasındaki arazi kullanımı/örtüsü değişimlerini incelemiş ve gelecek yıllardaki farklı senaryolar ile (2023, 2030, 2050) arazi kullanımı/örtüsü değişikliğini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmasında ayrıca geleceğe yönelik iklim değişikliğinin su kaynaklarına (kantitatif) etkisini ortaya koymak, sektörler arası su tahsisinin mevcut (2015) ve

gelecekteki durumunu (2023-2030) belirlemek, taşkın riskine karşı duyarlı alanları belirlemeyi amaçlamıştır. Sonuç olarak; tarım arazileri ve yeraltı suyu besleme alanlarında sanayi ve yerleşim alanlarının hızlı ve dağınık bir biçimde arttığı sonucuna varmıştır. Gelecekte öngörülen ise arazi kullanım/örtüsünde en fazla değişim, yerleşim alanları ve tarım alanları arasında meydana geleceği sonucuna varmış bunun doğuracağı sonuçların ise geçirimsiz yüzeyin artmasına ve toprağın daha az su tutmasıyla yüzey akış miktarında artışlar oluşacağını ifade etmiştir.

Geymen (2017), çalışmasında İstanbul-Elmalı havzasındaki arazi kullanım değişiminin zamansal değişimi 1995-2005 ve 2013 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Havza alanında 1995-2013 yılları arasında toplam alana göre en fazla etki gören alanlara bakıldığında yerleşim alanları %29'da %40'a yükselmiş iken, tarım alanları %5'den %1'e, ormanlık alanlar ise %50'den %45'e düştüğünü tespit etmiştir. Doğal kaynakların bu değişiminin yüzey akış değerlerinin büyümesine neden olduğuna vurgu yapmıştır. 5-10 yıllık periyotlarda iklim değişikliği ve insan faaliyetleri kaynaklı arazi kullanım değişiklikleri ele alınmalı yüzey akışındaki değişiklikler gözden geçirilerek modelleme çalışmaları yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Sonuç olarak, doğal kaynaklar üzerindeki yerleşim alanlarının izlenmesinde, arazi kullanım değişiminde, kaçak yapıların tespit edilmesinde, çözünürlüğü yüksek uydu görüntülerinden yararlanılması doğal kaynakların düzenli planlanmasında önemli rol oynayacağı belirtilmiştir.

Köylü (2017), "Arazi Kullanım Değişiminin İklim Olan Etkilerinin Modellenmesi" adlı çalışmasında Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak Yamula Barajı ve çevresindeki akarsu ağları belirlenmiş ve yıllara ait arazi kullanımındaki değişiklikler tespit edilmeye çalışılmıştır. Meteorolojik veriler yardımıyla ve Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) tekniği kullanılarak 30 yıllık değerler temin edilip Mann Kendall Rank testi yardımıyla trend analizleri yapılmıştır. Trend analizleri sonucunda arazi yüzeyi değişimlerinin iklim değişikliği nedeniyle gelecekte de hızla devam edeceği sonucunu ortaya koymuştur.

Sarıılmaz (2017), yapmış olduğu doktora tezinde İstanbul ili Sazlıdere Havzasında LANDSAT MSS, ETM ve OLI uydu görüntüleri yardımıyla 1975 ila 2016 yılları arasında 7 ayrı yıl için arazi kullanımı/örtüsü üzerindeki dağılımı ve değişimin analizini CORINE sınıflandırma verilerinden de yararlanarak belirlemiştir. CORINE ve LUCAS sistemini kıyasladığı çalışmasında 4 ayrı eğitim sınıfı belirlemiştir. Sonuç olarak CORINE metodolojisi ile üretilen veri tabanlarının daha genel, bunun yanında LUCAS

metodolojisi ile oluşturulan veri tabanlarının ise daha detaylı bir yapıya ve içeriğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. LUCAS'ın bu detaylı yapısı belediyeler, su ve kanalizasyon idareleri, karayolları müdürlükleri gibi yerel yönetimlerin ve karar vericilerin çevreyle ilgili çalışmalarına uygunluk gösterirken, CORINE daha çok bölgesel, ülke çapında ya da uluslararası çalışmalara cevap vermektedir. CORINE'nin yerel yönetimlerce etkili kullanımının sağlanabilmesi 1:25.000 ölçekli 4. düzeyinin geliştirilmesi ve uygulanmaya başlanması ile sağlanabildiği sonucuna ulaşmıştır.

Sertel vd. (2017), CORINE sistemi baz alınarak 1:25.000 ölçekli ulusal arazi örtüsü sınıflandırması ve üç pilot bölgeye uygulanan farklı karakteristiklerde bu sistemin uygulanması sonucunda elde edilen sonuçları sundukları bu çalışmada "ulusal arazi örtüsü sisteminin sahip olduğu daha yüksek çözünürlüklü veri setinin ve ölçeğin, yer yüzeyinin gerçeğe daha yakın homojen sınıflarla ifade edilebilmesini sağladığı'nı" ortaya koymuşlardır. Elde ettikleri haritalar ile farklı çevresel çalışmaların gerçekleştirilebileceğini, bölgesel veya ulusal ölçekte gereksinimleri karşılayabileceğini ifade etmişlerdir.

Gülçin (2018), çalışmasında, 2013 yılına ait Aydın ili kent yerleşim sınırındaki 0.5 m yersel çözünürlüğe sahip Worldview Ortoready Pansharpened uydu görüntüsü kullanmış ve görüntünün yorumlanmasında Google Earth Pro yazılımının geçmiş görüntüleri arasında aynı yılı kapsayan hava fotoğraflarından yararlanmıştır. Kentsel alan kullanımlarını örnekleyecek şekilde çalışma alanı oluşturulmuş kontrollü sınıflandırma ile obje tabanlı sınıflandırma tekniklerini kıyaslamıştır. Yapılan Doğruluk analizi sonuçlarına göre kontrollü sınıflandırma %82.79, obje tabanlı sınıflandırma %92.52 olarak elde edilmiştir. Çalışmalarda yüksek doğruluk veren AÖ/AK'nın sınıflandırılması; kent planlama çalışmalarında, peyzaj alanları analizlerinde, çevresel değişim ve izleme çalışmalarında bir altlık veri olarak kullanılabilmesini ifade etmiştir. Ayrıca Uzaktan algılama tekniklerinde çok sık kullanılan sınıflandırma yöntemleri arasında obje tabanlı sınıflandırma genellikle yüksek doğrulukta sonuçlar ürettiği için tercih edilebilir şeklinde yorumlamıştır.

Mishra ve ark. (2019), çalışmasında Uzaktan algılama ve CBS verilerine dayanarak LANDSAT 5 TM ve Sentinel 2a MSI uydularından 1988-1996, 1996-2008 ve 2008-2017 yıllarını kapsayacak 3 ayrı dönemde Hindistan-Sikkim Himalayalar Havza bölgesinde arazi örtüsü değişikliklerin incelemiş ve haritalandırmıştır. Sınıflandırma için tarım, çorak arazi, yerleşim alanı, yoğun orman, açık ormanlar ve su kütleleri olmak üzere 6 ana sınıf belirlemiştir. Sonuç olarak yoğun orman, yerleşim alanı ve su kütleleri sırasıyla

%16.40(41.76 km²), %2.13 (5.41km²) ve %0,11 (0,28km²) artmıştır. Ayrıca açık orman, tarım ve çorak arazi ise sırasıyla % 13.98 (35.59 km²),% 2.83 (7.22 km²) ve % 1.82 (0.4.64 km²) azalmış olduğunu belirlemiştir. Ayrıca geleneksel haritalama teknikleriyle mümkün olmayan çalışmalar Uzaktan algılama ve CBS ile mekânsal ve zamansal olarak öne çıkan yaklaşımlar olduğunu ifade etmiştir.

Keleş ve Durduran (2019), yaptıkları çalışmada Osmaniye ilinin il olduktan sonraki sürecinde yaşadığı değişimin arazi kullanımı/örtüsü'ne yansımalarını incelemiştir. 1995 yılına ait LANDSAT 5 TM ve 2017 yılına ait LANDSAT 8 OLI/TIRS uydu görüntülerinden kontrollü sınıflandırma yapmışlardır. İki yıla ait sonuçlara doğruluk değerlendirmesi yapılmış ve ortaya çıkan değişimin ne yönde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Osmaniye il olduktan sonraki süreçte nüfus artışı ve imar alanlarının genişlemesiyle "Yapay Yüzey Alanları" artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Salem ve ark. (2020), çalışmasında Mısırın 2011 devriminden bu yana büyük Kahire'nin arazi kullanımı/örtüsü ve kentsel çevresinin (kentsel yayılma) değişimini 2010-2018 yılları olmak üzere iki ayrı LANDSAT uydu görüntüsü kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Sonuç olarak arazi kullanımı/ örtüsü değişimi ve kentsel yayılma süreçleri tarım arazilerinin etkilendiğini ortaya koymuştur. 9600ha tarım arazisi ve 18877 ha çöl arazisi kentsel kullanıma dönüştürüldüğü sonucunu ortaya koymuştur. Hızlı Nüfus artışı ve arazi değeri bu arazi değişikliklerinde etken olduğunu karar vericilerin bölgedeki artan kentsel yayılmayı izlemeleri gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca kentsel alanların tarım arazilerine yayılmasının izlenmesi gerektiğini ve sınırlı politikalar uygulanması gerektiğini vurgulamıştır.

Hao ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada Dünyanın üçüncü büyük kutbu olarak kabul edilen Çin'in Tibet Platosundaki Nyingchi ilçesinde arazi kullanımı ve değişikliği üzerine bir çalışma yapmıştır. LANDSAT OLI görüntülerinden 2013 ve 2015 yıllarını kapsayacak şekilde ve DEM verileri yardımıyla kavisli yüzey alanlarının değişimlerini 3 boyutlu şekilde analiz etmiştir. DEM değişen ve değişmeyen eğimli arazi yüzey alanlarının hesaplanmasında kullanılmış ve böylelikle Arazi kullanımı örtüsü değişimi sonuçları entegre etmiştir. Sonuç olarak 2015 yılı itibariyle orman alanlarında %7.25 azalma iğne yapraklı orman alanlarında %25.14 azalma, geniş yapraklı orman alanlarında %12.65 ve çalılık alanlarında % 14.62 artma gözlemlenmiştir. Bu çalışmada önerilen ve uygulanan yöntem sonuç haritalarda gölgeli yüzey bulundurmadığından oldukça iyi bir görsel etkiye sahip olduğunu dile getirmiştir. Hem değişen hem de değişmeyen alanların

dağılımları kolaylıkla gözlemlenebilir ve böylece bu grafikler arazi örtüsü değişikliklerini analiz etmede etkin şekilde kullanılabilir olduğunu ifade etmiştir.

2.2. İklim Değişikliği ve Kuraklık

Arazi kullanımı/örtüsü üzerine yapılan araştırmalardan sonra çalışmamızın bir diğer kısmı İklim Değişikliği ve kuraklık ile alakalı analizlerden oluşmaktadır. Bu yüzden uzun dönemli veriler ışığında kullanılan analiz ve yöntemler ile ilgili literatür çalışmaları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Mishra ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada Hindistan'ın Kansabati Havzasında 1965-2001 döneminde bölgedeki meteoroloji istasyonlarından temin ettikleri verilerle Standart Yağış İndeksi (SPI) yöntemiyle analizler gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak 1980 yıllarında kuraklığın kalıcı olması ciddi anlamda kentsel su temini ve tarımsal sulamayı etkilemiş, yeraltı suyu ve depolama olumsuz etkilenmiş olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada kullanılan Frekans eğrilerinden Kansabati Havzasındaki kuraklıkta yararlanılabilir. Havzadaki kuraklık ile alakalı bir kaynak planlanması ve sürdürülebilir su temini için bölgede bir hazırlık planı yapılabilir önerisinde bulunmuştur.

Livada ve Assimakopoulous (2007), çalışmasında Yunanistan'da 51 yıllık zaman diliminde 23 ayrı meteorolojik istasyondan yararlanarak SPI analizi yapmışlardır. Ayrıca SPI analizi ile De Martonne kuraklık indeksi ile karşılaştırılmıştır. SPI analizinde 3-6- ve 12 aylık zaman dilimlerinde hafif ve orta kuraklık koşullarının aynı büyüklükte sonuçlandığını ifade etmişlerdir. SPI 12 aylık zaman serisinde 1950 yılından 1956 yılına kadar nemli koşulların baskın olduğunu ancak 1988 yılından 2000 yılına kadar ise daha kurak bir dönemin geçtiğini ifade etmiştir.

Cosun ve Karabulut (2009), çalışmasında 1975-2005 yılları arasında Kahramanmaraş'ta bulunan meteoroloji istasyonlarından yıllık, mevsimlik ve aylık sıcaklık verilerinden yararlanarak Parametrik olmayan testler ve lineer regresyon gibi istatistiksel metotlarla sıcaklık eğilimlerini analiz etmişlerdir. Sonuçlar, yıllık sıcaklıklarda Kahramanmaraş ve Elbistan istasyonlarında anlamlı artışların olduğunu ve bölgede kış ve yaz mevsimlerinde çalışma yılları arasında sıcaklıklarda istatistiksel anlamda çok önemli artışların gerçekleştiğini, sonbahar mevsimi için önemli bir artış gözlemlenmediğini ifade etmiştir. Elbistan'da önemli sıcaklık artışları gözlemlenmiş bu istasyona komşu Göksun'da dikkate değer bir sıcaklık değişimi görülmemiştir. Bu durumu Göksun ilçesinin Elbistan ilçesine göre daha kırsal özelliklere sahip olmasından

dolayı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Elbistan'da bulunan termik santralin SO₂ birikiminde katkısını olduğunu ifade etmişlerdir.

Kıymaz (2011), yaptığı çalışma ile Seyfe gölünde geçmiş yıllara ait verilerle kuraklığın irdelenmesini amaçlamıştır. Bölgede 1975-2008 yılları arasında hafif, orta, şiddetli, çok şiddetli ve olağanüstü düzeylerde kuraklıklar yaşandığı tespit edilmiştir. Ayrıca Kuraklığın son dönemlerde dünyada ve ülkemizde ciddi bir tehdit oluşturduğu bu nedenle kuraklığın bir merkez tarafından izlenmesi, kuraklık eylem planlarının hazırlanması gerekliliği vurgulanmıştır.

Kızılelma ve ark. (2015), yaptıkları çalışmalarında İç Anadolu Bölgesinde yer alan meteoroloji istasyonlarından elde edilen sıcaklık değerleri ile yağışlar incelenmiştir. Lineer Regresyon Analizi ve parametrik olmayan testlerden olan Mann Kendal ve Sen'S Slope testlerini uygulamıştır. Sonuç olarak çalışma bölgesinde maksimum ve minimum sıcaklık trendlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış değişimleri olduğu, ortalama sıcaklıklarda ise Ürgüp bölgesi hariç diğer tüm istasyonlarda %95 güven aralığında artışlar olduğunu ifade edilmiştir. Şehir alanlarının olduğu bölgelerde önemli sıcaklık artışlarına rastlanmış olduğu kır alanlarda değişimlerin az olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca Kuzey Afrika ve Arabistan çöllerinden sıcak hava dalgalarının da bölgeyi etkilediği ifade edilmiştir.

Dinç ve ark. (2016), yaptıkları çalışmasında Antalya ili sınırları içerisinde bulunan Alanya, Antalya, Demre, Elmalı, Finike, Gazipaşa, Korkuteli ve Manavgat meteoroloji istasyonlarına (8 adet) ait 1970-2014 yılları arasındaki uzun süreli yağış verileri kullanılarak meteorolojik kuraklık analizi yapmıştır. Uzun süreli meteorolojik yağış verileri Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi sınıflandırma değerlerine göre 3-6-12-24 aylık dönemleri kapsayacak şekilde yapılmıştır. SPI değerleri incelendiğinde bölgede eğilimin normale yakın kurak (0,99 ~ -0,99) arasında yer aldığını hesaplamıştır. Mevsimsel bazda değerlendirildiğinde kuraklığın bölgede yaz aylarında görülebildiği gibi kış aylarında da görüldüğünü belirlemişlerdir. Yapılan tahmin çalışmaları değerlendirildiğinde kuraklık indekslerindeki sonuçlara göre yapılacak su depolama ve taşkın koruma yapılarının uygun projelendirilmesi, mevcut su kaynaklarının etkin kullanılması ve tarımsal üretim faaliyetleri ile alakalı kuraklık problemlerinin en aza indirilmesinin gerekliliğini vurgulamıştır.

Keskiner ve ark. (2016), yaptıkları çalışmalarında Seyhan Havzası sınırları içerisinde 41 adet meteoroloji gözlem istasyonundan temin ettikleri uzun yıllık aylık toplam yağış serilerini Standardize Yağış İndeksi (SYİ) yöntemiyle incelemişlerdir.

Ayrıca SYİ serileri frekans analizine tabi tutulmuş, uygun olasılık dağılım modelleri %5 önem düzeyinde Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi yapılmıştır. Ayrıca Ocak-Aralık periyodunda Ordinary Cokriging yöntemiyle yinelenmeli bölgesel kuraklık haritaları elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre Seyhan Havzasının tamamında SYİ yöntemine göre kuraklık “Normal” olarak sınıflandırılmıştır. Havzada 2 yılda bir kuraklık yaşanması riski düşük bulunurken 10 yılda bir beklenen Orta Düzey Kuraklık’tır. Bölgede 10 yıl ve daha uzun yıllarda oluşacak kuraklıklar havzanın tamamını etkileyecek nitelikte olup, bölgenin su kaynakları yönetimi bakımından risk altında olacağı ifade edilmiştir. Çalışma neticesinde elde edilen kuraklık haritaları yardımıyla Kuraklık Yönetim Planı çerçevesinde Seyhan Havzasında alınacak tedbirler için bu haritalardan yararlanılabileceği ifade edilmiştir.

Topuz (2017), çalışmasında Çukurova’da 1950-2008 yılları arasında Meteoroloji istasyonlarından temin edilen yağış verileri, Mann-Kendall yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına ve araştırma sonuçlarına göre elde edilen bulgular çalışma bölgesinde yoğun olarak yapılan tarımsal faaliyetler açısından kuraklık riski olduğu ifade edilmiştir. Küresel iklim değişikliğinin belirtisi olarak yoğun yağışlar ve frekans değişimlerinin bölge içinde detaylı bir analizi yapılmalı ve gerekli tedbirlerin alınmasında fayda olduğu dile getirilmiştir. Yapılacak çalışmalar doğrultusunda stratejik eylem planlarının hazırlanması gerektiği vurgulanmıştır.

Bacanlı ve ark. (2018), Antalya ili meteoroloji istasyonuna ait 1965-2017 yılları arasını kapsayan aylık ortalama yağış, sıcaklık, nem ve buharlaşma verilerine parametrik ve parametrik olmayan testler uygulamıştır. Trend analizi için Lineer Regresyon, Mann Kendall, Sen ve Sen’in T testi yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde Mann Kendall ve Sen testi yıllık nem durumunda azalma, sıcaklık verilerinde artış ve yağış verilerinde de azalma eğilimi görülmüştür. Ancak buharlaşma verilerinde herhangi bir eğilim görülmemiştir. Aylık ortalama değerlerde Sen ‘in T testi sonuçları buharlaşma ve nem de azalan yönde eğilim, sıcaklık verilerinde artma eğilimi görüldüğü ifade edilmiştir. Sonuç olarak Antalya ili çalışma yılları arasında sıcaklık ile alakalı önemli bir trend saptanmadığını ifade etmişlerdir.

Çelik ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinde 1967-2017 tarihlerini kapsayan 50 yıllık dönemde kuraklık eğilimini ortaya koyabilmek amacıyla bölgedeki 14 ilden temin edilen meteorolojik veriler ile Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) yönteminden yararlanılmıştır. Bu analizlere ilaveten Erinç, De Martonne, Aydeniz ve Thornthwaite’e yöntemleri ile bölgenin bugünden geçmiş yıllara uzun yıllık dönemde

mevsimlik kuraklık durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Analiz sonuçlarına göre kuraklık eğilimi olan iller Muş, Ağrı, Erzurum ve Erzincan'dır. Ayrıca bu iller için Bazı mevsimlerde kuraklık artışı daha da belirginleşmiştir. Bölgenin ciddi kuraklığa maruz kalan illeri ise Malatya, Elazığ, Tunceli, Van ve Kars illeridir. Yapılan iklim analizleri ve sınıflandırmalarından çıkan sonuç ise bazı istasyonlarda ilerleyen yıllarda nemli bazı istasyonlarda ise tamamen kuraklık görüleceği öngörülmüştür. Çalışma neticesinde Doğu Anadolu Bölgesinin kuraklıkla alakalı durumu önemsenmeli ve problemlerin çözümü için gerekli bütçenin ayrılması gerektiği ifade edilmiştir. Aksi takdirde kuraklığın kıtlığa sebep olabileceği bu durumda sosyal ve ekonomik sorunları meydana getireceği ifade edilmiştir.

Taylan ve Aydın (2018), yaptıkları çalışmada Orta Akdeniz Bölgesinde yer alan Göller Bölgesi için 9 ayrı istasyondan aylık yağış verilerini incelemişlerdir. Çalışmada Analiz yöntemleri olarak; Standart Yağış İndeksi (SYİ), Mann-Kendall Testi, Sen Testi ve Lineer Regresyon analizi yapılmıştır. Uygulanan testlerin sonuçlarına göre 9 istasyonun çoğunda azalma eğilimi gözlenmiş ve kuraklık riskinin arttığı belirtilmiştir. Bölgesel izleme planları ile hidrolojik ve tarımsal kuraklığın önlenebileceği ifade edilmiştir.

Bacanlı ve Kargı (2019), yaptıkları çalışmada Bursa ilindeki 5 meteoroloji istasyonundan alınan veriler doğrultusunda 1969-2015 yılları arasında yağış verilerinin eğilimi olup olmadığı lineer regresyon analiziyle belirlenmiştir. Ayrıca kuraklık indisi olarak Standart Yağış İndisi (SYİ) kullanılmıştır. Sonuç olarak; 1969-2015 yılları arasında hafif, Orta, şiddetli ve çok şiddetli seviyelerde kuraklıklar tespit edilmiştir. Kuraklık önlem planı oluşturulması, gri su kullanımının yaygınlaştırılması ve kurumsal önlemler ve arazi kullanımının değiştirilmesi gibi önlemler alınması gerekliliğini savunmuştur.

Özelkan (2019), yaptığı çalışmasında Çanakkale-Atikhisar Baraj Gölü su alanının 1984-2018 yılları arasındaki yıllık zamansal değişimini uzaktan algılama yöntemiyle belirlemiş ve meteorolojik kuraklığın bu değişime etkisini eklenik sapma eğrisi ve SPI analizi ile araştırmıştır. Sonuç olarak; Meteorolojik kuraklığın su kaynaklarına etkisinin yanısıra, buharlaşma gibi diğer parametrelerin ve ayrıca içme suyu, tarımsal sulama ve göl çevresindeki doğal yapılar gibi diğer parametrelerin de su kütlelerindeki değişimde etkili olabileceğini ifade etmiştir. Geniş alanların uzaktan algılama yöntemiyle tek seferde görüntülenebildiğini ve su kaynakları yönetimi çalışmalarında yorumlama, tespit ve öngörü de büyük avantajlar sağladığını ifade etmiştir.

Çakaroz ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada 2013 ve 2019 yıllarını kapsayacak şekilde Çanakkale ili Umurbey Deltası'nda yer alan lagünlerdeki su varlığı UA teknikleri ile belirlenmiştir. Su ile kaplı alanların alansal değişimlerine meteorolojik ve hidrolojik kuraklığın etkisi ise Standart Yağış İndisi (SPI) ve Thornthwaite İklim Sınıflama metodu incelenmiştir. Evapotranspirasyon ile su kaybının belirlenmesinde Thornthwaite, meteorolojik kuraklığın yıllık bazda değişiminde ise SPI analizinin daha anlamlı sonuçlar verdiğini ifade etmektedir. Ayrıca UA ile Sulak alan ve olmayan alanların ayırımı 15 m mekânsal çözünürlüklü Landsat veri seti ile kısmen belirlenebilmektedir ancak arazinin su ile bitki karma yapısı nedeniyle, bazı alanlarda çok net ayırım sağlanamamıştır. Bu nedenle ayırımın daha kolay ve doğru yapılabilmesi ve ortalama bir standart da incelenebilmesi için eşik değerlerin seçildiğini ifade etmiştir. Uzaktan algılamadan üretilen veriler, meteorolojik veriler ile kolaylıkla ilişkilendirilebilir olduğunu ifade etmiştir.

2.3. Hücresel Otomat-Marcov Zincirleri

Arazi kullanımı/örtüsü sınıflandırma işlemleri, değişim analizleri ve İklim değişikliği analizleri araştırmalarının sonrasında tezin son bölümünü kapsayacak olan tahmin modellemeleri ile ilgili literatür araştırmaları yapılmış aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Arsanjani ve ark. (2011), Tahranda yaptıkları çalışmanın amacı 1986-1996 ve 2006 yıllarını kapsayacak veriler ile ilk olarak metropoldeki kentsel yayılmayı izlemek ve ikinci olarak arazi kullanımındaki değişimin CA-Marcov modeli ile modellenmesidir. Çalışma sonucunda Tahran kuzey ve doğu bölgelerinde yüksek dağlarla çevrili olduğundan güneye ve batı kesimlere doğru genişlemek durumunda olmuştur. 1986 ila 2006 yıllarında yerleşik alanların muazzam şekilde genişlediği belirlenmiştir.

Baysal (2013), yaptığı çalışmasında Türkiye'nin Malatya kentinde arazi kullanımı/örtüsünün zamana bağlı değişimlerini tespit etmek amacıyla Landsat görüntüleri kullanmıştır. Çalışma yıllarını 1990-2000-2010 yılları olarak belirlediği bölgede her on yılda bir yaklaşık bin hektarlık tarım arazisinin kentsel alana dönüştüğünü belirtmiştir. Çalışmasının bir diğer kısmında geleceğe yönelik modelleme için Hücresel Otomat-Markov zinciri modeli uygulamıştır. Elde ettiği sonuçlara göre 2020 Simülasyonunda kentsel alanın 1575 ha artacağını ve mevcut eğilimin devam etmesi

durumunda 936 ha'lık tarım arazisi ve meyve bahçesinin kentsel alana dönüşeceğini ifade etmiştir.

Öztürk (2013), yaptığı çalışmada Hücresele Otomat-Markov Zinciri yöntemi kullanarak Samsun ili merkez kıyı alanlarında 1987 yılı ve 2004 yıllarına Landsat TM ve ETM+ uydu görüntüleri ile oluşturulan arazi kullanımı/örtüsü dikkate alınarak, 30 yıllık bir periyot ile 2034 yılı kentsel yayılım simülasyonu oluşturmuştur. Kullanılan yöntemin doğruluğunun teyit edilmesi amacıyla 2009 yılı arazi kullanımı/örtüsü verileriyle aynı yıla ait oluşturulan kentsel simülasyon karşılaştırılmış ve kappası değeri 0,85 olarak bulunmuştur. Çalışma neticesinde CBS ve Uzaktan Algılama ile entegre Hücresele Otomat-Markov Zinciri yaklaşımının kentsel büyüme dinamiklerinin araştırılmasında etkin yol oynadığı ifade edilmiştir. Ayrıca 2009-2034 yılları arasındaki değişim alanları irdelendiğinde olası yapay alanların mutlak tarım arazileri, orman ve mera alanlarında dikkate değer ölçülerde kayıplara neden olabileceği ifade edilmiştir.

Tombuş ve Şahin (2014), yaptıkları çalışmalarında Çorum il sınırları içerisinde 12 ilçeyi kapsayan çalışma alanında, bitki yoğunluğu saptamasına yönelik çalışma yapmışlardır. Landsat uydu görüntülerinden elde ettikleri görüntüler üzerinde Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü (NDVI) değerlerini hesaplamış ve son olarak ileriye yönelik 2025 yılına ait bitki yoğunluğu tahmini için Markov Zinciri ve Hücresele Özişleme (cellular automata) tekniği kullanmışlardır. Çalışma sonucunda NDVI değerleri grafiksel olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca 2025 yılı bitki örtüsü dağılımı projekte edilmiş ve sonuç haritaları hazırlanmıştır.

Singh ve ark. (2015), çalışmalarında Hindistan'ın Allahabad bölgesinde Uzaktan Algılama ve CBS teknikleriyle arazi kullanımı/örtüsü üzerinde meydana gelen değişiklikleri belirlemek için Hücresele Otomat-Markov zincir modeli kullanmışlardır. 1990 ve 2000 yıllarına ait iki görüntü modellemede kullanılmış, 2010 yılı görüntüsünü ise yer bazlı arazi tahmin modelini doğrulamak için kullanılmıştır. Doğrulama sonrası 2020 yılı için arazi kullanımı/örtüsü tahmin modeli oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda sosyo-ekonomik ve biyofiziksel faktörler bölgedeki tarım arazilerinin ve yerleşim alanlarının büyümesini etkilediğini ifade etmişlerdir. 2020 yılı arazi kullanımı/örtüsü senaryosunda öngörülen ise planlayıcıların bölgede etkili bir arazi kullanım politikası oluşturmasına yönelik katkı sağlayacağı ve hükümet yetkilileri tarafından sonuçların etkin bir politika oluşturmaya yönelik katkı sağlayacağı ifade edilmektedir.

Öztürk (2015), yaptığı çalışmada Samsun ili Atakum ilçesinde arazi kullanımı/örtüsü için 1989-2000 ve 2013 Landsat görüntülerini kullanmıştır. 2025 yılı

kentsel büyüme simülasyonu için Hücresel Otomat Markov zinciri modeli kullanmıştır. Simülasyon sonucunda 2013 ve 2025 yılları arasında Kentsel büyüme oranı %35.2'lik bir artış ile 2274.3 hektara ulaşırken tarım arazileri 511.7 hektar ve orman arazisi ise 4.4 hektar tahribat ile azalış gösterdiğini ifade etmiştir.

Mammadov ve ark. (2019), yaptıkları çalışmalarında İran Urmıye Gölü Kuzey kıyısında Landsat görüntüleriyle 1987-2016 yıllarını kapsayacak şekilde nesne tabanlı bir görüntü analizi (OBIA) işlemi uygulamış ve Arazi kullanımı/örtüsündeki değişimi ortaya koymuştur. Son olarak Hücresel Otomat-Markov yöntemi ile bir geçiş matrisi oluşturmuş ve 2020 yılının arazi modellemesini aşamalı olarak sunmuştur. Bölgede yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılan su yöntemlerinin değiştirilmesi daha az suya ihtiyaç duyulan ürünler seçilerek gölün durumunu iyileştirmenin mümkün olacağını ifade etmişlerdir. Sonuç modeller ile tuzlu toprağın miktarında anlamlı değişimler olacağı ve su hacimlerinde azalma eğilimi olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda hızla meydana gelen bu nitelikteki değişiklikler ekosistemde ve iklimde kritik etkiler doğuracağını ifade etmişlerdir.

Bose ve Chowdhury (2020), Hindistan'ın Siliguri kenti için yaptıkları çalışmalarında 2000-2010-2019 arazi kullanımı/örtüsü haritalarından hareketle 2030-2040 yılları için tahmin modelleri oluşturmuşlardır. Bu tahmin modelinde araç olarak Markov zinciri modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 2000 yılında yapılaşma alanları 31 km² iken 2040 yılında 98 km² ye yükseleceği öngörülmüştür. Bu değişimin tarım arazileri ve orman alanlarında azalma buna bağlı olarak yapılaşma alanlarında olacağı değerlendirilmiştir.

Canpolat ve Dağlı (2020), yaptıkları çalışmalarında Elazığ ilindeki 2006 ila 2018 yılları arasındaki arazi kullanımı değişimlerini "Land Use Change Modeler/Arazi Değişim Modelcisi" ile analiz etmişlerdir. Değişim matrisleri kullanılarak 2030 yılına ait arazi kullanım simülasyonu oluşturulmuştur. Markov zinciriyle arazi kullanım projeksiyonu oluşturulmuştur. Sonuç olarak arazi kullanım sınıflarında büyük değişikliklerin meydana geldiğini göstermiştir. Özellikle insan baskısının yoğun olduğu yerleşim alanları ve tarım arazilerinin bu değişimde öne çıkmakta olduğunu göstermiştir. Simülasyon sonuçlarına göre ise bitki örtüsü az alanlar, mera alanları ve iç sulara ait arazilerin alanı azalacak, tarım, orman, çalı ve yerleşme alanlarının artacağını dile getirmiştir.

Ateş ve ark. (2020), yaptıkları çalışmalarında Eskişehir ilinin 1984-2020 tarihleri arasındaki kentsel büyüme analizini yapmış ve CA-Markov Chain ile 2056 yılındaki

kentsel büyüme analizi öngörülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre belirlenen zaman aralığında alansal olarak yaklaşık 2 kat büyüme gerçekleşmiştir. Elde edilen tahmin haritasına göre kuzeybatı-güneydoğu aksında büyümenin devam edeceği ancak büyümenin nispeten yavaşlayacağını ve çok merkezli odaklar ile zamanla birleşeceğini öngörmüşlerdir.

Aburas ve ark. (2021), çalışmalarında Malezya'nın Seremban kentinde kentsel arazilerin büyümesi ve mekânsal eğilimlerini tahmin etmek amacıyla 1984 yılından 2010 yılına kadar olan arazi kullanımlarından yola çıkarak CA-Marcov Chain modeli ile model oluşturmuşlardır. Doğruluk değerlendirmesi yapmak için kappa indeksi ile %83'lük bir genel doğruluk gözlemlemişlerdir. Seremban kentinin 2020 ve 2030 için gelecekteki kentsel büyümesi simülasyonu oluşturulmuştur. Sonuç olarak çalışmada yapılan arazi kullanımı değişim analizi kentsel olmayan arazilerde sürekli ve yüksek bir düşüş olduğunu göstermiştir ve bu durum kentin tarım, orman, kırsal ve açık alanlarını etkilemiş olduğunu göstermiştir. Öte yandan 2020 ve 2030 CA-Marcov Chain modeli kentsel alanlardaki artışın devam edeceğini uzun vadede ekilebilir alanları tehdit edeceğini ifade etmişlerdir. Son olarak Kentsel sürdürülebilirliği sağlamak için Seremban'daki kentsel olmayan alanların korunması önem arz etmektedir şeklinde bir görüş ifade etmişlerdir.

Kushwaha ve ark. (2021), çalışmalarında Hindistanın Jhansi şehrinin 1998-2008 ve 2018 yıllarına ait Landsat uydu verileri yardımıyla kentsel gelişimin 10 yıllık zaman diliminde değişimini belirlemişlerdir. Ayrıca Hücresel Otomat-Marcov zinciri modeli ile gelecekteki kentsel büyümeyi modellemişlerdir. 1998-2018 döneminde kentsel gelişme oranı en yüksek seviyede belirlenmiştir. Bölgesel analiz ile şehrin önümüzdeki yıllarda çok hızlı büyüyeceğini ifade etmişlerdir. Tarım arazisi, sosyo ekonomik faktörler, eğitim ve istihdam durumu daha fazla kentleşmeye yol açacağı vurgulanmıştır.

Okwuashi ve Ndehedehe (2021), çalışmalarında Nijerya Lagos kentinde 1984-2000 ve 2015 yıllarını kapsayan Landsat verileri ile 2030 yılı için Kentsel arazi kullanımı değişikliğini Hücresel Otomat Markov zinciri yöntemi ile tahmin modeli oluşturmuşlardır. 1984-2000 ve 2000-2015 dönemi olmak üzere kentsel alanların kentsel olmayan alanlara dönüşümünü ortaya çıkarmışlardır. 1984-2000 yılları arasında kentsel alanların %78,34 iken 2000-2015 yılları arasında kentsel alanlar %84,69 olduğunu ifade etmişlerdir.

Fadhil ve Kurban (2022), yaptıkları çalışmalarında Irak-Kerkük şehrini 2002-2018 yıllarını kapsayacak şekilde arazi kullanımı/örtüsü üzerindeki değişikliklerin CBS ve uzaktan algılama teknikleriyle incelemiş ve kentsel yayılma oranının öngörülebilmesi

amacıyla karma bir Hücresel Otomata Markov Zincir Modeli oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda Kerkük ilinde kentsel alanın önümüzdeki 15 yıl içinde hızlı kentsel yayılma ile karşı karşıya kalacağını ifade etmişlerdir. 2030 ve 2035 yıllarına ait elde edilen model, çevre bilincini artıracığı umulan iyi veya kötü bir gelecek vizyonu sağlayacağı ifade edilmiştir.



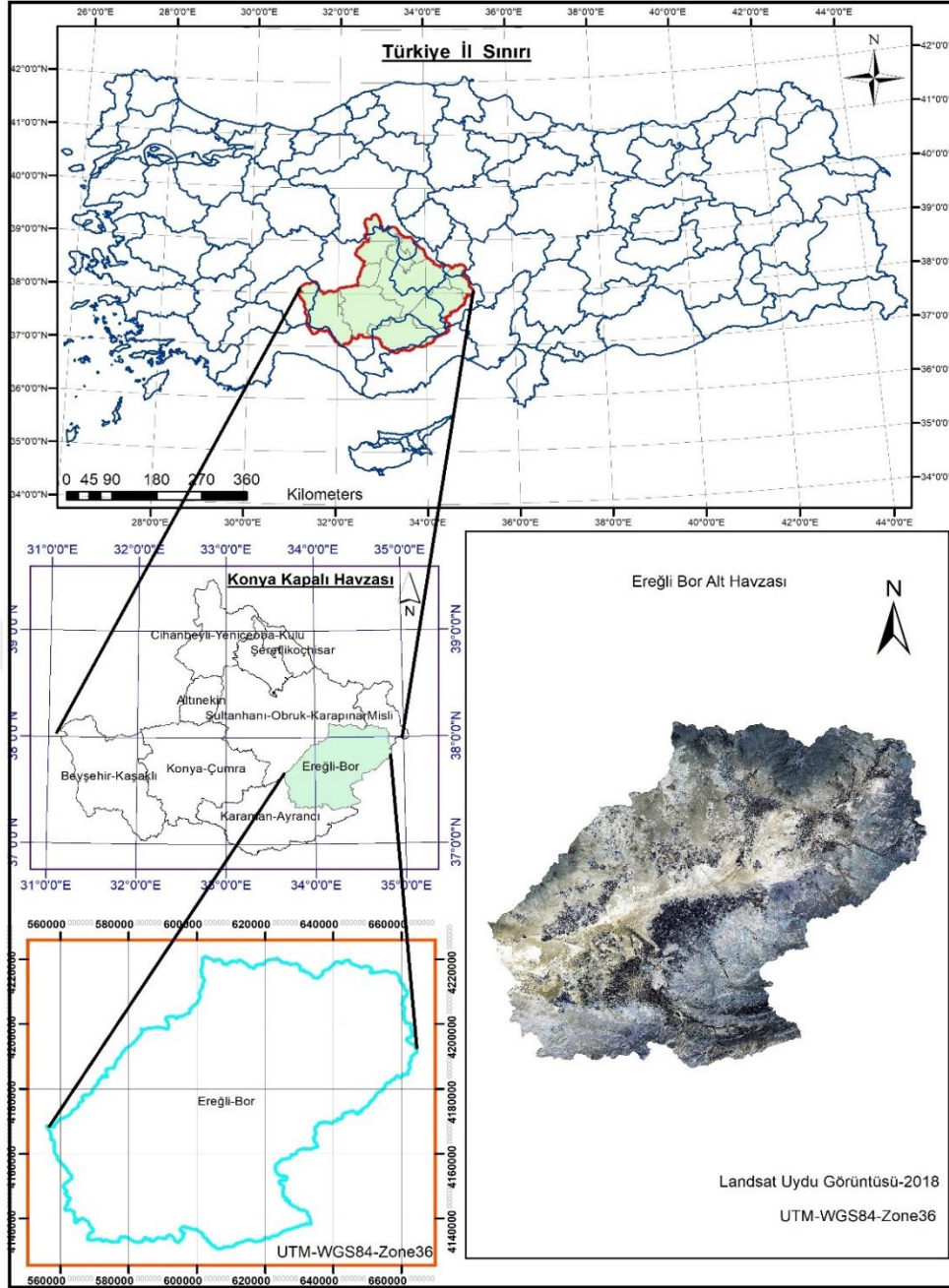
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Bölgesi

Konya Kapalı Havzası (Havza no:16) Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesi'ni kapsamaktadır. 36°51' ve 39°29' kuzey enlemleri ile 31°36' ve 34°52' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Aydın ve Durduran, 2021; Dervişoğlu, 2018). Havza yaklaşık olarak 5 milyon hektarlık alanıyla Türkiye'nin yaklaşık %7 sini kaplayan büyük bir havzadır. Yaklaşık 3 milyon insanın yaşadığı havzanın %45'i kırsal alanlarda yaşarken, % 55'i kentsel bölgelerde yaşamaktadır (Topaloğlu, 2014; Doğdu vd., 2007).

Devlet Su İşleri (DSİ) Konya IV. Bölge Müdürlüğü tarafından yeraltı suyu beslenme alanı, jeolojik, hidrojeolojik ve akifer yapıları gibi çeşitli özellikler dikkate alınarak 9 alt havzaya ayırmıştır (Aydın ve Durduran 2021; Gümüş ve Durduran, 2020; Tunçok ve Bozkurt, 2015). Bunlar Beyşehir-Kaşaklı, Konya-Çumra, Karaman-Ayrancı, Ereğli-Bor, Aksaray-Karapınar, Altınekin, Cihanbeyli-Kulu, Şereflikoçhisar, Niğde Misli alt havzalarıdır. Çalışma alanı Ereğli-Bor havzasıdır.

İklimsel bazda Konya Kapalı Havzası'nın büyük bir bölümünde yarı kurak iklim hakim göstermektedir. Havzanın güney kesimleri dışındaki bölümde yıllık yağış miktarı ortalama 300–350 mm'dir (Tunçok ve Bozkurt, 2015; İnan vd. 2006). Uzun yıllar yağış normallerine kıyasla 10-25 mm arasında bir azalma söz konusudur. Bu sebeple bölgenin iklim karakteri yarı kurak iklim tipinden kurak iklim tipine doğru yönlendiğini göstermektedir (Tunçok ve Bozkurt, 2015; Şen ve Başaran, 2007). Bütün bunların yanında, Konya Havzası tarımsal üretim bakımından ülkemizin en önemli alanlarından biridir. Havza, Türkiye'nin tarım yapılabilir arazi varlığının %14'ünü oluşturmaktadır (Tunçok ve Bozkurt, 2015). Çalışma alanı olan Ereğli-Bor havzası su potansiyeli bakımından zengin olmayan bir bölgedir. Ereğli bölgesinin en önemli akarsuyu İvriz Çayı'dır (Allı, 2019). İvriz Çayı'ndan başka Çayhan Deresi ilçenin diğer bir akarsuyudur. Bunların dışında ilkbaharda kar erimeleri ve yağmur suları ile beslenen ve yaz aylarında kuruyan mevsimlik akarsular da bulunmaktadır. Çalışma sahasının batısında Türkiye'nin önemli sulak alanlarında biri olan Akgöl (Ereğli Sazlıkları) bulunmaktadır. Kuruma tehlikesi ile karşı karşıya olan Akgöl önemli bitki ve hayvan topluluklarına ev sahipliği yapmaktadır. Akgöl dışında doğal bir gölü olmayan ilçede tarımsal sulama için İvriz Barajı ile Çayhan Göleti önemli su kaynaklarıdır (Allı, 2019).



Şekil 3. 1. Çalışma alanı lokasyon haritası (Ereğli-bor alt havzası)

3.2. Kullanılan Veriler

3.2.1. Haritalar ve Uydu Görüntüleri

Çalışma kapsamında arazi kullanımı/örtüsü değişimlerinin incelenmesi, mekânsal analizlerin yapılması amacıyla Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 2. Düzey DTED-2 Sayısal Arazi Modeli (SAM) verilerinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında Uzaktan algılamada önemli veri kaynağı olan Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI-TIRS 30m

mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri *earthexplorer.usgs.gov* (USGS) adresinden ücretsiz olarak temin edilmiş ve yararlanılmıştır. 1985 yılından itibaren 5'er yıllık periyotlar halinde 2018 yılına kadar görüntü kalitesi yüksek bulutsuz ve net görüntüler seçilmiştir. Çalışma yapılan uydu görüntüleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 3. 1. Ereğli-Bor alt havzası için kullanılan Landsat-5 TM ve Landsat-8OLI_TIRS verileri

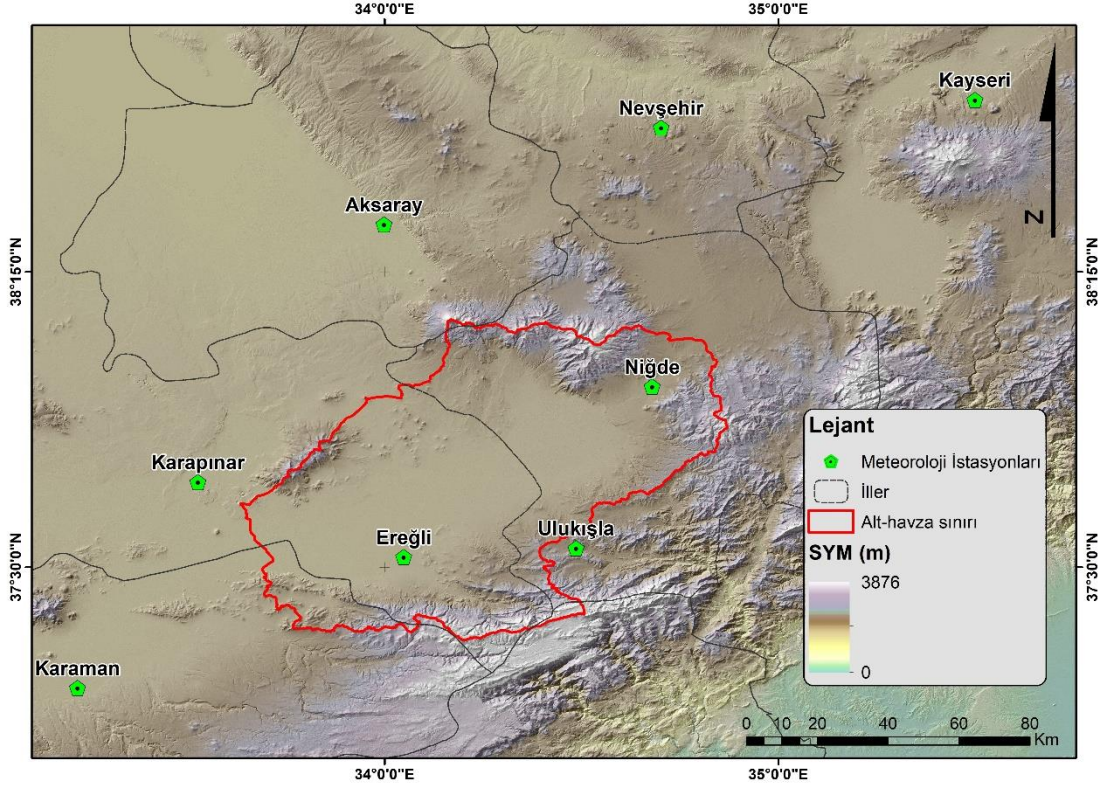
L5_1985 08/22	L5_1990 07/19	L5_1995 08/02	L5_2000 07/14	L5_2005 07/12	L5_2009 06/21	L8_2015 07/24	L8_2018 08/17
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Çalışmada ayrıca Arazi Sınıflandırma Projesi (CORINE) sisteminden 1985-2018 yıllarını kapsayacak şekilde yayımlanmış 1990-2000-2006 ve 2012 verilerinden yararlanılmıştır. "CORINE, Avrupa Topluluğu ülkeleri tarafından ekonomik gelişmeyi sağlamak, çevresel ve doğal kaynak yönetim politikalarını iyileştirmek amacıyla 1985 yılında uygulamaya koyulmuş olan bir programdır" (Sarıyılmaz, 2017; Erol ve Çanga, 2003). "CORINE (Coordination of Information on the Environment) yani Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi, Avrupa Birliği (Global Monitoring for the Environment and Security – GMES) Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme programı kapsamındaki önemli arazi yönetimi projelerinden biridir" (Sarıyılmaz, 2017; Çivi vd. 2009). Ülkemizde 2001 yılından beri faaliyet gösteren sistem 4. Seviyede 71 adet arazi sınıfında veri teminini 6 yılda bir sunmaktadır (İTÜ-UHUZAM Proje Ekibi, 2015; Şimşek, 2017).

Çalışmanın bir kısmında modellemeler için gerekli olan yol ağları verileri için *openstreetmap.org* sitesinden Ereğli bölgesinin yol ağları haritası ücretsiz olarak temin edilmiştir.

3.2.2. Meteorolojik Veriler

Türkiye’de meteorolojik ölçümler Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmakta ve yağışlar çeşitli yöntemlerle analiz edilmektedir (Dervişoğlu, 2018). Çalışma bölgesinde sıcaklık ve yağış değerlerinin ne yönde eğilim gösterdiğini incelemek amacıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden (MGM) bölgedeki 8 adet istasyona ait sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. Çalışma alanı meteoroloji istasyonları haritası

3.1.3. Kullanılan Yazılımlar

Tez çalışması kapsamında görüntülerin işlenmesi eğitim alanlarının sınıflandırılması ve analizlerinin yapılması aşamalarında farklı yazılımlar kullanılmıştır. Başlıca kullanılan yazılımlar sınıflandırma ve uydu görüntüleri için ERDAS Imagine 2015, ArcGIS 10.2.2 yazılımları ve Google Earth Pro yazılımının geçmiş görüntülerinden yararlanılmıştır. Ayrıca tahmin modellemeleri için ise TerrSet yazılımı kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Pikel Tabanlı Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi

"Uzaktan Algılama'da (UA) sınıflandırma, farklı mekânsal, spektral, radyometrik ve zamansal bileşenleri olan görüntü verisinin, farklı yüzey materyallerini ve durumlarını kategorize edilmesi ve açıklayıcı etiketlere veya tematik bilgiye dönüştürülmesidir" (Sarıılmaz, 2017; Sunar ve Özkan, 2011a). Bir başka ifadeyle sınıflandırma, görüntüye ait piksellerin belirli sınıflara ayrılması ve tematik şekilde kategori edilmesidir (Sarıılmaz, 2017; Lillesand ve ark. 2004). "Pikel tabanlı görüntü sınıflandırma

işleminin amacı görüntüyü oluşturan piksellerin parlaklık değerleri temel alınarak belirli bir kurala göre her bir pikselin arazi örtüsünü oluşturan sınıflardan birine atanması ile tematik haritanın elde edilmesidir" (Sarıyılmaz, 2017; Çetin ve Musaoğlu, 2008). Bu tez çalışmasında kontrollü sınıflandırma tekniğinden yararlanılmıştır. Kontrollü sınıflandırmada yeryüzündeki örnek bölgeler (test alanları) esas alınarak, sınıflandırılacak her bir cisim veya nesne için spektral özellikleri tanımlı, özellik dosyaları oluşturulur. Test alanlarının örneklendiği özellik dosyası, görüntü verileri üzerine tatbik edilerek her bir görüntü verisi en çok benzer olduğu sınıfa atanır (Aydın ve Durduran, 2021; Ekercin, 2007; Topaloğlu, 2014). Bir başka ifadeyle; çalışma alanını kapsayan ve yeryüzü özelliklerini tanımlayan yeterli sayıdaki test alanları kullanılarak, sınıflandırılacak her obje için spektral yayılım özellikleri tanımlanmış dosyalar oluşturulur. Bu sınıflandırma işleminde; Paralelyüz, En yakın uzaklık ve en yüksek olasılık sınıflandırması şeklinde üç farklı yaklaşım kullanılmaktadır (Aydın ve Durduran, 2021; Oruç ve ark. 2007).

Çalışma bölgesi olan Ereğli-Bor Alt Havzası ile alakalı, sınıflandırma kriterleri (eğitim alanları) belirlenirken literatürde araştırmaları sonucunda elde edilen ve en çok kullanılan sınıflar ile CORINE sistemindeki Düzey 1 ve Düzey 2-3 kriterlerden yararlanılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3. 2. CORINE düzey 1-2-3 verisi içerisinde kullanılan sınıflar

Düzyey 1	Düzyey 2-3
1. Meralar	231 Mera Alanları
2. Yapay Bölgeler	111. Sürekli Şehir Yapısı
	112. Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı
	121. Endüstriyel ve Ticari Birimler
	122. Karayolları-Demiryolları
	131. Maden Çıkarım Sahaları
	133. İnşaat Alanları
3. Ormanlar	142. Spor ve Eğlence Alanları
	311. Geniş Yapraklı Ormanlar
	312. İğne Yapraklı Ormanlar
	313. Karışık Ormanlar
	321. Doğal Çayırliklar
	323. Sklerofil Bitki Örtüsü
	324. Bitki Değişim Alanları
	332. Çıplak Kayaliklar
333. Seyrek Bitki Alanları	
4. Su Alanları	411. Karasal Bataklıklar
	512. Hareketli Sular, Göller, Göletler
5. Tarım Alanları	211. Sulanmayan Ekilebilir Alanlar
	212. Sürekli Sulanan Alanlar
	213. Pirinç Tarlaları
	221. Üzüm Bağları
	222. Meyve Bahçeleri
	242. Karışık Tarım Alanları
	243. Doğal Bitki Örtüsü ve Tarım Alanları

3.2.1.1. Görüntü Maskeleye

Ereğli-Bor Havzası geniş bir yüzölçümüne sahip olmasından dolayı (605693 ha) sınıflandırma işlemlerinin tüm alanı kapsayacak şekilde yapılması eğitim alanlarında hataya sebep olabileceği düşünüldüğünden maskeleye yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile belirlenen eğitim alanları ayrı ayrı örtü tipinde kesildikten sonra sınıflandırma alanına ait altlık görüntüleri ile kontrollü sınıflandırma işlemine geçilmektedir. Böylelikle maskeleye yöntemi sınıflandırma işlemlerinde daha detaylı veri elde edilmesini sağlamıştır.

3.2.1.2. En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood) Sınıflandırma Yöntemi

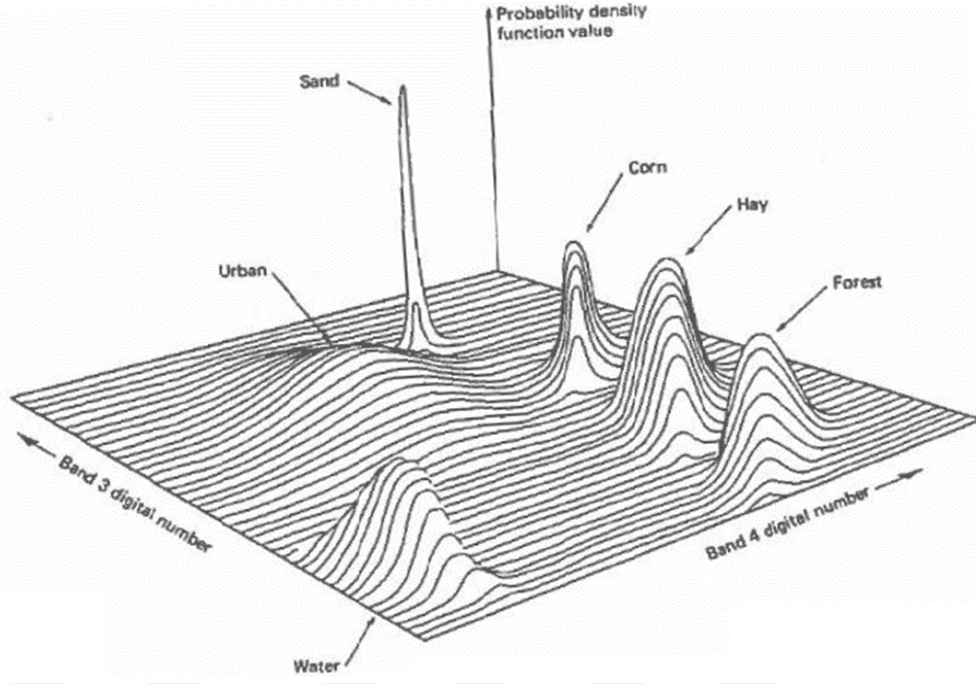
Uzaktan algılama yöntemlerinde en çok kullanılan yöntem en çok benzerlik (olabilirlik/olasılık) sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntemde eğitim sınıfları olasılık eğrilerine ve sınıflandırılacak piksellerin benzerliğine göre en yüksek ihtimali olan sınıfa

atanması ile gerçekleştirilir. Bu yöntemin etkinliği, spektral sınıflarda ortalama vektör ile kovaryans matrisin doğru tahmin edilmesine bağlıdır (Oruç, 2003). “Bu koşul ise, sınıfların her biri için yeterli miktarda örnekleme verisinin (pikseller) bulunabilmesine bağlıdır” (Oruç, 2002). Örnekleme bölgesinde sınıfların olasılıklarını doğru bir şekilde tahmin edebilecek veri olmadığı takdirde istenen sınıflandırma doğruluğuna ulaşamaz (Oruç, 2003). “Böyle bir durumda kovaryans bilgilerini kullanmayan başka sınıflandırma yöntemlerine başvurmak gerekir” (Arslan, 2001).

En Çok Benzerlik Yöntemi (Maximum Likelihood) algoritmasının matematiksel ifadesini Hossen ve Negm (2016), ve Aydın ve Durduran (2021) aşağıdaki formülle yapıldığını belirtmişlerdir.

$$D = \ln(a_c) - [0.5 \cdot \ln(|Cov_c|)] - [0.5 \cdot (X - M_c)^T \cdot (Cov_c^{-1}) \cdot (X - M_c)] \quad (3.1)$$

Yukarıdaki eşitlik(3.1)'de, D, uzaklık ağırlıklı olasılık değerini; C, örnek bir sınıfı; X, aday pikselin ölçüm vektörünü; M_c , C örnek sınıfının ortalama vektörünü; a_c , aday pikselin C sınıfına ait olma yüzdesini, Cov_c , C örnek sınıfındaki piksellerin varyans-kovaryans matrisini göstermektedir (Hossen ve Negm, 2016). Bu yöntem ile 1985 ve 2018 yılları için kontrollü sınıflandırma yönteminde en çok benzerlik yöntemi kullanılarak kontrollü sınıflandırmalar yapılmıştır. Ayrıca yoğunluk gösterimi Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 3. En çok benzerlik olasılık yoğunluk gösterimi (Lillesand ve ark., 2018; Keleş ve Durduran, 2019; Fadhil ve Kurban, 2022)

3.2.1.3. Tematik Yeniden Kodlama ve Bindirme (Overlay) İşlemi

Tematik yeniden kodlama (Thematic Recode) örtü tipine ait hücre dizilerinden seçilen ve birden çok satırda bulunan renk değerlerine yeni değer atama veya tek değerde birleştirme yapılması işlemidir. Başka bir ifade ile Kontrollü sınıflandırma işlemi yapıldıktan sonra elde edilen görüntü üzerinden arazi örtü tipine ait sınıfların birleştirilmesi ve tek bir sınıf haline getirilmesi işlemidir.

3.2.1.4. Doğruluk Analizi ve Hata Matrisi

Sınıflandırma işlemleri sırasında oluşturulan tematik haritaların ne ölçüde güvenilir olduğunun belirlenmesi için, her sınıfın doğruluğunun analiz edilmesi gereklidir (Dervişoğlu, 2018).

“Doğruluk analizi sınıflandırma sonrasında elde edilen tematik harita üzerindeki nereye ait olduğu kesin olarak bilinen herhangi bir piksel veya piksel grubunun, sınıflandırma sonucunda atandığı sınıflar ile karşılaştırılmak suretiyle sınıflandırma doğruluğunun belirlenmesidir. Bu işlemde kullanılan doğruluğu kesin bilgiler genellikle arazi üzerinde gerçekleştirilen yersel çalışma neticesinde elde edilen veriler, hava

fotoğrafları, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve haritalardır” (Aydın ve Durduran, 2021; Topaloğlu, 2014; Ceylan, 2012). Sınıflandırma sonucunda iki tip hata ile karşılaşılmaktadır. Bunlar;

- Piksellerin olması gereken yerden farklı bir sınıfa atanması (error of commision)
- Piksellerin herhangi bir sınıfa atanmaması (error of omission) (Aydın ve Durduran, 2021; Doğan, 2008; Ceylan, 2012).

Sınıflandırma doğruluğunun belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi hata matrisidir. Hata matrisi; arazide tanımlanan veya hava fotoğraflarından yorumlanan gerçek arazi örtüsüne göre belirli bir arazi örtüsü tipi olarak atanan piksellerin sayısını satırlar ve sütunlar halinde düzenlemiş sayıların karesel bir düzenidir. Referans verileri matris sütununda, sınıflandırma verileri matris satırında yer alır. Hata matrisi, bilinen referans veriler ile sınıflandırmada bunlara karşılık gelen veriler arasındaki ilişkiyi kıyaslar (Jehnsen, 1996; Kırtıloğlu, 2014). Cohen (1960) tarafından bulunan Kappa, uzaktan algılama görüntülerinden yararlanılarak tespit edilen, yüzey örtüsü ve yüzey kullanımı bilgilerinin doğruluk değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu ölçümde, matris içerisindeki yalnız diagonal elemanlar değil, tüm elemanlar kullanılmaktadır (Maingi ve ark., 2002; Kuşçu, 2005). Jehnsen (1996)’ e göre bu hata matrisinin sütunları referans verileri, satırları ise sınıflandırılmış görüntüyü temsil etmektedir. Hata matrisi Kappa katsayısı ile istatistiksel olarak analiz edilmektedir. Bu katsayı 0 ile 1 arasında değişir. Değer 1’e yaklaştıkça doğruluğun daha anlamlı sonuçlandığını ifade etmektedir. Hata matrisinin satır ve sütun toplamları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanmaktadır (Cohen, 1960; Jensen, 1996; Maingi ve ark 2002; Kuşçu, 2005). Test Piksellerinin sayısının her bir sınıf için en az 50 adet olması önerilmektedir (Aydın ve Durduran, 2021; Jehnsen, 1996; Kuşçu, 2005).

“Her bir görüntü için kappa istatistik katsayısı ve genel doğruluk, oluşturulan hata matrisi ile hesaplanmakta ve rastgele nokta sayısı binomal örnekleme yöntemi ile belirlenmektedir (Dervişoğlu, 2018; Congalton ve Green, 2008). Belirlenen rastgele nokta sayısı sınıfların görüntü üzerinde kapladıkları alanlar oranında dağıtılmaktadır.” (Dervişoğlu, 2018).

Binomal örnekleme yöntemine göre rastgele nokta sayısının hesaplanmasında;

$$N=(Z^2pq)/E^2 \quad (3.2)$$

eşitliği kullanılmıştır (Dervişoğlu,2018; Van Genderen ve Lock, 1977; Fitzpatrick 1981). Bu eşitlikte; N, örnek sayısı, p, beklenen doğruluk, $q = 100 - p$, E, hesaba katılabilir hata ve Z, % 95 güven aralığı için standart normal sapma (1.96) olarak tanımlanır (Dervişoğlu, 2018).

“Bir sınıflandırmanın doğruluk derecesini temsil etmek için en sık kullanılan yöntem, bir $k \times k$ boyutlu hata matrisi oluşturmaktır” (Dervişoğlu, 2018; Mather ve diğ. 2011). “Hata matrisleri (Şekil 3.4) kategori bazında, bilinen referans veriler ile otomatik sınıflandırmanın sonuçları arasındaki ilişkiyi karşılaştırır” (Dervişoğlu, 2018).

		J= Sütunlar (Referans)			Kolon Toplamı
		1	2	k	n_{i+}
i= Satırlar (Sınıflandırma)	1	n_{11}	n_{12}	n_{1k}	n_{1+}
	2	n_{21}	n_{22}	n_{2k}	n_{2+}
	k	n_{k1}	n_{k2}	n_{kk}	n_{k+}
Sütun Toplamı		n_{+1}	n_{+2}	n_{+k}	n

Şekil 3. 4. Hata matrisi (Dervişoğlu,2018; Sunar vd. 2011)

“Tüm sınıflar için haritanın kolektif doğruluğu, doğru sınıflandırılmış piksellerin oranını hesaplayan genel doğruluk kullanılarak açıklanabilir” (Dervişoğlu, 2018; Anand ve Mohan, 2017). Genel doğruluk aşağıdaki eşitlik (3.3) şeklinde hesaplanabilir:

$$\text{Genel Doğruluk} = \frac{\sum_{j=1}^k n_{ij}}{\sum_{j=1}^k n_{+j}} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \quad (3.3)$$

3.2.1.5. Sayısal Arazi Modeli (SAM)

Yeryüzündeki herhangi bir nokta x, y ve z koordinatları tanımlanır. Yatay düzlemdeki koordinatları x ve y ile ifade edilirken z koordinatı yükseklik değerini ifade

etmektedir. Bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak tanımlanan coğrafi yüzeyle ilgili analizler sayısal yükseklik (SYM) veya sayısal arazi modelleri (SAM-DTM) olarak tanımlanmaktadır (Dervişoğlu, 2018; Yomralıoğlu, 2009)

Çalışmamızda Harita Genel müdürlüğünden temin edilen Sayısal arazi modelleri hem analizlerde hemde modelleme çalışmalarında kullanılmıştır.

3.2.1.6. Değişim Belirleme Analizi (Change Detection Analysis)

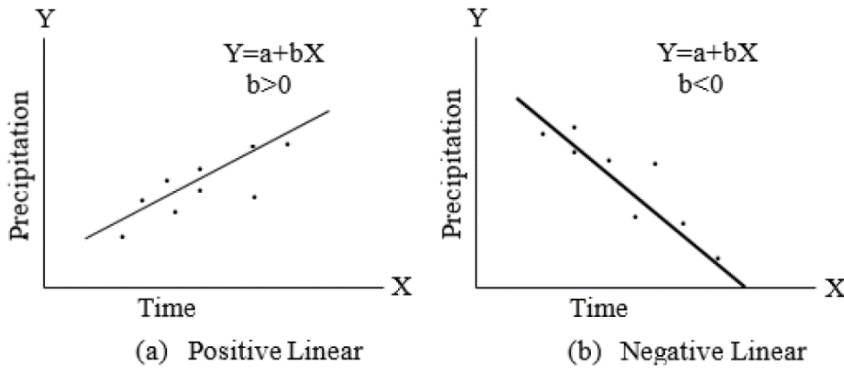
Değişim tespiti, bir nesnenin veya olgunun durumundaki farklılıkları, farklı zamanlarda gözlemleyerek belirleme sürecidir (D. Lu vd., 2004; Singh, 1989). Dünya'nın yüzey özelliklerinin değişiminin zamanında ve doğru bir şekilde tespit edilmesi, insan ve doğa olayları arasındaki ilişkileri ve etkileşimleri daha iyi anlamak ve kaynakları daha iyi yönetmek ve kullanmak için temel oluşturur (D. Lu vd., 2004). Bir bölgede değişim analizi yapılabilmesi için aynı mevsimsel dönemlerde ve aynı atmosferik koşulların gözlemlenmesi gerekmektedir (Dervişoğlu, 2018). Ayrıca sınıflandırma ve mekânsal çözünürlük değerlerinin benzer olması önem arz etmektedir (Dervişoğlu, 2018).

Bu çalışmada Uzaktan algılama teknikleri içerisinde çok sık kullanılan sınıflandırma sonrası değişim analizi-değişim matrisleri yöntemi uygulanmıştır. 1985-2018 yılları arasındaki süreçte arazi kullanımı/örtüsü üzerindeki değişimlerin değişim analizleri yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

3.2.2. Doğrusal Regresyon Analizi

Bir değişken değerinin başka değişken değerine veya değerlerine bağlı olacak şekilde tahmin edilmesi işlemi regresyon denklemlerinin belirlenmesiyle yapılır.

$y=a + bx$ şeklindeki regresyon denkleminde, b ile ifade edilen değer değişimin hangi yönde ve hangi miktarda olduğunu ifade etmektedir. Değerin pozitif olması artan bir değişim olduğunu, negatif olması azalan bir değişim olduğunu ifade etmektedir (Bacanlı ve Çukuroğlu, 2018; Beyazıt ve Yeğen, 2005).



Şekil 3. 5. Bağımlı ve Bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler (Taylan ve Aydın, 2018; DeLurgio, 1998)

Bir başka ifadeyle, Regresyon analizi, “aralarında sebep sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişkenin arasındaki ilişkiyi tespit etmeye yarar” (Cosun ve Karabulut, 2009). Ayrıca çalışma konusu ile ilgili kestirimler yapmak amacıyla matematiksel bir model ile karakterize edilen bir tekniktir (Cosun ve Karabulut, 2009; Şahinler, 2000). Lineer Regresyon testinde değerlerin normal şekilde dağıldığını varsayan parametrik bir testtir. X ve Y değişkenleri arasındaki ilişkiyi ve doğrusal bir trend var olup olmadığını test etmektedir (Cosun ve Karabulut, 2009).

Meteoroloji Bölge müdürlüğünden temin edilen veriler ile 1985-2018 yılları arasında kapsayan dönemde ortalama sıcaklık ve yağış verilerinden yararlanılarak Doğrusal Regresyon Analizi yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

3.2.3. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Analizi (SPI-SYİ)

SPI yağış analizi 1993 yılında geliştirilmiştir (McKee ve ark. 1993). SPI esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile eşitlik (3.4)’den elde edilir.

$$SPI = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (3.4)$$

Yukarıdaki eşitlikte verilen X_i : i yılda düşen yağış miktarını (mm), \bar{x} : ortalama yağış miktarını(yıl/mm), σ :standart sapma (mm) değerlerini ifade etmektedir (Kıymaz, 2011). Analiz farklı periyotlarda (ör: 3,6,9,12 ve 24 ay) yağışların zaman serilerini (en az 30 yıllık zaman dilimleri) dikkate alarak yağış açığı veya fazlasını ölçmektedir (Güngen, 2019). Bir kuraklık değerlendirmesi yapılırken SPI analizi sonucu bulunan indisin sürekli olarak negatif değerde kaldığı zaman periyodu “kurak dönem” olarak değerlendirilir

(McKee ve ark. 1995; Kıymaz, 2011). İndisin pozitif değere yükseldiği ay kuraklığın bittiğini ifade etmektedir (McKee ve ark. 1995; Kıymaz, 2011). SPI analizi ile kurak ve nemli dönemlerin belirli bir sınıflandırma şekli vardır. Aşağıdaki çizelge (3.3)'de bu sınıflandırmanın kategorilerini ifade etmektedir. Dolayısıyla bu analiz ile herhangi bir bölgedeki kurak ve nemli dönemlerin başlangıçları ve şiddetleri belirlenebilmekte ve kıyaslamaları yapılabilmektedir (Kıymaz, 2011).

Çizelge 3. 3. SPI indeks değerleri ve sınıflandırma

SPI	Kuraklık Sınıfı
$2 \leq$	Olağanüstü nemli
1.60-1.99	Aşırı nemli
1.30-1.59	Çok nemli
0.80-1.29	Orta nemli
0.51-0.79	Hafif nemli
0.50-(-0.50)	Normal
-0.50-(-0.79)	Hafif kurak
-0.80-(-1.29)	Orta kurak
-1.30-(-1.59)	Şiddetli kurak
-1.60-(-1.99)	Çok şiddetli kurak
$-2 \geq$	Olağanüstü kurak

Meteoroloji yağış verilerinden yararlanılarak 1985-2018 yılları arasındaki 34 yıllık dönem için SPI analizleri yapılmış ve kuraklık yönleri ve şiddetleri 5 ayrı periyotta (1, 3, 6, 9 ve 12 aylık) belirlenmiş sonuçları irdelenmiştir.

3.2.4. Hücresel Otomat-Markov Zincirleri

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak UA ve CBS yardımıyla herhangi bir bölgedeki zamansal değişimlerin analizleri yapmak ve gelecek yıllar ile alakalı öngörülerde bulunmak için pek çok modelleme teknikleri geliştirilmiştir. Literatürde de çok sık karşımıza çıkan ve yaygın kullanım olanağı olan modellerden bir tanesi de HO-Markov Zincirleri (Cellular–Automata-Marcov Chain)'dir.

Mevcut olasılıklar yardımıyla gelecek dönemlerin tahmin edilmesi Markov Zincirleri ile mümkün olmaktadır (Ateş vd. 2020; Timor, 2001). Markov yöntemi ile zamana bağlı olarak değişen arazi kullanımı/örtüsü tahmini yapılabilmekte ve aynı alanın

farklı zamanlardaki durumuna göre arazi örtüsü kategorileri arasında çapraz tablolama ve geçiş alanları geçiş olasılık matrisleri hesaplanabilmektedir. Bunun sonucunda arazi kullanımı/örtüsündeki değişimler belirlenebilmektedir (Ateş vd. 2020). Kısacası bu modellemeyle verilerdeki hücrelerin komşu hücrelerle ilişkisinden yola çıkılarak geçmiş dönemdeki davranışların gelecekte de devam edeceği düşünülür.

Hücreyel Otomat-Markov Zinciri zaman ve mekân arasındaki değişimin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında analiz edilmesini sağlar. Özellikle kentsel gelişim, arazi değişim süreçlerinin analizinde kullanılmaktadır (Ateş vd. 2020; Liu vd. 2005).

Markov zinciri; Belirli bir zaman diliminde arazi örtüsü haritalarının kullanımının önceki ve sonraki durumlarını ve miktarlarını belirler (Canpolat ve Dağlı, 2020; Mishra ve ark. 2014).

Markov zinciri aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir. Eşitlik (3.5);

$$s(t + 1) = p_{ij}X S(t)$$

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & p_{2n} \\ P_{n1} & P_{n2} & p_{nn} \end{pmatrix} \quad (3.5)$$

$$\text{and } \left(0 \leq P_{ij} < 1 \text{ and } \sum_{j=1}^N P_{ij} = 1, (i, j = 1, 2, \dots, n) \right)$$

Formüldeki $S(t)$, t zamanındaki sistemin durumudur. $S(t+1)$, zamandaki sistemin durumudur; $(t+1)$; P_{ij} ise bir durumdaki geçiş olasılığı matrisidir (Canpolat ve Dağlı, 2020; Al-sharif ve Pradhan, 2014).

Hücreyel Otomat (HO); “Uzayın hücrelere bölündüğü ve bu hücrelerin zamanla diğer hücrelerden etkilenecek farklı adımlarla ilerlediği üzerine kuruludur. Hücrelerin gelişmesinde çevresindeki hücrelerin etkisi kadar hücrenin kendi karakteristiği de önemlidir. Böylece karmaşık olan sistemler basit bir matematiksel yöntemle açıklanabilmektedir” (Canpolat ve Dağlı, 2020; Çağlıyan ve Dağlı, 2015). Arazi kullanım/örtüsü değişikliklerinin modellenmesinde sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Çünkü belirlenen geçiş kurallarına göre sonuç modeller verir (Canpolat ve Dağlı, 2020; Al-sharif ve Pradhan, 2014). HO aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir. Eşitlik (3.6);

$$S(t, t + 1) = f(S(t), N) \quad (3.6)$$

Burada S hücre niteliği, t mevcut zaman, t+1 gelecek zaman, N hücre alan ve f mekânda hücre durumlarının geçiş kuralını ifade etmektedir (Canpolat ve Dağlı, 2020; Al-sharif ve Pradhan, 2014).

Modelde süredurum katsayısı olarak ifade edilen algoritma, “belirli bir arazi kullanım türünün gelişme eğilimi makro taleple çelişiyorsa, katsayıyı, simülasyon esnasında dinamik olarak değiştirmektedir. Örneğin, gelecekteki durum daha fazla ekili arazi gerektiriyorsa ve simülasyon yinelemelerinde ekili arazinin miktarı azalırsa, ekili arazileri korumak ve diğer arazi kullanım türlerinin ekili araziye dönüştürülmesini teşvik etmek için süredurum katsayısını arttırmaktadır” (Canpolat ve Dağlı,2020). Süredurum katsayısı şu şekilde tanımlanır:

$$Intertia_k^t = \begin{cases} Intertia_k^{t-1} & \text{if } |D_k^{t-1}| \leq |D_k^{t-2}| \\ Intertia_k^{t-1} \times \frac{D_k^{t-2}}{D_k^{t-1}} & \text{if } D_k^{t-1} < D_k^{t-2} < 0 \\ Intertia_k^{t-1} \times \frac{D_k^{t-1}}{D_k^{t-2}} & \text{if } 0 < D_k^{t-2} < D_k^{t-1} \end{cases} \quad (3.7)$$

Burada t zamanı, k arazi sınıfını, D ise talebi ifade etmektedir (Canpolat ve Dağlı,2020; Liu ve ark., 2017). ”Kendinden Uyarlamalı Süredurum ve Rekabet Mekanizması Hücresel Otomati modelleme sürecinde arazi kullanım sınıflarının zamansal değişimleri Markov zincir sürecinde üretilen geçiş matrislerine dayalı olarak yönlendirilir” (Canpolat ve Dağlı, 2020; Liu ve ark., 2017). “Mekânsal değişimler HO model sürecinde geçiş potansiyeli haritaları, komşuluk ve yerel geçiş kurallarının konfigürasyonu ile kontrol edilmektedir”(Canpolat ve Dağlı, 2020; Liu ve ark., 2017).

“Dönüştürme ağırlığı ise belirli bir arazi sınıfının başka birine değişme zorluğunun kısa bir özetidir. Çalışma alanındaki tarihsel arazi kullanım verilerinin ve bölgesel uzman görüşlerinin analizine dayanılarak tahmin edilmektedir. Dönüşüm ağırlığı değeri 0 ile 1 arasında değişir” (Canpolat ve Dağlı, 2020; Liu ve ark., 2017).

“Olasılık, komşuluk etkisi, süredurum katsayısı ve dönüşüm ağırlığı göz önüne alındığında, belirli bir arazi kullanım türü tarafından işgal edilen bir hücrenin, birleşik olasılığı aşağıdaki denklem kullanılarak tahmin edilir” (Canpolat ve Dağlı, 2020; Liu ve ark. 2017);

$$TP_{p,k}^t = P_{p,k} \times \Omega_{p,k}^t \times Intertia_k^t \times (1 - SC_{c \rightarrow k}) \quad (3.8)$$

Yukardaki formülde “ $TP_{p,k}^t$ p hücrenin mevcut arazi kullanım tipinden, projeksiyon süresi olan t’de, hedef tip k’ya dönüşme olasılığını ifade eder” (Canpolat ve Dağlı, 2020;

Liu ve ark., 2017). “ $P_{p,k}$ p hücresi üzerinde arazi kullanım türü k'nin meydana gelme olasılığını belirtir; $K_{p,k}$ t, t yineleme zamanında arazi kullanım türü k'nin ızgara hücresi p üzerindeki komşuluk etkisini belirtir” (Canpolat ve Dağlı, 2020; Liu ve ark. 2017). “ $Inertia_k^t$ yineleme zamanında yani verilen yıllar ile tahmin edilmesi istenen yıllar arasında (t), arazi kullanım tipi'nin (k) süredurum katsayısını gösterir. Son olarak $(1-SC_{c \rightarrow k})$ orijinal arazi kullanım türü olan c'den hedef tür k'ya dönüşüm ağırlığını belirtir. Her yineleme süresi için birleştirilmiş olasılığı tahmin ettikten sonra, HO simülasyonu bir ızgara hücresinin dönüştürülüp dönüştürülmeyeceğini belirler. Dönüştürülürse, simülasyon bir sonraki yinelemede hangi arazi kullanım türünün ızgara hücresini işgal edeceğini belirler” (Canpolat ve Dağlı, 2020; Liu ve ark. 2017).

Markov Zincirlerinde modelleme yapılırken olasılık matrisi oluşturulmaktadır. “Geçiş olasılıkları matrisi, her bir arazi kullanımı/örtüsü sınıfının belirlenen zaman içinde diğer sınıflara değişim olasılığını gösterir. Geçiş alanı matrisi ise, bir zaman periyodunda her bir arazi kullanımı/örtüsü sınıfından diğerine değişimi beklenen piksel sayısıdır ve bu matris geçiş olasılık matrisinin baz alınan tarihteki arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının piksel sayısı ile çarpılmasıyla elde edilir” (Öztürk, 2013).

Geçiş olasılığı matrisi iki görüntünün (ör:2005-2015) çapraz tablosudur. Her bir arazi kullanımı/örtüsünün belirlenen bir zaman aralığında başka bir sınıfa dönüşeceği beklenen miktar veya olasılığı içerir. Satırlar ve Sütunlar önceki ve sonraki tarihli görüntülerin sınıflarını temsil eder. Markov zincirleri bir alandaki arazi kullanımı/örtüsü değişikliklerinin düzenini, davranışlarını ve frekanslarını belirleme konusunda oldukça faydalıdır (Mishra ve Rai, 2016).

Model doğrulaması tahmin edilen ile gerçek veya referans veri arasındaki uyuma/uyuşmazlık ölçme ve karşılaştırma sürecidir (Gidey ve ark. 2017; Verburg ve ark. 2006; Pontius ve Malanson, 2005). Referans alınan veriler, tahmin edilen arazi kullanımı/örtüsü verilerinden daha doğru bir veridir. Çünkü hiçbir model arazi kullanımı/örtüsü değişimlerini tam olarak tahmin edemez. Yapılan modellemenin doğruluğunun belirlenmesi kriteri Kappa değerleriyle analiz edilebilir. Kappa istatistiği referans veri ile tahmin edilen veri arasında doğrulama yapmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Gidey ve ark. 2017).

Çizelge 3.4'te verilen Nicelik bilgileri ile alakalı üç olası bilgi seviyesi vardır. Bunlar içinde n değeri bilgi olmadığı, m değeri orta düzeyde bilginin var olduğu ve p değeri ise eksiksiz/mükemmel bilgiye sahip olduğu anlamına gelmektedir (Fadhil ve

Kurban, 2022). Nicelik uyuşmama değerinin düşük çıkması uyuşumun başarılı olduğunun bir göstergesidir.

Görüntü analizi için kullanılan $K_{standart}$, $K_{location}$ ve K_{no} değerleri oluşturulan modelin doğruluğunun belirlenmesinde kullanılır. Tahmin gücü için yaklaşık %80 doğruluk elde edildiğinde model güçlü kabul edilir (Mammadov ve ark. 2019; Eastman, 2009).

Çizelge 3. 4. Kappa bileşenleri (Fadhil ve Kurban, 2022)

Bileşen Adı	Tanımı
<i>Nicelik Uyuşmama</i>	$P(p)-P(m)$
<i>Katman Uyuşmama</i>	$P(m)-K(m)$
<i>Hücre Uyuşmama</i>	$K(m)-M(m)$
<i>Hücre Uyuşması</i>	MAX [$M(m)-H(m),0$]
<i>Katman Uyuşması</i>	MAX [$H(m)-N(m),0$]
<i>Nicelik Uyuşması</i>	Eğer $MIN [N(n), N(m), H(m), M(m)] = N(n)$ ise $MIN [N(m)-N(n), H(m)-N(n), M(m)-N(n)]$, değilse 0
<i>Şans Uyuşması</i>	$MIN [N(n), N(m), H(m), M(m)]$

Çalışma alanında Ereğli ilçe merkezinin ve çevresinin 1985 yılından 2018 yılına kadar geçen zaman diliminde coğrafi yöneliminin tespiti ve şehirleşme anlamında hangi yöne doğru gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca yapılan modellemede geçiş olasılıkları matrisleri, model doğrulamaları yapılmış ve gelecek yıllar için (2030-2040) gelişimin tahmin modellemeleri oluşturulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Havza bazında arazi kullanımı/örtüsü değişim analizi

Çalışmada Konya Havzasının 9 alt havzasından biri olan ve 605693 ha'lık geniş bir yüz ölçüme sahip Ereğli-Bor Alt havzasında arazi kullanımı/örtüsü'nün 1985 yılından itibaren 5'er yıllık periyotlar halinde 2018 yılına kadarki değişimi Landsat uydu verileri (Çizelge 4.1) ile incelenmiş, piksel tabanlı kontrollü sınıflandırma, doğruluk analizleri ve değişim analizleri yapılmış ve sonuçlarına yer verilmiştir. Landsat uydu görüntüleri belirlenirken yaz aylarındaki birbirine yakın tarihli görüntüler ve bulutsuz görüntüler seçilmiştir. Bölge CORINE verilerinden yararlanılarak *Mera Alanları*, *Tarım Alanları*, *Orman Alanları*, *Su Alanları* ve *Yapay Bölgeler* olmak üzere 5 temel eğitim alanına ayrılmış olup, kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanmıştır.

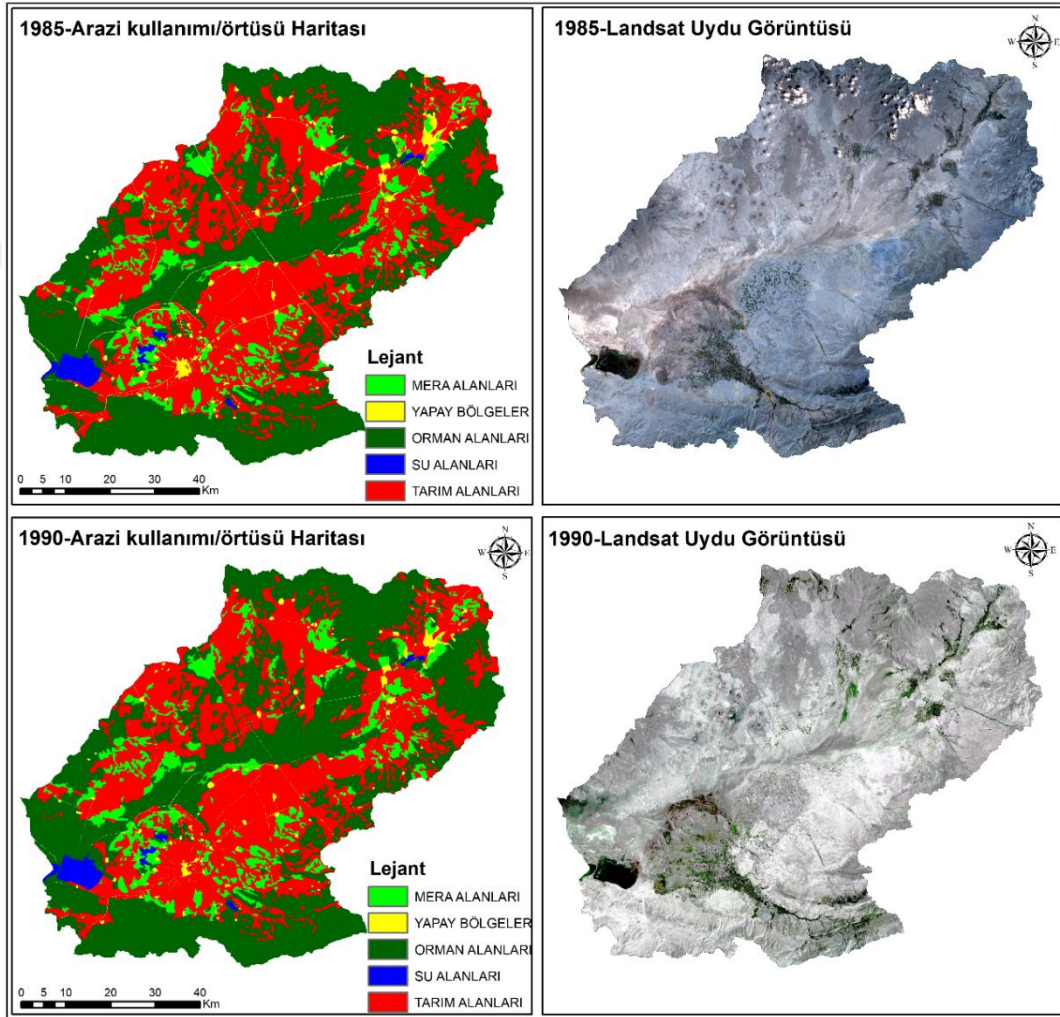
Çalışma alanının büyük bir bölgeyi kapsamamasından dolayı sınıflandırma işlemleri için eğitim alanları ayrı ayrı örtü tipinde kesilerek maskeleme yapılmış, En Çok Benzerlik Sınıflandırma (Maximum Likelihood) Yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Daha sonra arazi örtü tipine göre eğitim alanları (Thematic Recode-Overlay Process) birleştirilmiştir. Tüm bu işlemlerin ardından yapılan sınıflandırma işlemlerinin ne ölçüde güvenilir olduğu doğruluk analizleri ve kapa istatistikleri ile doğrulanmış, hata matrisleri oluşturulmuştur. Bölgede 1985-2018 yılları arasındaki arazi değişimleri Değişim Analizi (Change Detection) ile tespit edilmiş, sonuçlar irdelenmiştir.

Çizelge 4.1. Landsat uydu görüntüleri

Görüntü Tarihi	Uydular
22.08.1985	Landsat 5 TM
19.07.1990	Landsat 5 TM
2.08.1995	Landsat 5 TM
14.07.2000	Landsat 5 TM
12.07.2005	Landsat 5 TM
21.06.2009	Landsat 5 TM
24.07.2015	Landsat 8 OLI/TIRS
17.08.2018	Landsat 8 OLI/TIRS

4.1.1. 1985-1990 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü

Çalışmada her yıl için uydu görüntüleri, arazi kullanımı/örtüsü haritaları, doğruluk değerleri ve kappa istatistikleri hesaplanmıştır. Söz konusu yıllar kıyaslama yapabilmek için ikili gruplar halinde verilmiştir. 1985-1990 yılı arazi kullanımı/örtüsü, doğruluk değerleri ve kappa istatistikleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.1)-(Çizelge 4.2).



Şekil 4. 1. 1985-1990 arazi kullanımı/örtüsü

Eğitim alanları incelendiğinde;

1985 yılı için, en çok alanı 279607 ha (%46.1) ile Orman alanları oluşturmaktadır. Tarım alanları 248978 ha (%41.1), Mera alanları 59991.8 ha (%9.9), ulaşım ağları, maden çıkarım sahaları, spor alanları dahil yapay bölgeler ise 10431 ha (%1.7) ve baraj, göl, bataklık gibi alanları kapsayan Sulak alan ise 7248 ha (%1.2) şeklinde oluşmaktadır.

1990 yılında ise, Orman Alanları 272714 ha (%45), Tarım Alanları 255287 ha (%42), Mera Alanları 55503 ha (%9.2), Yapay Bölgeler 15159 ha (%2,5), Su Alanları ise

7597 ha (%1.3) şeklinde hesaplanmıştır. İlk 5 yıllık periyot incelendiğinde, Orman ve mera alanlarında azalma yapay bölgeler sınıfında ise artış gözlemlenmiştir.

1985-1990 yılları için ayrı ayrı oluşturulan doğruluk değerleri ve kappa istatistik değerleri Çizelge 4.2 de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 1985 yılı için doğruluk değeri %98,00 kappa değeri 0,9704 olarak bulunurken 1990 yılı için doğruluk değeri % 96,33 kappa değeri 0,9455 olarak bulunmuştur. Ayrıca eğitim alanlarının ayrı ayrı kappa değerlerinde Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 1985-1990

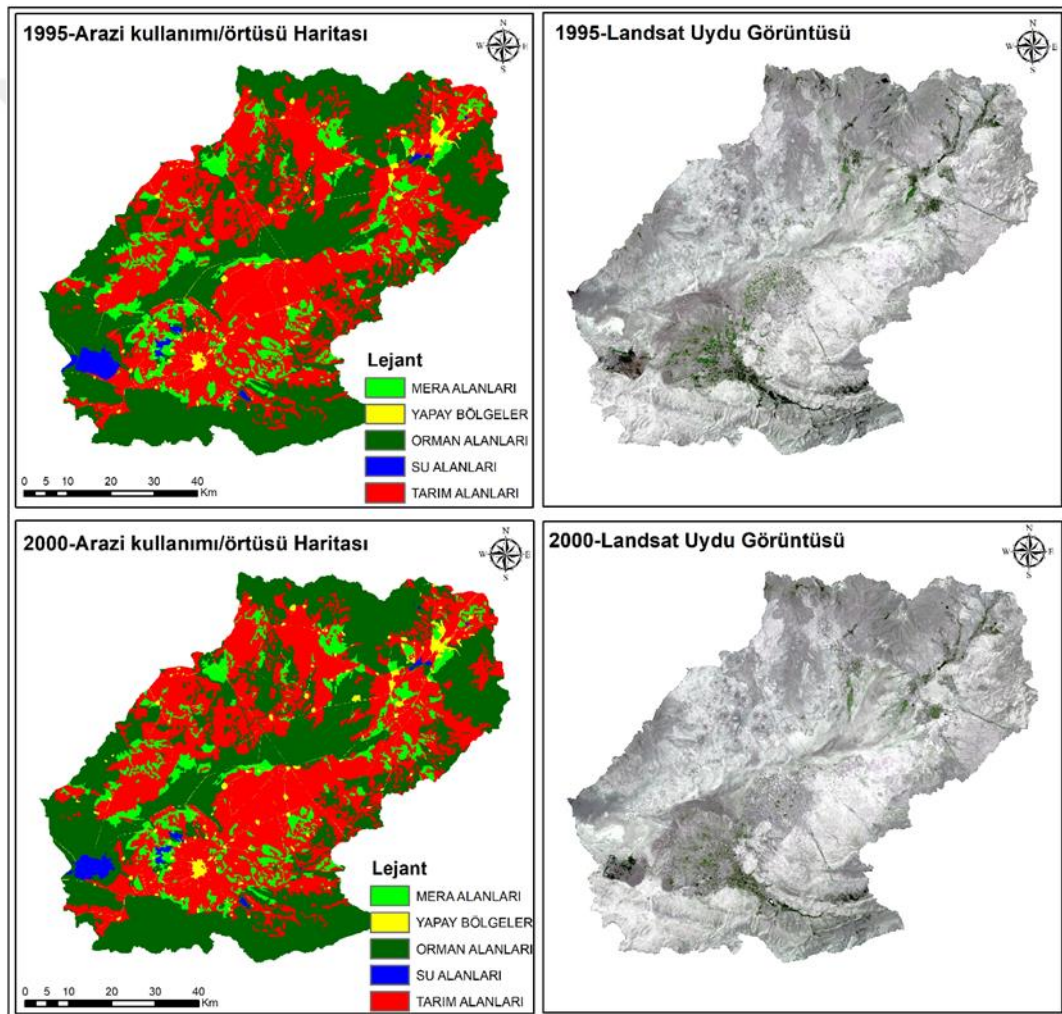
		Referans Veri					Sınıflandırılmış Toplam	Yapımcı Doğruluğu
Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler			
1985 Yılı	Orman Alanları	123	0	0	0	0	123	96.85%
	Tarım Alanları	4	106	0	0	0	110	98.15%
	Mera Alanları	0	2	34	0	0	36	100.00%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	0	0	0	16	16	100.00%
	Referans Toplam	127	108	34	15	16	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 98.00%	
	Kullanıcı Doğruluğu	100.00%	96.36%	94.44%	100.00%	100.00%	Genel Kappa İstatistiği 0.9704	
		Referans Veri					Sınıflandırılmış Toplam	Yapımcı Doğruluğu
Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler			
1990 Yılı	Orman Alanları	119	1	0	0	0	120	95.97%
	Tarım Alanları	4	109	0	0	0	113	94.78%
	Mera Alanları	0	1	33	0	0	34	100.00%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	1	4	0	0	13	18	100.00%
	Referans Toplam	124	114	33	15	13	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 96.33%	
	Kullanıcı Doğruluğu	99.17%	96.46%	97.06%	100.00%	72.22%	Genel Kappa İstatistiği 0.9455	

Çizelge 4.3. Kappa istatistik değerleri 1985-1990

	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler
1985 yılı Kappa (k)	1.000	0.9432	0.9373	1.000	1.000
1990 yılı Kappa (k)	0.9858	0.9426	0.9670	1.000	0.7096

4.1.2. 1995-2000 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü

1995-2000 yılı arazi kullanımı/örtüsü, doğruluk değerleri ve kappa istatistikleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.2) (Çizelge 4.4).



Şekil 4. 2. 1995-2000 arazi kullanımı/örtüsü

Eğitim alanları incelendiğinde;

1995 yılında arazi kullanımı/örtüsü sınıflarından Mera alanları 59700 ha (%9.8), Yapay bölgeler 12835 ha (%2.1), Orman alanları 270503 ha (%44.6), Su alanları 7354 ha (%1.2), Tarım alanları ise 255870 ha (42.2) alanı kaplamaktadır.

2000 yılında ise, Mera alanları 54398 ha (%9), Yapay bölgeler 13502 ha(%2.2), Orman alanları 272759 ha (%45), Su alanları 5880 ha (%1) son olarak Tarım alanları 259716 ha (%42.8) alanı kaplamaktadır. İkinci 5 yıllık periyotta da yapay bölgeler sınıfında artış mera alanlarında azalış orman alanlarında değişimin çok az olduğu sonuçlardan görölmektedir.

1995-2000 yılları için doğruluk değerleri ve kappa istatistik değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. 1995 yılı için doğruluk değerleri % 96,67 kappa değerleri 0,9511 olarak hesaplanırken, 2000 yılı için doğruluk değerleri %96,67 kappa değerleri 0,9507 şeklinde hesaplanmıştır. Ayrıca eğitim alanlarının her sınıf için kappa istatistik değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 1995-2000

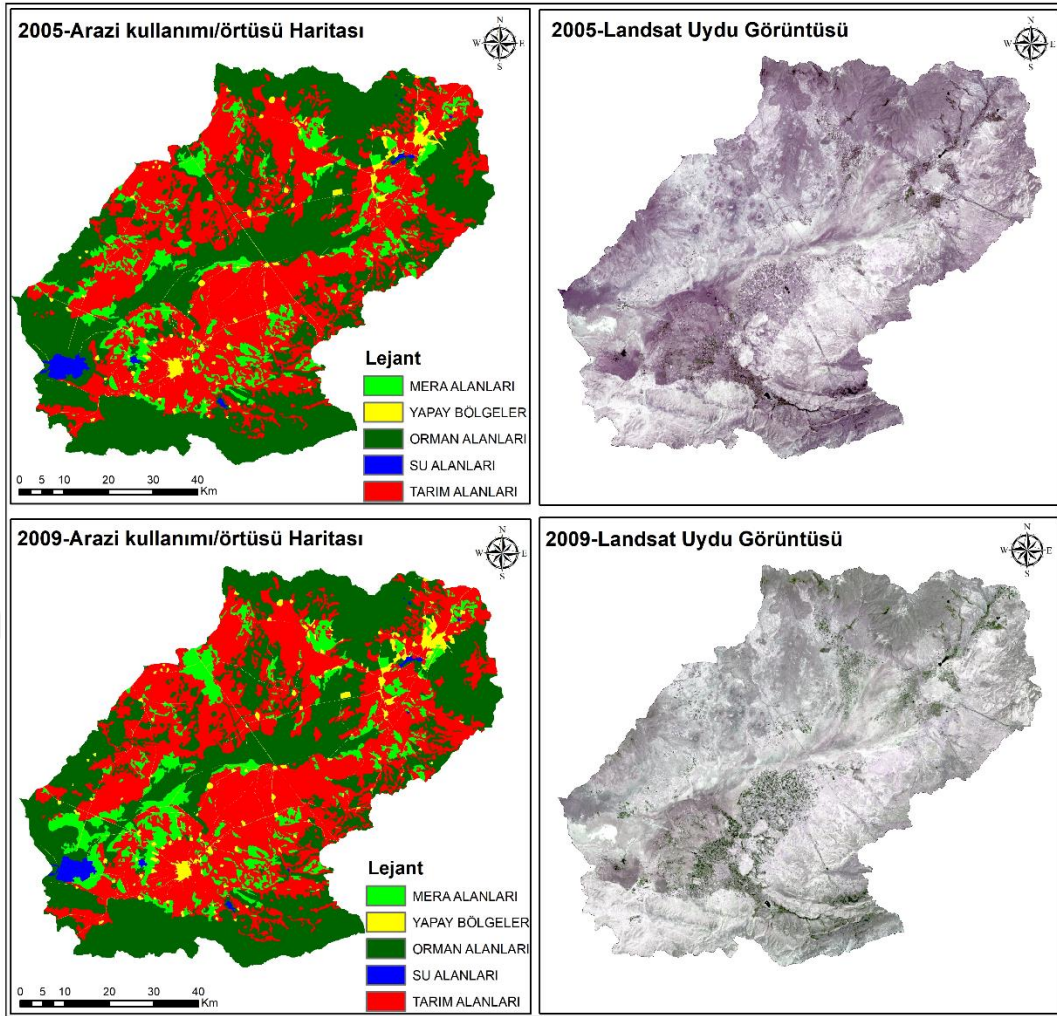
	Referans Veri					Sınıflandırılmış Toplam	Yapımcı Doğruluğu	
	Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
1995 Yılı	Orman Alanları	115	2	2	0	0	119	98.29%
	Tarım Alanları	1	110	0	0	2	113	96.49%
	Mera Alanları	1	2	33	0	0	36	94.29%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	0	0	0	17	17	89.47%
	Referans Toplam	117	114	35	15	19	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 96.67%	
	Kullanıcı Doğruluğu	96.64%	97.35%	91.67%	100.00%	100.00%	Genel Kappa İstatistiği 0.9511	
2000 Yılı	Referans Veri					Sınıflandırılmış Toplam	Yapımcı Doğruluğu	
	Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
	Orman Alanları	117	2	0	0	0	119	96.69%
	Tarım Alanları	3	111	0	0	0	114	96.52%
	Mera Alanları	1	1	32	0	0	34	94.12%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	1	2	0	15	18	100.00%
Referans Toplam	121	115	34	15	15	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 96.67%		
Kullanıcı Doğruluğu	98.32%	97.37%	94.12%	100.00%	83.33%	Genel Kappa İstatistiği 0.9507		

Çizelge 4.5. Kappa istatistik değerleri 1995-2000

	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler
1995 yılı Kappa (k)	0.9449	0.9572	0.9057	1.000	1.000
2000 yılı Kappa (k)	0.9718	0.9573	0.9337	1.000	0.8246

4.1.3. 2005-2009 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü

Ereğli-Bor havzasının 2010 yılı yaz aylarındaki Landsat görüntülerinde bazı bölgelerde bulutlanma olmasından kaynaklı görüntü kalitesi düşük olduğu için 2009 yılı görüntülerinden yararlanılmıştır. 2005-2009 yılı arazi kullanımı/örtüsü, doğruluk değerleri ve kappa istatistikleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.3) (Çizelge 4.6).



Şekil 4. 3.2005-2009 arazi kullanımı/örtüsü

Eğitim alanları incelendiğinde;

2005 yılı arazi kullanımı/örtüsünde Mera alanları 54310 ha (%9), Yapay bölgeler 15928 ha (%2.6), Orman alanları 274101ha (%45), Su alanları 4923 ha (%0.8), Tarım alanları ise 256998 ha'lık (%42) alanı kaplamakta olduğu tespit edilmiştir.

2009 yılında ise Mera alanları 61669 ha (%10), Yapay bölgeler 17228 ha (%2.8), Orman alanları 259953 ha (%43), Su alanları 4734 ha (%0.8), Tarım alanları 262680 ha (%43) alanı kapladığı tespit edilmiştir. 2005-2009 yılını kapsayan bu periyotta diğer periyotlarda olduğu gibi Orman alanları sınıfında azalış, Yapay bölgeler sınıfında artış, su alanlarındaki azalışlar devam etmiştir.

2005-2009 yılları arasında hesaplanan doğruluk değerleri ve kappa istatistik sonuçları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. 2005 yılı için doğruluk değeri % 96,67 kappa değeri 0.9510 olarak hesaplanmıştır. 2009 yılı için doğruluk değeri %97.00 kappa değeri 0.9566

olarak hesaplanmıştır. Yine diğer yıllarda olduğu gibi her sınıf için ayrıca kappa istatistik değerleri hesaplanmış Çizelge 4.7’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.6. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 2005-2009

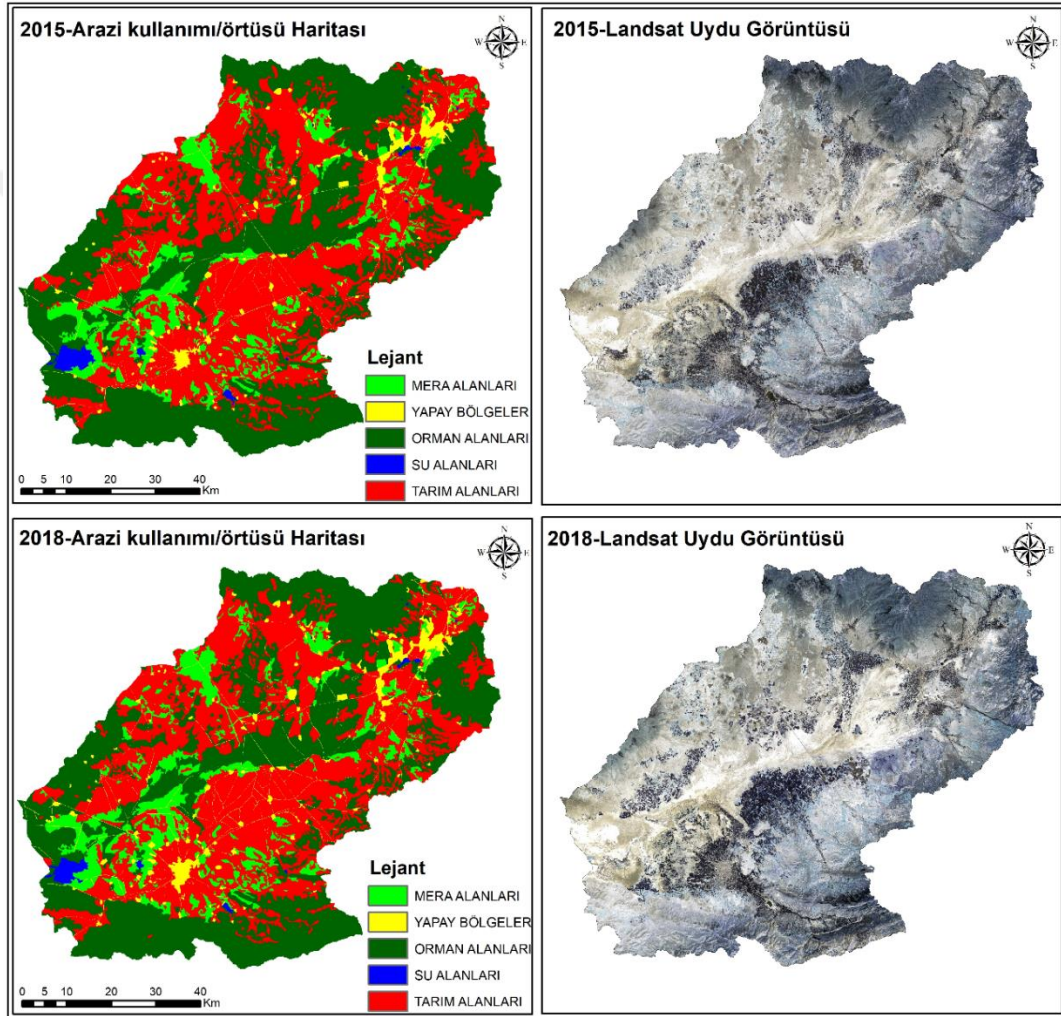
	Referans Veri					Sınıflandırılmış Toplam	Yapımcı Doğruluğu	
	Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
2005 Yılı	Orman Alanları	115	3	0	0	1	119	98.29%
	Tarım Alanları	0	112	0	0	1	113	96.55%
	Mera Alanları	0	1	33	0	0	34	94.29%
	Sulak Alanlar	1	0	0	14	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	1	0	2	0	16	17	88.89%
	Referans Toplam	117	116	35	14	18	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 96.67%	
	Kullanıcı Doğruluğu	96.64%	99.12%	97.06%	93.33%	84.21%	Genel Kappa İstatistiği 0.9510	
2009 Yılı	Referans Veri					Classified Totals	Producer's Accuracy	
	Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
	Orman Alanları	110	3	0	0	0	113	98.21%
	Tarım Alanları	2	110	2	0	1	115	96.49%
	Mera Alanları	0	0	37	0	0	37	94.87%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	1	0	0	19	20	95.00%
Referans Toplam	112	114	39	15	20	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 97.00%		
Kullanıcı Doğruluğu	97.35%	95.65%	100.00%	100.00%	95.00%	Genel Kappa İstatistiği 0.9566		

Çizelge 4.7. Kappa istatistik değerleri 2005-2009

	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler
2005 yılı Kappa (k)	0.9449	0.9856	0.9667	0.9301	0.8320
2009 yılı Kappa (k)	0.9576	0.9299	1.000	1.000	0.9464

4.1.4. 2015-2018 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü

Tez çalışması 1985-2018 yılları arasında sınırlı tutulduğu için son periyotta 2015-2018 yılları arasındaki arazi kullanımı/örtüsü haritaları oluşturulmuştur. 2015-2018 yılları için doğruluk değerleri ve kappa istatistikleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.4) (Çizelge 4.8).



Şekil 4. 4. 2015-2018 arazi kullanımı/örtüsü

Eğitim alanları incelendiğinde;

2015 yılı için oluşturulan arazi kullanımı/örtüsünde Mera alanları 61913 ha (%10), Yapay bölgeler 20268 ha (% 3,3), Orman alanları 259423 ha (% 42,8), Su alanları 4961 ha (% 0,8), Tarım alanları ise 259694 ha (% 42,8) olarak tespit edilmiştir.

2018 yılında ise Mera alanları 67696 ha (% 11,2), Yapay bölgeler 25169 ha (% 4,2), Orman alanları 252115 ha (% 41,6), Su alanları 3904 ha (% 0,6), Tarım alanları 257381 ha (% 42,5) alanı kapladığı tespit edilmiştir. 2015-2018 yılında Orman alanları sınıfında azalış, Yapay bölgeler sınıfında artış, su alanlarındaki azalışlar devam etmiştir.

2015-2018 yılları arasında hesaplanan doğruluk değerleri ve kappa istatistik sonuçları Çizelge 4.8’de sunulmuştur. 2015 yılı için doğruluk değeri %97,33 kappa değeri 0,9615 olarak hesaplanmıştır. 2018 yılı için doğruluk değeri % 97,00 kappa değeri 0,9570 olarak hesaplanmıştır. Her eğitim alanlarına ait kappa istatistik değerleri hesaplanmış Çizelge 4.9’da yer verilmiştir.

Çizelge 4.8. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri 2015-2018

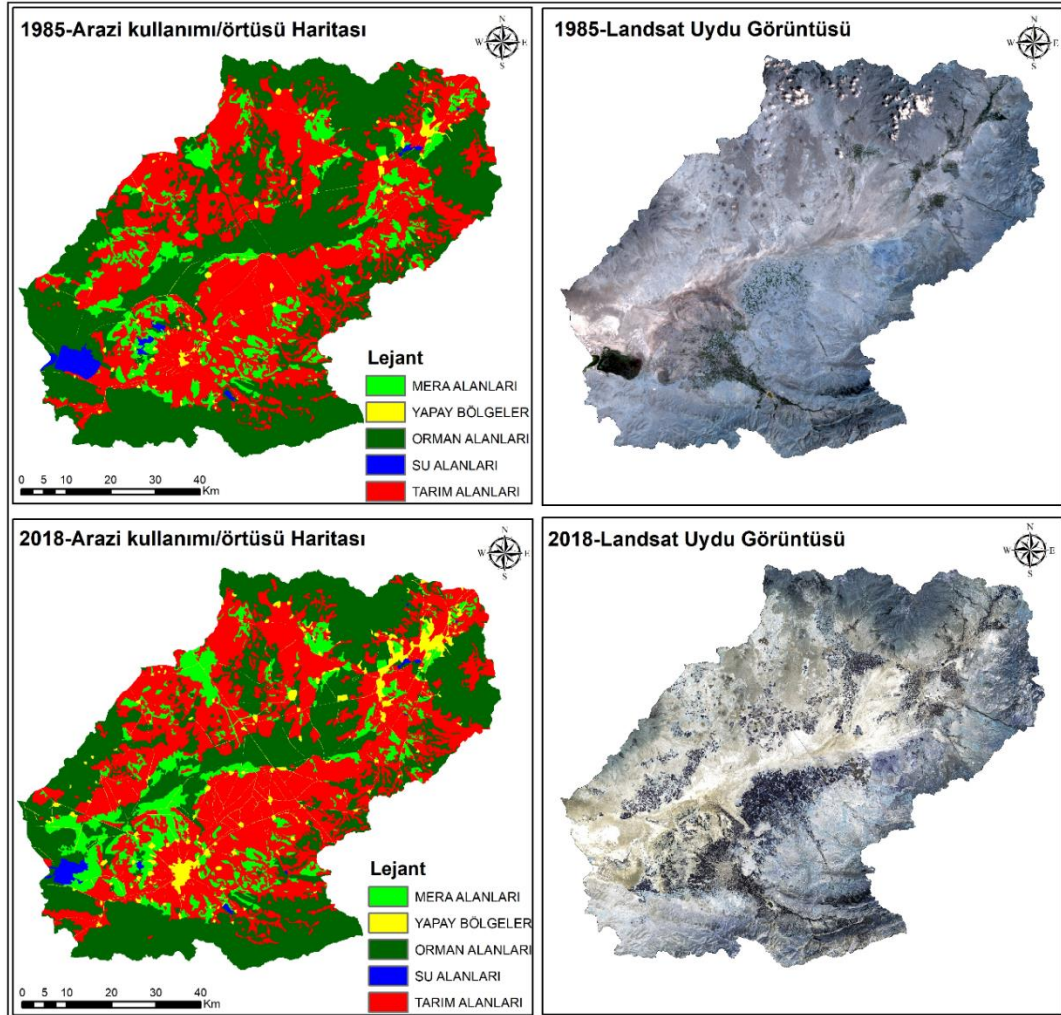
	Referans Veri					Sınıflandırılmış Toplam	Yapımcı Doğruluğu	
	Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
2015 Yılı	Orman Alanları	110	2	1	0	0	113	99.10%
	Tarım Alanları	1	111	1	0	1	114	96.52%
	Mera Alanları	0	2	35	0	0	37	94.59%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	0	0	0	21	21	95.45%
	Referans Toplam	111	115	37	15	22	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 97.33%	
Kullanıcı Doğruluğu	97.35%	97.37%	94.59%	100.00%	100.00%	Genel Kappa İstatistiği 0.9615		
	Reference Data					Sınıflandırılmış Toplam	Yapımcı Doğruluğu	
	Sınıflandırılmış Veri	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
2018 Yılı	Orman Alanları	108	2	0	0	0	110	97.30%
	Tarım Alanları	2	109	0	0	1	112	95.61%
	Mera Alanları	1	2	37	0	0	40	100.00%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	1	0	0	22	23	95.65%
	Referans Toplam	111	114	37	15	23	Genel Sınıflandırma Doğruluğu 97%	
Kullanıcı Doğruluğu	98.18%	97.32%	92.50%	100.00%	95.65%	Genel Kappa İstatistiği 0.9570		

Çizelge 4.9. Kappa istatistik değerleri 2015-2018

	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler
2015 yılı Kappa (k)	0.9579	0.9573	0.9383	1.000	1.000
2018 yılı Kappa (k)	0.9711	0.9568	0.9144	1.000	0.9529

4.1.5. 1985-2018 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü

1985-2018 yılları arasındaki 34 yıllık zaman aralığında arazi kullanımı/örtüsündeki haritası ve doğruluk değerleri ile kappa istatistikleri bulunmuş ve aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4.5) (Çizelge 4.10).



Şekil 4. 5. 1985-2018 arazi kullanımı/örtüsü

Eğitim alanları incelendiğinde;

1985 yılı için oluşturulan arazi kullanımı/örtüsünde Mera alanları 59991 ha (% 9,9), Yapay bölgeler 10431 ha (% 1,7), Orman alanları 279607 ha (% 46,1), Su alanları 7248 ha (% 1,2), Tarım alanları ise 248978 ha (% 41,1) olarak tespit edilmiştir.

2018 yılında ise Mera alanları 67696 ha (% 11,2), Yapay bölgeler 25169 ha (% 4,2), Orman alanları 252115 ha (% 41,6), Su alanları 3904 ha (% 0,6), Tarım alanları 257381 ha (% 42,5) alanı kapladığı tespit edilmiştir. 2015-2018 yılında Orman alanları sınıfında azalış, Yapay bölgeler sınıfında artış, su alanlarındaki azalışlar devam etmiştir.

1985-2018 yılları arasında hesaplanan doğruluk değerleri ve kapa istatistik sonuçları izelge 4.10'da sunulmuştur. 1985 yılı için doğruluk değerleri % 98,00 kapa değerleri 0,9704 olarak hesaplanmıştır. 2018 yılı için doğruluk değerleri % 97,00 kapa değerleri 0,9570 olarak hesaplanmıştır. Her eğitim alanlarına ait kapa istatistik değerleri hesaplanmış izelge 4.11'de yer verilmiştir.

Çizelge 4.10. Genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri

	Reference Data					Classified Totals	Producer's Accuracy	
	Classified Data	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
1985 Year	Orman Alanları	123	0	0	0	0	123	96.85%
	Tarım Alanları	4	106	0	0	0	110	98.15%
	Mera Alanları	0	2	34	0	0	36	100.00%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	0	0	0	16	16	100.00%
	Reference Totals	127	108	34	15	16	Overall Classification Accuracy 98.00%	
User's Accuracy	100.00%	96.36%	94.44%	100.00%	100.00%	Overall Kappa Statistics 0.9704		
	Reference Data					Classified Totals	Producer's Accuracy	
	Classified Data	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler		
2018 Year	Orman Alanları	108	2	0	0	0	110	97.30%
	Tarım Alanları	2	109	0	0	1	112	95.61%
	Mera Alanları	1	2	37	0	0	40	100.00%
	Sulak Alanlar	0	0	0	15	0	15	100.00%
	Yapay Bölgeler	0	1	0	0	22	23	95.65%
	Reference Totals	111	114	37	15	23	Overall Classification Accuracy 97.00%	
User's Accuracy	98.18%	97.32%	92.50%	100.00%	95.65%	Overall Kappa Statistics 0.9570		

Çizelge 4.11. Kappa istatistik değerleri

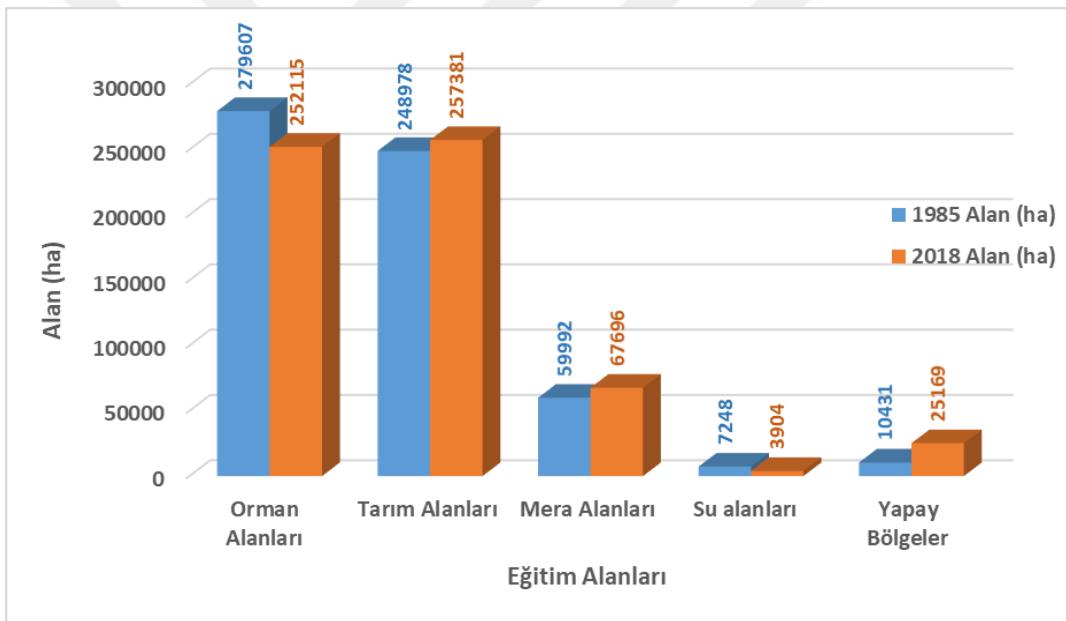
	Orman Alanları	Tarım Alanları	Mera Alanları	Sulak Alanlar	Yapay Bölgeler
1985 yılı Kappa (k)	1.000	0.9432	0.9373	1.000	1.000
2018 yılı Kappa (k)	0.9711	0.9568	0.9144	1.000	0.9529

34 yıllık zaman dilimindeki arazi kullanımı/örtüsü değişimlerini ve farklarını gösteren değerler Çizelge 4.12' de ve grafik olarak Şekil 4.6'da verilmiştir. Çizelgeler ve grafik incelendiğinde Orman alanlarında 27492 ha (%4,5) azalma, Tarım alanlarında 8403 ha (%1,4) artış, Mera alanlarında 7704 ha (%1,3) artış Sulak alanlarda 3344 ha

(%0,6) azalış ve son olarak Yapay bölgeler sınıfında 14738 ha (%2,5) artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.12. Havzanın arazi kullanımı/örtüsü değişimi (Aydın ve Durduran, 2021)

Eğitim Alanları	1985		2018		Farklar	
	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%	Alan(ha)	%
Orman Alanları	279607	46.1	252115	41.6	-27492	-4.5
Tarım Alanları	248978	41.1	257381	42.5	8403	1.4
Mera Alanları	59992	9.9	67696	11.2	7704	1.3
Su alanları	7248	1.2	3904	0.6	-3344	-0.6
Yapay Bölgeler	10431	1.7	25169	4.2	14738	2.5



Şekil 4. 6. 1985-2018 arazi kullanımı/örtüsü alansal değişimi (Aydın ve Durduran, 2021)

4.1.6. 1985-2018 değişim belirleme analizi (Change Detection)

Arazi sınıflarının zamansal değişimleri ve sınıflar arası değişim değerleri aşağıda sıralanmıştır. Ayrıca arazi kullanımı/örtüsü değişim matrisi Çizelge 4.13 ve değişim analizi Çizelge 4.14 üzerinde gösterilmiştir.

Mera alanlarından diğer sınıflara değişimler;

Bölgede 3083 ha'lık alan yapay bölgeler sınıfına, 6564 ha'lık alan Orman alanlarına, 34,74 ha'lık alan Su alanlarına, 10236 ha'lık alan Tarım alanına dönüşmüştür. 34 yıllık zaman diliminde mera alanlarında 7704 ha'lık artış gerçekleşmiştir (Aydın ve Durduran, 2021).

Yapay bölgeler sınıfından diğer sınıflara değişimler;

Yapay bölgelerden 383 ha'lık alan Mera alanlarına, 283 ha alan Orman alanlarına, 4 ha'lık alan Su alanlarına ve son olarak 1211 ha'lık alan Tarım alanlarına dönüşmüştür. 34 yıllık zaman diliminde yapay bölgeler sınıfında yaklaşık 14736 ha'lık artış gerçekleşmiştir (Aydın ve Durduran, 2021).

Orman alanları sınıfından diğer sınıflara değişimler;

16484 ha alan mera alanlarına 4768 ha alan yapay bölgeler sınıfına, 149 ha alan su alanlarına, 20836 ha'lık alan tarım alanlarına dönüşmüştür. 34 yıllık zaman diliminde orman alanları sınıfında 27496 ha azalma gerçekleşmiştir (Aydın ve Durduran, 2021).

Su alanları sınıfından diğer sınıflara değişimler;

2680 ha alan mera alanlarına, 107 ha alan yapay bölgeler sınıfına, 617 ha alan orman alanları sınıfına, 203 ha alan tarım alanları sınıfına dönüşmüştür. 34 yıllık zaman diliminde sulak alan sınıfında 3344 ha azalma gerçekleşmiştir (Aydın ve Durduran, 2021).

Tarım alanları sınıfından diğer sınıflara değişimler;

8075 ha alan mera alanlarına sınıfına, 8658 ha alan yapay bölgeler sınıfına 7277 ha alan orman alanları sınıfına, 74.52 ha alan su alanları sınıfına dönüşmüştür. 34 yıllık zaman diliminde tarım alanları sınıfında 8401 ha artış gerçekleşmiştir (Aydın ve Durduran, 2021). Değişim analizi sonucunda elde edilen tablo ve harita aşağıda gösterilmiştir. Tüm bu değişimlerin daha iyi anlaşılması için değişim haritası oluşturulmuş ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. 1985-2018 yılları arasındaki arazi kullanımı/örtüsü değişim matrisi

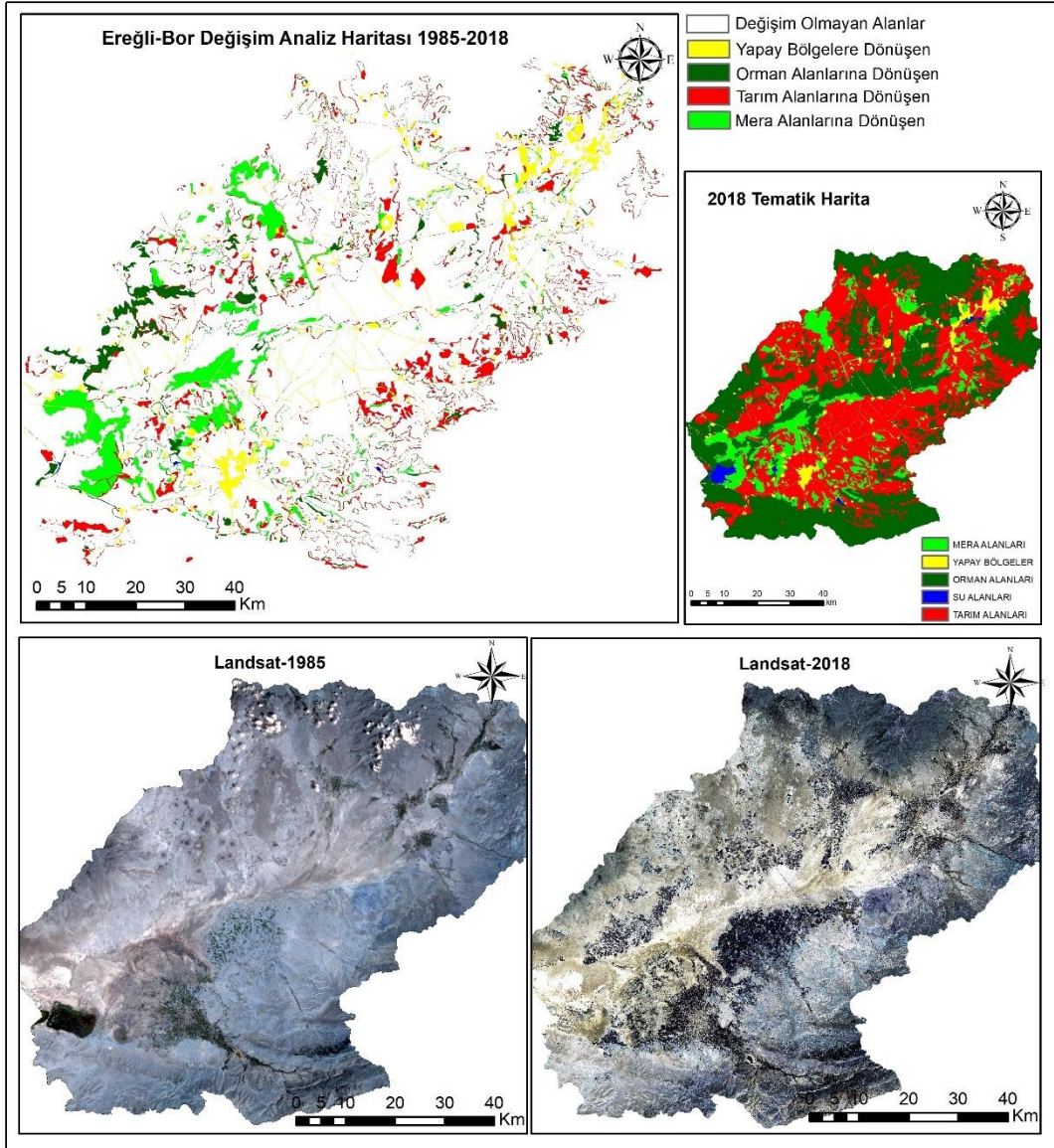
1985_yılı AK/AÖ	2018_yılı AK/AÖ					1985 Toplam (ha)
	Mera Alanları	Yapay bölgeler	Orman Alanları	Su Alanları	Tarım Alanları	
Mera Alanları	40072.14	3083.94	6564.15	34.74	10236.78	59991.75
Yapay Bölgeler	383.4	8548.29	283.68	4.5	1211.58	10431.45
Orman Alanları	16484.4	4768.29	237363.12	149.94	20836.08	279601.83
Su Alanları	2680.47	107.91	617.13	3639.96	203.04	7248.51
Tarım Alanları	8075.34	8658.99	7277.49	74.52	224890.92	248977.26
2018 Toplam (ha)	67695.75	25167.42	252105.57	3903.66	257378.4	
Toplam dönüşüm	7704.00	14735.97	-27496.26	-3344.85	8401.14	

*Değişim olmayan alanlar altı çizgili olarak gösterilmiştir.

*Çizelge'nin oluşturulması sürecinde (Altürk, 2017) çalışmasından yararlanılmıştır.

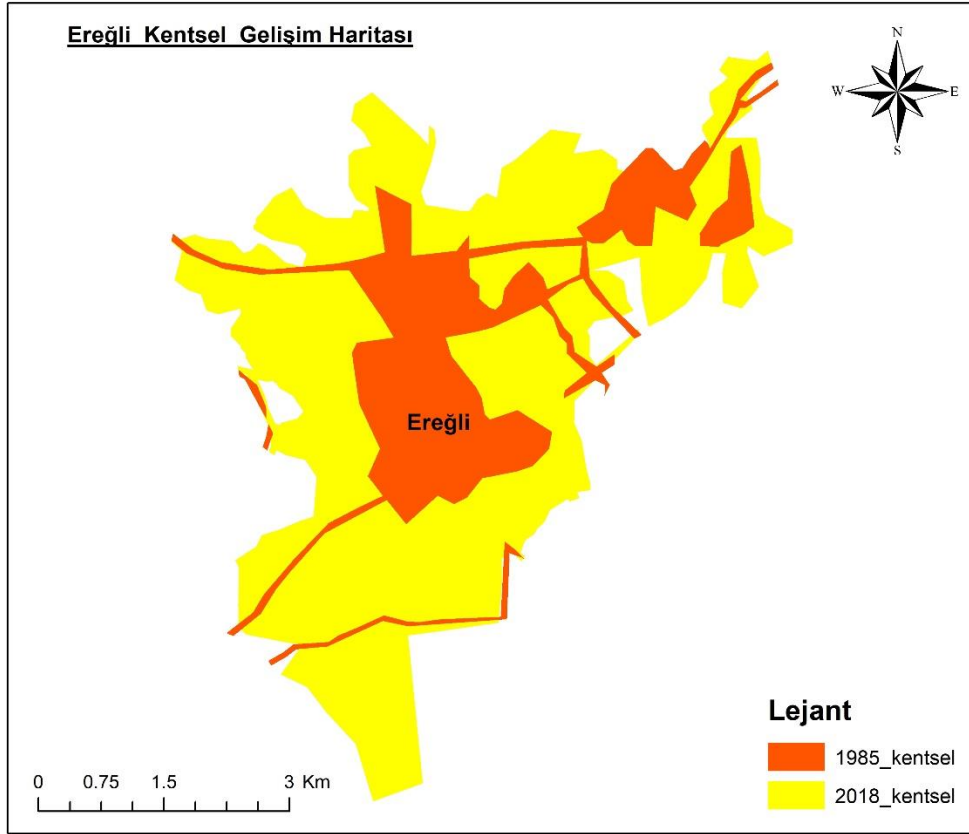
Çizelge 4.14. 1985-2018 arazi kullanımı/örtüsü değişim değerleri tablosu

1985		2018		Değişim(ha)
Mera Alanları	>	Mera Alanları		40072
Mera Alanları	>	Yapay Bölgeler		3083
Mera Alanları	>	Orman Alanları		6564
Mera Alanları	>	Su Alanları		35
Mera Alanları	>	Tarım Alanları		10236
Yapay Bölgeler	>	Mera Alanları		383
Yapay Bölgeler	>	Yapay Bölgeler		8548
Yapay Bölgeler	>	Orman Alanları		283
Yapay Bölgeler	>	Su Alanları		5
Yapay Bölgeler	>	Tarım Alanları		1211
Orman Alanları	>	Mera Alanları		16484
Orman Alanları	>	Yapay Bölgeler		4768
Orman Alanları	>	Orman Alanları		273363
Orman Alanları	>	Su Alanları		150
Orman Alanları	>	Tarım Alanları		20836
Su Alanları	>	Mera Alanları		2680
Su Alanları	>	Yapay Bölgeler		107
Su Alanları	>	Orman Alanları		617
Su Alanları	>	Su Alanları		3640
Su Alanları	>	Tarım Alanları		203
Tarım Alanları	>	Mera Alanları		8075
Tarım Alanları	>	Yapay Bölgeler		8659
Tarım Alanları	>	Orman Alanları		7277
Tarım Alanları	>	Su Alanları		74
Tarım Alanları	>	Tarım Alanları		224890



Şekil 4. 7. 1985-2018 yılları değişim analiz haritası

Yapay bölgeler sınıfını içine alan kentsel yapı, sanayi alanları, maden sahaları ulaşım ağları 34 yıllık zaman diliminde tüm havzanın %1.7'lik kısmını kapsarken bu oran 2018 yılı itibariyle yaklaşık 2,5 kat artış göstermiş ve havzanın %4.2'lik kısmını kapsar hale gelmiştir. İlçe merkezi 1985 yılında 750 ha iken 2018 yılında 2670 ha'lık alanı kapsar hale gelmiştir. İlçe merkezi 1985-2018 değişimi Şekil 4.8'de verilmiştir.



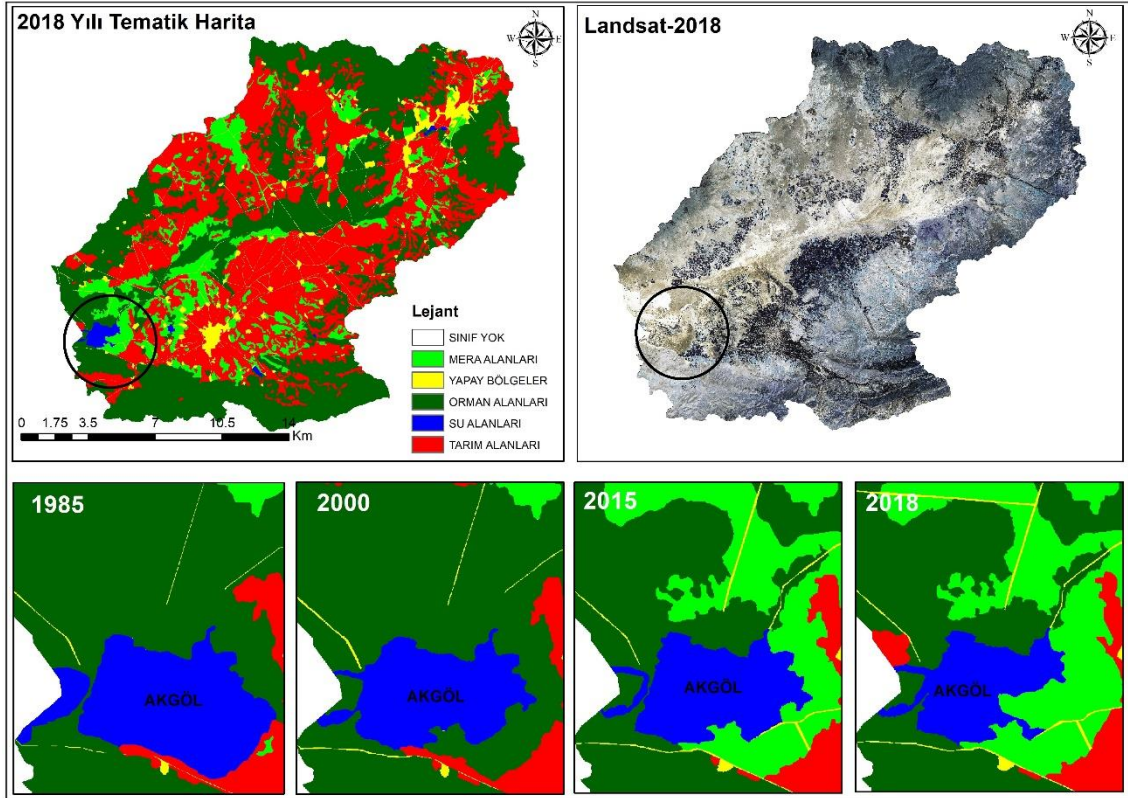
Şekil 4. 8. 1985-2018 yılları ilçe değişim haritası

Çalışma alanının içerisinde, Türkiye'nin önemli sulak alanlarından ve doğal turizm bölgelerinden biri olan Akgöl sulak alanı da bulunmaktadır. Bölgede birçok kuş türünün göç yolunda olduğundan bu kuşlara ev sahipliği yapan bu alan 1992 yılında 1. Derece Doğal Sit alanı ve 1995 yılında Tabiatı Koruma Alanı ilan edilmiş ayrıca Önemli Kuş Alanı olarak da ilan edilen bir alandır (Dervişoğlu, 2018).

Çalışma alanının arazi kullanımı/örtüsü'nün sınıflandırma çalışması içerisinde Akgöl sulak alanının 1985-2000-2015-2018 yılları arasındaki zamansal değişiminin de haritası ayrıca oluşturulmuştur. Alanın değişimi çizelge 4.15 de haritası ise Şekil 4.9 da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Akgöl alansal değişim

Akgöl Alansal Değişim (ha)	
Yıl	Alan(ha)
1985	5400
2000	3880
2015	3682
2018	2893

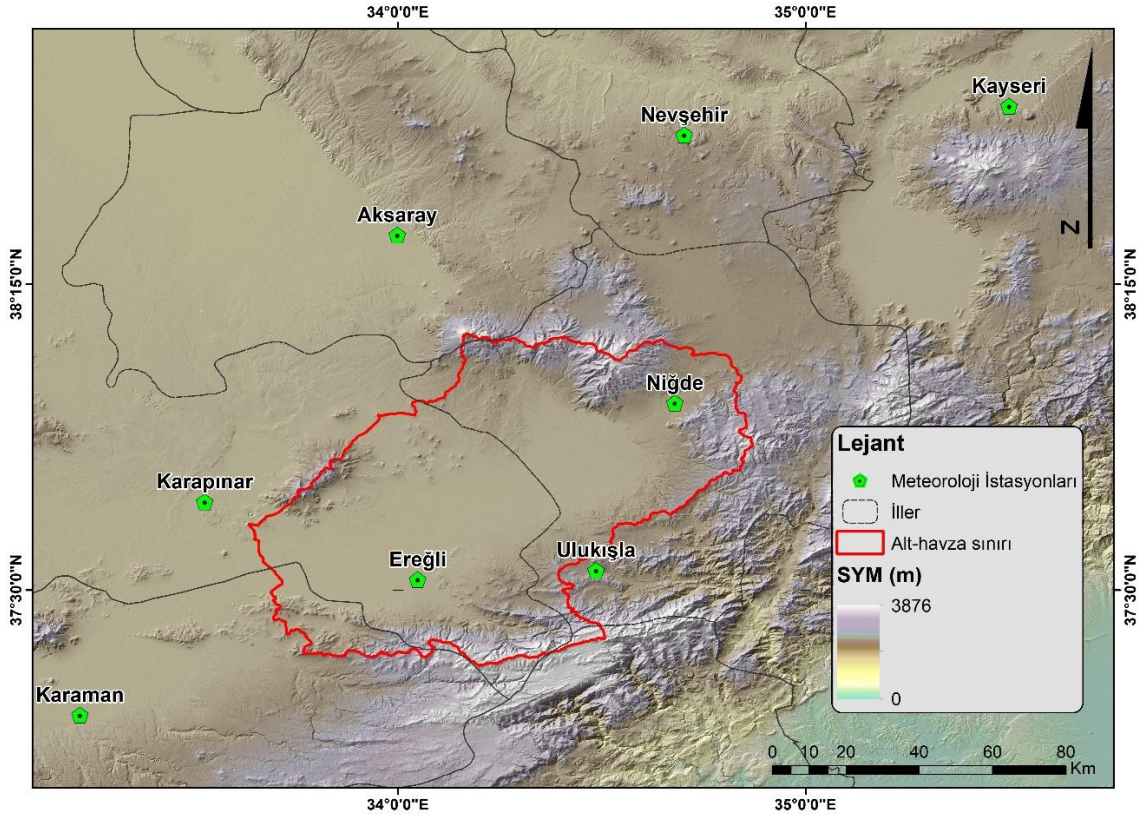


Şekil 4. 9. Akgöl sulak alanı 1985-2000-2015-2018 değişim haritası

Akgöl sulak alanı oluşturulan arazi kullanımı/örtüsü haritasına göre 1985 yılında 5400 ha iken 2000 yılında 3880 ha, 2015 yılında 3682 ha ve son olarak 2018 yılında 2893 ha olarak belirlenmiştir. 34 yıllık zaman diliminde yaklaşık 2500 ha azalma meydana gelmiştir.

4.2. İklim değişikliği ve kuraklık analizi

Ereğli-Bor Alt Havzasındaki arazi kullanımı/örtüsü çalışmasının sonrasında bölgede iklim değişikliği ve kuraklık ile alakalı 1985-2018 yılları arasındaki aylık ve yıllık ortalama sıcaklık ve yağış trendlerin incelenmesi yapılmıştır. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün istasyonlarından yararlanılarak yapılan çalışmada havza sınırı içerisine yalnızca iki adet istasyon olması bölgedeki iklim değişimlerinin belirlenmesinde çok sağlıklı olmayacağı için daha geniş alanı kapsayacak şekilde ve homojen dağılımlı 8 adet istasyon belirlenmiş ve trend eğilimleri analizleri yapılmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4. 10. Meteoroloji istasyonları

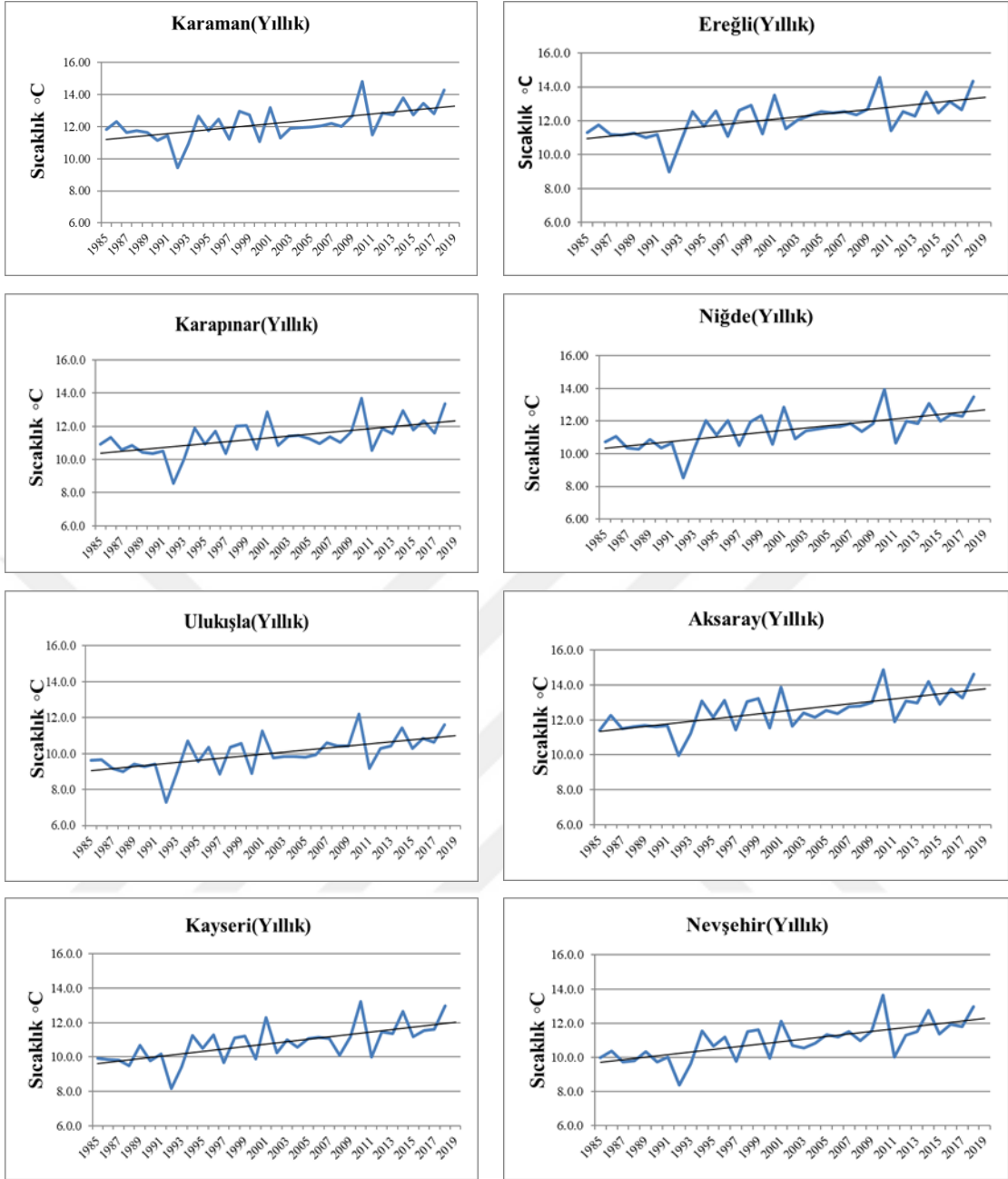
Bir bölgenin Sıcaklık değeri iklim değişikliğinin en önemli göstergelerinden biridir. Sıcaklık artışı veya azalışı çalışma bölgesinin ne yönde gelişim göstereceğini ifade etmektedir.

Tez çalışmasında, sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak iki ayrı analiz yapılmıştır.

4.2.1. Lineer (Regresyon) analizi

Bölgedeki 8 istasyondan alınmış veriler eşliğinde Lineer Trend Analizi yapılmış ve bu analiz sonuçlarına göre 1985-2018 yılları arasında istasyonların hepsinde ortalama sıcaklıklar pozitif bir trend göstermiş ve 34 yıllık süre zarfında en belirgin artış Nevşehir istasyonunda olup, sıcaklık artışı 2,55 °C olarak gerçekleşmiştir. Karaman istasyonunda 2,07 °C, Ereğli istasyonunda 2,4 °C, Karapınar'da 1,95 °C, Niğde 2,37°C, Ulukışla 1,97°C, Aksaray 2,41°C, Kayseri 2,48°C artış göstermiştir.

Söz konusu değerlere bakıldığında en çok artış Nevşehir'de en az artış ise Karapınar'da gerçekleşmiştir. Yıllık sıcaklık değişim grafikleri Şekil 4.11'de ve Çizelge 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4. 11. İstasyonlara ait yıllık ortalama sıcaklık trendleri(°C)

Çizelge 4.16.1985-2018 yılları arası yıllık sıcaklık ve yağış eğilimleri

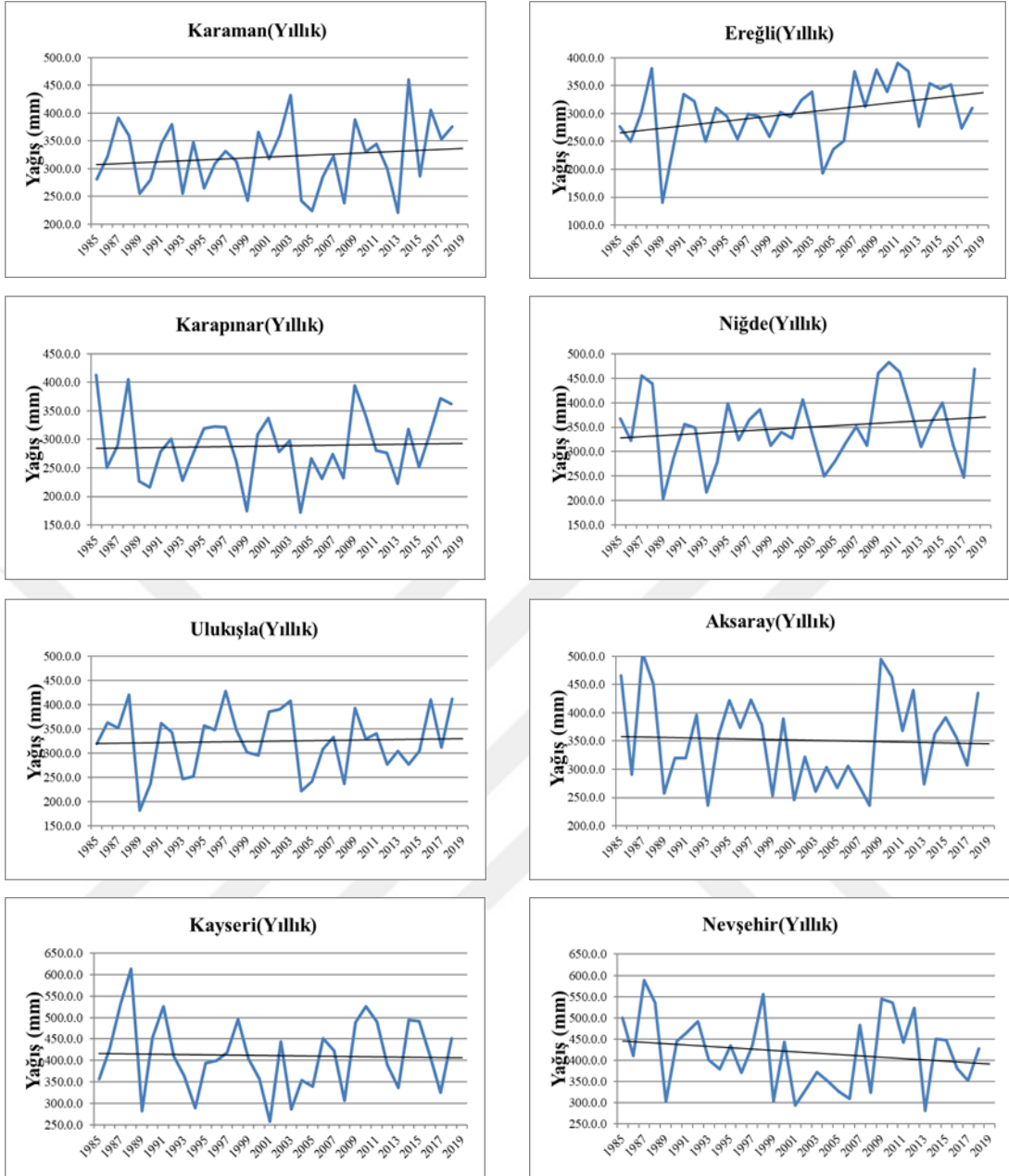
İstasyonlar (1985-2018)*	Ortalama Sıcaklık °C	Toplam Yağış(mm)
Karaman	2,071	29,019
Ereğli	2,434	71,966
Karapınar	1,952	12,005
Niğde	2,370	42,367
Ulukışla	1,969	14,198
Aksaray	2,417	-12,774
Kayseri	2,427	-9,092
Nevşehir	2,553	-54,597

Ortalama sıcaklıkların uzun dönem yıllık (34 yıl) trend eğilimlerinin yanı sıra mevsimsel bazda da Lineer Trend Analizleri yapılmış ve değişimler incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda yılın bütün mevsimlerinde artış gözlenmiş olup, yıllık bazda olduğu gibi mevsimsel bazda da kış mevsimi haricinde en fazla artış gösteren istasyon kış mevsimi hariç Nevşehir istasyonu olmuştur. İlkbahar mevsiminde en az sıcaklık artışı gösteren istasyon 2,091 °C ile Ulukışla olmuştur. Yaz mevsiminde en az artış gösteren istasyon Karaman olurken, sonbahar ve kış mevsiminde Karapınar istasyonu olmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. 1985-2018 Mevsimsel sıcaklık eğilimleri

İstasyon (1985-2018)*	Mevsimsel Ortalama Sıcaklık °C			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaman	2,400	1,700	1,710	2,468
Ereğli	2,526	2,526	2,162	2,526
Karapınar	2,506	1,809	1,309	2,179
Niğde	2,523	2,421	1,897	2,642
Ulukışla	2,091	1,928	1,520	2,343
Aksaray	2,540	2,438	2,176	2,519
Kayseri	2,387	2,642	2,084	2,598
Nevşehir	2,659	2,791	2,281	2,479

Çalışma alanındaki toplam yağışların 34 yıllık uzun dönem trendleri incelendiğinde (Çizelge 4.16) bölgedeki 8 istasyondan üç tanesinde (Kayseri, Nevşehir, Aksaray) negatif yönlü değişimler gözlemlenirken, diğer 5 istasyonda ise pozitif yönlü değişimler gözlemlenmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4. 12. İstasyonlara ait yıllık toplam yağış trendleri (mm)

Sıcaklık analizlerinde olduğu gibi yağış analizlerinde de mevsimler analizleri yapılmış olup, çalışma alanının İç Anadolu bölgesinde olduğu düşünüldüğünde en fazla yağışın İlkbahar mevsiminde düşmesi beklenirken 8 adet istasyonun 6'sında negatif yönlü, sadece kalan iki istasyon olan Kayseri ve Ereğli istasyonlarında pozitif yönlü değişimler gözlemlenmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. 1985-2018 yılları mevsimsel sıcaklık eğilimleri

İstasyonlar (1985-2018)*	Mevsimsel Aylık Toplam Yağış (mm)			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaman	-1,003	4,100	1,346	24,572
Ereğli	25,320	8,626	2,210	35,805
Karapınar	-21,692	20,291	-11,322	21,648
Niğde	-4,168	20,767	1,697	24,072
Ulukışla	-2,166	7,266	-4,529	9,911
Aksaray	-27,115	13,362	-17,571	21,060
Kayseri	10,917	-11,784	-34,323	26,102
Nevşehir	-22,664	17,024	-54,866	5,906

İç Anadolu bölgesinin yaz mevsimlerinde en az yağış alması beklenirken analiz sonuçlarına göre Kayseri istasyonu hariç tüm istasyonlarda pozitif yönlü değişimler gözlemlenmiştir. Sonbahar mevsimi bazında incelendiğinde en ciddi azalış gerçekleşen istasyon -54,866 mm ile Nevşehir istasyonu olurken, Ereğli istasyonunda 2,210 mm yağış artışı görülmüştür. Kış mevsimi incelendiğinde tüm istasyonlarda pozitif değerler elde edilmiş ve bu mevsimde yağışlar bölgede beklendiği gibi gerçekleşmiştir.

4.2.2. Standartlaştırılmış yağış indeksi analizi (SPI)

Havzada belirlenen 8 adet istasyondan alınan veriler aracılığıyla 1985-2018 yılları arasında kuraklık ile alakalı SPI analizi yapılmıştır. Yağış indeksleri 1-3-6-9-12 aylık periotlar halinde hesaplanmış ve sonuçları irdelenmiştir. Çizelge(4.19) da belirtilen yüzdeler (%) zaman dilimleri, kuraklık sınıflarında kuraklık şiddetinin görülme sıklığını göstermektedir. Bu çalışma gibi uzun yıllık gözlem çalışmalarında kuraklığın ne sıklıkta ve şiddette görüldüğü yüzde ile ifade edilmektedir.

Aksaray istasyonu için, 1986-2018 yılları arasındaki gözlemler neticesinde Aksaray istasyonu SPI kuraklık analizinin sonuçlarının yüzde (%) oluşum değerleri aşağıda ifade edilmiştir.

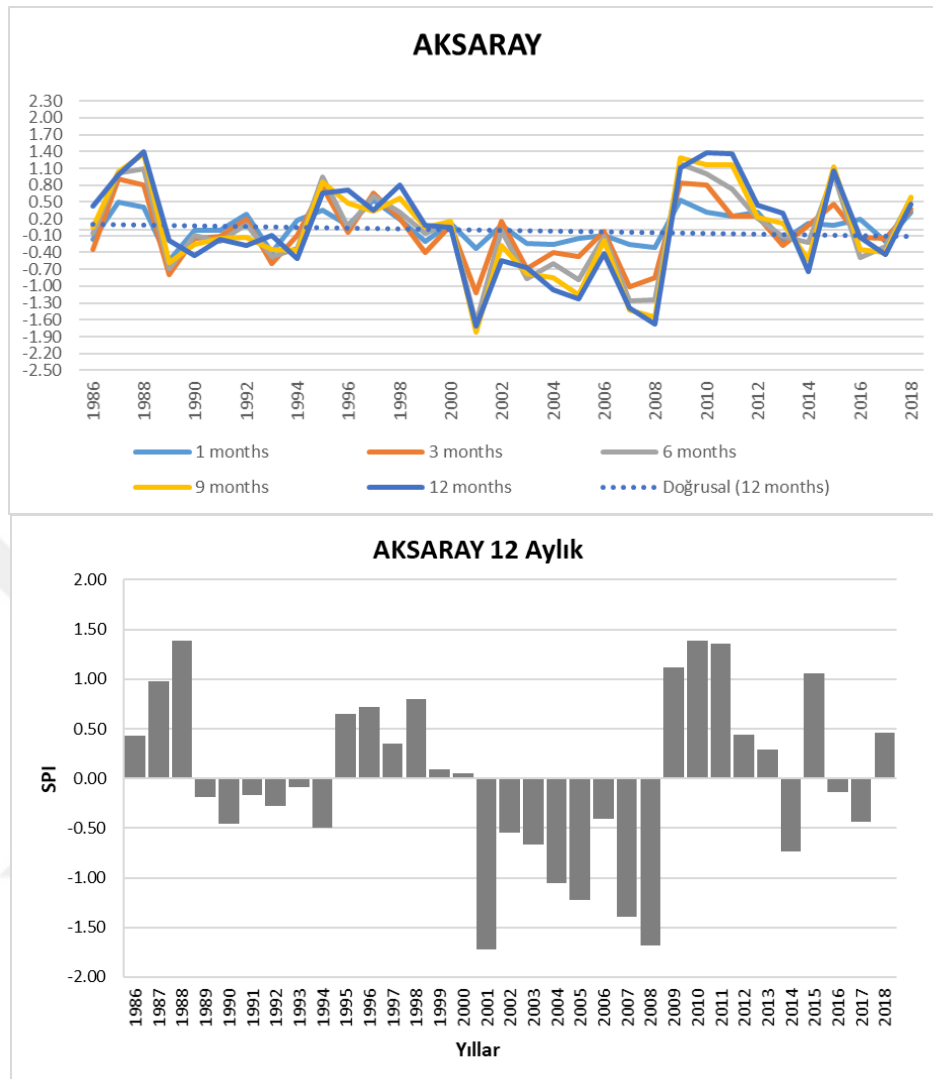
Çizelge 4. 19. Aksaray istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Aksaray İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	6	1	10	2	12	3	9	2	8	2
Çok Şiddetli Kuraklık	11	3	14	3	9	2	17	4	13	3
Şiddetli Kuraklık	13	3	14	3	17	4	17	4	23	6
Orta Kurak	42	10	47	12	53	13	42	11	43	11
Hafif Kurak	33	8	33	8	38	9	38	10	42	11
Normal ve Normale Yakın	177	43	163	40	137	34	150	38	141	36
Hafif Nemli	38	9	35	9	33	8	29	7	34	9
Orta Nemli	47	12	47	12	61	15	53	13	45	11
Çok Nemli	21	5	16	4	26	6	22	6	26	7
Aşırı Nemli	14	3	23	6	16	4	21	5	21	5
Olağanüstü Nemli	6	1	4	1	1	0	2	1	1	0
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

Yapılan SPI analizine göre 5 ayrı periyotta kuraklık karakterlerinde önemli bir değişim olmamıştır. Olağanüstü kuraklığın aylık periyotlarda %1-2-3-2-2 değerlerinde, Orta kurak dönemin % 10, hafif nemli dönemin ise % 9 dolaylarında seyrettiği görülmektedir. Hafif kurak dönem 1 aylık periyotta %8 iken 12 aylık uzun dönem periyodunda %11 seviyelerine ulaşmıştır. Olağanüstü nemli kuraklık karakterinde hemen hemen bir değişiklik görülmemektedir. 12 aylık periyotta tüm kurak (SPI<-0,51) dönemlere bakıldığında 129 ay kuraklık seyri görülmüştür. En kurak dönem 2001 ve 2008 yıllarında yaşanmış olup, 2001 yılında aralıksız 5 ay süren olağanüstü kurak bir dönem geçerken, 2008 yılında da 6 ay aralıksız çok şiddetli kurak bir dönem yaşanmıştır. Yıllık en az yağış düşen yıllarda 2008 yılında 235.7 mm, 1993 yılında 236 mm, 2001 yılında 246.3 mm şeklinde gerçekleşmiştir. En kurak ay ise 2001 yılı 6. ay -2.44 değeriyle kendini göstermiştir. En çok yağış alan yıllar ise 1987 yılı 506.2 mm ve 2009 yılı 495.4 mm olarak kaydedilmiştir.

Bir Aylık periyotta en nemli ay 1997 yılının 8. ayında 3,03 değerinde yaşanırken yine aynı periyotta en kurak ay 1989 yılı 2. ayda -3,18 değeriyle kendini göstermiştir. 33 yıllık zaman diliminde en çok yağış düşen yıl 506.2 mm ile 1987 yılı olmuştur. Bu yılı takiben ise 2009, 1985 ve 2010 yılları gelmektedir. 3 aylık periyotta en nemli ay 2015 yılının 7. ayında 2.48 değeriyle en kurak ay ise 2001 yılının 1. ayında -3.16 değerle kendini göstermiş bu ayda sadece 0.3 mm'lik bir yağış düşmüştür. Tüm kurak dönemler içinde yüzde olarak en yüksek olağanüstü kuraklığın hakim olduğu 6 aylık periyotta toplam 129 adet kurak (SPI< -0.51) dönem yaşanmış olup, 1986-2018 yılları arasındaki

33 yıllık zaman diliminin en çok kuraklık yaşanan yılları 2001 ve 2008 yılları olarak görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4. 13. 1986-2018 yılları Aksaray istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

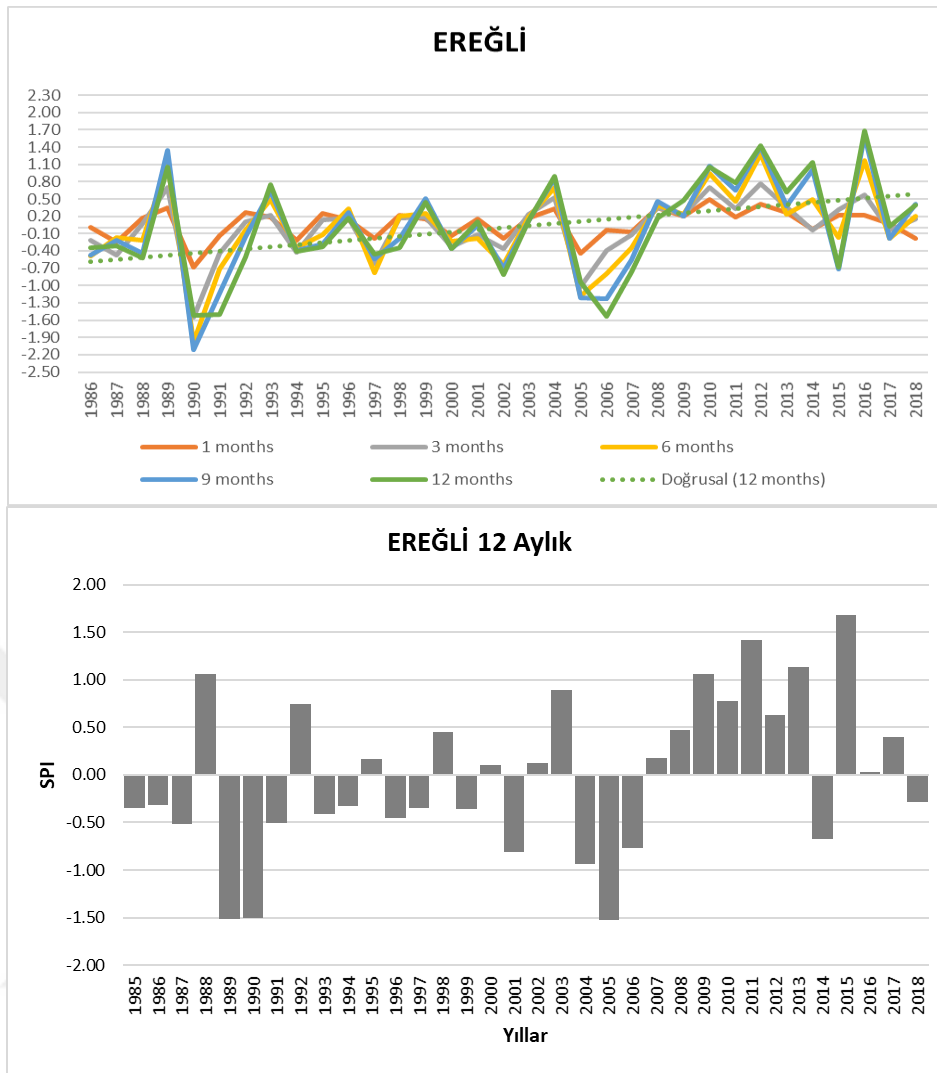
Aksaray İstasyonu için 34 yıllık zaman dilimindeki 12 aylık periyot, 3-6-9 aylık periyotlarda olduğu gibi 2001 ve 2008 yılları olağanüstü kurak geçenken 2008 yılı yıllık toplam yağış sadece 235,7 mm olarak kaydedilmiştir. Ayrıca 2001-2003-2004-2005-2007-2008 yılları da şiddetli ve orta kurak bir döneme maruz kalmıştır. 1986-2018 yılları arasındaki değerlendirme sonucunda toplam 34 yılda 12 yıl kuraklık yaşanmış olup, kuraklıklar yıl bazında bakıldığında 2001-2008 yılları arası uzun dönemli kuraklık görülmüştür. Şekil 4.13 te verilen grafik incelendiğinde 1-3-6-9-12 aylık zaman periyodunda grafikler birebir aynı değerler vermese de yakın sonuçlar vermiştir. Uzun dönem inişler ve çıkışlar gözlenmiş olsa da 34 yıllık süre zarfında 12 aylık doğrusal eğilime bakıldığında ortalama değerde, yani normal bir seyir izlediği görülmektedir.

Ereğli İstasyonu için yapılan 1986-2018 yılları gözlemleri neticesinde SPI analizi sonuçları aşağıda verilmiştir. SPI analizi incelendiğinde 3-6-9-12 aylık zaman dilimlerinde hafif kurak dönemlerin % 6-9-10-10-8 değerleriyle görüldüğü, olağanüstü kuraklığın 1 aylık periyotta %2 den 12 aylık periyotta %4 gibi bir değere ulaştığı görülmektedir (Çizelge 4.20). 12 aylık periyotta tüm kurak (SPI<-0,51) dönemlere bakıldığında toplamda 114 ay kuraklık seyri görülmüş olup, en kurak ay ise 1989 yılı 12. Ayda -3.36 değeriyle kendini göstermiştir. Yine 34 yıllık zaman diliminde en çok kuraklık 1989 yılı 7. ayında başlamış ve 1990 yılının 4. ayına kadar (10 ay) aralıksız sürmüştür. 12 aylık periyotta nemli geçen ay sayısı ise 124'tür ve en çok yağış alan yıl, 2001 yılı olup toplam düşen yağış 390.3 mm ve bu yılın en çok yağış gören ayı 6. ay olmakla birlikte 98 mm'lik yağış kaydedilmiştir.

Çizelge 4. 20. Ereğli istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Ereğli İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	9	2	14	3	16	4	10	3	16	4
Çok Şiddetli Kuraklık	8	2	12	3	7	2	10	3	8	2
Şiddetli Kuraklık	13	3	8	2	11	3	17	4	12	3
Orta Kurak	32	8	52	13	46	11	41	10	46	12
Hafif Kurak	25	6	35	9	41	10	38	10	32	8
Normal ve Normale Yakın	190	47	151	37	152	38	165	41	159	40
Hafif Nemli	42	10	49	12	43	11	34	9	35	9
Orta Nemli	55	13	52	13	52	13	47	12	49	12
Çok Nemli	16	4	15	4	16	4	17	4	24	6
Aşırı Nemli	10	2	14	3	13	3	16	4	12	3
Olağanüstü Nemli	8	2	4	1	6	1	5	1	4	1
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

Şekil 4.14 grafiği incelendiğinde Ereğli bölgesi için en kurak dönemler 1989-1990 ve 2004-2005-2006 yılı gösterilebilir. 2008 yılı sonrası inişli çıkışlı bir seyir gözlenmiş olsa da sürekli nemli bir süreç yaşanmıştır. Yıllık en az yağış alan yıllar ise 1989 yılı 140.0 mm, 2004 yılı 192,7 mm, 2005 yılı 235.9 mm olarak kaydedilmiştir. 1986-2018 yılları arasındaki değerlendirme sonucunda toplamda 33 yılda 9 yıl kuraklık yaşanmış olup, inişli çıkışlı değerler gözlenmiş ve 12 aylık doğrusal eğilime bakıldığında kurak olmayan genel anlamda nemli bir dönem yaşanmış olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 4. 14. 1986-2018 yılları Ereğli istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

Karaman İstasyonu için yapılan gözlemler neticesinde SPI analizi sonuçları aşağıda verilmiştir. Karaman SPI kuraklık analiz sonuçlarına göre; 12 aylık periyotta kurak olan ($SPI < -0,51$) dönem olarak toplamda 132 ay kurak geçmiş ve söz konusu istasyonda 33 yıllık zaman diliminde en az yağış düşen yıl 2013 yılı olsa da 2005 yılı 1. ayı ile 5. ayı arasında oluşan olağanüstü kuraklık dikkat çekmiştir. En düşük SPI değeri 12 aylık periyotta 2005 yılı 3. Ayda -2.77 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca diğer yıllara bakıldığında genel anlamda şiddetli kurak, Orta kurak dönemlerim sayısı da oldukça fazladır. En çok yağış düşen yıl 460.4 mm ile 2014 yılı olmuştur. Bu yıllar dışında 2003 ve 2016 yılı da en çok yağış alan yıllar arasındadır.

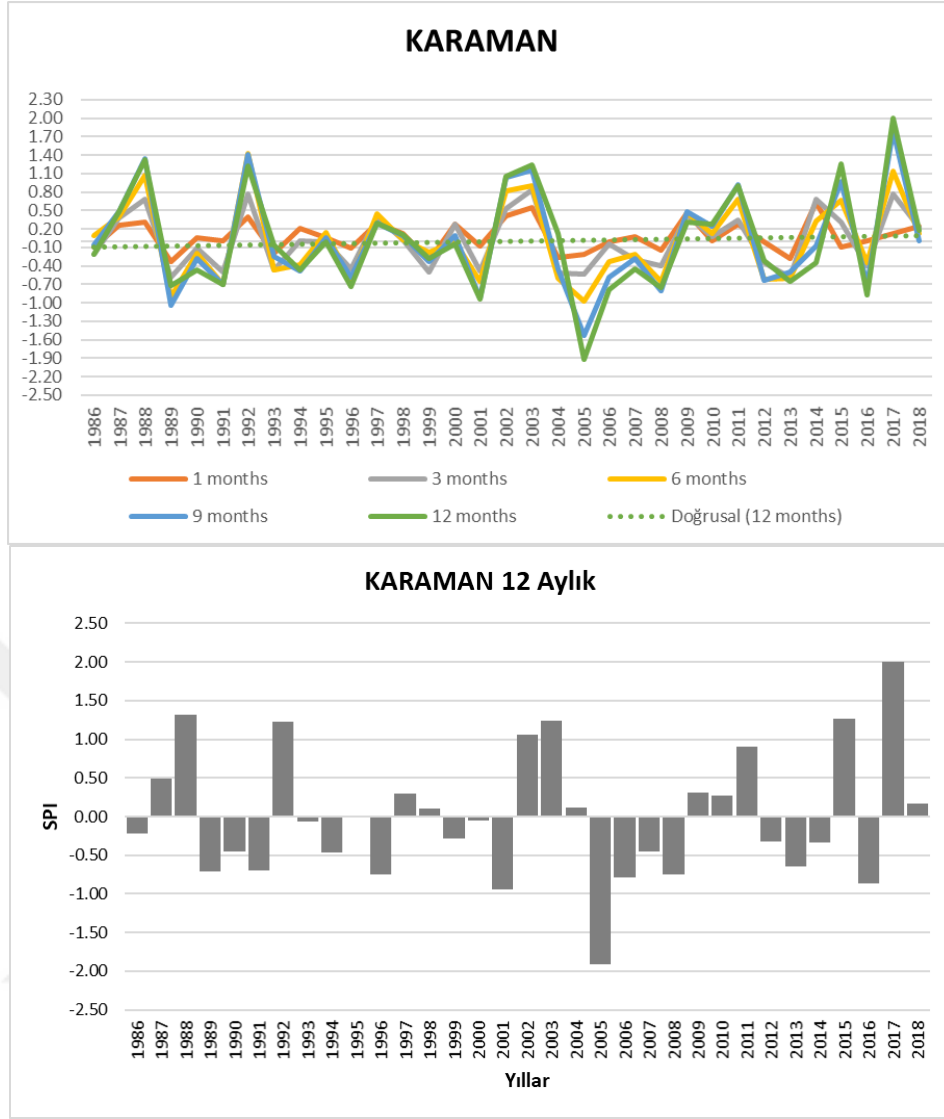
İstasyonda 6 aylık değerlere bakıldığında olağan üstü kuraklık seviyesi %3 seviyesindeyken bu durum 12 aylık periyotta azalma göstermiş ve %1 civarlarına

gerilemiştir. Olağanüstü nemlilik seviyesi 1 aylık periyotta %2 iken 12 aylık periyotta %3'e yükselmiştir. Ancak orta nemli dönem ise %13'ten %8'e gerilemiştir.

Çizelge 4. 21. Karaman istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Karaman İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	8	2	10	2	12	3	7	2	5	1
Çok Şiddetli Kuraklık	6	1	18	4	18	4	22	6	11	3
Şiddetli Kuraklık	15	4	16	4	14	3	7	2	16	4
Orta Kurak	33	8	41	10	38	9	46	12	58	15
Hafif Kurak	34	8	31	8	28	7	41	10	42	11
Normal ve Normale Yakın	192	47	161	40	168	42	166	42	154	39
Hafif Nemli	32	8	39	10	42	10	25	6	27	7
Orta Nemli	52	13	54	13	48	12	43	11	31	8
Çok Nemli	14	3	19	5	19	5	15	4	23	6
Aşırı Nemli	14	3	11	3	7	2	15	4	20	5
Olağanüstü Nemli	8	2	6	1	9	2	13	3	10	3
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

Karaman bölgesi için Ereğli bölgesinde olduğu gibi 2005 yılında 5 aylık bir kurak dönem geçmiş, SPI analiz sonuçlarına göre en düşük değer -2.77 değeriyle 3. Ayında gerçekleşmiştir. 1986-2018 yılları arasındaki değerlendirme sonucunda toplamda 33 yılda 12 yıl kuraklık yaşanmış olup, kuraklıklar yıl bazında incelendiğinde 2005-2008 yılları arası uzun süreli bir kuraklık dönemi gerçekleştiği görülmektedir. Genel ifade edecek olursak 33 yıllık süre zarfında yağış değerlerinde artan azalan bir grafik hâkim olmuş 12 aylık doğrusal eğilimde ise normal bir süreç gözlemlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4. 15. 1986-2018 yılları Karaman istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

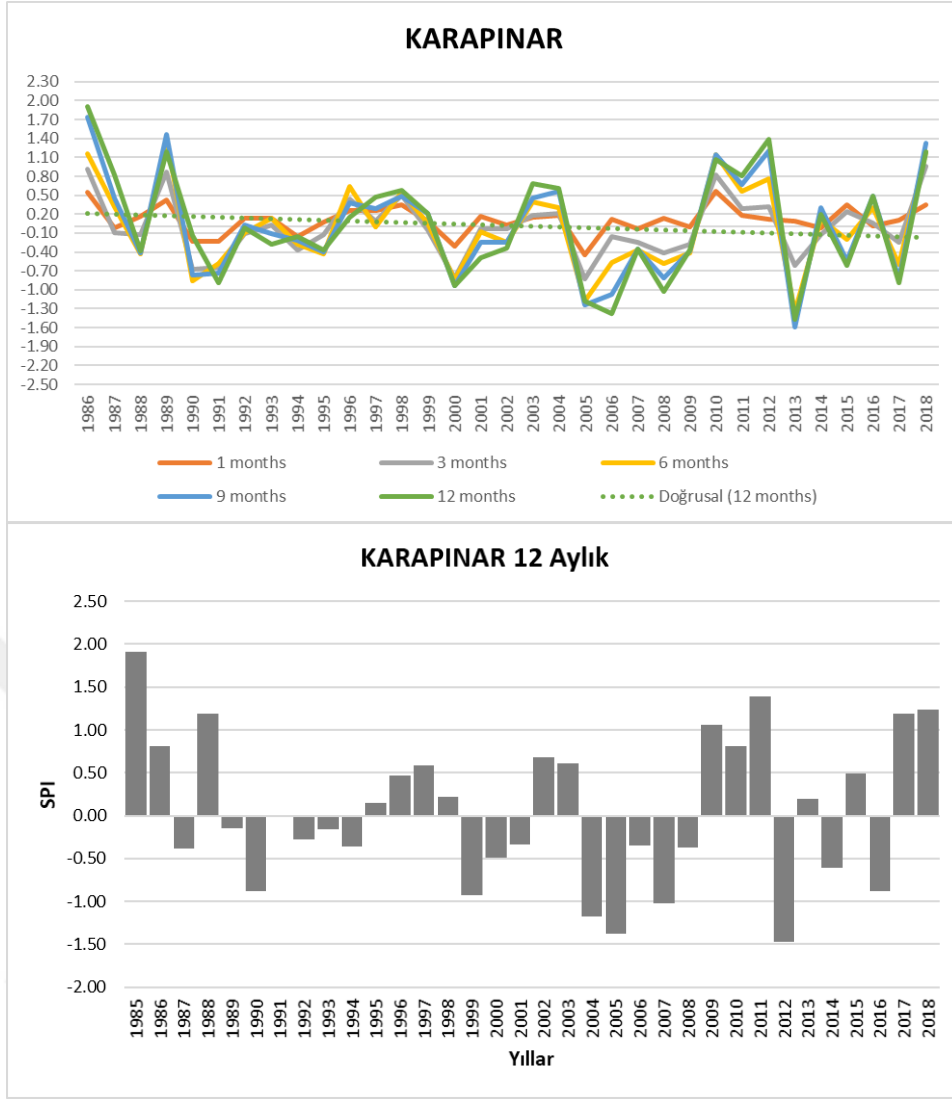
Karapınar İstasyonu için yapılan gözlemler ve yapılan SPI analizi sonuçları incelendiğinde, Olağanüstü kuraklık ve çok şiddetli kuraklığın az olduğu şiddetli kuraklığın 1 aylık periyotta %3, 3 aylık periyotta %6, 6 aylık ve 9 aylık periyotta %5, uzun dönem 12 aylık periyotta ise % 4 değerlerinde yaşandığı görülmektedir. Karapınar bölgesinde 1 aylık periyotta hafif kurak dönem % 6 dan 12 aylık periyotta hafif kurak dönem %11'e yükseldiği yani kısa dönemden uzun döneme doğru Hafif kurak dönemlerde artış yaşandığı görülmektedir. 12 aylık uzun dönem periyodunda tüm kurak (SPI<-0,51) dönemlere bakıldığında 129 ay kuraklık seyri görülmüştür. Yine 12 aylık uzun dönem periyodunda SPI analiz sonuçlarına göre Olağanüstü kuraklık ve Çok şiddetli kuraklıkların aralıksız yaşandığı aylar 2004 yılının 12. Ayından 2005 yılının 6. Ayına kadar görülen kuraklıktır. Yıllık bazda en az yağış düşen yıllar 2004 yılı 171.6 mm ve

1999 yılı 174.3 mm şeklinde gerçekleşmiştir. En kurak ay ise 2012 yılı 9. Ayında -2.52 değeriyle kendini göstermiştir. En çok yağış alan yıllar ise 1985 yılı 412.9 mm ve 1988 yılı 405.2 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4. 22. Karapınar istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Karapınar İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	5	1	9	2	12	3	8	2	11	3
Çok Şiddetli Kuraklık	15	4	12	3	16	4	16	4	4	1
Şiddetli Kuraklık	11	3	26	6	19	5	20	5	17	4
Orta Kurak	37	9	40	10	41	10	46	12	53	13
Hafif Kurak	25	6	29	7	34	8	42	11	44	11
Normal ve Normale Yakın	186	46	164	40	142	35	141	35	138	35
Hafif Nemli	44	11	31	8	42	10	33	8	39	10
Orta Nemli	44	11	53	13	62	15	53	13	46	12
Çok Nemli	21	0	23	0	22	0	18	0	21	0
Aşırı Nemli	13	3	13	3	6	1	14	4	15	4
Olağanüstü Nemli	7	2	6	1	7	2	9	2	9	2
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

Karapınar bölgesi için en nemli yıllar 2009-2010-2011-2017-2018 yıllarında gerçekleştiği görülmektedir. 1-3-6-9-12 aylık zaman periyotlarında grafikler birbirine yakın sonuçlar verse de kısmen farklılıklarında olduğu görülmektedir. SPI analizine göre 12 aylık periyotta en nemli ay 2.49 değeriyle 2017 yılının 11. ayında en kurak ay ise 2012 yılının 9. Ayında -2.52 değeriyle gerçekleşmiştir. 1986-2018 yılları arasındaki değerlendirme sonucunda 33 yıllık zaman diliminde 10 yıl kuraklık yaşanmış olup, kuraklıklar yıl bazında incelendiğinde 2004-2005 ve 2012 yılları en kurak yıllar olarak görülmüştür. Uzun dönem 12 aylık periyodun doğrusal eğilimine bakıldığında bölgenin hafif kuraklık eğiliminde ilerlemekte olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4. 16. 1986-2018 yılları Karapınar istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

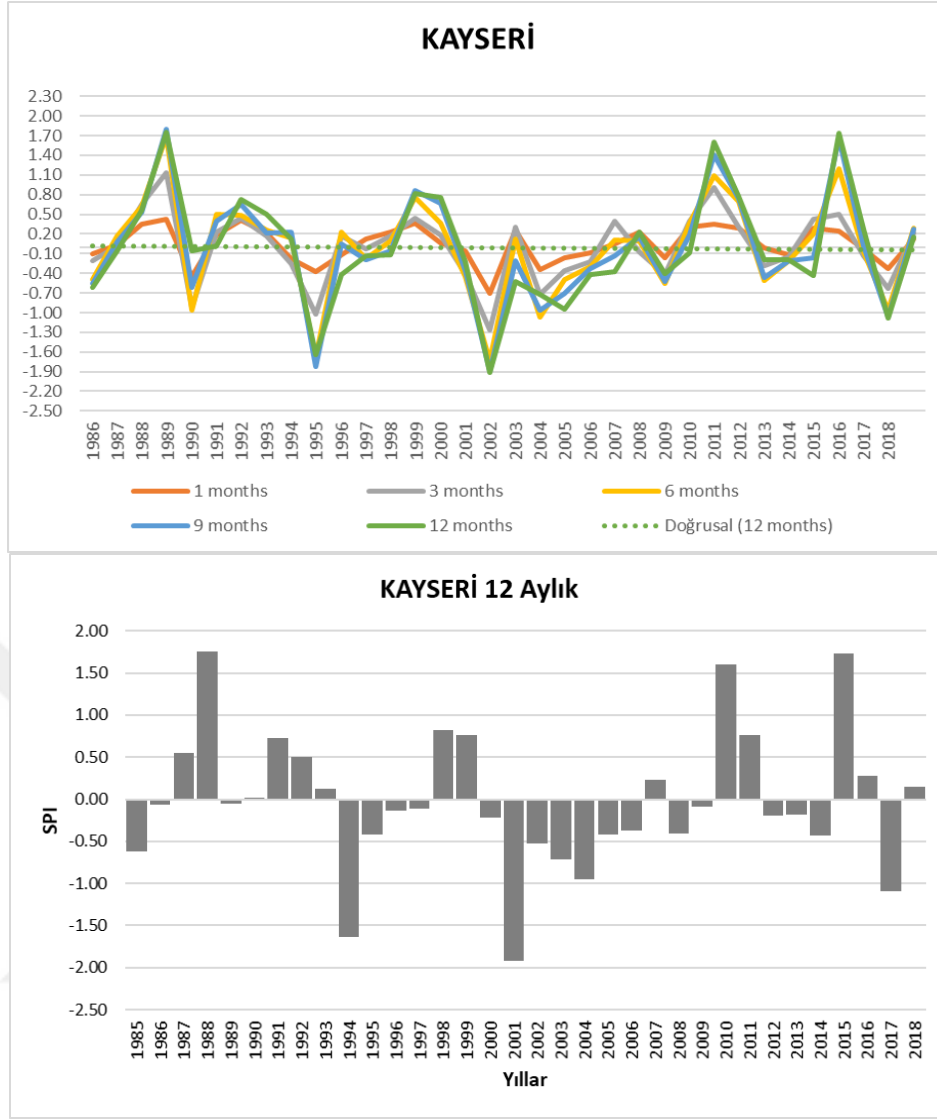
Kayseri İstasyonu için yapılan gözlemler ve yapılan SPI analizi sonuçları incelendiğinde, 5 ayrı periyotta kuraklık karakterlerinde meydana gelen değişimleri inceleyecek olursak, olağanüstü kuraklık 1 aylık periyotta % 2 iken 12 aylık periyotta %4'e yükselmiştir. Çok Şiddetli Kuraklık değeri ise 1 aylık periyotta % 1 iken % 3'e yükselmiştir. Ortak kurak dönemin aylık periyotlarda sırasıyla %9-13-12-7-9 gibi artan azalan bir seyir sergilediği görülmektedir. Olağan üstü nemli dönemin 1 aylık periyotta % 2 iken 12 aylık periyotta % 4'e yükselmiştir. 12 aylık periyotta tüm kurak (SPI<-0,51) dönemlere bakıldığında 114 ay kuraklık seyri görülmüştür. En kurak dönemlere bakıldığında 1994 yılının 5. Ayında başlayan ve aralıksız 1995 yılının 3. Ayına kadar 11 ay süren bir kuraklık dönemi ayrıca yine 2001 yılının 3. Ayında başlayıp 2002 yılının 4. Ayına kadar süren 13 aylık kuraklık dönemi dikkat çekmektedir. Yıllık en az yağış düşen

yıllara bakıldığında 2001 yılında 257.9 mm, 1989 yılında 281.4 mm şeklinde gerçekleşmiştir. En kurak ay ise 1994 yılının 9. ayında -2.59 değeriyle kendini göstermiştir. En çok yağış alan yıllar ise 1988 yılı 614.1 mm ve 1987 yılı 532 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4. 23. Kayseri istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Kayseri İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	10	2	15	4	16	4	14	4	15	4
Çok Şiddetli Kuraklık	6	1	5	1	7	2	15	4	13	3
Şiddetli Kuraklık	10	2	11	3	17	4	15	4	19	5
Orta Kurak	35	9	53	13	49	12	29	7	36	9
Hafif Kurak	48	12	47	12	29	7	49	12	31	8
Normal ve Normale Yakın	173	42	149	37	159	39	157	39	164	41
Hafif Nemli	39	10	40	10	43	11	47	12	46	12
Orta Nemli	45	11	50	12	48	12	39	10	38	10
Çok Nemli	24	6	15	4	14	3	14	4	12	3
Aşırı Nemli	10	2	9	2	12	3	9	2	9	2
Olağanüstü Nemli	8	2	12	3	9	2	12	3	14	4
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

Kayseri bölgesi için en nemli yıllar 1988-2010-2015 yılları iken en kurak yıllar 1994, 2001 ve 2017 yılları olarak kendini göstermiştir. 1-3-6-9-12 aylık zaman periyotları birbirine yakın sonuçlar vermiş olsa da kısmen farklılıklarında olduğu görülmektedir. SPI analizine göre 12 aylık periyotta en nemli ay 2015 yılının 6. ayında 2,42 değeriyle kendini gösterirken en kurak ay ise 1994 yılının 9. ayında -2,59 değeriyle kendini göstermiştir. 1986-2018 yılları arasındaki değerlendirme sonucunda 34 yıllık zaman diliminde 9 yıl kuraklık yaşanmış olup, kuraklıklar yıl bazında incelendiğinde 1994-2001 ve 2017 yılları en kurak yıllar olarak görülmüştür. Uzun dönem 12 aylık periyodun doğrusal eğilimine bakıldığında normal bir eğilimde ilerlemekte olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.17).



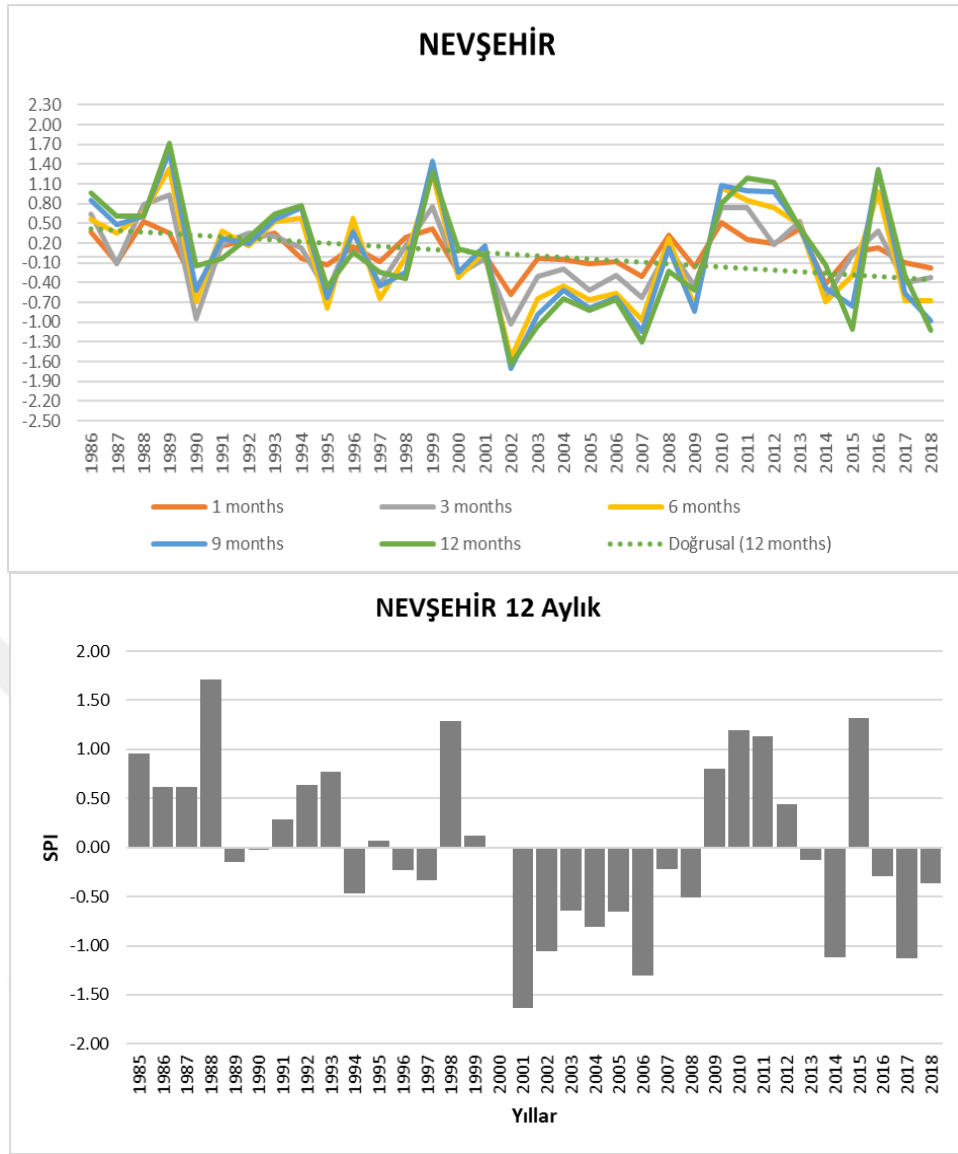
Şekil 4. 17. 1986-2018 yılları Kayseri istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

Nevşehir İstasyonu için yapılan gözlemler ve yapılan SPI analizi sonuçları incelendiğinde, Olağanüstü kuraklık ve Çok Şiddetli kuraklık yüzdelere göre değişiklik görülmemiş, şiddetli kuraklık %3'den %5'e, ortak kurak dönem ise %11'den %15'e yükselme göstermiştir. Buna bağlı olarak Hafif Nemli değerinde %11'den %9'a düşüş gösterdiği görülmektedir. 12 aylık periyotta tüm kurak ($SPI < -0,51$) dönemlere bakıldığında 140 ay kuraklık seyri görülmüştür. 2001 yılının 4. Ayında şiddetli kuraklık ile başlayan kuraklık seyri 2001 yılının 12. Ayına kadar sürmüştür ve Çok Şiddetli Kuraklığa kadar şiddetini artırmıştır. Yıllık en az yağış düşen yıllara bakıldığında 2013 yılı 281.0 mm 2001 yılı 293.8 mm olarak kaydedilirken yıllık en çok yağış düşen yıllar ise 1987 yılında 689.00 mm ve 1998 yılında 555.5 mm yağış kaydedilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4. 24. Nevşehir istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Nevşehir İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	11	3	11	3	7	2	5	1	8	2
Çok Şiddetli Kuraklık	10	2	13	3	13	3	15	4	8	2
Şiddetli Kuraklık	13	3	24	6	17	4	19	5	20	5
Orta Kurak	44	11	46	11	46	11	52	13	61	15
Hafif Kurak	29	7	33	8	39	10	43	11	43	11
Normal ve Normale Yakın	165	40	147	36	154	38	135	34	125	31
Hafif Nemli	45	11	42	10	25	6	26	7	36	9
Orta Nemli	47	12	48	12	61	15	64	16	49	12
Çok Nemli	27	7	24	6	18	4	21	5	24	6
Aşırı Nemli	11	3	14	3	18	4	16	4	23	6
Olağanüstü Nemli	6	1	4	1	5	1	4	1	0	0
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

Nevşehir bölgesinde 34 yıllık süre zarfında 11 yıl nemli yıl olarak görülürken en nemli yıllar ise 1988-1998-2015 yılları olarak görülmektedir. Çizgi grafikte belirtilen aylık periyotlar arasında kısmen farklılıklar görülse de sonuçlar birbirine yakın görülmektedir. SPI analizine göre 12 aylık periyotta en nemli ay 2015 yılının 8. ayında 1,95 değeriyle görülürken en kurak ay ise 2014 yılının ayında -2,45 değeriyle kendini göstermiştir. 1985-2018 yılları arasındaki değerlendirme sonucunda 34 yıllık zaman diliminde 10 yıl kuraklık yaşanmış olup, kuraklıklar yıl bazında incelendiğinde 2001-2002-2006-2014-2017 yılları en kurak yıllar olarak kaydedilmiştir. Uzun dönem 12 aylık periyotta doğrusal eğilim ise kuraklık eğiliminde ilerlediği gözlemlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4. 18. 1986-2018 yılları Nevşehir istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

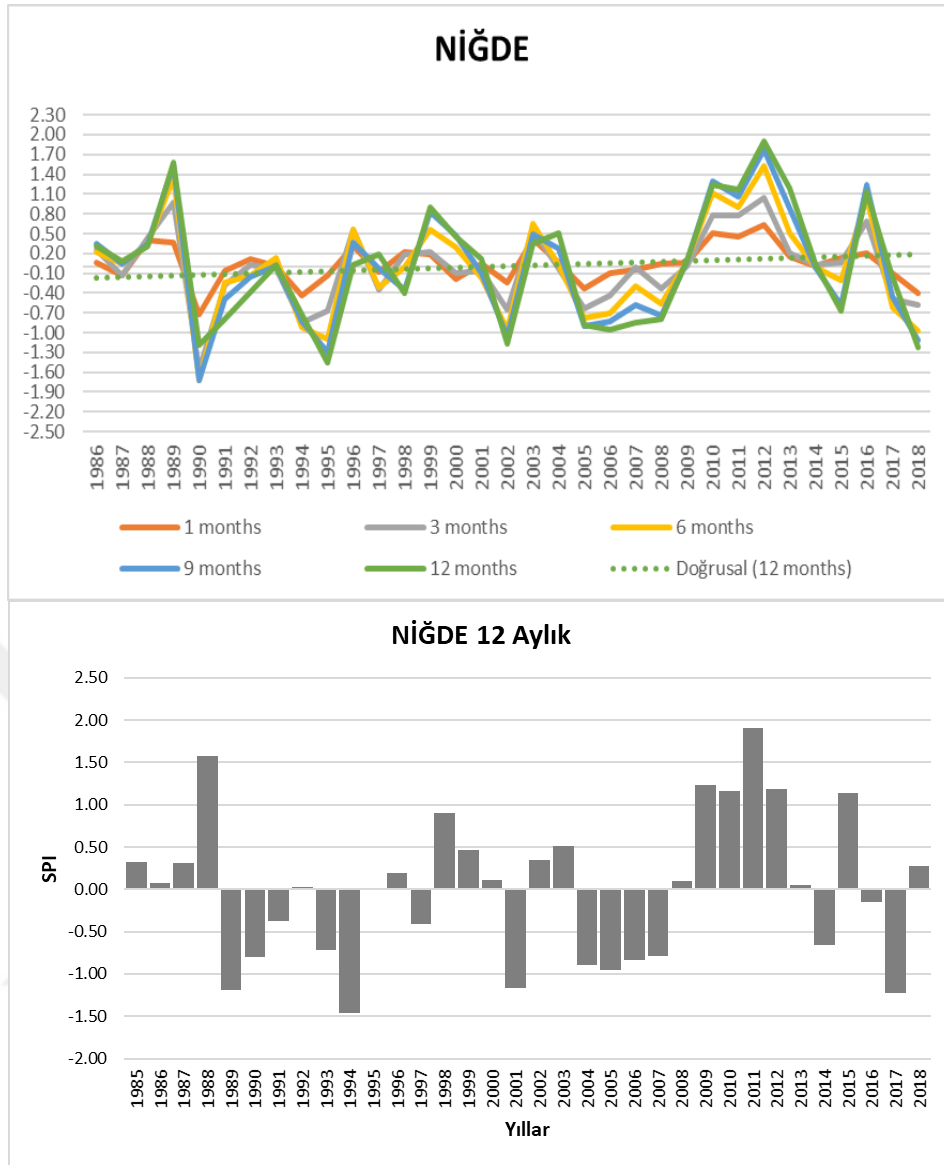
Niğde İstasyonu için yapılan gözlemler ve yapılan SPI analizi sonuçları incelendiğinde, 5 ayrı periyottaki kuraklık analizinde Olağanüstü kuraklık ve Çok şiddetli kuraklık değerlerinde kayda değer bir değişiklik görülmezken Şiddetli kuraklık değeri 1 aylık periyotta %2 iken 9 aylık periyotta %5, 12 aylık periyotta ise %7 seviyesine kadar yükselmiştir. Ayrıca Orta kurak değerinde ise 1 aylık periyotta % 9 iken 12 aylık periyotta % 14 seviyesine yükselmiştir. Bununla birlikte Normal ve normale yakın değerlerde de azalma görülerek 12 aylık periyotta % 37 seviyesine düşmüştür. Hafif nemli, orta nemli, çok nemli ve olağanüstü nemli kriterler değerlerinde de kayda değer bir değişiklik görülmemiştir. 12 aylık periyotta tüm kurak (SPI<-0,51) dönemlere bakıldığında 126 ay kuraklık seyri görülmüştür. 1989 yılının 5. Ayında başlayan şiddetli

kuraklık ile başlayan dönem 9 ay süre boyunca devam etmiş 1990 yılının 1. ayına kadar etkisini göstermiştir. Yıllık en az yağış düşen yıllara bakıldığında 1989 yılında 203.2 mm 1993 yılında 216.6 mm yağış kaydedilmiştir. Yıllık en çok yağış düşen yıllar ise 2010 yılında 483.3 mm, 2018 yılında 469.3 mm yağış olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4. 25. Niğde istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Niğde İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	9	2	14	3	10	2	4	1	4	1
Çok Şiddetli Kuraklık	12	3	11	3	13	3	14	4	10	3
Şiddetli Kuraklık	10	2	12	3	10	2	19	5	28	7
Orta Kurak	36	9	47	12	43	11	51	13	57	14
Hafif Kurak	37	9	30	7	45	11	42	11	27	7
Normal ve Normale Yakın	178	44	165	41	153	38	140	35	148	37
Hafif Nemli	31	8	40	10	42	10	35	9	35	9
Orta Nemli	57	14	49	12	41	10	52	13	43	11
Çok Nemli	21	5	24	6	28	7	21	5	18	5
Aşırı Nemli	12	3	11	3	13	3	16	4	22	6
Olağanüstü Nemli	5	1	3	1	5	1	6	2	5	1
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

Niğde istasyonundan alınan veriler ve SPI analizi sonucunda 34 yıllık süre zarfında 8 yıl nemli geçen yıllar olarak görülmüş. Bu veriler ışığında en nemli yıllar ise 1988-2009-2010-2011-2012 yılları olarak görülmektedir. Çizgi grafikte görüldüğü üzere aylık periyotların birbiriyle çok farklı olmadığı kısmen farklılıkların yaşandığı görülmektedir. SPI ay analizine göre 12 aylık periyotta en nemli ay 2011 yılının 9. Ayında 2,4 değeriyle görülürken en kurak ay ise 1989 yılının 11. Ayında -2,67 değeriyle kendini göstermiştir. 1985-2018 yılları arasındaki değerlendirme sonucunda 34 yıllık zaman diliminde 11 yıl kuraklık yaşanmış olup, en kurak geçen yıllar 1994-2001 ve 2017 yılları olarak görülmektedir. Uzun dönem 12 aylık periyotta doğrusal eğilim ise normal seyrinde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4. 19. 1986-2018 yılları Niğde istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

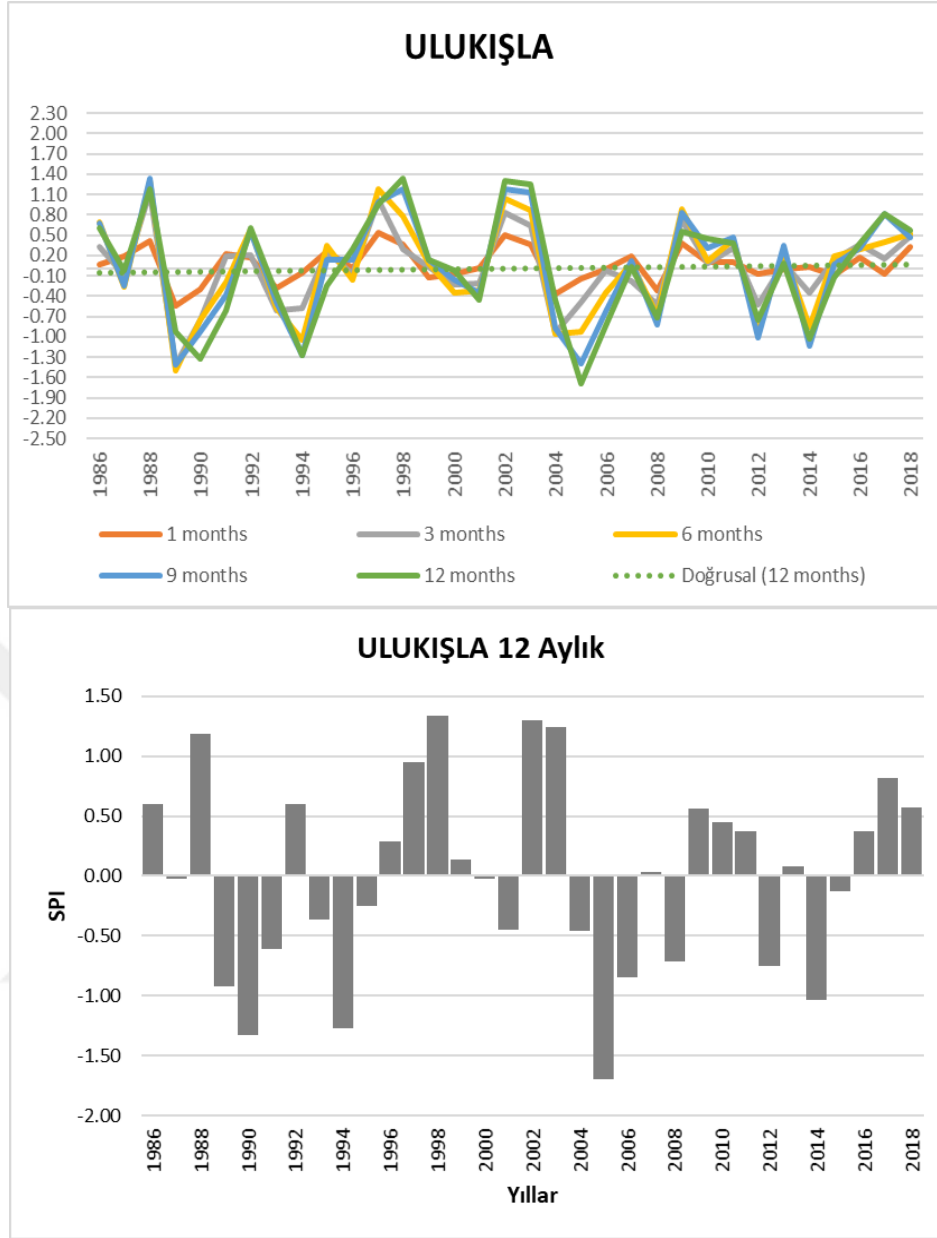
Ulukışla İstasyonu için yapılan gözlemler ve yapılan SPI analizi sonuçları incelendiğinde, Olağanüstü kuraklık değeri %3 ile tüm periyotlarda değişim göstermemiştir. Çok şiddetli kuraklık 1 aylık periyotta %2 iken 12 aylık periyotta %4'e, Şiddetli Kuraklık ise %3'ten %5'e yükselmiştir. Normal ve Normale yakın değerlerde ise 1 aylık periyotta % 43 gibi bir değerden 12 aylık periyotta % 34 seviyesine düşmüştür. Hafif Nemli değer hemen hemen değişim göstermezken Orta Nemli değer 1 aylık periyotta %12 iken 12 aylık periyotta % 14'e yükselmiştir. Aşırı Nemli ve Olağanüstü Nemli değerlerinde de kayda değer bir artış veya azalış görülmemiştir. 12 aylık periyotta tüm kurak (SPI<-0,51) dönemlere bakıldığında 126 ay kuraklık seyri görülmüştür. 1989 yılının 6. Ayında başlayan şiddetli kuraklık 1990 yılının 4. Ayına kadar sürmüştür. Yıllık

en az yağış düşen yıllara bakıldığında 1989 yılında 182.1 mm 2004 yılında 222.0 mm yağış kaydedilmiştir. Yıllık en çok yağış düşen yıllar ise 1997 yılında 428.2 mm 1988 yılında ise 421.6 mm yağış düştüğü kayıtlara girmiştir.

Çizelge 4. 26. Ulukışla istasyonu SPI analizi (%) değerleri 1986-2018

Ulukışla İstasyonu	1 Aylık		3 Aylık		6 Aylık		9 Aylık		12 Aylık	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Olağanüstü Kuraklık	12	3	9	2	14	3	10	3	11	3
Çok Şiddetli Kuraklık	7	2	18	4	14	3	19	5	15	4
Şiddetli Kuraklık	14	3	20	5	17	4	14	4	21	5
Orta Kurak	32	8	40	10	39	10	49	12	43	11
Hafif Kurak	40	10	35	9	35	9	29	7	36	9
Normal ve Normale Yakın	174	43	155	38	145	36	140	35	136	34
Hafif Nemli	43	11	42	10	45	11	44	11	47	12
Orta Nemli	48	12	50	12	61	15	64	16	54	14
Çok Nemli	12	3	17	4	18	4	17	4	19	5
Aşırı Nemli	18	4	16	4	10	2	9	2	11	3
Olağanüstü Nemli	8	2	4	1	5	1	5	1	4	1
Aylık Değerler Sayısı Toplamı	408		406		403		400		397	

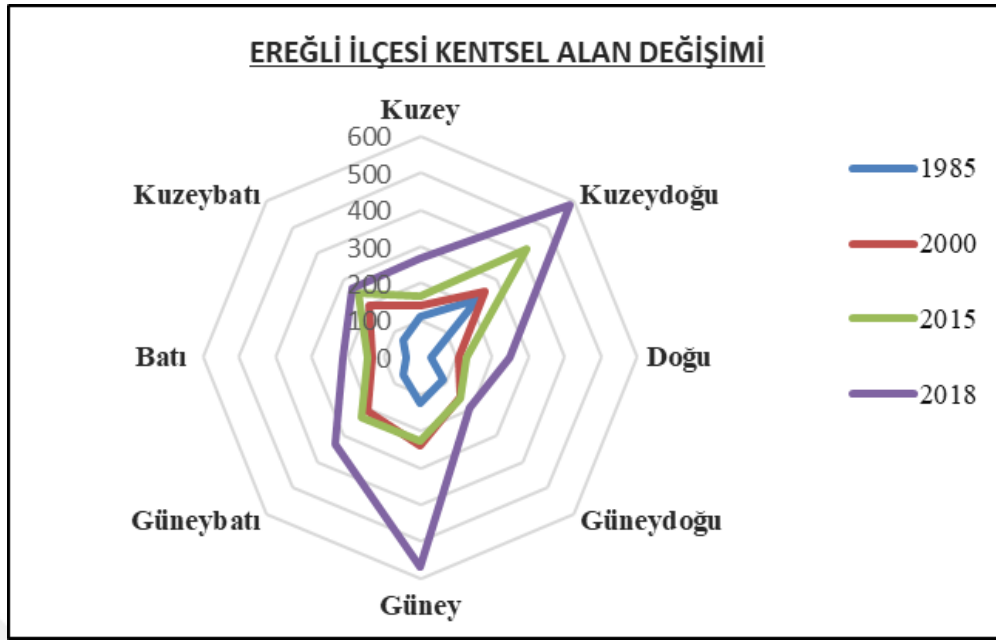
Ulukışla istasyonundan alınan veriler ve SPI analizi sonucunda 34 yıllık süre zarfında 11 yıl nemli geçen yıllar olarak görülmektedir. Bu veriler ışığında en nemli yıllar 1988-1997-1998-2002-2003 yılları olarak görülmektedir. Çizgi grafikte görüldüğü üzere aylık periyotların birbiriyle çok farklı olmadığı kısmen farklılıkların yaşanmış olduğu görülmektedir. SPI analizine göre 12 aylık periyotta en nemli ay 1988 yılının 10. ayında 2.13 değeriyle görülürken en kurak ay ise 1989 yılının 10. ayında -2,67 değeriyle kendini göstermektedir. Çizgisel grafikte uzun dönem 12 aylık periyotta doğrusal eğilim normal seyrinde gözlemlenmiş, sonuç olarak bu istasyon için 34 yıllık süre zarfında kuraklık seyrinde herhangi bir artış veya azalış trendi görülmemiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4. 20. 1986-2018 yılları Ulukışla istasyonu 1-3-6-9-12 aylık SPI değerleri

4.3. Hücresel otomat markov zinciri (CA-MC)

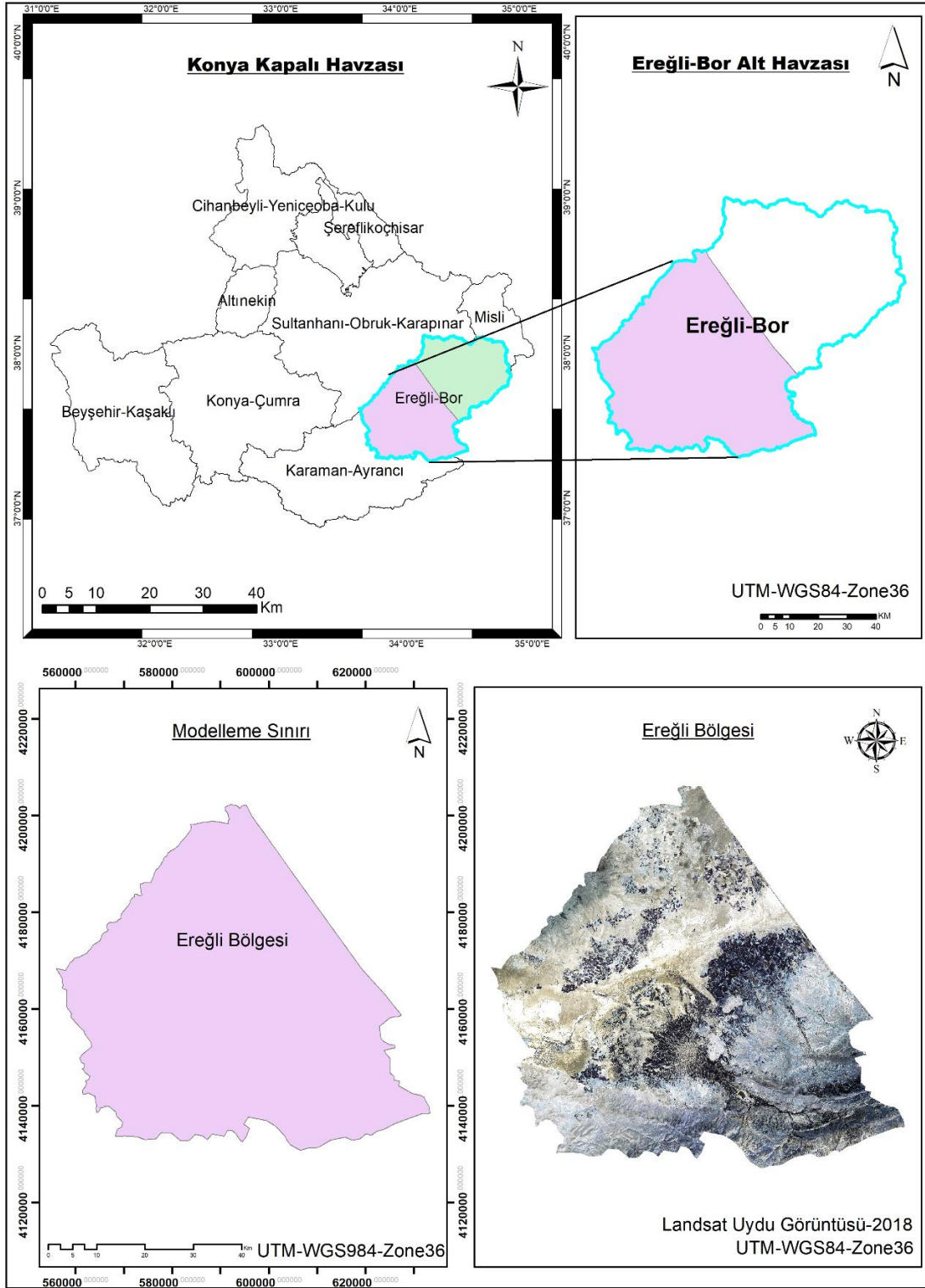
Ereğli-Bor Alt Havza'sında yapılmış olan arazi kullanımı/örtüsü çalışmalarının ardından kentsel gelişimin geçmişten günümüze ne boyutta artış gösterdiği ve gelecekte nasıl bir gelişim göstereceğinin analizi için modelleme yapılmıştır. Modelleme Ereğli bölgesinde yapılacağından mevcut çalışma alanı Ereğli ilçesi ve çevresi ile sınırlandırılmış ve 331057 ha'lık alanda geçiş olasılık matrisleri, model doğrulaması ve gelecek tahminleri yapılmıştır. Bölgedeki değişimler coğrafi yönelimleriyle tespit edilmiştir.



Şekil 4. 22. Ereğli ilçesi coğrafi yönelim

4.3.2. Hüresel otomat markov zinciri ile kentsel yayılma ve gelecek tahmini

Çalışmada Ereğli ilçesi ve yakın çevresinin 34 yıllık zaman diliminde Kentsel yayılımı belirlenmiş ve gelecek tahminlerinin yapılması için literatürde de çok sık rastlanan HO-Markov Zincir Yöntemi kullanılmıştır (Şekil 4.23). Sınıflandırılmış uydu görüntülerinden 1985-2005, 2005-2015, 1985-2015 yıllarını kapsayacak şekilde 3 periyot halinde modelleme yapılarak test alanı olarak seçilen 2018 yılı arazi kullanımı/örtüsü tahmini yapılmıştır. Sınıflandırılmış olan mevcut 2018 yılı arazi kullanımı/örtüsü verileri ile tahmin modeli karşılaştırması yapılmıştır. Çok Katmanlı Yapay Sınır Ağı ile yapılan Markov modeli yüksek doğruluk vermesi neticesinde gelecek tahmini için 2030 ve 2040 yılları arazi kullanımı/örtüsü modeli oluşturulmuştur.



Şekil 4. 23. Modelleme lokasyon haritası

4.3.3. Geçiş olasılıkları ve geçiş alanları matrislerinin hesaplanması

Çalışmanın bu kısmında Arazi kullanımı/örtüsündeki değişimlerin zaman içerisinde diğer sınıflara geçişlerinin olasılıkları belirlenmiştir. Bunun için 1985-2005, 2005-2015 ve son olarak 1985-2015 yılları şeklinde 3 ayrı periyotta sınıflandırılmış görüntüler baz alınarak 2018 yılı geçiş olasılıkları matrisi ve geçiş alanları matrisleri oluşturulmuştur. Çizelge 4.27’de geçiş olasılıkları gösterilmiştir.

Geçiş olasılık matrisleri 3 periyotta da 2018 yılı için muhtemel arazi kullanım oranlarını ifade etmektedir. Çizelge 4.27’den yapay bölgelerin geçiş olasılıklarını inceleyecek olursak; 1. Periyotta (1985-2005) 0,8286 iken bu oran 2. periyotta 0,9763 değerine yükselmektedir. Bu durum yapay bölgelerde yani kentsel alanlarda gelişme olduğunu ifade etmektedir. Burada ifade edilmelidir ki arazi kullanımı/örtüsü süreci modelin tahmin edemeyeceği iklim değişiklikleri, ekonomik ya da siyasi faktörler gibi dış etmenlerle de bağlı olmasıdır. Ancak bu çalışmada geçiş olasılıklarının istikrarlı şekilde devam edebileceği kabul edilmiş ve bu varsayımlara dayanarak modelleme yapılmıştır.

Çizelge 4. 27. Geçiş olasılık matrisleri

		Mera Alanları	Yapay Bölgeler	Orman Alanları	Tarım Alanları
1985-2005 (1. periyot)	Mera Alanları	0.8454	0.0105	0.0249	0.1182
	Yapay Bölgeler	0.0259	0.8286	0.0378	0.1072
	Orman Alanları	0.0045	0.0029	0.9676	0.0238
	Tarım Alanları	0.0159	0.0120	0.0136	0.9584
		Mera Alanları	Yapay Bölgeler	Orman Alanları	Tarım Alanları
2005-2015 (2. periyot)	Mera Alanları	0.9196	0.0031	0.0604	0.0169
	Yapay Bölgeler	0.0010	0.9763	0.0067	0.0158
	Orman Alanları	0.0414	0.0014	0.9541	0.0025
	Tarım Alanları	0.0040	0.0024	0.0026	0.9909
		Mera Alanları	Yapay Bölgeler	Orman Alanları	Tarım Alanları
1985-2015 (3. periyot)	Mera Alanları	0.9124	0.0049	0.0410	0.0415
	Yapay Bölgeler	0.0114	0.9636	0.0019	0.0230
	Orman Alanları	0.0247	0.0003	0.9746	0.0000
	Tarım Alanları	0.0051	0.0036	0.0016	0.9896

4.3.4. Arazi kullanımı/örtüsü gelecek tahmini ve model doğrulaması

Yapılan modellemenin doğruluğunun belirlenmesi için elimizde bulunan 2018 referans verisine göre 2018 yılı tahmini gerçekleştirilmiştir. Böylece referans veri ile tahmin edilen veri arasındaki doğrulama kappanın istatistiği ile analiz edilmiştir.

Referans veri haritası ve karşılaştırma haritası arasında ne derece uyum olduğunu belirleyen $M(m)$ değeri 0,9312 olarak tespit edilmiştir. Bu değer mükemmel bilgi değeri $M(p)$ 0,9136 değerinden yüksek çıkması uyumun oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Uyumun başarılı olmasının bir başka göstergesi Nicelik Uyuşmama Değeri ve Hücre Uyuşmama Değerlerinin düşük çıkmasıdır.

Çizelge 4.28’de görüldüğü üzere hücrelerin yeryüzündeki temsil edilen objeler ile ne ölçüde iyi örtüştüğünü $K_{location}$ değeri belirler ve bu değer çalışmamızda 0,9301 olarak bulunmuştur. Hücrelerin katmanlar içerisindeki konum değeri $K_{location}$ strata değeri ile ifade edilmektedir. Çalışmada bu değer 1,0000 olarak tespit edilmiştir ki bu oldukça yüksek bir örtüşmeyi ifade etmektedir. Ayrıca referans haritası ile karşılaştırma haritası arasındaki uyuma $K_{standart}$ değeri 0,8935’dir. Tüm kappanın indeks değerlerinin 0.80’den büyük olması, tahmin edilen ve gözlemlenen arazi kullanımı/örtüsü haritaları arasındaki uyumun çok iyi olduğunu göstermektedir. Doğrulama sonucunda çıkan iyi bir uyum ile tahmin modelleri gelecek için oluşturulmuş arazi kullanımı/örtüsünün doğru bir şekilde öngörülmesini sağlayabilir. 2018 yılı arazi kullanımı/örtüsü modellemesinin başarılı sonuçlanmasına dayanarak çalışma bölgesinin olası 2030 ve 2040 yılları arazi kullanımı/örtüsü haritaları ve sonuçları çıkarılmıştır. Uyum/uyumsuzluk değerleri ve Kappa istatistik verileri Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4. 28. Karşılaştırma haritaları (2005-2015) ve referans harita (2018) uyuşum/uyuşmazlık değerleri

Nicelik Bilgileri			
Konum Bilgileri	P(n)= 0.5277	P(m) =0.9746	P(p)=1.0000
	K(n)= 0.4836	K(m)=0.9312	K(p)=0.9136
	M(n)= 0.4836	M(m)=0.9312	M(p)=0.9136
	H(n)= 0.4836	H(m)=0.9312	H(p)=0.9136
	N(n)= 0.1667	N(m)=0.3544	N(p)=0.3483
	Şans Uyuşması	0.1667	
	Nicelik Uyuşması	0.1878	
	Katman Uyuşması	0.5768	
	Hücre Uyuşması	0.0000	
	Hücre Uyuşmama	0.0000	
	Katman Uyuşmama	0.0433	
	Nicelik Uyuşmama	0.0254	
	Kno (nicelik)	0.9175	
	Klocation (konum)	0.9301	
	Klocation Strata (konum katmanı)	1,0000	
	Kstandart (standart)	0.8935	

* Tablo için (Fadhil ve Kurban,2022) çalışmasından yararlanılmıştır.

Yukarıdaki çizelgede;

K_no; Doğru olarak sınıflandırılmış piksellerin tahmin edilen piksellere oranıdır.

$$K_no = \frac{M(m) - N(n)}{P(p) - N(n)} \quad (4.1)$$

K_location; Anlaşma düzeyiyle ilişkili uzamsal düzeydeki doğruluğu konum bazında temsil eder.

$$\frac{M(m) - N(m)}{P(m) - N(m)} \quad (4.2)$$

K_location strata; Ön tanımlı bir katmana doğru atanma ile ilgili değerdir.

$$\frac{M(m) - H(m)}{K(m) - H(m)} \quad (4.3)$$

K_standart; Cohen'in önerdiği K_standart katsayısı doğru atanmış piksellerin şans eseri atanmış piksellere oranıdır.

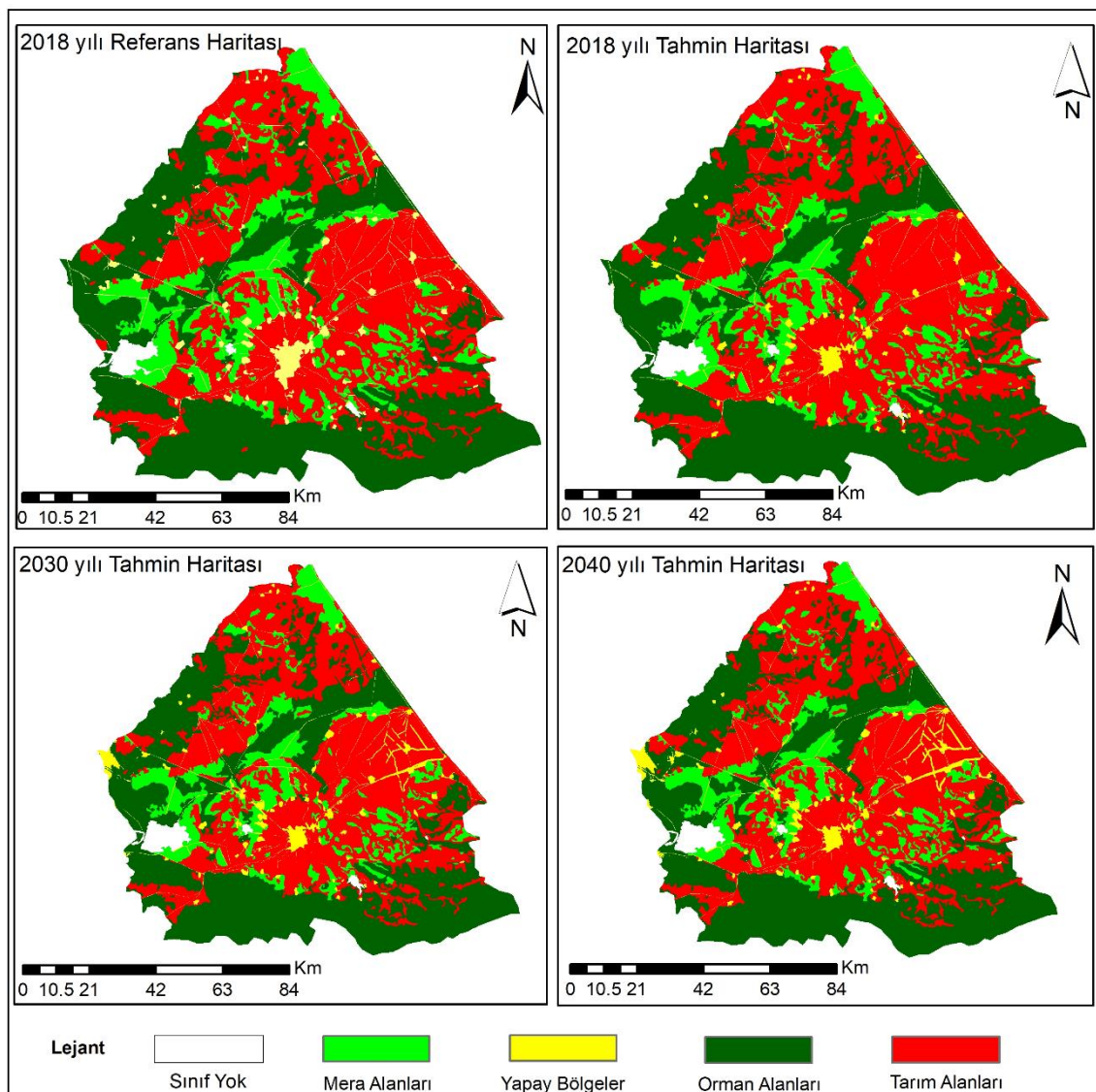
$$\frac{M(m) - N(m)}{P(p) - N(m)} \quad (4.4)$$

Yapılan tahmin sonuçları Çizelge 4.29'a göre 2018 yılında çalışma alanının %2,75'ini yapay bölgeler oluştururken, 2030 yılında bu oran % 3,75 oranında, 2040 yılında ise %4,35 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Yapay bölgelerdeki bu artış Ereğli ilçe merkezi yakınlarındaki mahallelerde olduğu gibi il/ilçeleri bağlayan yol akslarının kenarlarında belirginleştiği görülmüştür. Mera alanları 2018 yılında tüm alanın %13,25'ini oluştururken 2030 yılında %0,18 düşüşle %13,07'ye, 2040 yılında ise %12,97'ye düşeceği tahmin edilmektedir. Tabloya bakıldığında benzer kademeli düşüşler tarım alanlarında ve orman alanlarında da meydana geleceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4. 29. AK/AÖ sınıf dağılımı ve 2018-2030-2040 yılları tahmin yüzdeleri

	Yıllar						Arazi Kullanımı/Örtüsündeki Değişim Farkı (%)		
	2018km ²	%	2030km ²	%	2040km ²	%	Δ % 2018-2030	Δ % 2030-2040	Δ % 2018-2040
Meralar Alanları	433.07	13.25	427.27	13.07	424.19	12.97	-1.36	-0.73	-2.09
Yapay Bölgeler	89.93	2.75	122.74	3.75	142.24	4.35	26.73	13.71	36.78
Orman Alanları	1320.49	40.39	1311.38	40.11	1304.64	39.90	-0.69	-0.52	-1.21
Tarım Alanları	1425.76	43.61	1408.37	43.07	1398.83	42.78	-1.23	-0.68	-1.93

Modelleme sonucunda bulunan istatistik sonuçları ve oluşturulan çizelgeler sonrasında 2030 ve 2040 yılı haritaları oluşturulmuş ve bölgenin ne yönde geliştiği belirlenmiştir (Şekil 4.24).



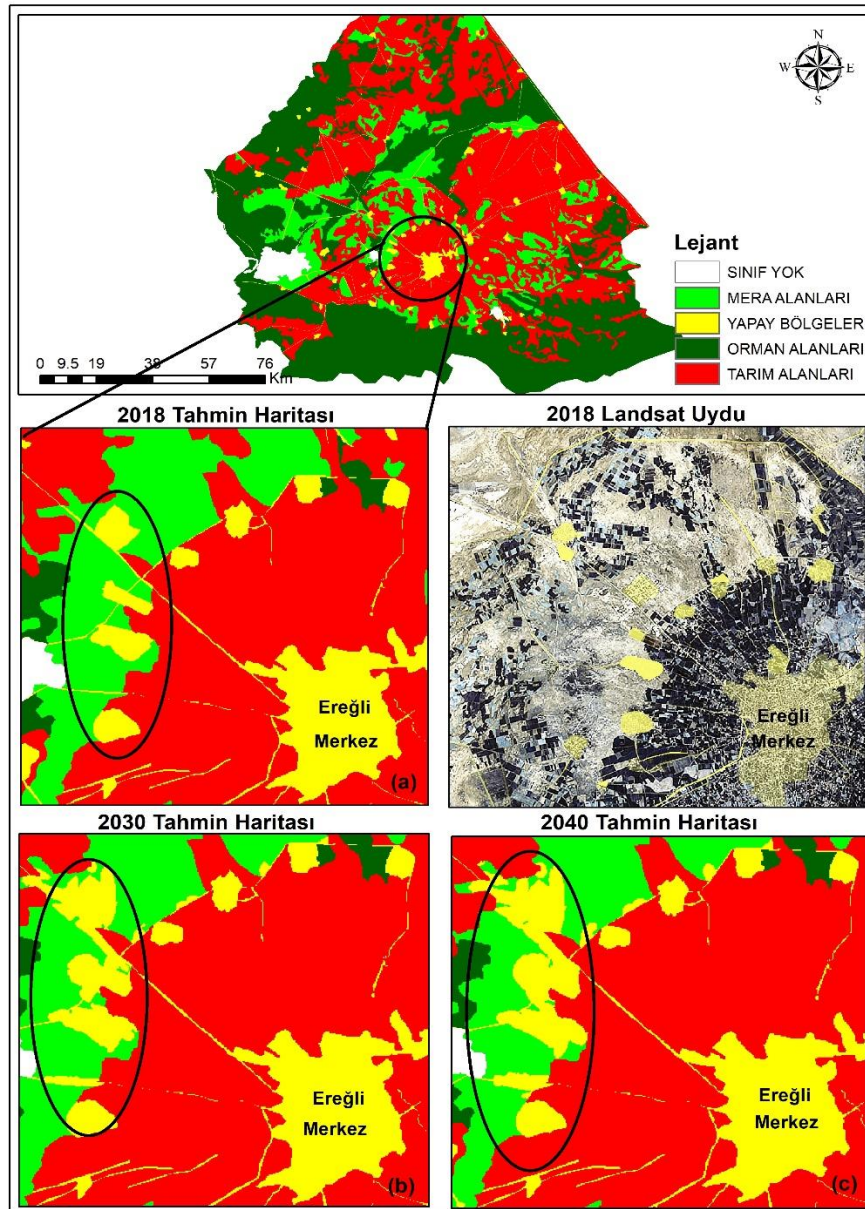
Şekil 4. 24. 2018 yılı referans ve model haritası, 2030-2040 yılı tahmin haritası

Çalışma alanı 2018 yılı model haritasında; *Yapay Bölgeler*, toplam alanı yaklaşık 90 km² iken tahmin modeli sonuçlarına göre 2030 yılında yaklaşık 123 km² ye 2040 yılında ise 142 km² ye ulaşması beklenmektedir.

Mera Alanları, toplam alanı yaklaşık 433 km² iken model sonucunda 2030 yılı için 427 km² ye 2040 yılı için ise 424 km² ye kadar düşeceği tahmin edilmektedir.

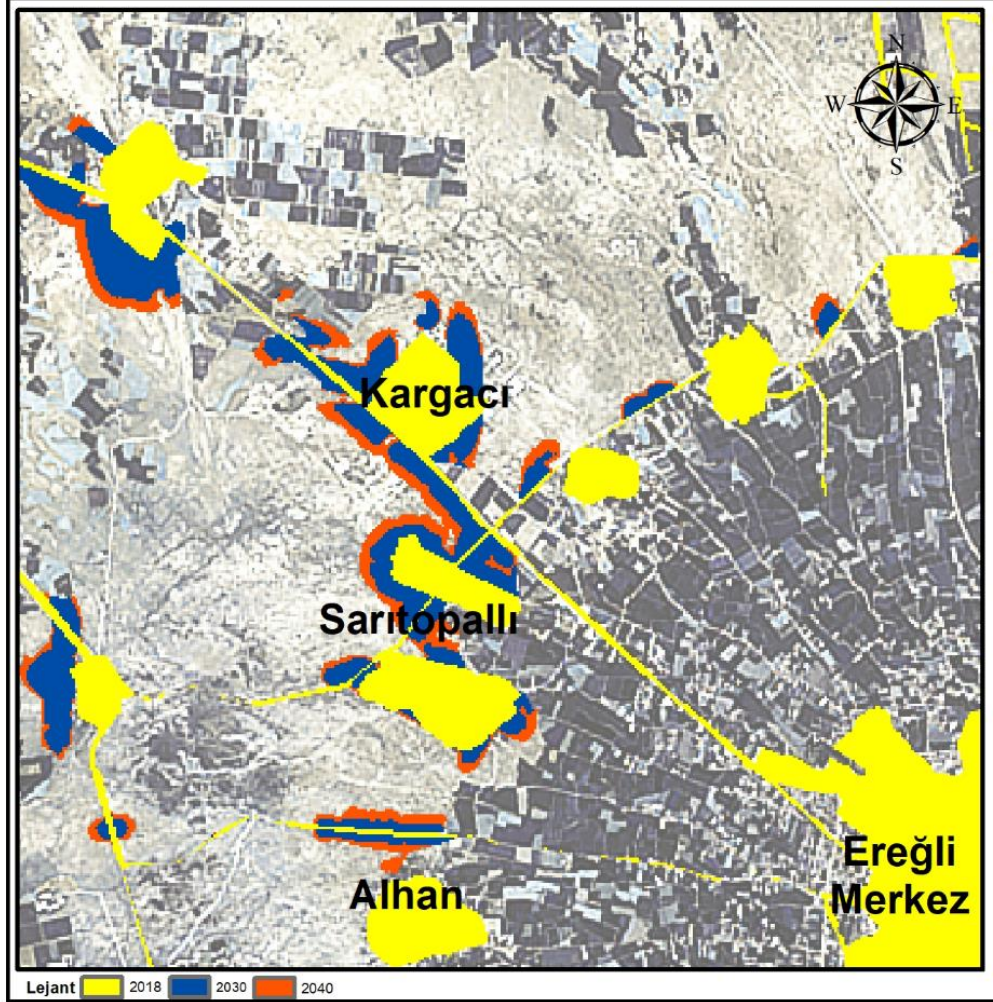
Tarım Alanları, yaklaşık 1425 km² iken 2030 yılında 1408 km² ye, 2040 yılı için ise yaklaşık 1399 km² ye düşmesi beklenmektedir.

Orman alanları, toplam alanı yaklaşık 1320 km² iken 2030 yılında 1311 km² alana, 2040 yılında ise 1304 km²'ye düşüş göstereceği tahmin edilmektedir (Şekil 4.25).



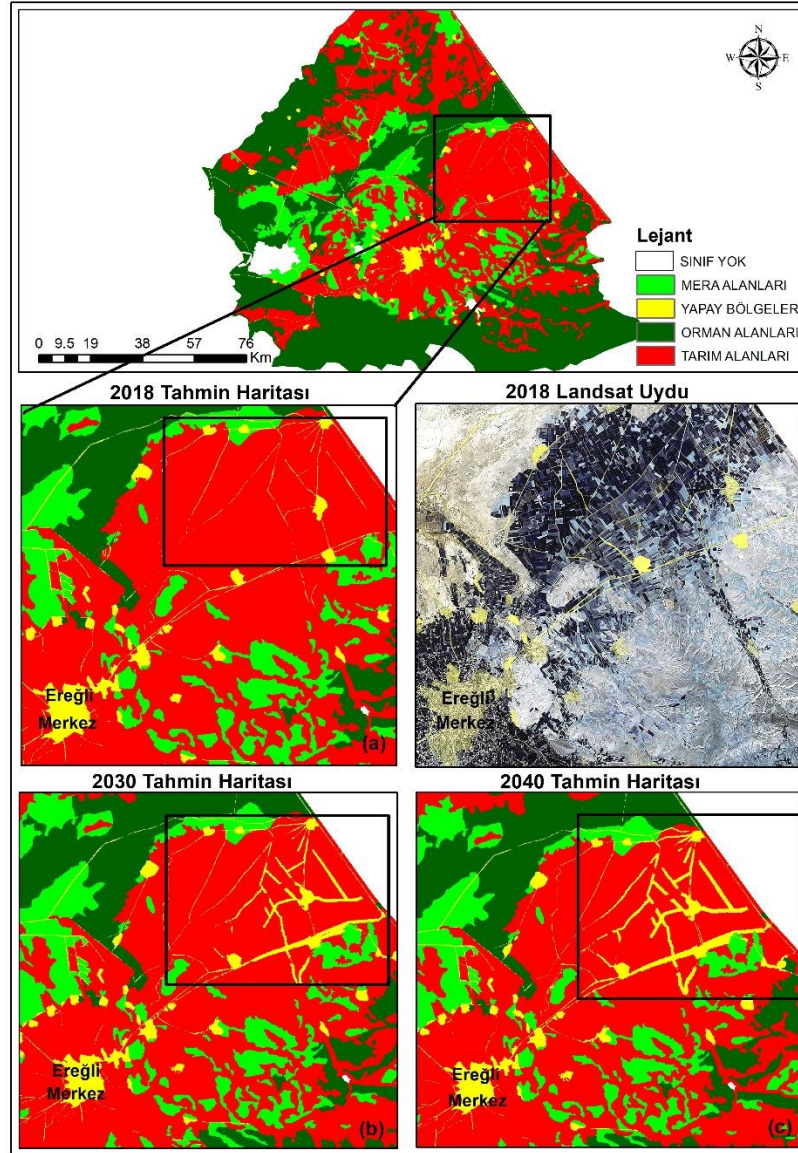
Şekil 4. 25. Ereğli ilçesi değişim ve tahmin haritası; örnek-1 2018 (a), 2030 (b), 2040 (c)

Yapılan modelleme çalışmasında 2030 ve 2040 yıllarına kadar Ereğli ilçe merkezinin Kuzeybatı bölgesinde bulunan ve ilçe merkezine 5 ila 6 km mesafedeki Alhan, Sarıtopallı ve Kargacı mahallelerinde gelişme olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 4.26).



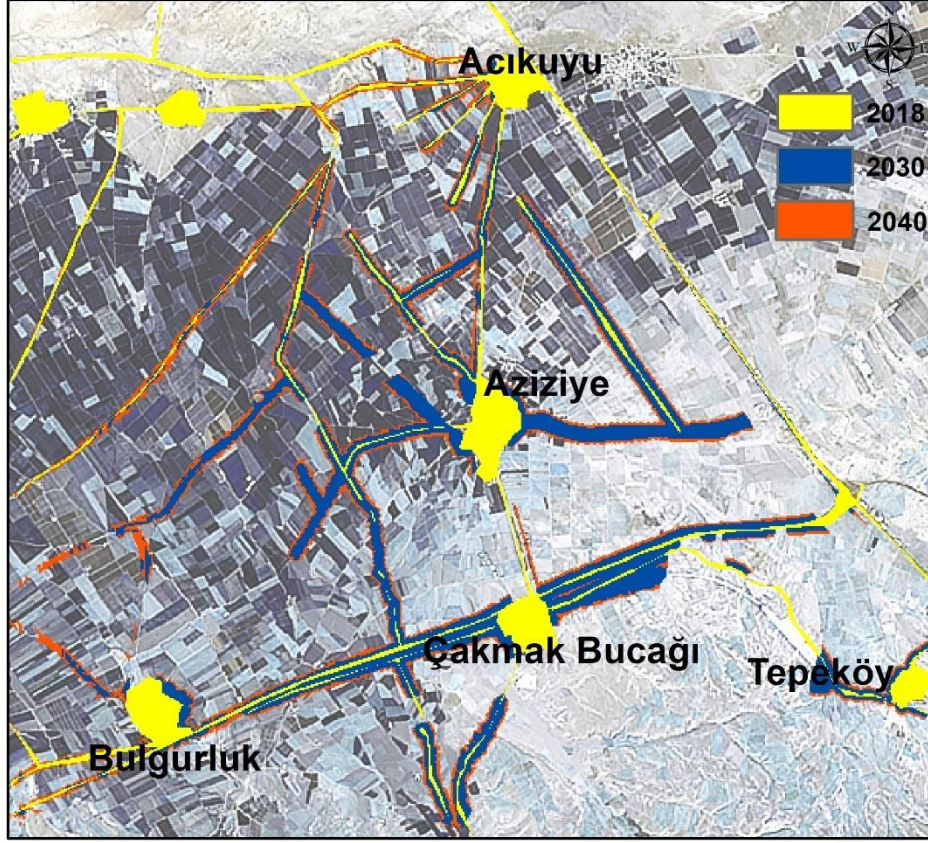
Şekil 4. 26. Ereğli ilçe merkezi gelişen bölgeler-1

Yine modelleme sonucunda 2030 ve 2040 yıllarına kadar Ereğli ilçesi'ni Aksaray, Niğde bölgesine bağlayan aksta gelişme olacağı tahmin edilmekte olup, bölgedeki şehirlerarası yolların bu gelişimde etkisi olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4. 27. Ereğli ilçesi değişim ve tahmin haritası; örnek-2 2018 (a), 2030 (b), 2040 (c)

Modelleme sonucu gelişim göstermesi tahmin edilen diğer bölgeyi daha detaylı inceleyecek olursak; Ereğli ilçesini Aksaray, Niğde, Adana illerine bağlayan Konya-Adana yolu ve Adana-Aksaray yolu kesişiminin de bulunan Ereğli ilçesinin yaklaşık 20 km kuzeydoğusuna rastlayan Bulgurluk, Aziziye, Çakmak Bucağı, Acıkuyu, Tepeköy ve Zengen mahallelerinde de 2040 yılına kadar gelişim olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 4.28).



Şekil 4. 28. Ereğli ilçe merkezi gelişen bölgeler-2

Hücrel Otomat-Markov Zincirleri yöntemi ile yapılan modellemede Ereğli ilçesinin ve çevresinin kentsel gelişim analizi tespit edilmiştir. Bölgenin kuzeybatı mahalleri ve kuzey doğusunda bulunan mahallelerinde gelişim olacağı belirlenmiş tarım orman ve mera alanlarında azalışlar ve kentsel alanların artışları tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ereğli Bor Alt Havzasında arazi kullanımı/örtüsündeki değişim UA teknikleriyle Landsat TM uydu görüntüleri ve CORINE sınıflandırma verilerinden yararlanılarak 1985-2018 yılları arasında bölgedeki değişimler belirlenmiştir. Arazi kullanımı/örtüsündeki bu değişimin tespit edilebilmesi için *Yapay Bölgeler, Tarım Alanları, Orman Alanları, Mera Alanları ve Su Alanları* olmak üzere 5 temel eğitim sınıfı belirlenmiş ve kontrollü sınıflandırma teknikleri ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan verilerin doğruluğunun tespit edilmesi için yapılan her sınıflandırma işlemine doğruluk analizi yapılmış son olarak değişimin ne yönde ne ölçekte olduğu belirlenmiştir.

Analiz ve değerlendirme neticesinde;

1985 yılı verilerine dayanarak havzanın büyük bir kısmını %46.1 oranında Orman alanları ve % 41.1 oranında tarım alanları oluşturmaktadır. 1985-2018 yılları arasındaki 34 yıllık zaman diliminde orman alanlarında azalış, tarım alanlarında ise artış olduğu tespit edilmiştir.

Tarım alanlarındaki artışın iki temel nedeni olduğu düşünülmektedir. Bunlardan birincisi tarım alanlarının mera alanları üzerine doğru genişlemesi ki bu durum yapılan değişim analizlerinde de ortaya konulmuştur. Mera alanlarının tarımsal faaliyetler için işgal edilmesi yaygın bir uygulama olduğu için yapılan bu tespiti doğrulamaktadır. İkinci temel neden ise 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 2 nci maddesinin "b" bendinden düzenlenen ve halk arasında 2/B arazileri olarak zikredilen orman niteliğini tam olarak kaybetmiş yerlerin ya da başka bir ifadeyle tarım alanları ve hayvancılıkta kullanılmasında yarar olacağı tespit edilen arazilerin orman vasfından çıkarılmasıdır. Ayrıca 2012 yılında çıkan 6292 sayılı "Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi ve Hazine adına Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Yerlerin Değerlendirilmesi İle Hazineye Ait Tarım Arazilerinin Satışı Hakkında Kanun" da orman alanlarının tarım alanlarına dönüşmesinde başlıca etken olarak görüldüğü düşünülmektedir.

Mera alanları ise Orman ve Tarım alanları sınıflarına oranla daha az değişim göstermiştir. İlk bakışta 1985-2018 yılları arasında mera alanları, sulak alanların kurumasıyla %1.3 oranında artış göstermiş olsa da, yapılan arazi kullanımı/örtüsü değişim analizi sonucunda mera alanlarının 10236 ha'lık kısmı tarım alanlarına dönüşmüştür. Bu da ilk bakışta tarımsal üretime artış getireceğini düşündürse de gelecek

yıllarda hayvancılığın temel besin kaynağı olan mera alanlarının azalmasıyla hayvancılık sektöründe sıkıntılar meydana getireceği düşünülmektedir.

İçerisinde her türlü endemik türün bulunduğu bu alanlar hem hayvansal gıda temini hem de ekolojik dengenin korunmasında önemli role sahiptir. Bu yüzden, 4342 sayılı mera kanunu gereği mera tahsis amaçlarının değiştirilmesi hususunun yetkili organlarca daha titizlikle yapılması ve vasfı bozulmamış veya ıslah edilebilecek alanların mera vasfından çıkarılmaması için daha katı kararların alınması bu tür alanların korunmasında ve yaşatılmasında önem arz etmektedir.

Şehir yapısı ve sanayi alanları, maden sahaları ve ulaşım ağlarını da içine alan Yapay bölgeler sınıfı 34 yıllık zaman diliminde tüm havzanın %1.7'lik kısmını kapsarken bu oran 2018 yılı itibarıyla %4.2 ye yükselmiş yani %2.5 kat artış göstermiştir. İlçe merkezi 1985 yılında 750 ha ölçülürken 2018 yılında 2670 ha'lık alana ulaşmıştır. Bu artışın nedeni; Niğde ili ve Ereğli ilçesinin gelişen sanayi sektörü yanında tarım ve hayvancılık sektörünün de gelişim göstermesi, insan nüfusundaki artışa ve şehir merkezine yakın tarım arazilerinin imara açılmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Bu yüzden imar alanlarının oluşumunda bölge imar planları, nazım imar planları ve uygulama imar planlarının havza arazi kullanımı/örtüsüne uygun şekilde tasarlanması bölgenin orman ve mera alanlarının korunarak tarım ve hayvancılık sektörünün zarar görmesini engelleyecektir. Ayrıca kentsel alanlardaki değişimlerin orman, mera ve tarım alanlarına vereceği zararları en aza indirmek için uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılması, yapılacak analizler ve kentsel modellemelerle gelecekteki nüfus artışı ve arazi kullanımı/örtüsü planlamalarının bugünden belirlenmesi ve olası risklerin önüne geçilmesi sağlanmalıdır.

Su alanlarının değişim hareketi incelendiğinde 1985-2018 yılları arasında sulak alanların yarı yarıya düştüğü belirlenmiştir. Çalışma bölgesinde Türkiye'nin önemli sulak alanlarından ve doğal turizm bölgelerinden biri olan Akgöl kuraklık tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu bölgedeki su alanlarındaki düşüşün iklimsel ve mevsimler değişimleri dışında tarımsal faaliyetlerin bilinçli uygulanmaması gösterilebilir. Tarımsal amaçlı su kullanımı özellikle vahşi sulama nedeniyle su seviyelerindeki azalmanın önüne geçilmesi önem arz etmektedir. Havza yer altı ve yer üstü su kaynaklarının planlanacak projelerle korunması ve yetkili organlarca daha katı tedbirlerle çağımızın sorunu kuraklığın önüne geçilmesi gerekmektedir.

İklim değışikliği ile alakalı yapılan Lineer Trend Analizine göre tüm istasyonlardaki aylık sıcaklık artış ortalaması 2.27 °C olarak bulunmuştur. İç Anadolu Bölgesi'nin yaz mevsimlerinde en az yağış alması beklenirken analiz sonuçlarına göre Kayseri İstasyonu hariç tüm istasyonlarda pozitif yönlü değışimler gözlemlenmiştir. Sonbahar mevsiminde yağış olması beklenirken yağışların azlığı dikkat çekmektedir. Nitekim mevsimsel bazda da beklenen yağışlarda azalmalar görölmüştür.

SPI analizi sonuçlarına göre 1985-2018 yılları arasında istasyonlarda, kuraklık açısından değerler "Normal" seyretmiştir. Ancak uzun dönemli izlenme süresine bakıldığında sıcaklık artışı ve yağış dengesizlikleri nedeniyle bölgenin gelecek yıllar için kuraklığa eğilim gösterebileceği düşünölmektedir.

Ereğli bölgesi hem verimli tarım alanlarına sahip olması, hem de geniş otlaklarıyla hayvancılığında oldukça yaygın olduğu bölgelerimizdendir. Bu yüzden bölgedeki iklim değışikliği ve kuraklık ile alakalı problemlerin önemsenmesi ve daha detaylı bölgesel analizlerin yapılması gerekmektedir. Uzaktan algılama teknikleriyle belirlenen arazi kullanımı/örtüsü sonuçlarının da iklim analizleriyle birlikte değerlendirilerek Kuraklık Eylem Planları oluşturulması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Kaynakların optimum düzeyde kullanılması için kurumsal önlemler alınmalı ayrıca yanlış sulama teknikleri veya hayvansal faaliyetlerin düzeltilmesi için ek önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

Çalışmanın son bölümünü kapsayan kentsel gelişim ve gelecek tahmin modellemesi sonuçlarına göre, Ereğli ilçe merkezi ve çevresinin büyüme yönü özellikle Kuzeybatı mahallelerinde olabileceği ancak bölgenin tamamında yapay bölgeler anlamında büyümelerin olabileceği modelleme sonucunda tahmin edilmiştir. 2030-2040 yıllarında yapay bölgelerin artmasına karşın, tarım, orman ve mera alanlarında oluşacak kayıplar dikkat çekmektedir. Özellikle mera alanlarının orman ve tarım alanlarındaki kayıptan daha fazla olacağı modelleme sonuçlarında görölmektedir. Mera alanlarının azalması veya yok olması yukarıda da değinildiği gibi hayvancılığın zarar görmesine ve canlıların besin kaynaklarının yok olmasına neden olacaktır.

Tüm bu değışimler doğanın kendine has denklemini bozmakta ve Ekolojik dengenin korunmasını güçleştirmektedir. Bölge tarımsal anlamda Türkiye'nin en önemli üretim bölgelerindedir. Bu yüzden bölgedeki arazilerin geliş güzel kullanımlarının önüne geçilmesi ve kamu arazilerinin işgallerinin kontrol altına alınması önem arz etmektedir. Yetkili organlarca ileriye dönük yapılacak her türlü planlamada bölgenin arazi kullanımı/örtüsü dikkate alınarak konut ve sanayi alanları ile tarımsal alanların ve

ulaşım akslarının planlamaları yapılırken gelecek tahmin modellemeleri kullanılması ve yapılacak evre Düzeni Planlarının bu tür tahmin modellemeleriyle entegre oluşturulması gelecek nesiller için önemlidir.

Yapılan tüm analizlerin sonucunda; İklım değişikliklerinin arazi kullanımı/örtüsü üzerinde etkisinin, arazi kullanımı/örtüsünün de iklim değişikliği üzerinde etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Tarım, Orman ve Mera alanları hakkında yetkili organlarca çıkarılan kanun ve yönetmeliklerin daha katı Şekilde uygulanması ve 1/100.000 ve 1/50.000 'lik evre Düzeni Planları Tarım, Orman ve Mera alanlarının korunarak tasarlanması gibi önlemler alınmadığı taktirde bu etkileşimin olumsuz yönde devam edeceği 2030-2040 yılı tahmin modellemeleriyle de ortaya konulmaya çalışılmıştır.



KAYNAKLAR

- Aburas, M. M., Ho, Y. M., Pradhan, B., Salleh, A. H., ve Alazaiza, M. Y. 2021, *Spatio-temporal simulation of future urban growth trends using an integrated CA-Markov model*. Arabian Journal of Geosciences, 14(2), 1-12.
- Aksu, G.A. 2012, *Peyzaj değişimlerinin analizi: İstanbul, Sarıyer örneği*, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Al-sharif, A. A. ve Pradhan, B. 2014, *Monitoring and predicting land use change in Tripoli Metropolitan City using an integrated Markov chain and cellular automata models in GIS*. Arabian journal of geosciences, 7(10), 4291-4301.
- Allı, H.,İ., 2019, *Konya ereğli ilçesi'nin gelişimi*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Altürk, B., 2017, *Arazi Kullanım/örtüsü Değişikliğinin ve Su Kaynaklarına Etkisinin Belirlenmesi; Ergene Havzası Örneği*, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Tekirdağ
- Anand, A., Mohan, B.K. 2017, *Block-4 Processing and Classification of Remotely Sensed Images*. IGNOU.
- Arnold Jr., Chester, L. ve Gibbons, C.J., 1996, *Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator*, Journal of the American Planning Association, 62, 243-258.
- Arsanjani, J. J., Kainz, W., ve Mousivand, A. J. 2011, *Tracking dynamic land-use change using spatially explicit Markov Chain based on cellular automata: the case of Tehran*. International Journal of Image and Data Fusion, 2(4), 329-345.
- Arslan, O., 2001, *Görüntü sınıflandırılması için yapay sinir ağlarının analiz ve optimizasyonu*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Ateş, E., Altundal Öncü, M., Bayar, R., Yılmaz, M. 2020, *Eskişehir kentsel büyüme alanının Hücresel Otomat ve CA-Markov zincirleri ile analizi (1984-2056)*. Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences, 18 (2), 276-295.
- Aydın, T. K., ve Durduran, S. S., 2021, *Ereğli-Bor Alt Havzasında Arazi Kullanımı/Örtüsü'nün Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Zamansal Değişimi*. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 8(3), 629-641.
- Bacanlı, Ü. G., ve Çukurluoğlu, S., 2018, *Antalya İlinin Bazı Meteorolojik Verilerinin Trend Analizi*. SETSCI Conference Indexing System, Volume 2, 371-375, Antalya.
- Bacanlı, Ü.G., Kargı, G.,K., 2019, *Uzun ve Kısa Süreli Periyotlarda Kuraklık Analizi: Bursa Örneği*, Doç. Afet Çev. Derg., 2019; 5(1): 166-174.

- Başayığıt, L. 2004, *CORINE arazi kullanım sınıflandırma sistemine göre arazi kullanım haritasının hazırlanması: Isparta Örneği*, Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4), 366-374.
- Baysal, G. 2013, *Urban land use and land cover change analysis and modeling a case study area Malatya, Turkey* (Doctoral dissertation).
- Bektaş F. ve Göksel C., 2005, *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Entegrasyonu Gökçeada ve Bozcaada Örneği*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.
- Bektaş Balçık, F., 2010, *Mapping and monitoring wetland environment by analysis of different satellite images and field spectroscopy*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Beşel, C., Kayıkcı E.T., 2016, *Meteorolojik verilerin zaman serisi ve tanımlayıcı istatistikler ile yorumlanması; Karadeniz Bölgesi örneği*, TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu 13-14 Ekim 2016, Ankara.
- Beyazıt, M., Yeğen, E.B., 2005, *Mühendisler için İstatistik* Birsen Yayınevi.
- Bose, A., ve Chowdhury, I. R. 2020, *Monitoring and modeling of spatio-temporal urban expansion and land-use/land-cover change using markov chain model: a case study in Siliguri Metropolitan area, West Bengal, India*. Modeling Earth Systems and Environment, 6(4), 2235-2249.
- Canpolat, F. A., ve Dağlı, D. 2020, *Elazığ ili'nde arazi kullanımı değişimi (2006-2018) ve simülasyonu (2030)*. International Journal of Geography and Geography Education, (42), 702-723.
- Carlson T. N., Augustine J. A. ve Boland F. E., 1977, *Potential application of satellite temperature measurements in the analysis of land use over urban areas*. Bulletin of the American Meteorological Society 58 1301–1303.
- Carnahan W. H. Ve Larson, R.C., 1990, *An analysis of an urban heat sink*, Remote Sensing of Environment, 33:65-71.
- Ceylan, M., 2012, *Uzaktan algılama ve CBS ile kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesi: İzmit körfezi örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İzmit.
- Civco D.L., Hurd J.D., Arnold, C.L. ve Prisloe, S., 2000, *Characterization of Suburban Sprawl and Forest Fragmentation Through Remote Sensing Application*, International Journal of Remote Sensing.
- Cohen J. 1960, *A Coefficient of Agreement for Nominal Scales*. Educational and Psychological Measurement, 20 (1): 37-46.
- Congalton, R.G. ve Green, K. 2008, *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. Second Edition, CRC Press.

- Cosun, F., Karabulut, M., 2009, *Kahramanmaraş'ta ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıkların trend analizi*, Türk Coğrafya Dergisi, (53), 41-50, İstanbul.
- Çağlıyan, A., Dağlı, D. 2015, *Arazi kullanımında simülasyon modelleri ve entegre kullanımları*. TÜCAÜM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
- Çakaroz, D., Özelkan, E., Karaman, M., 2020, *Sulak Alanlarda Uzaktan Algılama ile Belirlenen Zamansal Değişime Kuraklığın Etkisinin İncelenmesi: Umurbey Deltası(Çanakkale) Örneği*, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 20, S. 898-916.
- Çelik, M. A., Kopar, İ., ve Bayram, H.,2018, *Doğu Anadolu Bölgesi'nin Mevsimlik Kuraklık Analizi*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22(3), 1741-1761.
- Çetin, M. ve Musaoğlu, N.,2008, *İbrelî orman türlerinin hiperspektral uydu görüntüsü ile ayırt edilebilirliğinin araştırılması*. İTÜ Dergisi/d, Mühendislik, 7 (5), 34-40.
- Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E. ve Toru, E. 2009, *CORINE (Coordination of Information on the Environment) Projesi*. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir, Türkiye: Kasım 2-6.
- D. Lu Corresponding author, P. Mausel, E. Brondizio ve E. Moran, 2004, *Change detection techniques*, International Journal of Remote Sensing, 25:12, pg.2366
- DeLurgio Stephen A., 1998, *Forecasting principles and Applications*. Mc-Grow-Hill New York.
- DiGregorio, A.,Jansen, L.J.M., 2001, *Land-Cover Classification System (LCCS): Classification Conceptsand User Manual*. FAO, Rome.
- Dinç, N., Aydınşakir, K., Işık, M., Büyüктаş, D., 2016, *Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi ile Antalya ili kuraklık analizi*. Derim, 33(2), 279-298.
- Dervişoğlu, A. 2018, *Sulak alanların uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile irdelenmesi: Akgöl Örneği*, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği ABD. İTÜ, İstanbul.
- Doğdu, M.Ş., Toklu, M.M. ve Sağnak, C., 2007, *Konya Kapalı Havzası'nda yağış ve yer altı suyu seviye değerlerinin irdelenmesi*, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, 11 - 13 Nisan, Sayfa:394-401, 2007, İTÜ, İstanbul.
- Doğan, İ. 2008, *Uzaktan algılama verileri ile kıyı çizgisi değişiminin zamansal olarak belirlenmesi: Alaçatı Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Durduran S. S., 2010, *Coastline change assessment on water reservoirs located in the Konya Basin Area, Turkey, using multitemporal landsat imagery*, Environmental Monitoring and Assessment, 164, 453-461.

- Eastman, J. R., 2009, *IDRISI Taiga guide to GIS and image processing*. Clark Labs Clark University, Worcester, MA.
- El-Hattab, M.M., 2016, *Applying post classification change detection technique to monitor an Egyptian coastal zone (Abu Qir Bay)*. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.* 19, 23–36.
- Ekercin S., 2007, *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonu ile tuz gölü ve yakın çevresinin zamana bağlı değişim analizi*, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Emrahoğlu N., Yeğingil D., Peştemalci V., Senkal O. ve Kandirmaz H. M., 2003, *Comparison of A New Algorithm with the Supervised Classifications*, *International Journal of Remote Sensing*, 24, s. 649-655.
- Erinç S., 1996, *Klimatoloji ve Metodları*, Alfa Basım, İstanbul.
- Erol, E. ve Çanga, M. R., 2003, *Coğrafi bilgi sistemi tekniği kullanılarak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi*, *Tarım Bilimleri Dergisi*,10(2),136–143.
- Fadhil, A., ve Kurban, T. 2022, *Hücresel otomata markov zincir yöntemi ile kentsel yayılmanın modellenmesi: Kerkük ili örneği*. *Geomatik*, 7(1), 58-70.
- Falahatkar S., Hosseini, S. M. ve Soffianian, A. R., 2011, *The relationship between land cover changes and spatial-temporal dynamics of land surface temperature*. *Indian Journal of Science and Technology*. 4 (2), 76-81.
- Fitzpatrick- Lins, K., 1981, *Comparison of sampling procedures and data analysis for a land use and land cover map*, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 47, 343 – 351.
- Franklin, J.,Woodcock, C.E., Warbington, R., 2000, *Digital vegetation maps of forestlands in California, Integrating Satellite Imagery, Gis Modelling and Field Datain Support Of Resource Manegement*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66, 1209-1217.
- Gidey, E., Dikinya, O., Sebege, R., Segosebe, E., ve Zenebe, A. 2017, *Cellular automata and Markov Chain (CA_Markov) model-based predictions of future land use and land cover scenarios (2015–2033) in Raya, Northern Ethiopia*. *Modeling Earth Systems and Environment*, 3(4), 1245-1262.
- Geymen, A., 2017, *Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Su Havzalarındaki Arazi Kullanım Değişikliği ve Çevresel Etkilerinin izlenmesi; Elmalı Havzası Örneği*, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,171-181
- Ghulam A., Qin Q., Kusky T. ve Li Z.L., 2008, *A re-examination of perpendicular drought indices*. *International Journal of Remote Sensing*, 29, 6037–6044.

- Grupta R.K., Prasad, S., Sesha, M.V.R. ve Viswanadham, T.S., 1997, *The estimation of surface temperature over an agricultural area in the state of haryana and punjab, india and its relationship with normalized difference vegetation index(ndvi) using noaa-avhrr data*, International Journal of Remote Sensing, 18(18), 3729-3741.
- Gülçin D., 2018, *Arazi kullanımlarının sınıflandırılmasında piksel ve obje tabanlı sınıflandırmanın karşılaştırılması*, Adü Ziraat Dergisi, 2018;15(2):43-49.
- Gülersoy A.E., 2013, *Farklı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen değişimlerin incelenmesi: Manisa merkez ilçesi örneği(1986-2010)*, Eletronic Turkish Studies, 8(8).
- Gümüş, M.G., Durduran, S.S. 2020. *Sürdürülebilir arazi yönetiminde optimal tarım arazilerinin belirlenebilmesi için çok kriterli karar destek sistemlerinin kullanımı: Beyşehir- Kaşaklı alt havzası örneği*, NÖHÜ Müh. Bilim. Derg. / NOHU J. Eng. Sci.9(2): 883 – 897.
- Güngen, Y., 2019, *Standart yağış indisi (SYİ) ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kuraklık analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güre, M., 2009, *Avrupa Birliği CORINE arazi kullanım sınıflandırma sistemi ve Çanakkale ili uygulaması*, Doktora tezi, T.C. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- IPCC, 2001, *Climate Change, The Scientific Basis Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)] , Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, ABD, 881pp.
- Hao, S., Zhu, F., Cui, Y., 2021, *Land use and land cover change detection and spatial distribution on the Tibetan Plateau*. Scientific Reports, 11(1), 1-13
- Hossen, H., ve Negm, A., 2016, *Performance of Water Bodies Extraction Techniques' Embedded In Erdas': Case Study Manzala Lake, Northeast Of Nile Delta, Egypt*. In Nineteenth International Water Technology Conference, IWTC19 Sharm ElSheikh (pp. 21-23).
- Hung, T., Uchihama, D., Ochi, S. Ve Yasuoka, Y., 2006, *Assesment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 8,34-48.
- IPCC, 2001, *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, ABD.

- İnan, N., E. Şen ve N. Başaran 2006, *Konya Ovasının İklimi*, DMİ Genel Müdürlüğü No: 4, Ankara.
- İTÜ-UHUZAM Proje Ekibi 2015, *Geometrik Kriterler ve Dördüncü Seviye Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları Ön Değerlendirme Raporu*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Sayfa:1-26, İstanbul.
- Jehnsen, R.J, 1996, *Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective*,s: 318.
- Ji M. H. ve Jensen, J. R., 1999, *Effectiveness of subpixel analysis in detecting and quantifying urban imperviousness from Landsat Thematic Mapper imagery* Geocarto International, 14(4), 31-39
- Joshi J.P. ve Bhatt, B., 2012, *Estimating temporal land surface temperature using remote sensing: a study of vadodara urban area, Gujarat*, International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences, 2, 1, 123-130.
- Joseph, G., 2005, *Fundamentals of Remote Sensing*, UniversitiesPress.
- Karabulut, M., Cosun F.,2009, *Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi*, Coğrafi Bilimler Dergisi,65-83,2009.
- Karnieli, A.,Rozenstein, O., 2011, *Comparison of methodsforland-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs*. Applied Geography, 31(2): 533-544.
- Kaya, N.S, Turan, Demirağ,İ., Deniz O., Saygın F.,2020, *Farklı Konumsal Çözünürlüğe Sahip Uydu Görüntüleri Kullanarak CORINE Arazi Örtüsü/ Arazi Kullanım Sınıflarının Belirlenmesi*, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7(2): 207-218.
- Keleş., B., Durduran, S.S., 2019, *Osmaniye ilinin arazi örtüsü ve kullanımındaki zamansal değişimin uzaktan algılama teknikleri ile araştırılması*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(1): 32-52.
- Keskiner, A. D., Çetin, M., , Uçan, M., Şimşek, M.,2016, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Standardize Yağış İndeksi Yöntemiyle Olasılıklı Meteorolojik Kuraklık Analizi: Seyhan Havzası Örneği*. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(2), 79-90.
- Kırtıloğlu, E., 2014, *Hotamış Gölü Çevresinin Arazi Kullanımının Uydu Görüntüleri Yardımıyla Zamansal Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kıymaz, S., 2011, *Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi*, GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 28(1), 91-102.
- Kızılelma, Y., Çelik, M., ve Karabulut, M. 2015, *İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi*. Türk Coğrafya Dergisi, (64), 1-10.

- Köylü Ü., 2017, *Arazi Kullanım Değişiminin İklim Olan Etkilerinin Modellenmesi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Kushwaha, K., Singh, M. M., Singh, S. K., ve Patel, A.,2021, *Urban growth modeling using earth observation datasets, Cellular Automata-Markov Chain model and urban metrics to measure urban footprints*. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 22, 100479.
- Kuşçu, Ç., 2005, *Antalya-Aksu Bölgesi Tarım Alanlarında Expert Sınıflandırma Yöntemi ile Arazi Kullanımının Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lazaro, R., Rodrigo, F. S., Gutiérrez, L., Domingo, F., ve Puigdefábregas, J.,2001, *Analysis of a 30-year rainfall record (1967–1997) in semi-arid SE Spain for implications on vegetation*. Journal of arid environments, 48(3), s.373-395.
- Lambin E. F., ve Ehrlich, D., 1995, *Combining vegetation indices and surface temperature for land-cover mapping at broad spatial scales*, Remote Sensing. 16,3,573-579.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. ve Chipman, J. W., 2004, *Remote Sensing and Image Interpretation*. 5th Edition, Wiley, USA.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. ve Chipman, J. W., 2015, *Remote Sensing and Image Interpretation*. 7th Edition, Wiley, USA.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W., 2018, *Uzaktan Algılama ve Görüntü Yorumlama, (7. Baskıdan Çeviri)*, Palme Yayınevi, s.544 Ankara, 2018
- Liu, X., Liang, X., Li, X., Xu, X., Ou, J., Chen, Y. ve Pei, F.,2017, *A future land use simulation model (FLUS) for simulating multiple land use scenarios by coupling human and natural effects*. Landscape and Urban Planning, 168, 94-116.
- Liu L., Wang X., Eck J., Liang J. 2005, *Simulating Crime Events and Crime Patterns*. F. Wang (Ed.), Geographic Information Systems and Crime Analysis içinde (197-213).
- Livada, I., ve Assimakopoulos, V. D., 2007, *Spatial and temporal analysis of drought in Greece using the Standardized Precipitation Index (SPI)*. Theoretical and applied climatology, 89(3), 143-153.
- Maingi J.K. and Marsh S.E; Kepner W.G. and Edmonds C.M., 2002, *Accuracy Assessment of 1992 Landsat-MSS Derived Land Cover for the Upper San Pedro Watershed (U.S./Mexico)*. Sponsored by Environmental Protection Agency, Las Vegas, NV, National Exposure Research Lab
- Mammadov, R. , Rasuly, A. A., Mobasher, H. ve Mohamadzadeh, K. 2019, *Applying an object-based classification approach through a cellular automata-marcov method in land cover/landuse change detection procedure “case of the urmia lake*. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7 (3), 536-550.DOI: 10.36306/konjes.612489

- Mather, P. M., ve Koch, M., 2011, *Computer processing of remotely-sensed images: an introduction*. John Wiley ve Sons.
- McKee T.B., Doesken N.J., Kleist j., 1993, *The Relationship of Drought Frequency and Duration to Times Scales*. 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, CA,179-184
- McKee, T.B, Doesken N.J., Kleist, J., 1995, *Drought Monitoring with Multiple Time Scales*, American Meteorological Society, Proceeding of The 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January 1995, Boston, 233-236.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2015, *Yeni senaryolar ile türkiye iklim projeksiyonları ve iklim değişikliği*, araştırma dairesi başkanlığı klimatoloji şube müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Mishra, A. K., ve Desai, V. R., 2005, *Spatial and temporal drought analysis in the Kansabati river basin, India*. International Journal of River Basin Management, 3(1), 31-41.
- Mishra, V., Rai, P. ve Mohan, K. 2014, *Prediction of land use changes based on land change modeler (LCM) using remote sensing: A case study of Muzaffarpur (Bihar), India*. Zbornik Radova Geografskog Instituta Jovan Cvijic, SANU, 64(1), 111–127.
- Mishra, V. N., ve Rai, P. K. 2016, *A remote sensing aided multi-layer perceptron-Markov chain analysis for land use and land cover change prediction in Patna district (Bihar), India*. Arabian Journal of Geosciences, 9(4), 249.
- Mishra PK, Rai A, Rai SC 2019, *Land use and land cover change detection using geospatial techniques in the Sikkim Himalaya, India*, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences.
- Muthumanickam D., Kannan, P., Kumaraperumal, R., Natarajan, S., Sivasamy, R. Ve Poongodi, C., 2011, *Drought assessment and monitoring through remote sensing and GIS in western tracts of Tamil Nadu, India*, International Journal of Remote Sensing, 32, 18, 5157-5176.
- Mohan G. ve Stokke, K., 2000, *Participatory development and empowerment: the dangers of localism*, Third world quarterly 21,2,247-268.
- Nacar, S., 2020, *İklim Değişikliğinin Doğu Karadeniz Havzası Sıcaklık ve Yağış Parametleri Üzerindeki Olası Etkilerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Okwuashi, O., ve Ndehedehe, C. E.,2021, *Integrating machine learning with Markov chain and cellular automata models for modelling urban land use change*. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 21, 100461.

- Orhan O., Ekercin, S., Dadaser, Çelik, F. 2013, *Use of landsat land surface temperature and vegetation index products for monitoring drought in Salt Lake Basin area, Turkey*, The Scientific World Journal, 2014,11
- Orhan, O., 2014, *Konya Kapalı Havzası'nda Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Orhan, O., Ekercin, S., 2015, *Konya Kapalı Havzasında Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi*, TUFUAB 8. Teknik Sempozyumu 21-23 Mayıs/Konya
- Oruc, M., 2003, *Zonguldak Bölgesindeki Doğal Olmayan Çevresel Değişimlerin Uydu Görüntü Verileri İle Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Oruç, M., Marangoz, A.M., ve Karakış, S. 2007, *Pan-Sharp Landsat 7 Etm+ Görüntüsü Kullanılarak Piksel-Tabanlı ve Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımlarının Karşılaştırılması*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2-6 Nisan, Ankara.
- Özdoğan, G., 2015, *Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Palas Ovasının Arazi Yüzey Sıcaklığı Değişimlerinin İncelenmesi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Özelkan, E., 2019, *Uzaktan Algılama ile Belirlenen Baraj Gölü Alanının Zamansal Değişiminin Meteorolojik Kuraklık ile Değerlendirilmesi: Atikhisar Barajı (Çanakkale) Örneği*, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 6(4):904-916,
- Öztürk, D. 2013, *Hücreyel Otomat-Markov Zinciri Yöntemiyle Samsun Kıyı Alanlarındaki Mekansal Değişimlerin Modellenmesi*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14, 14-17.
- Öztürk, D. 2015, *Urban growth simulation of Atakum (Samsun, Turkey) using cellular automata-Markov chain and multi-layer perceptron-Markov chain models*. Remote Sensing, 7(5), 5918-5950.
- Peiman, R. 2011, *Pre-classification and Post-Classification Change-Detection Techniques to Monitor Land-Cover and Land-Use Change Using Multi-Temporal Landsat imagery: A case study*. International Journal of Remote Sensing, 32(15), 4365-4381
- Pontius GR, Malanson J., 2005, *Comparison of The structure and accuracy of two land change models*. Int J Geogr Inf Sci 19(2):243-265
- Rajasekar U. ve Weng, Q., 2009, *Spatio-temporal modeling and analysis of urban heat islands by using Landsat TM and ETM+ imagery*, International Journal of Remote Sensing, 30, 3531-3548.

- Salem, M., Tsurusaki, N., ve Divigalpitiya, P., 2020, *Land use/land cover change detection and urban sprawl in the periurban area of greater Cairo since the Egyptian revolution of 2011*, Journal of Land Use Science, 1–15.
- Sarıyılmaz, F. B., 2017, *CORINE sınıflandırmasının sazlidere havzası ölçeğinde tematik doğruluk analizi*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Sertel, E., Yay Algan, I., Alp, G., Musaoğlu, N. ve Kaya, Ş., 2017, *Yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılarak 1:25.000 ölçekli ulusal arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırma sisteminin geliştirilmesi*. Türkiye Ulusal Uzaktan Algılama ve Fotogrametri Birliği, 9. Teknik Sempozyumu, 27-29 Nisan, Afyon, Türkiye.
- Sertel, E., Örmeci, C., 2009, *Uzaktan Algılama Verilerinin İklim Biliminde Kullanım Olanakları*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- Sertel E., 2008, *Remote Sensing and Regional Climate Modeling of the Impacts of Land Cover Changes on the Climate of the Marmara Region of Turkey*, Doktora Tezi, ITU Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Seyran, Z., 2009, *Aşağı Seyhan ovasının geçmişten günümüze arazi kullanımındaki değişiminin, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Sezgin, E., 2006, *Uzaktan algılama (ua) ve coğrafi bilgi sistemi (cbs) teknikleri kullanılarak Uludağ Üniversitesi yerleşkesinde arazi örtüsü/kullanım türlerinin ve zamansal değişimlerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Shackelford, A. K. and Davis, C. H., 2003, *A Combined Fuzzy Pixel-Based and Object-Based Approach for Classification of High-Resolution Multispectral Data Over Urban Areas*, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41 (10), 2354-2364.
- Shalaby, A., Tateishi, R., 2007, *Remote Sensing and GIS for Mapping and Monitoring Land Cover and Land-Use Changes in The Northwestern Coastal Zone of Egypt*. Applied Geogaphy 27, 28–41.
- Singh, A., 1989, *Digital change detection techniques using remotely sensed data*. International Journal of Remote Sensing, 10, 989–1003.
- Singh R. P., Roy, S. ve Kogan, F., 2003, *Vegetation and Temperature Condition Indices From NOAA AVHRR Data for Drought Monitoring over India*. International Journal of Remote Sensing, 24, 4393-4402.
- Singh, S. K., Mustak, S., Srivastava, P. K., Szabó, S., ve Islam, T. 2015, *Predicting spatial and decadal LULC changes through cellular automata Markov chain models using earth observation datasets and geo-information*. Environmental Processes, 2(1), 61-78.

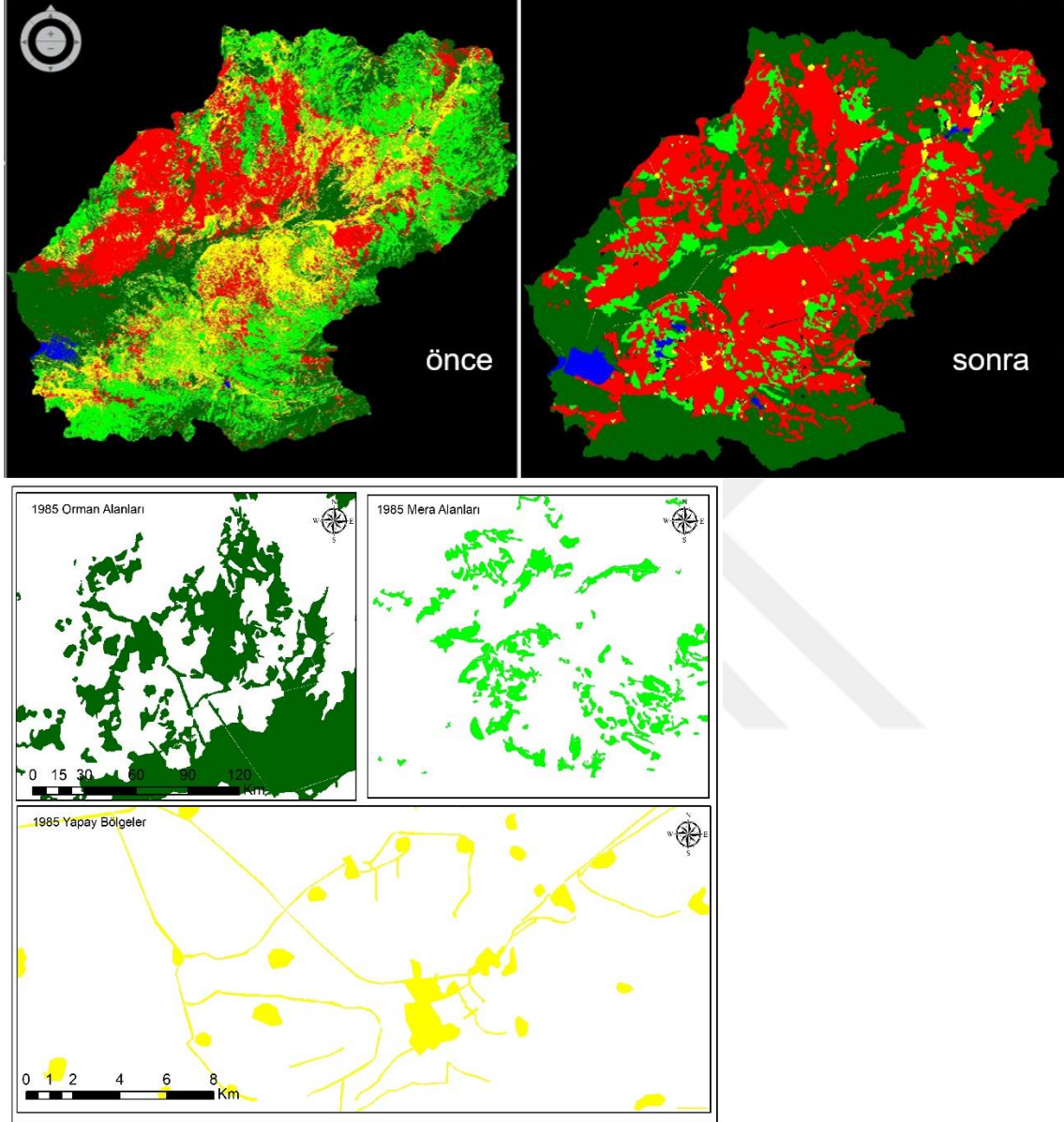
- Sunar, F., Özkan, C., Osmanoğlu, B. 2011, *Uzaktan Algılama*, Eskişehir Anadolu Üniversitesi.
- Sunar, F. ve Özkan, C., 2011a, 7. Ünite: *Sınıflandırma*. Uzaktan Algılama. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2320, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1317.
- Şahinler, S., 2000, *En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri*, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi:5:57-73.
- Şen, E. Ve Başaran, N., 2007, *Küresel Isınma Sürecinde Konya Ovasının Bazı İklim Verilerinde Meydana Gelen Değişmeler ve Eğilimler*, Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, Konya.
- Şimşek, H., 2017, *CORINE 4. Seviye Arazi örtüsü/kullanım sınıflarının belirlenmesi ve yüzey akış risk haritasının oluşturulması (Bartın Çayı Havzası Örneği)*, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın Üniversitesi, 2017.
- Taylan, D., Aydın, T., 2018, *The Trend Analysis of Lakes Region Precipitation Data in Turkey*. Cumhuriyet Science Journal, 39(1), 258-273.
- Taubenböck, H., Esch, T., Felbier, A., Wiesner, M., Roth, A., Dech, S., 2012, *Monitoring urbanization in mega cities from space*, Remote Sensing of Environment, Volume 117,162-176.
- Tecer, L. H., ve Cerit, O.,2009, *Temperature trends and changes in Rize, Turkey, for the period 1975 to 2007*. CLEAN–Soil, Air, Water, 37(2), 150-159.
- Thakkar AK, Desai VR, Patel A, Potdar MB 2016, *Post-classification corrections in improving the classification of land use/land cover of arid region using RS and GIS: the case of Arjuni watershed, Gujarat, India*, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences.
- Timor, M. 2001, *Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları*, İstanbul Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, İşletme Fakültesi Yayın No:280, İstanbul.
- Tombuş, F., ve Şahin, M., 2014., *Çorum İli ve yakın çevresinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemleri ile bitki örtüsü dağılımının değerlendirilmesi*, 7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi, Çorum
- Topaloğlu, R.H., 2014, *Konya kapalı havzasında arazi örtüsü/kullanımı zamansal değişimlerinin uydu görüntüleri ile belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

- Topaloğlu, R. H., Sertel, E. ve Musaoğlu, N. 2016, *Assessment of Classification Accuracies of Sentinel-2 And Landsat-8 Data For Land Cover/Use Mapping. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLI-B8, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 Temmuz, Prag, Çek Cumhuriyeti.
- Topuz, M., 2017, *Çukurova'da yağışların trend analizi*, Çukurova Araştırmaları Dergisi, 3(1), 173-181.
- Tošić, I., ve Unkašević, M., 2005, *Analysis of Precipitation Series For Belgrade*. Theoretical and Applied Climatology, 80(1), 67-77.
- Tunçok İ. K., ve Bozkurt O. Ç. 2015, *Bütüncül Havza Yönetimi: Konya Kapalı Havzası Uygulaması*. 19-21 Kasım, Antalya, 4. Su Yapıları Sempozyumu, s:479-488
- Türkeş, M., 2008a. Gözlenen iklim değişiklikleri ve kuraklık: Nedenleri ve geleceği, *Toplum ve Hekim*, 23, 97-107.
- Türkeş, M., 2008b. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 45-64.
- Turan, E.S., 2018, *Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu*, Artvin Çoruh üniversitesi, Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi 4(1),63-69. Artvin.
- Türkeş, M., Sümer, U., ve Demir, İ., 2002, *Türkiye'nin Günlük Ortalama Maksimum ve Minimum Hava Sıcaklıkları İle Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler ve Değişiklikler*, 11-13 Nisan Klimatoloji Çalıştayı Bildiriler Kitabı.
- Türkeş M., 2012a, *Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin Ayrıntılı Bir Çözümlemesi*, Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20(1), 7-55.
- URL-1 : <https://landsat.gsfc.nasa.gov/> (Erişim Tarihi:20.03.2021).
- URL-2 : <https://www.usgs.gov/about/about-us/who-we-are> (Erişim Tarihi: 01.04.2021).
- URL-3:<https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Menu/66/Bm-Gida-Ve-Tarim-Orgutu-fao> (Erişim Tarihi: 01.04.2021).
- URL-4: <https://CORINE.tarimorman.gov.tr/CORINEportal/nedir.html> (Erişim Tarihi: 01.04.2021).
- Vaiphasa, C., Piamduaytham, S., Vaiphasa, T., ve Skidmore, A. K., 2011, *A Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) time-series of idle agriculture lands: a preliminary study*, *Engineering Journal*, 15 (1), 0125-8281.
- Van Genderen, J.L. ve Lock, B.F., 1977, *Testing Land Use Map Accuracy*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43, 1135 – 1137.

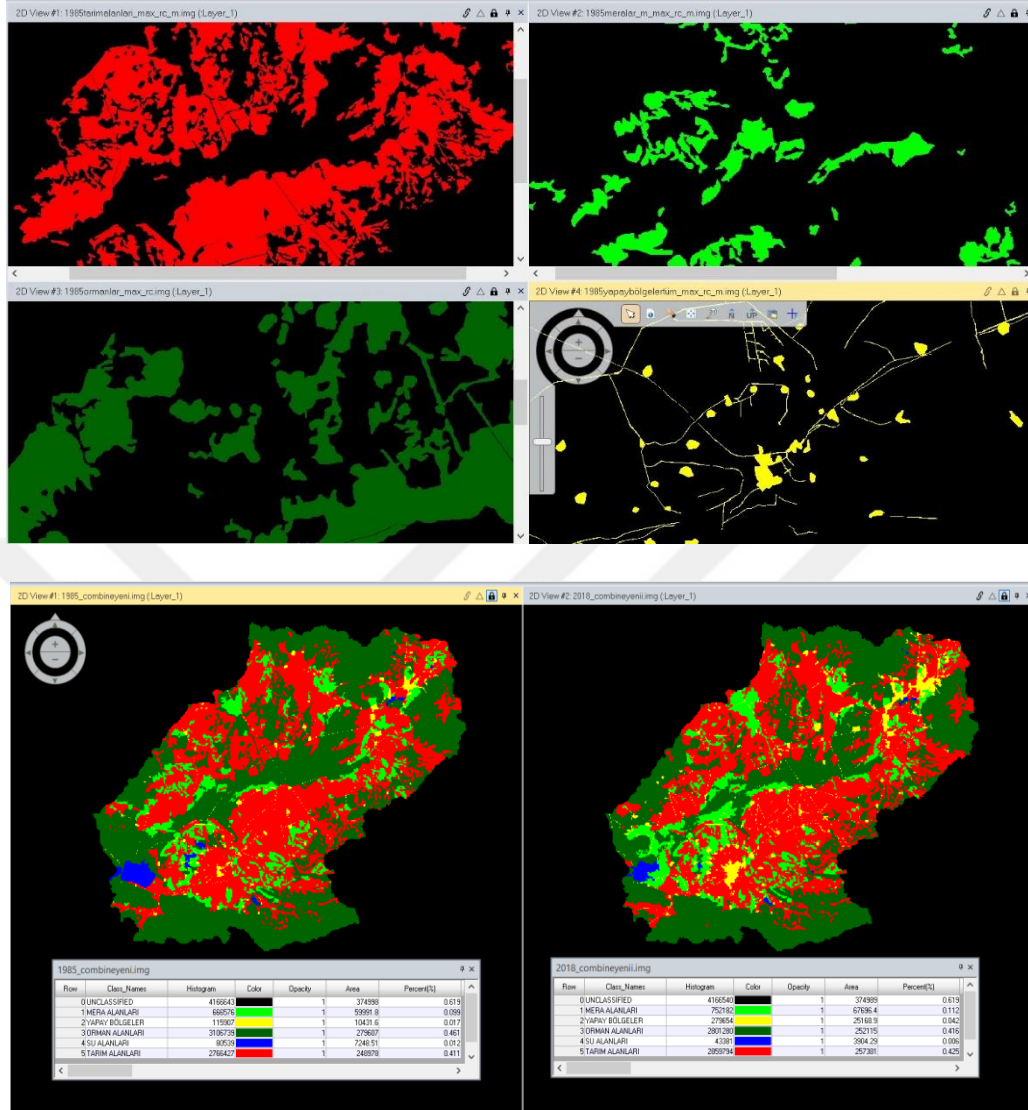
- Verburg PH, Kok K, Pontius RG Jr, Veldkamp A., 2006, *Modeling Land-Use and Land-Cover Change*. In: *Land-Use and Land-Cover Change*, Springer, Berlin, pp 117–135
- Vural, E., 2008, *Boğaziçi Sit Alanındaki Arazi Kullanımının Zamansal Değerlendirilmesi*. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Voogt J. A., Oke, T.R., 2003, *Thermal Remote Sensing of Urban Climates*, *Remote Sensing of Environment* 86 370–384. Doi: 10.1016/S0034 4257(03)00079-8.
- Ward D., Phinn, S. R., ve Murry, A.T., 2000, *Monitoring Growth in Rapidly Urbanized Areas Using Remotely Sensed Data*, *Professional Geographer*, 52(3), 371-386.
- Xue, Y. and Fennessy, M., 2002, *Under What Conditions Does Land Cover Change Impact Regional Climate*, *Global desertification do humans cause deserts?*, 88:59-74.
- Yan, G., Mas, J. F., Maathuis, B. H. P., Zhang, X., Van Dijk, P. M., 2006, *Comparison of Pixel-Based and Object-oriented Image Classification Approaches - a Case Study in a Coal Fire Area*, Wuda, Inner Mongolia, China, *International Journal of Remote Sensing*, 27 (18), 4039-4055.
- Yesserie A.G., 2009, *Spatio-temporal Land Use/Land Cover Changes Analysis and Monitoring in The Valencia Municipality*, Spain, March 2009, Masters Program in Geospatial Technologies, Dept. Lenguajes y Sistemas Informaticos Universitat Jaume I, Castellon, Spain.
- Yılmaz, O., 2009, *Gediz Havzası Bütününde Gediz Deltası'nın Uzaktan Algılama Teknikleri Uygulanarak Alan Kullanım Kararları ve Ekosistem Bozunumu İlişkileri Üzerine Araştırmalar*, Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yomralıoğlu, T. 2009, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, 5.Baskı, Trabzon, Akademi Kitabevi.

EKLER

EK-1 Sınıflandırma ve Maskeleye yöntemi



EK-2 Bindirme (Overlay) işlemi



EK-3 Kontrollü Sınıflandırma-En Çok Benzerlik Yöntemi

Supervised Classification

Input Raster File: (*.img)
clip1985yeni.img

Input Signature File: (*.sig)
1985tarimalanlari_r

Classified File: (*.img)
lanlari_max_m.img

Distance File
Filename: (*.img)

Fuzzy Classification 2 Best Classes Per Pixel

Decision Rules:

Non-parametric Rule: None

Overlap Rule: Parametric Rule

Unclassified Rule: Parametric Rule

Parametric Rule: Maximum Likelihood

Classify zeros Select Parametric Decision Rule

OK Batch AOI... Cancel Help

Records

Input File: (*.img)
1985tarimalanlari_max_m

Output File: (*.img)
1985tarimalanlari_max_m

Data Type:
Input: Unsigned 8 bit
Output: Unsigned 8 bit

Ignore Zero in Stats

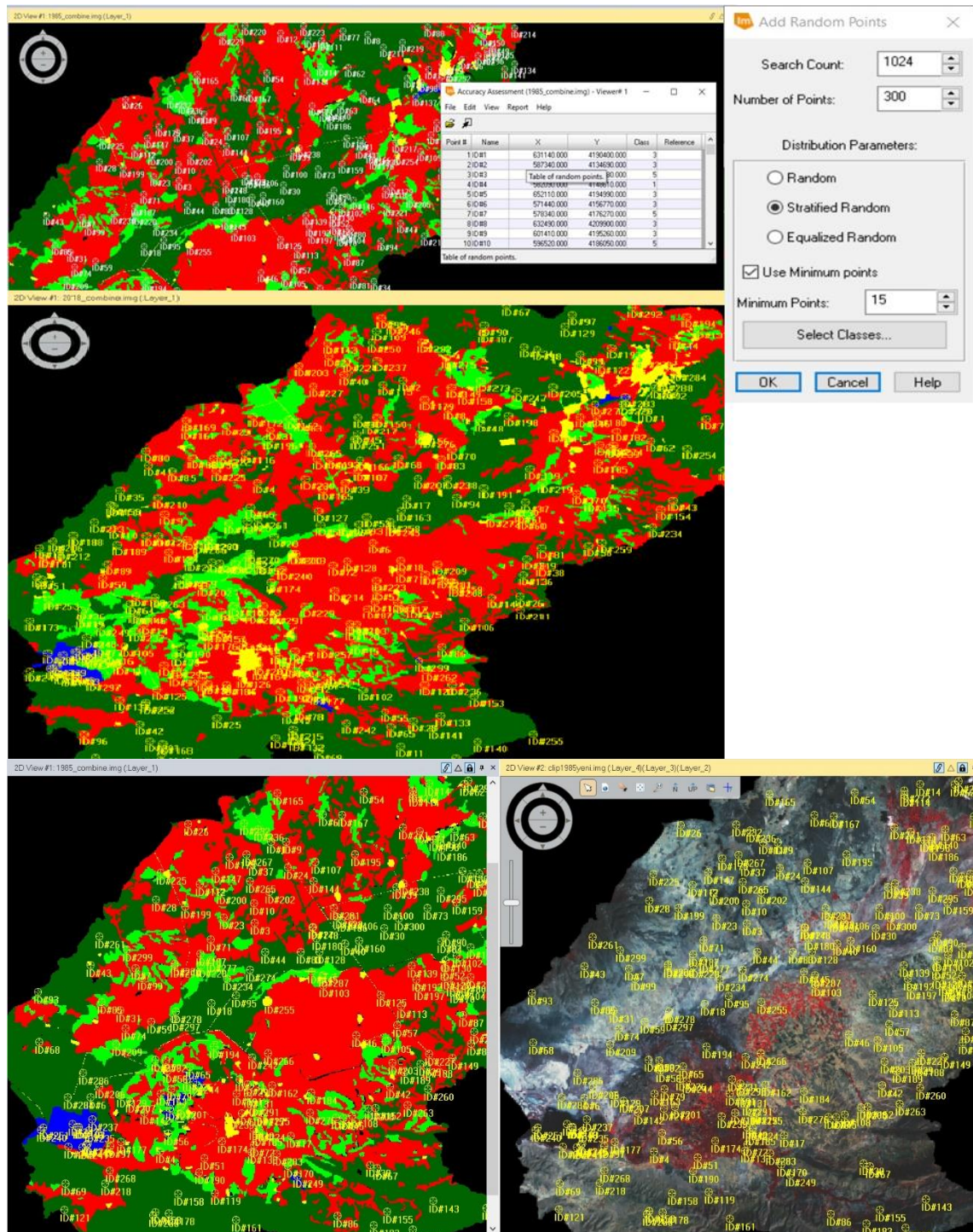
OK Batch AOI...
Cancel View Help

Thematic Record

Value	S	Histogram	Red	Green	Blue
166	5	0.0	0.000	0.000	0.000
166	5	0.0	0.000	0.000	0.000
170	5	0.0	0.000	0.000	0.000
171	5	0.0	0.000	0.000	0.000
172	5	0.0	0.000	0.000	0.000
173	5	0.0	0.000	0.000	0.000
174	5	0.0	0.000	0.000	0.000
175	5	0.0	0.000	0.000	0.000
177	5	0.0	0.000	0.000	0.000
178	5	0.0	0.000	0.000	0.000
179	5	0.0	0.000	0.000	0.000
180	5	201956.0	0.077	0.000	0.073

New Value: 5 Change Selected Rows
OK Cancel Help

EK-4 Doğruluk Analizi-Kontrol Noktaları

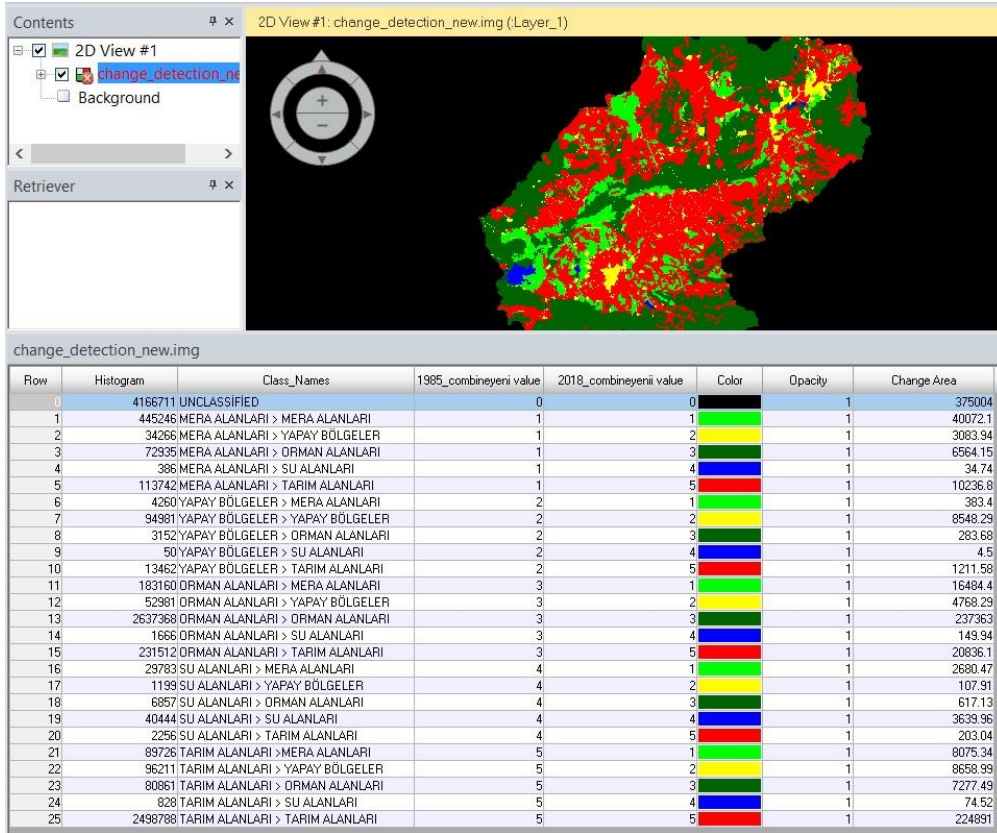


EK-5 1985-2018 yılları arasındaki alansal değişimler (ha)



Yıllar Eğitimi	1985	1990	1995	2000	2005	2009	2015	2018
	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)
Orman Alanları	279607	272714	270503	272759	274101	259953	259423	252115
Tarım Alanları	248978	255287	255870	259716	256998	262680	259694	257381
Mera Alanları	59992	55503	59700	54399	54310	61670	61913	67696
Su alanları	7248	7597	7354	5880	4923	4734	4961	3904
Yapay Bölgeler	10431	15159	12835	13502	15929	17228	20268	25169

EK-6 Değişim Analizi-Öznitelik Tablosu



EK-7 Terrset program görüntü kesitleri

