ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARAZİ ÖRTÜSÜ VE KULLANIMININ ZAMANSAL VE MEKÂNSAL DEĞİŞİMİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ: KASTAMONU ÖRNEĞİ

Samet DOĞAN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2018

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Samet DOĞAN tarafından hazırlanan **"Arazi Örtüsü ve Kullanımının Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi: Kastamonu Örneği"** adlı tez çalışması 17/05/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ender BUĞDAY

Jüri Üyeleri :

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Semih KUTER

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Berk ANBAROĞLU

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ender BUĞDAY

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Tamer KEÇELİ

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmenliğine göre hazırlamış olduğum "**Arazi Örtüsü ve Kullanımının Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi: Kastamonu Örneği**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim. (17/05/2018).

Samet DOĞAN

……..

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Arazi Örtüsü ve Kullanımının Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi: Kastamonu Örneği

Samet DOĞAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ender BUĞDAY

Sınırlı doğal kaynakların yönetimi ve yaşadığımız çevrenin araştırılıp ilişkilerin yorumlanması hedefe ulaşmada en uygun yöntemleri tespit etmek ve kullanmak, teknolojinin etkin kullanılmasıyla kaliteli bilgi, yüksek hız ve kısa zamanda sonuca ulaşmak son derece önemlidir. Uzaktan algılama teknikleri bu bakımdan çok etkili olarak nitelendirilen bir konumda yer almaktadır. Objeler hakkında temas olmaksızın çeşitli parametreler hakkında bilgiler edinmek hem zaman hem de maliyet açısından avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle uzaktan algılama sıklıkla başvurulan tekniklerin başında yer almaktadır. Uzaktan algılama teknolojileri birbirinden farklı birçok alanda kullanılmakta ve planlama çalışmalarında yaygın olarak tematik harita yapımında karar verici ve /veya uygulayıcılar tarafından tercih edilmektedir. Bu teknolojilerin kullanıldığı en önemli uygulama alanlarından biri de uydu görüntüleri yardımıyla kentsel gelişimin izlenmesidir. Kentsel arazi kullanımının detaylı olarak belirlenmesi karar vericiler, planlayıcılar, uygulayıcılar ve araştırmacılar açısından önemlidir. Bu çalışmada Kastamonu ili merkez ilçesine ait 1999 - 2016 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimi incelenmiş ve arazi kullanımı ve değişimi grupları oluşturulmuştur. Sınıflandırılan uydu görüntüleri Yapay Sinir Ağları yaklaşımı ile çalışma alanının 2033 yılındaki muhtemel arazi kullanımı ve değişimi modellenerek tahmin edilmiştir. Buna göre çalışma alanında 1999 yılı itibariyle alansal dağılım 49,5% ormanlık alanlar, 1,1% su alanları, 33,2% tarım alanları ve 16,2% yapılaşma alanları olarak tespit edilmiştir. 2016 yılı itibariyle alansal dağılımlar 41,7% ormanlık alanlar, 11,9% su alanları, 19,2% tarım alanları ve 27,2% yapılaşma alanları olarak tespit edilmiştir. 1999 yılı ile 2016 yılı arasında meydana gelen değişim; ormanlık alanlar için 7,8% azalma, su alanları için 10,8% artma, tarım alanları için 13,9% azalma ve yapılaşma alanları için 10,9% artma şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

2018, 61 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Arazi Kullanımı, Yapay Sinir Ağları

ABSTRACT

Master Thesis

Modeling of Temporal and Spatial Variation Modeling with Artificial Neural Networks: Kastamonu Sample.

Samet DOĞAN

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ender BUĞDAY

It is very important to identify and use the most appropriate methods to achieve the objectives of the interpretation of the limited natural resources management and the relations involved in the environment and to achieve high-quality information, high speed and short time result by effective use of technology. Remote sensing techniques are in a position that is considered very effective in this respect. Obtaining information about the various parameters without touching the objects provides both time and cost advantages. For this reason, remote sensing is frequently used techniques. Remote sensing technologies use many different areas and are widely used by decision makers and/or practitioners in the construction of thematic maps in planning studies. One of the most important applications of these technologies is the monitoring of urban development with the help of satellite images. Detailed determination of urban land use is important for decision makers, planners, practitioners and researchers. In this study, the land use and land cover changes between 1999 and 2016 of the center of Kastamonu and county seat were investigated and land use and change groups were created. The classified satellite imagery is estimated by modelling the potential land use and change of the study area in 2033 with the Artificial Neural Networks (ANN) approach. According to the study area, as of 1999, the spatial distribution was 49,5% forested areas, 1,1% water areas, 33,2% agricultural areas and 16,2% built-up areas. As of 2016, regional allocations were 41.7% forested areas, 11.9% water areas, 19.2% agricultural areas and 27.2% built-up areas. The change between 1999 and 2016; 7.8% decrease for forested areas, 10.8% increase for water areas, 13.9% decrease for agricultural areas and 10.9% increase for areas with built-up areas.

2018, 61 pages

Key Words: Geographic Information Systems, Remote Sensing, Land Use, Artificial Neural Networks

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

‘‘Arazi Örtüsü ve Kullanımının Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi: Kastamonu Örneği’’ adlı bu çalışma 2017-2018 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne ‘‘Yüksek Lisans Tezi’’ olarak sunulmuştur.

Tez çalışmamın her safhasında bana yol gösteren ve yakın ilgisi ile büyük destek sağlayan danışman hocam, Dr. Öğr. Üyesi Sayın Ender BUĞDAY’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmaya yaptıkları katkılardan dolayı Dr. Öğr. Üyesi Sayın Semih KUTER ve Dr. Öğr. Üyesi Sayın Berk ANBAROĞLU hocalarıma çok teşekkür ederim.

Çalışma sürecinde maddi ve manevi desteğinden dolayı eşim Betül DOĞAN’a, bu günlere gelmemde emeği ve özverisi büyük olan annem Melahat DOĞAN ve babam Ahmet DOĞAN’a teşekkür ederim.

Samet DOĞAN
Çankırı, Mayıs 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT v
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR vi
İÇİNDEKİLER vii
SİMGELER DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
ÇİZELGELER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 3
3. MATERYAL VE YÖNTEM 6
3.1. Materyal 6
3.1.1. Çalışma alanına ait bilgiler 6
3.1.2. LANDSAT uydu görüntülerinin özellikleri 8
3.2. Yöntem 9
3.2.1. Uzaktan algılamada görüntülerin işlenmesi 10
3.2.2. Coğrafi bilgi sistemleri 20
3.2.3. Arazi örtüsü/kullanımı değişiminin modellenmesi 21
3.2.3.1. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı 23
3.2.3.2. Modellemede sistem yaklaşımı 25
3.2.3.3. Yapay sinir ağları 26
3.2.3.4. Markov zincirleri 27
3.2.3.5. Pearson Korelasyonu 28
3.2.3.6. Sınıflandırma doğruluğu 28
4. BULGULAR 31
4.1.1. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması 31
4.1.2. Korelasyon değerlendirmesi 37
4.1.3. Marcov Chain geçiş matrisleri 37
4.1.4. Arazi örtüsü/kullanımı değişimi 38
4.1.5. Yapay sinir ağları ile değişimin modellenmesi 40
4.1.6. Arazi örtüsü/kullanımının simülasyonu 40
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 43
6. KAYNAKLAR 45

SİMGELER DİZİNİ

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DN	: Dijital Number -Piksel yansıtım değeri
DOS	: Dark Object Suspect - Koyu nesne çıkarımı
ETM	: Enhanced Tematic Mapper – Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı
GCPs	: Global Control Points - Yer Kontrol Noktaları
ha	: Hektar
k	: Kappa katsayısı
km	: Kilometre
km^2	: Kilometre kare
KUZKA	: Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı
m	: Metre
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
MLP	: Multi Layer Perception – Çok katmanlı algı
MSS	: Multi-bant Spectral Scanner - Çok bantlı spektral tarayıcı
NASA	: National Aeronautics and Space Administration - Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi
OLI	: Operational Land Imager – Operasyonal Arazi Görüntüleyici
RBV	: Return Beam Vidicon - Döne ışınlı kamera
RGB	: Red Green Blue Bants– Kırmızı Yeşil Mavi Bandlar
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
TM	: Tematic Mapper – Tematik Haritalayıcı
UA	: Uzaktan Algılama
YSA	: Yapay Sinir Ağları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Kastamonu İli idari sınırları ve konumu 6
Şekil 3.2 Çalışma alanı konumu 7
Şekil 3.3 Histogram eşleştirme 15
Şekil 3.4 ISODATA kümeleme 17
Şekil 3.5 Kontrollü sınıflandırma aşamaları 18
Şekil 3.6 Coğrafi bilgi sistemleri veri yapısı 21
Şekil 3.7 Yapay sinir ağları 26
Şekil 4.1 1999 yılına ait uydu görüntüsü 31
Şekil 4.2 2016 yılına ait uydu görüntüsü 33
Şekil 4.3 1999 yılına ait arazi kullanımı ve örtüsü 35
Şekil 4.4 2016 yılına ait arazi kullanımı ve örtüsü 36
Şekil 4.5 Çalışma alanına ait yollar 38
Şekil 4.6 Çalışma alanına ait değişim haritası 39
Şekil 4.7 YSA öğrenme eğrisi 40
Şekil 4.8 2033 yılı tahmin edilen arazi örtüsü ve kullanımı modeli 41
Şekil 4.9 1999, 2016 ve 2033 yıllarına ait sonuçların karşılaştırılması 42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Landsat Uydularının Özellikleri 9
Çizelge 3.2 Değişim matrisi 22
Çizelge 3.3 Kappa katsayısı yorumlama. 29
Çizelge 4.1 1999 yılı uydu görüntüsüne ait hata matrisi ve Kappa değeri 32
Çizelge 4.2 2016 yılı uydu görüntüsüne ait hata matrisi ve Kappa değeri 33
Çizelge 4.3 1999 ve 2016 yıllarına ait arazi sınıfları ve dağılımları 34
Çizelge 4.4 Arazi örtüsü/kullanımı değişimine ait veriler 37
Çizelge 4.5 Geçiş matrisleri 38
Çizelge 4.6 2033 yılına ait simülasyonda tahmin edilen arazi sınıfları ve dağılımları ... 42

1. GİRİŞ

Günümüzde giderek artan toplumun ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan sınırlı doğal kaynakların ve içinde yaşadığımız çevrenin araştırılmasında, amaca en uygun yöntemleri kullanmak, teknolojinin etkin kullanılmasıyla kaliteli bilgi, yüksek hız ve kısa zamanda sonuca ulaşmak son derece önemlidir. Doğal kaynakların mevcut varlıklarının ve potansiyellerinin belirlenmesi, zamansal değişimlerinin izlenmesi, güncelleştirilmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda, uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılması doğru, hızlı ve düşük maliyetli bilgi elde edilmesini sağlamaktadır.

Objelerle temas olmadan, fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde etme disiplini (Blackwell et al., 2009) olarak tanımlanan uzaktan algılama tekniği ile yeryüzünün farklı mekânsal, spektral, radyometrik ve zamansal çözünürlüklerde görüntülenmesi ve izlenmesi mümkün olabilmektedir. Zamansal çözünürlük özellikle arazi örtüsü – arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi ve sürdürülebilir çevre çalışmaları açısından her geçen gün önem kazanmaktadır.

Uzaktan algılama sistemleri kullanıcılara strateji belirleme ve birbirinden farklı durum ve amaçlara göre karar verme olanağı sağlamaktadır. Uydu görüntüleri çeşitli amaçlarla kullanılabilmekte (Blackwell et al., 2009) ve aynı bölgede farklı ölçeklerde çalışmaların aynı zamanda yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Yeryüzünün düzenli olarak izlenmesi, kontrolü ve ulaşımı zor coğrafi bölgelerde çalışabilme imkânı uzaktan algılama teknolojisinin diğer önemli avantajları olarak sıralanabilir (Blumenthal, 2013).

Uzaktan algılama teknolojileri birçok alanda kullanılmakta ve planlama çalışmalarında yaygın olarak tematik harita yapımında karar verici ve /veya uygulayıcılar tarafından tercih edilmektedir (Schowengerdt, 2007). Bu teknolojilerin kullanıldığı en önemli ve yaygın uygulama alanlarından birisi de uydu görüntüleri yardımıyla kentsel gelişimin izlenmesidir (Wilson et al., 2003). Kentsel arazi kullanımının detaylı olarak belirlenmesi karar vericiler, planlayıcılar, uygulayıcılar ve araştırmacılar açısından önemlidir.

Sanayileşme ve hızlı kentleşme dolayısıyla ekosistem, biyolojik çeşitlilik ve bölgesel iklim değişiklikleri gibi birçok çevresel unsur olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle günümüzde uzaktan algılama tekniği kentlerin zamansal değişiminin hızlı ve etkili bir şekilde tespit edilebilmesinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Zhang, 2006).

Bu çalışmada Kastamonu ilinin Merkez ilçesinin 1999 - 2016 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiminin uydu görüntüleri ve yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımı kullanılarak ortaya konulması ve yakın gelecekte arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiminin modellenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanına ait uydu görüntüleri earthexplorer.usgs.gov adresinden temin edilmiştir. Sınırlama işleminden sonra kızılötesi bant çıkarılarak kalan bantlar üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılmış ve farklı tarihlere ait uydu görüntülerinde oluşan değişim alansal olarak ifade edilmiştir. Değişimi tespit etmek için 17 yıllık bir zaman zarfında yer alan iki uydu görüntüsüne ait arazi kullanımı ve değişimi grupları oluşturulmuştur. Orman, su, tarım ve yapılaşma alanları olarak sınıflandırılan uydu görüntüleri YSA yaklaşımı ile öğretilerek Kastamonu ilini içeren çalışma alanının 2033 yılındaki arazi kullanımı ve değişimi modellenmiştir. Elde edilen sonuçlar ile ormanlaşma/ormansızlaşma – kentleşme ilişkilerinin incelenme sürecine katkı sağlanması öngörülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu çalışmada Kastamonu ili merkez ilçesinin arazi örtüsü/kullanımı türlerinin ve zamansal değişimlerinin uydu verileri ve CBS teknikleri kullanılarak YSA yaklaşımıyla gelecekte potansiyel arazi örtüsü/kullanımının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Aksoy vd. (1997) yaptıkları çalışmada Bursa ili ve Uluabat Gölü'ne ait Landsat uydusundan alınan 5 adet görüntü ve CBS teknikleri kullanarak Bursa ili yerleşim alanının 1984-1993 yılları arasındaki değişimin tespiti yapılmıştır. Veriler ışığında alanın %10 oranında artış gösterdiği ve bu artışın I., II., III. ve IV. sınıf tarımsal arazilerde meydana geldiği gözlemlenmiştir. Diğer taraftan Uluabat Gölü'nün bu zaman içerisinde tarım arazisi drenaj sularının ve besleyici derelerden gelen suların etkisiyle %10 oranında küçülme gösterdiğini aktarmışlardır.

Brown et al. (2000), Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştirdikleri çalışmalarda arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimi için farklı bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Yerleşim, terk edilmiş tarım alanları ve rekreasyonel gelişme gösteren bir bölgede orman alanı değişimi ve sosyo-ekonomik durum değişiminin arasındaki ilişkiyi modellemek için arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerini ayrı bir süreç olarak tanımlamışlardır. Orman-örtüsü değişiklikleri, Landsat uydu görüntülerinden hesaplanan iki dönüşüm parametresi yardımıyla hesaplanmıştır. Ayrıca bu değişikliklerin on yıllık bir zaman dilimi için orman ve orman dışı alanlar arasında ilişkiyi Markov dönüşüm matrisleriyle ifade etmişlerdir.

Kuo et al. (2001), Tayvan'da gerçekleştirdikleri bir çalışmada yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak kentsel arazi kullanımı sınıflandırma modeli ortaya koymuşlardır. Çalışmalarda yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip IKONOS uydusuna ait görüntüler kullanmışlar, düşük mekânsal çözünürlüklü uydu görüntülerine göre daha fazla avantaj sağladığını aktarmışlar ve bunun nedeninin düşük mekânsal çözünürlüklü uydu görüntülerine göre yol, bina, ağaç, gibi detayları daha fazla ayrıştırılıyor olması olarak açıklamışlardır.

Tuğaç vd. (2001) tarafından gerçekleştirilen sayısal yükseklik modeli oluşturma amaçlı yaptıkları çalışmada ilk olarak çalışılan alanın coğrafi konumu ortaya konulmuş, alan için arazi örtüsü ve kullanımı türü, topoğrafya, jeolojik özellikleri, iklimsel kriterler ve daha önceki yıllara ait tarımsal üretim bilgilerini içeren gereksinim analizi yapılmış ve veri tabanı hazırlamışlardır. Ardından çalışma alanında ilgili tarımsal amaçlı mevcut arazi kullanımı planlamasına kaynak oluşturacak, parselleri ve ürün desenlerinin ortaya çıkarılması, toprak dinamiklerinin tespitinde toprağın karakteristik özellikleri, ürünün tipine göre en uygun koşulların dahil olduğu uygun alanların analizi, üç boyutlu sayısal arazi modeli Arc-View programında kullanılan farklı modüllerle analiz etmişlerdir.

Tunay ve Ateşoğlu (2003), Bartın ili ve çevresindeki doğal kaynaklarını bu bölgede yürütülen, ağaçlandırma çalışmalarını araştırılmışlardır. Bu çalışmada 1992-2000 yıllarına ait Landsat 5 TM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Ortaya konulan bilgiler görüntü sınıflandırma algoritmalarından hareketle arazi kullanımı bilgilerine çevrilmiştir. Sınıflandırma işlemi sonrası elde edilen çalışmanın genel doğruluğu %77 (1992), %88 (2000) olarak ifade edilmiştir ve sınıflandırma neticesinde tespit edilen arazi kullanımlarının CBS ortamında analizleri yapılmıştır.

Mudia and Aniya (2005), Nairobi'de yürüttükleri araştırmada 1976, 1988 ve 2000 yıllarına ait üç tane Landsat uydu görüntüsü ve sosyo-ekonomik bilgilerden faydalanmışlardır. Bu bilgilerle arazi örtüsü/kullanımı farklılığı değişikliklerini ve Nairobi'deki kentleşmenin aşamalarını sınıflandırma neticesinde tanımlamışlardır. UA ve CBS koordinasyonu ile arazi örtüsü/kullanımı farklılıkları gözlemlenmiş ve planlamanın yanısıra araştırma için gerekli olan bilgileri elde etmişlerdir. Yapılan bu çalışma kentsel değişimin konum ve zaman etkileşimlerinin iyi anlaşılması, Nairobi kentinin ileriki zamanda gelişimi için kentsel faaliyetlerinin aktif bir mekânsal düzenleme ve iyi planlanması için bir yol gösterici olduğunu aktarmışlardır.

Zheng et al. (2016), yaptıkları araştırmada kırsal alanda, arazi kullanımı türünün, mekânsal alanların ve yapıların dağılımının tespitinin arazilerde kaynak yönetimi, enerji üretimi için kaynak yönetimi, çevre yönetimi ve planlanmasındaki değerinden yola

çıkarak yerleşim yerlerinin ve endüstri alanların, peyzaj matrisleri yardımıyla ayrıştırılmasını hedeflemişlerdir. Arazi örtüsü/kullanımı haritasını oluşturmak için GeoEye-1 uydu görüntülerinden faydalanmışlar ve obje tabanlı sınıflandırma yöntemiyle sınıflandırma yaparak satranç tahtası (chessboard) segmentasyonu ile bütün arazi örtüsü/kullanımı bilgilerinde benzer mekansal alanlar ortaya koymuşlardır. Ölçek etkinliğini test etmek için farklı satranç tahtası (chessboard) ölçekleri analiz edilmiş ve elde edilen toplam sınıflandırma doğruluğu %75- %88 aralığında farklılık göstermiştir. Bu sınıflandırma yöntemlerinden farklı olarak iki yöntemle kıyaslama yaparak sadece şekilsel, spektral ve dokusal karakterlerin kullanıldığı hiyerarşik sınıflandırma yapmışlar ve sonuçlar satranç tahtası (chessboard) segmentleri faydalanılarak elde edilen peyzaj özelliklerinin, sınıflandırma çalışmalarında daha doğru sonuçlar verdiğini aktarmışlardır.

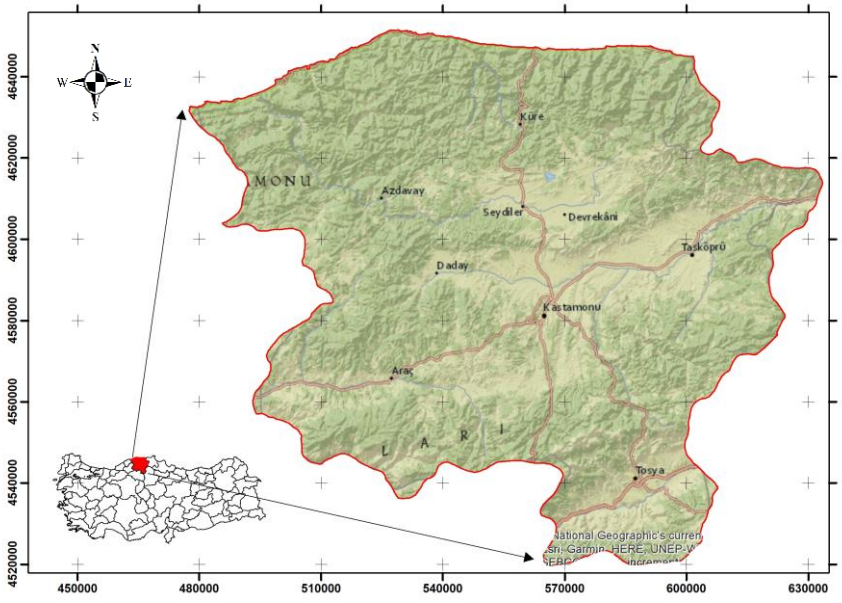
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanına ait bilgiler

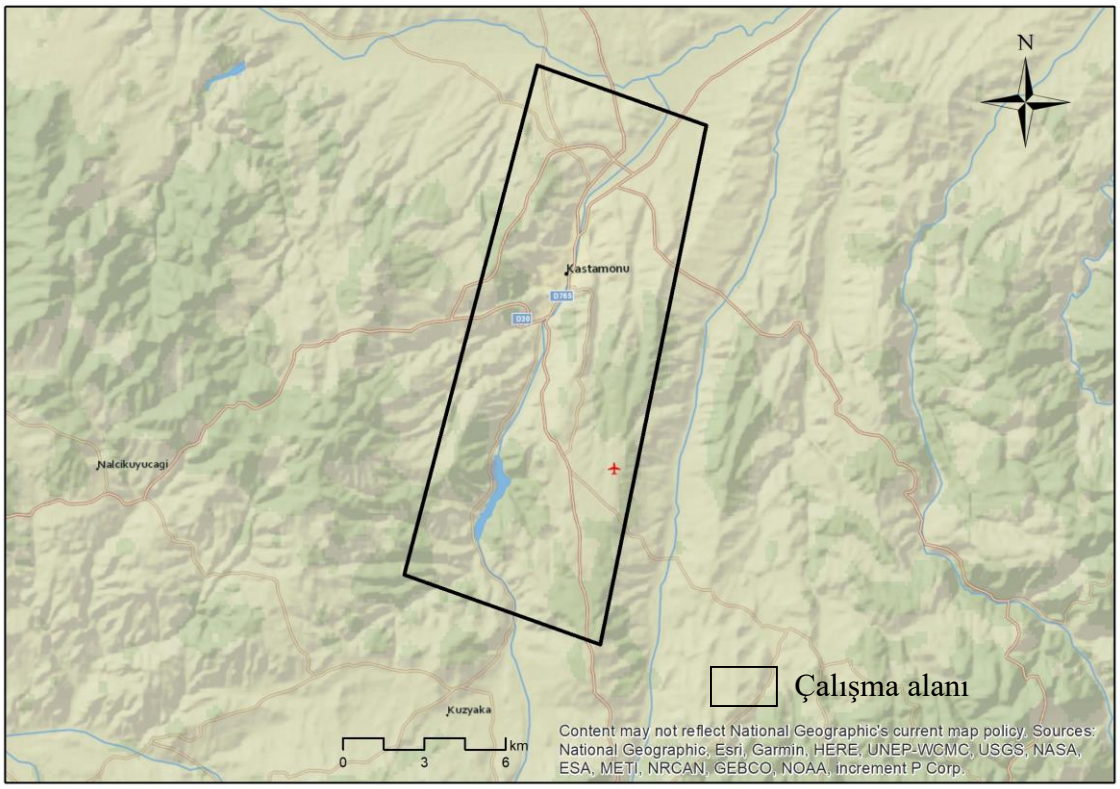
Bu çalışma Kastamonu ili merkez ilçesini kapsayan yaklaşık 135 km^2 alanda yürütülmüştür. Çalışmada örnek alan olarak Kastamonu ilinin seçilmesinde kentsel büyümenin olduğu, tarımsal kullanımında zamanla değişkenlik gösterdiği ve arazi örtüsünde yoğun olarak orman alanların geniş yer tutması etken olmuştur.

Kastamonu, kırsal alanı büyük oranda nüfus kaybetmiş olsa da, Türkiye'de köy sayısı bakımından ikinci sırada yer alan bir il konumundadır (KUZKA, 2013). Ülkemizin Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Kastamonu ilinin, doğusunda Sinop, batısında Karabük ve Bartın, güneyinde Çankırı ve güney-doğusunda Çorum ili bulunmaktadır. Kuzeyde ise Karadeniz doğal sınırını oluşturmaktadır (Şekil 3.1). Kastamonu 13.136 km^2'lik yüzölçümüyle ülkemiz topraklarının % 1,7'sini oluşturmaktadır. İl sınırları içinde 19 ilçe ve 1071 adet köy bulunmaktadır.



Şekil 3.1 Kastamonu İli idari sınırları ve konumu

Kastamonu merkez ilçe, kuzeyde Devrekani ve Seydiler ilçeleri ile doğuda Taşköprü ilçesi, güneyde Çankırı ili ve Tosya, batıda Araç, İhsangazi ve Daday ilçeleri ile çevrelenmiştir.



Şekil 3.2 Çalışma alanı konumu

Çalışma alanı Karadeniz Bölgesi, Orta Karadeniz Bölümünde Kastamonu ili merkez ilçe sınırları içinde 35° 48″ ve 42º 00″kuzey enlemleri ve 32° 43″ ve 34° 37″ doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 3.2). Araştırma sahası Orta Karadeniz Bölümünün iç kesiminde yer almaktadır. Bu alan seçilmesinin amacı bölgede kentsel alanların hızla gelişiyor olmasıdır. Kastamonu ilinin yüzölçümünün %74,6'sı dağlık ve ormanlık, %21,6'sı plato ve %3,8'i ovadan oluşmaktadır (URL-1).

3.1.2. LANDSAT uydu görüntülerinin özellikleri

Yer gözlem araştırmaları için ilk LANDSAT uydusu olan LANDSAT 1 1972 yılında dünyanın yörüngesine yerleştirilmiştir. NASA'nın (Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi) görevi yer gözlem olan son uydusu LANDSAT 8 ise 2013 yılında fırlatılmıştır. LANDSAT 8 15 m.' den 100 m.' ye kadar orta çözünürlükte görüntüler elde edilebilmektedir(URL - 2).

Uyduların tümü güneşle uyumlu olarak hareket etmekte ve taramalarını kuzeyden güneye doğru gerçekleştirmektedir. LANDSAT 1-2 ve 3 uyduları 18 günlük tarama periyoduna ve 900 km. uçuş yüksekliğine sahiptir. LANDSAT 4-5-6 ve 7 ise 16 günlük tarama periyoduna ve 700 km. uçuş yüksekliğine sahiptir. LANDSAT uydularının algılayıcıları: Multispectral Scanner (MSS) sistemi, Return Beam Vidicon (RBV) kamera sistemi ve Tematic Mapper (TM)' dır.

Landsat uydularının özellikleri Çizelge 3.1'de gösterilmektedir. Bu uydularda 6 farklı algılayıcı kullanılmıştır. Bunlar; RBV (Return Beam Vidicon-Dönen Işınlı Vidikon), MSS (Multi Spektral Scanner-Çok Bantlı Spektral Tarayıcı), TM (Thematic Mapper-Tematik Haritalayıcı), ETM (Enhanced Thematic Mapper-Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı), ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus-Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı +) ve OLI (Operational Land Imager – Operasyonel Arazi Görüntüleyici) algılayıcılarıdır(URL – 3).

Çizelge 3.1 Landsat Uydularının Özellikleri (URL – 3).

Uydu	**Fırlatılma Tarihi**	**İrtifa (km)**	**Sensörler**	**Mevcut durumu**
Landsat 1	23 Temmuz 1972	907	MSS	6 Ocak 1978'de görev süresi bitti.
Landsat 2	22 Ocak 1975	908	MSS	5 Şubat 1982'de görev süresi bitti.
Landsat 3	5 Mart 1978	915	MSS	31 Mart 1983'de görev süresi bitti.
Landsat 4	16 Temmuz 1982	705	MSS, TM	Haziran 1987'den itibaren test için kullanılıyor.
Landsat 5	1 Mart 1984	705	MSS, TM	5 Haziran 2013'de görev süresi bitti.
Landsat 6	4 Ekim 1993	-	MSS, TM	Fırlatma aşamasında kaybedildi.
Landsat 7	15 Nisan 1999	705	ETM+	Görevine devam ediyor.
Landsat 8	11 Şubat 2013	705	OLI	Görevine devam ediyor.

Bu çalışmada 17 Haziran 1999 tarihli Landsat 5 TM ve 22 Kasım 2016 tarihli Landsat 8 OLI (path/row: 177/31) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi yapılmadan önce görüntüler ön işleme, zenginleştirme gibi işlemlerden geçirilmiştir. Sınıflandırmaya tabi tutulan uydu görüntüleri, özellikle yaz ve sonbahar aylarına ait görüntüler içerisinden seçilmiştir. Bu sayede referans noktaları alınırken tarım alanları ve orman alanları daha kolay ayırt edilebilmiştir.

3.2. Yöntem

Uzaktan algılama (UA), obje veya durumun uzak bir yerden izlenmesi, algılanması ve kayıt altına alınmasıdır (Weng, 2010). Başka bir deyişle UA, arada bir bağlantı olmadan cisimden yayılan ışınımın nitelik ve nicelik açısından değerlendirilmesi ve özelliklerinin saptanmasıdır. UA'da veri elde etme ilkesi, cisimlerden yayılan elektromanyetik enerjiyi,

hava araçları veya uydulara adapte sensörler aracılığıyla kaydedilmesi, elde edilen bu verileri anlamlandırılmak için uydu yer istasyonuna aktarılması ve bilgi çıkarımı yapılması amacıyla çeşitli işleme yöntemleri ile zenginleştirerek sentezlenmesidir (Bozkaya, 2013).

Wilbur Wright tarafından 1909 yılında uçaktan seri hava fotoğraflarının çekilmesi ile başlayan uzaktan algılama (Duran, 2007), 1972 yılında ABD'de NASA tarafından, dünya yörüngesine uydu fırlatılmasıyla önemli bir yol katetmiştir. Günümüzde çeşitli mekânsal, zamansal, radyometrik ve spektral çözünürlüklerde, farklı özellikte uydular aracılığıyla bilgi elde edilebilmektedir.

UA teknolojileri, büyük alanların görüntülenmesine, hızlı veri aktarımına, alana ait bilgilerin kolay depolanmasına ve dijital ortamda çalışılmasına imkan sağlar. Aynı zamanda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile entegre kullanımın, sistemli olarak yenilemeye ve değişiklikleri izlemeye imkan tanıması, çok bantlı algılayıcılarla insan gözünün algılayamadığı elektromanyetik spektrum bölgelerinde de veri alabilmesi, uzaktan algılama yöntemlerini daha değerli kılmaktadır (Duran, 2007).

CBS, problemlerin çözümlenmesi için konumsal ve konumsal olmayan verileri toplama, dijital ortamda saklama, güncelleme, denetleme, analiz ve görüntüleme yapabilen, veri üreten bir sistemdir (Aranoff, 1989). Veri tabanı kullanımı ve CBS 1990'lı yıllarda oldukça yaygınlaşmış, Dünya'da birden fazla alanda karmaşık sorunların çözümünde aktif şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde CBS, planlama, haritacılık, uzaktan algılama ve istatistik gibi birçok disiplinin ortak noktası olarak kullanılmaktadır(Koruyan vd., 2007).

3.2.1. Uzaktan algılamada görüntülerin işlenmesi

Dijital görüntü işleme, görüntünün görsel niteliğini arttırmak, görüntülerdeki farklı desenleri temsil eden mekânsal ve spektral özellikleri belirlemek ve çıkarım yapmak amaçlanmaktadır (Liu and Mason, 2009). Dijital görüntülerden bilgi elde etmek için

kullanılacak işleme ve analiz aşamalarına gelmeden, görüntülerdeki düzenli veya düzensiz hataların azaltılması ve diğer adımlar için gerekli olan sürece, "ön işleme" denilir. Ön işleme aşamaları genelde, geometrik, radyometrik ve atmosferik düzeltme aşamalarıdır (Campbell and Wynne, 2011). Görüntü işlemedeyse görüntü zenginleştirme, sınıflandırma ve doğruluk analizi işlemleri yapılır.

Geometrik düzeltme

İşlenmemiş uydu görüntülerinde distorsiyonlar bulunduğundan haritalar gibi geometrik özellikte değildirler. Algılayıcı hataları, tarayıcının hızındaki farklılıklar, uydu platformunun eğikliği, yüksekliği, konumu gibi hatalar ve yerkürenin eğikliği, algılama sırasında dünyanın duruşu gibi yeryüzünden kaynaklı hatalar geometrik distorsiyonların ana nedenleridir (Richards, 2005).

İşlenmemiş görüntüdeki distorsiyonların giderilmesi ve yer kontrol noktaları (Global Control Points) kullanılarak belli bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması işlemi geometrik düzeltme (rektifikasyon) olarak tanımlanır.

Geometrik düzeltme iki ana aşamada incelenir:

1. Yer kontrol noktaları kullanılarak polinom deformasyon modelinin oluşturulması
2. Oluşturulan bu deformasyon modeline bakılarak görüntünün yeniden örneklenmesidir (Liu and Mason, 2009).

Görüntüdeki düzensiz hataları, görüntü üzerinde belirgin olarak ayırt edilebilen yer kontrol noktaları ile bu noktaların yerküre koordinatları arasında matematiksel ilişki kurularak giderilir (Jensen, 1996; Richards, 1999). Yer kontrol noktaları, görüntü üzerine homojen olarak yayılacak şekilde seçilir ve yer koordinatları vasıtasıyla görüntüde doğru noktalara karşılık gelecek şekilde konumlandırılır.

Atmosferik düzeltme ve radyometrik normalizasyon

UA'da enerji kaynağından gelen elektromanyetik enerji, atmosferden geçerken emilim (absorbe), saçılım, yansıma ve dağılma gibi etkilere maruz kalır. Bunun sebebi atmosferde bulunan sis, bulutlar, buz parçaları, gaz molekülleri gibi aerosol maddelerdir. Bu gibi etkiler neticesinde, hedefe ulaşan toplam ışınım miktarında ve yüzeyden algılayıcıya çarpan yansıtım miktarında değişmeler olur. Bununla birlikte, görüntülerde aydınlanma, görüş geometrisi ve algılayıcının cevap süresinde gerçekleşen değişimler sebebi ile radyometrik bozulmalar olmaktadır. (Bektaş ve Göksel, 2009). Görüntüdeki sistem hatalarını düzeltmek ve objeye ait yansıtım miktarındaki atmosferik parçacıkların sebep olduğu bozulma etkilerini en aza indirgeyebilmek için uydu görüntüleri, radyometrik ve atmosferik olarak düzeltilmesi gerekir. Atmosferik düzeltme, arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin anlaşılabilmesi, arazi örtüsü çeşitlerinin tespiti, çeşitli algılayıcılardan üretilmiş görüntülerin birleştirilmesi gibi uzaktan algılama uygulamaları için önemli bir önişleme aşamasıdır (Lu et al., 2002). Radyometrik normalizasyon işleminde, uydu görüntüsüne ait piksel sayısal değerleri (Dijital Numbers) yüzey yansıtım değerleri kullanılarak spektral olarak kıyaslanabilir kısma dönüştürülür (Lu et al., 2002; Chander and Markham, 2003; Chander et al., 2007).

Algılayıcı kalibrasyonu

Çeşitli algılayıcı sistemlerden üretilen görüntülerin birleştirilmesinde, farklı zaman dilimlerinden üretilmiş görüntüleriyle ilgili piksel değerlerindeki değişimlerin kıyaslanmasında veya uzaktan algılama ile üretilmiş yansıtım değerine benzer yüzey parametrelerinin fiziksel ve biyofiziksel modellerde yararlanılması işlemlerinde bu yöntem kullanılmaktadır (Bozkaya, 2013).

Uydu görüntülerinin kalibrasyonunda katsayı olarak, kazanç ve sapma değerlerine gereksinim duyulmaktadır (Gasiewski, 1993; Janssen, 1994; Chavez, 1998; Mather, 2004). Bu değerlere, görüntülerle ilgili veri dosyalarından (header file) erişilir. Birinci aşamada, kazanç ve sapma değerleri kullanılarak, uzaktan algılanmış görüntüdeki piksel

(DN) değeri, eşitlik (2.1) yardımıyla, her bir bant için farklı, radyans (parlaklık) değerine dönüştürülür (Chavez and MacKinnon, 1994).

$$L_\lambda = C_{1^*} DN_\lambda + C_0 \qquad \textbf{(2.1)}$$

Eşitlikte;

L_λ: Parlaklık değeri - Algılayıcıya ulaşan spektral radyans değeri

C_0: Sapma değeri

C_1: Kazanç değeri

DN_λ :Piksele ait sayısal değerleri' dir.

İkinci aşamada, ulaşılan görüntü radyans değerleri aşağıdaki eşitlik (2.2) ile uydu reflektans değerlerine dönüştürülür. Bu dönüşümün yapılması ile güneş aydınlatmasının ve güneş Zenith açısının sebep olduğu farklılıklar, atmosferik saçılım ve emilimin neden olduğu etkiler düzeltilmektedir.

$$R = (\pi * L_{\lambda^*} d^2)/(ESUN_{\lambda^*} \cos\theta_S) \qquad \textbf{(2.2)}$$

R: Yer yüzeyindeki spektral reflektans değeri

π: Pi Sayısı

d: Astronomik birimde dünya ile ay arasındaki mesafe

(d = 1 - 0.01674*cos (0.9856*(JD-4))

JD: Jülyen Tarihi eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$ESUN_\lambda$: Ortalama solar irradyans değeri (W $m^{-2}um^{-1}$)

θ_S: Derece biriminde Güneş zenit açısı (90^0 – Güneş yükseklik açısı) 'dır.

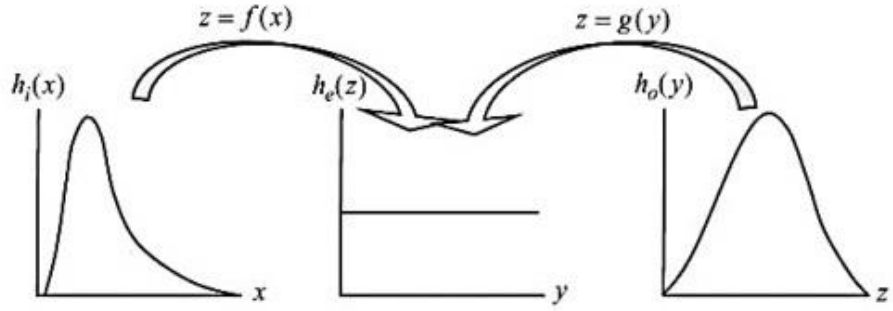
Bu yöntemle Görünen Yansıtım(Apparent Reflectance) modeli olarak adlandırılmaktadır. Alan ölçümlerine gereksinim duymadığı için çok kolay uygulanabilir bir metoddur (Lu et al., 2002).

Koyu nesne çıkarımı

Bilimsel çalışmalarda koyu nesne çıkarımı (Dark Object Suspect), kolay kullanım sebebiyle genellikle kullanılan, bir atmosferik düzeltme yöntemidir. Bu yöntemde, atmosfer şartlarının bölgesel farklılık göstermediği ve yansıtım değeri çok az olan objelerin radyometrik olarak koyu nesneler olduğu kabul edilir. Kullanılan görüntüdeki koyu nesneler histogramdaki yansıtım değerleri analiz edilebildiği gibi, seçilen görüntünün büyüklüğüne göre belli kıstaslar veya piksel değerleri için bir eşik değeri belirlenerek de seçim yapılabilir. Bu sayede görüntüdeki en düşük yansıtım değerleri tespit edilerek, her bir bant için bütün piksel değerlerinden çıkarılır. Her bir bant için Minimum yansıtma değeri farklı olduğundan, işlem bütün bantlar için farklı olarak gerçekleştirilir. Koyu nesne çıkarımı yöntemi, gerçekçi bir bağıl atmosferik saçılım modeli kullanır ve bantlar arasındaki spektral bağlantıyı muhafaza eder (Chavez, 1989).

Histogram eşleştirme

Çeşitli algılayıcılardan veya aynı algılayıcı ile farklı zaman aralıklarında üretilen uydu görüntülerinde, algılama sırasında aydınlanma ve bakış geometrisindeki değişikliklerden kaynaklı farklılıklara sebep olmaktadır. Bir alana ait görüntülerin mozaiklenmesi veya kıyaslanması istenildiğinde farklılıklar ortadan kaldırılmalıdır. Görüntüler arasındaki parlaklık değerleri ile ilgili farklılıkların ortadan kaldırılması ve her noktada aynı değerlerin alınması amacıyla, bir görüntüdeki histogram değerleri, diğer görüntüdeki histogram değerlerine matematiksel bir fonksiyon aracılığıyla ilişkilendirilir (Yang et al., 2011; Xu et al., 2012). Birbirinden farklı iki görüntüdeki parlaklık değerlerinin görünen dağılımının birbirine en yakın değerlere getirilmesi için kullanılan bu radyometrik normalizasyon yöntemine Histogram Eşleştirme denilir (Richards and Jia, 2006).



Şekil 3.3 Histogram eşleştirme (Liu and Mason, 2009)

Histogram eşleştirme yöntemiyle daha doğru sonuçlar sağlayabilmek için, her iki görüntünün histogram eğrilerinin birbirine benzer olması gerekir (Helmer and Ruefenacht, 2005). Bununla birlikte, çeşitli uygulamalarda uzaysal çözünürlüklerin farklı olmaması, aynı alana ait olmayan iki görüntü kullanıldığında ise, arazi örtüsü dağılımının her iki alan için tahmini olarak sonucun aynı olması beklenir (ERDAS, 1997).

Sınıflandırma

Tüm cisimler için yansıyan, soğurulan veya geçirilen ışınım kapasiteleri dalga boyuna, cismin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında cisimlerin spektral farklılıklarından faydalanılır, her bir piksel değerine ait olduğu sınıf tanımlanır ve sınıf etiketiyle adlandırılır (Elachi and Zly, 2006).

Sınıflandırmanın asıl amacı benzer özellikte spektral yansıtıma ait piksellerin gruplandırılması ve yeryüzünde uygun görülen sınıfa yerleştirilmesidir. Sınıflandırma, tematik veriler için kullanılan temel metodlardandır. Sınıflandırılarak sayısal tematik harita haline getirilmiş görüntü, bir harita projeksiyonu ile dönüştürüldüğünde, CBS verisi olarak değerlendirilebilir (Jensen, 1996).

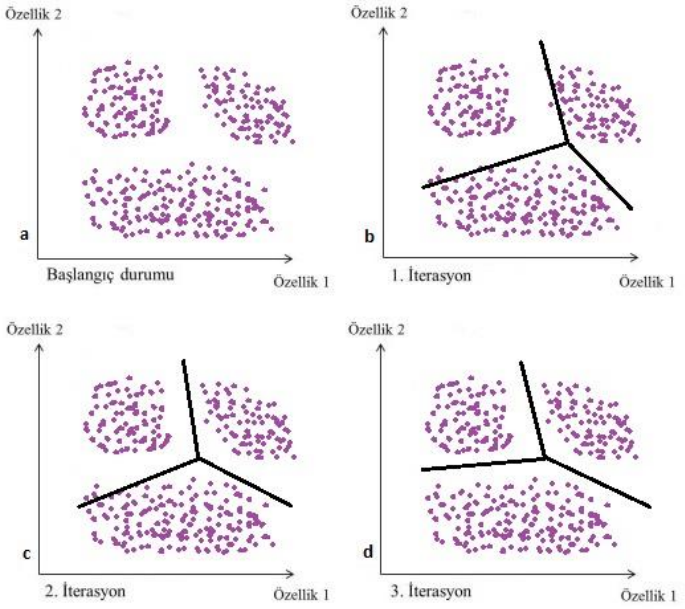
Temel olarak piksel tabanlı sınıflandırmada iki sınıflandırma metodundan bahsedilebilir. Bunlar; çalışma alanına ait ön bilgi gereksinim duymayan Kontrolsüz Snıflandırma (Unsupervised Classification) ve çalışma alanına ait arazi örtüsü/kullanımı özelliklerine

karşılık gelen bilgiye ihtiyaç duyan Kontrollü Sınıflandırma (Supervised Classification) metodlarıdır.

a. Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma tam anlamıyla görüntüde verinin istatistiksel dağılımına bağlanmıştır ve kümeleme olarak da adlandırılmaktadır (Liu and Mason, 2009). Çalışma alanına ait arazi örtüsü/kullanımı sınıfları ile ilgili yeteri kadar araştırma veya veri bulunmadığı durumlarda bu sınıflandırma yöntemi tercih edilmektedir (Mather, 2004). Bu yöntemde kullanıcının seçtiği sınıf sayısına göre, pikseller ayrı ayrı taranarak, benzer özellikte pikseller kendiliğinden belirlenmektedir. Bu belirlemede Minimum Uzaklık Kuralı (Minimum Distance) esas olarak alınmaktadır ve pikseller görüntünün sol üst köşesinden ilişkilendirilerek soldan sağa ve satır satır sentezlenmektedir. Sentezlenen piksel ile her bir grup ortalaması arasındaki spektral uzaklık hesaplanmakta ve bu piksel en yakın gruba yerleştirilmektedir. İlk olarak, kullanıcının seçtiği sınıf sayısı kadar oluşturulan grubun ortalaması hesaplanmakta ve her iterasyondan sonra, her yeni grubun ortalaması hesaplanarak, ortalamalar bir sonraki iterasyon gruplarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu işlem ile geçici grubun merkezi *n* boyutlu uzayda ötelenmekte ve işlem, geçici merkezin konumunda değişimin olmadığı ya da değişimin en az olduğu değere veya bulunan maksimum iterasyon sayısına erişinceye kadar tekrar edilmektedir (Tou and Gonzales, 1974).

Sıralı Kümeleme (Sequential Clustering), İstatistiksel Kümeleme (Statistical Clustering), Tekrarlı Veri Analizi (Isodata Clustering- Iterative Self Organising Data Analysis Techniques) ve RGB Kümeleme (RGB Clustering) gibi çeşitli kontrolsüz sınıflandırma türleri bulunmaktadır (Mather, 1987; Jensen 1996) ve en çok tercih edilen yöntem ise ISODATA algoritmasıdır.



Şekil 3.4 ISODATA kümeleme (Mather, 1987; Jensen 1996)

ISODATA algoritması, kullanıcı tabanlı parametrelerin eşik değerlerini seçtiği ve grup sayısı bilgisinin istenmediği bir metottur. Görüntüdeki her eleman, hangi grubun ortalama değerine yakınsa, o guruba tayin edilmektedir. Her iterasyonda, gurubun ortalama değeri tekrardan hesaplanmakta ve daha önceden tespit edilen değere erişinceye kadar bu işlem yinelenmektedir (Şekil 3.4). Kesinleşen grup ortalama değerleri esas alınarak görüntü sınıflandırılmaktadır (Alparslan vd., 2004). Hesap edilen her yeni ortalama, elemanların sınıflara tayin edildiği her iterasyondan sonra, çok büyük standart sapmaya sahip gruplara ayırmaktadır. Bir başka deyişle, bu algoritma ile gruplara ayrılır ve yeniden bir araya getirilmektedir (Moral, 1975).

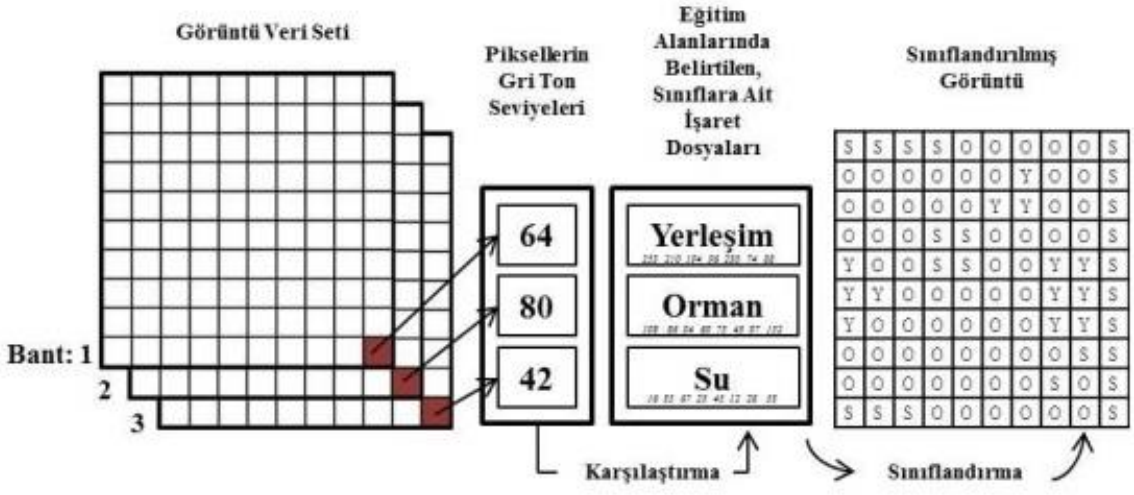
b. Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma yönteminde, kullanıcının denetiminde veri sınıfları tanımlanmaktadır. Bir başka deyişle, çalışılan alana ait arazi örtüsü/kullanımı ile ilgili bilgiler kullanılarak, görüntü üzerinde belirlenmiş alanlardan yeryüzü özelliklerine karşılık gelen benzer bölgeler tercih edilerek nitelik dosyaları düzenlenmektedir. Bu nitelik dosyalarında tercih edilen alanların spektral özellikleri atanmakta ve bu aşama özellik analizi olarak da isimlendirilmektedir. Kontrollü sınıflandırmada, düzenlenen bu

nitelik dosyaları kullanılarak her bir piksel için, hesaplanan olasılık değerlerine göre benzer olduğu sınıfa tayin edilmektedir (Eastman, 1995; Jensen, 1996; Schowengerdt,2007; Bozkaya, 2013).

Bütün pikseller uygun olan sınıfa tayin edildikten sonraki aşamada, tematik harita, istatistiksel tablo veya CBS ortamında kullanılabilecek özellikteki sayısal bilgi paketleri biçiminde oluşturmaktadır (Lillesand and Kiefer, 2000). Kontrollü sınıflandırma işlemi Şekil 3.5'te şematik olarak gösterilmiştir.

Kontrollü sınıflandırmada, En Kısa Uzaklık Yöntemi (Minimum Distace), Paralelkenar Yöntemi (Parallelpiped Clasifier), En Çok Benzerlik Yöntemi (Maksimum Likelihood Method) gibi çeşitli yöntemler tercih edilmektedir. En çok benzerlik yöntemi, diğerlerine göre daha güvenilir yöntemlerden biri olarak kabul edilir (Jain et al., 2016) ve bir pikselin belirli bir sınıfa ait olma olasılığı esasına dayanmaktadır. Olasılıklar her sınıf için incelenerek, ilgili pikseller uygun olma ihtimali en yüksek sınıflara atanmaktadır (Lillesand and Kiefer, 2000). Atama yapılırken, şayet bir pikselin bir sınıfa ait olma ihtimali seçilen eşik değerden düşükse, o piksel tanımlanmamış diye adlandırılmaktadır.



Şekil 3.5 Kontrollü sınıflandırma aşamaları (Lillesand and Kiefer, 2000)

c. Sınıflandırma doğruluğu

UA'da kullanılan görüntülerden üretilmiş tematik haritaların doğruluk derecesi belirlenmek zorundadır Sınıflandırılmış görüntüde, alınan görüntünün yeryüzü gerçeğine uygun olup olmadığının tespit edilebilmesi için, sınıflandırılmış görüntüden tercih edilen kontrol alanı, yeryüzü ile kıyaslanarak doğruluk analizi yapılır (Campbell, 1996; Smits et al., 1999; Yener vd., 2006). Hava fotoğrafları, GPS verileri, planlar, haritalar ve arazi çalışmalarında üretilen bilgiler referans olarak değerlendirilmektedir. Sınıflandırma doğruluğunu tespit etmek için genellikle tercih yöntem hata matrisinin (2.3) hazırlanmasıdır (Card, 1982; Mather, 1987; Campbell, 1996; Foody, 2002; Batur ve Maktav, 2012; Bozkaya, 2013). Hazırlanan bu matriste, sütunlardaki değerler referans verisini, satırlar ile de sınıflandırılmış görüntüye giden pikselleri tanımlamaktadır. Matrisin ana köşegen elemanları (C_{ii}), bir sınıf için doğru kabul edilmiş piksel sayılarını, ana köşegen dışında kalan tüm elemanlar yanlış sınıflandırılmış olan piksellerin sayısını ifade etmektedir. Ana köşegen elemanlarının toplamları ile toplam piksel sayısının oranlanması genel doğruluk yüzdesini belirler (Liu and Mason, 2009). Genel doğruluk yüzdesi 2.4'da ifade edilen eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ C_{m1} & C_{m2} & \cdots & C_{mm} \end{pmatrix} \qquad \textbf{(2.3)}$$

$$Genel\ Doğruluk\ (\%) = \frac{1}{N}\sum c_{ii} \qquad \textbf{(2.4)}$$

C_{ii}: Ana köşegen elemanları

N: Matristeki toplam piksel sayısı'nı ifade etmektedir.

Genellikle tercih edilen başka bir yöntem, sınıflandırma doğruluğunu ve niteliğini istatistiksel olarak değerlendiren kappa katsayısı (κ)'dır ve hata matrisinin satır ve sütunlarında bulunan elemanlar ile ana köşegen elemanlarının kullanılmasıyla hesaplanmaktadır (Jensen, 1996). Kappa katsayısı 0 ile 1 arasında değer alır ve 0,81-1 aralığı "ideale yakın" değere karşılık gelmektedir (Cohen, 1960). Kappa katsayısı aşağıda ifade edilen eşitlikle (2.5) hesaplanmaktadır:

$$K = N \sum_{i=1}^{m} C_{ii} - \sum_{i=1}^{m} Nr_i \cdot Nc_i / N^2 - \sum_{i=1}^{m} Nr_i \, Nc_i \qquad \textbf{(2.5)}$$

Eşitlikteki;

m: Hata matrisindeki toplam satır sayısı

C_{ii}: i. Satır ve sütundaki piksel sayısı

Nr_i: i. Satırdaki toplam piksel sayısı

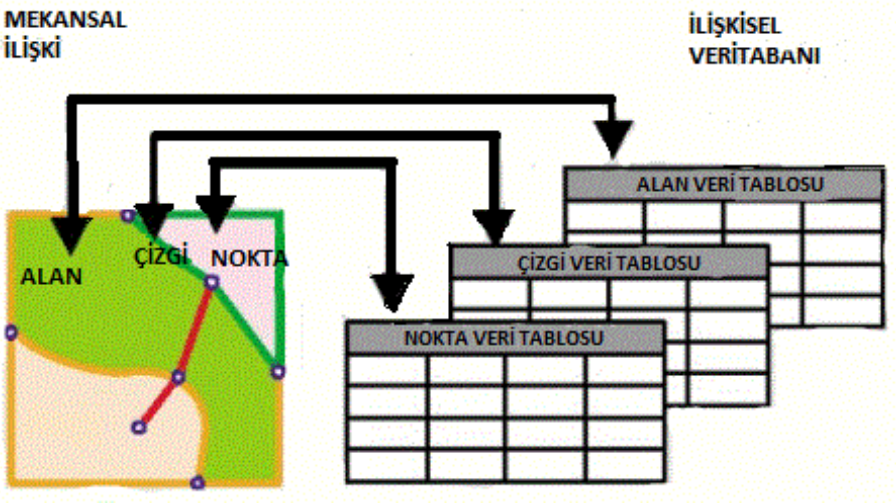
Nc_i: i. Sütundaki toplam piksel sayısı

N: Matristeki toplam piksel sayısı 'dır.

3.2.2. Coğrafi bilgi sistemleri

Birden çok bilim dalında çözümün anahtarı olarak görülen coğrafi bilgi sistemleri (CBS) karmaşık planlama ve yönetim problemlerinin çözüm bulunabilmesi için tasarlanan; mekânsal verilerin, yönetilmesi, işlenmesi, sentezlenmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini içeren donanım, yazılım ve yöntemler dizinidir (Anonim, 2004). CBS, konumsal sözel bilgileri birbirine bağlayan bütünleşmiş biçimde saklayan bir organizasyondur.

Coğrafi veri yapısı; mekânsal ve tanımlayıcı olmak üzere iki temel grupta ifade edilmektedir. Tanımlayıcı bilgiler niteliklere ait bilgilerin veri tabanında kaydedilmesidir. Mekânsal veriler ise, niteliklerin yerini biçimini ve diğer mekânsal veriler ile bağlantılarını tespit eder (Anbaroğlu, 2017). CBS veri yapısı Şekil 3.6'de ifade edilmiştir. Nitelikler; Nokta, Çizgi ve Çokgen olarak üç grubta ifade edilir. Noktasal olanlar konum belirler. Sınırları ve şekli çok küçük olan birimlerin tespitinde kullanılır. Çizgisel özellikler birbirinin peşi sıra takip eden ve alan olarak ifade edilemeyen birimlerdir. Son olarak çokgen özelliklere ise aynı özellikler de alanların gösteriminde faydalanılmaktadır (Yomralıoğlu ve Çete, 2004).



Şekil 3.6 Coğrafi bilgi sistemleri veri yapısı (URL – 4)

İfade edilen özellikler gösterildikleri semboller ile haritada her biri ayrı anlam taşımaktadır. Bu ayrımlar veri tabanındaki bilgiler ile yapılmakta ve veri tabanına kaydedilmiş olan bilgiler yardımıyla, özellik olarak aynı gruba giren mekânsal verileri ayırt etmek için renk ve semboller kullanılmaktadır (Yağcı, 2014). Bu sayede haritada çeşitli bilgiler tanıtılmış olmaktadır.

3.2.3. Arazi örtüsü/kullanımı değişiminin modellenmesi

Hâlihazırdaki arazi örtüsü/arazi kullanımı verileri ve değişiminin belirlenmesi, planlama ve yönetim çalışmaları yönünden, karar verici unsurların sistemi kavrayabilmesi ve model üretebilmesi için gerekli unsurdur. Arazi kullanımındaki farklılıklar, yeryüzünün dönüşümüne sebep olan çevresel değişikliklerin en önemli tetikleyicisidir (Nicolas, et al., 2014). Değişimlerin zamanla ekonomik, sosyal, politik, kültürel ve çevresel süreçler doğrultusunda alınan karar neticesinde gerçekleşir. Dolayısıyla, bu değişimlerde, insan da doğal sürecin yanında önemli bir öğedir.

Önemi son zamanlarda artan arazi değişimi çalışmalarının amacı, çevresel etkenler ve insan etkisi ile arazi örtüsü/kullanımındaki değişimleri belirlemektir (Rindfuss et al., 2004; Carmona and Nahuelhual, 2012). Bir bölgedeki arazi örtüsü/kullanımındaki

değişimin keşfedilmesi, o bölgeye ait farklı zaman dilimlerindeki durumunun tespit edilip, arada oluşan farklılıkların belirlenmesi işlemidir. Bu işlem için farklı zaman dilimlerine ait ve doğru analiz edilmiş uzaktan algılama görüntüleri önemli bir bilgi kaynağı olmaktadır (Green et al., 1994; Deer, 1995; Coppin et al., 2002; Rogan et al., 2003).

Sınıflandırılmış görüntülerin kıyaslanması yapılarak değişimin tespiti sık kullanılan yöntemlerden biridir. Görüntülerin piksel bazında yansımalarından ve gölgelerden kaynaklı hataların önüne geçerek, piksel-piksel kıyaslama yapılmasına imkan sağlamaktadır (Jensen, 1996).

Sınıflandırmadan sonra kıyaslama yaklaşımıyla iki görüntü arasında "-den –e" (from-to) değişimi elde edilir ve iki görüntüdeki farklılık detaylı bir şekilde tespit edilebilir. Bu yöntemde değişimin doğru belirlenebilmesi amacıyla aynı alanın, farklı zaman dilimlerinde çekilmiş görüntülerinin atmosferik, radyometrik ve geometrik düzeltmelerinin yapılması ve doğrulukları yüksek bir şekilde sınıflandırılmış olmaları gerekir (Lambin and Strahler, 1994). Değişimlerin analiz sonuçları farklı şekillerde görüntülenebilir. Sıklıkla kullanılan yöntem, değişim matrisleri'dir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Değişim matrisi

YIL	**ZAMAN I**						
ZAMAN II	**Arazi Örtüsü Sınıfları**	**A**	**B**	**C**	**D**	**Toplam**	**Değişim %**
	A	n_{AA}	n_{AB}	n_{AC}	n_{AD}	n_{AII}	
	B	n_{BA}	n_{BB}	n_{BC}	n_{BD}	n_{BII}	
	C	n_{CA}	n_{CB}	n_{CC}	n_{CD}	n_{CII}	
	D	n_{DA}	n_{DB}	n_{DC}	n_{DD}	n_{DII}	
	Toplam	n_{AI}	n_{BI}	n_{CI}	n_{DI}	n	

Matriste satırda bulunan elemanlar bir sonraki yıla ait arazi kullanım sınıfını ifade eden pikselleri, sütundakiler ise, bir önceki yıla ait arazi kullanım sınıfına giren pikselleri ifade eder. Çizelge 3.2'de görülen değişim matrisi ifadesinde, A, B, C, D harfleriyle gösterilen, arazi kullanım sınıflarını, n_{xx} her bir sınıfa düşen alanı göstermektedir. Öte yandan, köşegende bulunan elemanlar değişmeyen alanları, köşegende yer almayan pikseller ise değişim olan alanları ifade eder (Bozkaya, 2013).

3.2.3.1. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı birbirinden farklı anlamlar ifade etmektedir. Arazi örtüsü, yeryüzünün toprak örtüsü, yani bitki örtüsü, su ile örtülü alanlar, çıplak toprak vb. kapsamaktadır. Arazi örtüsünün tanınması, sınır tespit edilmesi ve haritalarının hazırlanması, izleme çalışmaları, kaynakların yönetimi ve planlama gibi faaliyetlerde önem arz etmektedir. Diğer taraftan arazi örtüsü bilgisi, değişim izleme çalışmalarında değişimin saptanması için de bir altlık oluşturması açısından önemlidir. Arazi kullanımı tanımıysa arazinin neye hizmet ettiğiyle ilgilidir (Yerleşim alanı, yaban hayatı ortamı veya tarımsal alanlar gibi). Arazinin güncel olarak, hangi kullanım amacını içerdiği ve zamanla içinde farklı arazi kullanım değişimlerinin tanımlanması, gibi tespitler arazi kullanımının konusunu oluşturmaktadır.

Arazi örtüsü ve arazi kullanımının farklılığının ayırt edilebilmesi ve her birinden alınan bilginin farklı olduğunun anlaşılabilmesi önemlidir. Uzaktan algılama yöntemleriyle oluşturulan arazi örtüsü verilerine yardımcı bilgiler eklenerek arazi kullanımı anlaşılabilir.

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı ile elde edilen veriler birden fazla yönetim ve planlama faaliyeti için önemlidir. Dünyayı işleyen bir sistem olarak anlamlandırmak ve model oluşturmak için olmazsa olmaz olarak görülmektedir. Arazi kullanımı haritalarının hazırlanması için pankromatik hava fotoğraflarından 1940'lardan bu yana faydalanılmaktadır. Güncel olarak ise ölçekleri küçük hava fotoğrafları ve uydu

görüntüleri de arazi örtüsü/arazi kullanımı haritalarının hazırlanması için kullanıldığı görülmektedir (Lillesand and Kiefer, 2000).

Arazi kullanımı değişiminin takip edilmesinin sonucu olarak ulaşılan veriyle bir arazinin ihtiyaç duyulan özellikleri taşıyıp taşımadığı tespit edilir ve fonksiyonları çevredeki diğer arazi kullanımlarına bakılarak bir denge sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu sayede kullanım durumuna uygunluk göstermeyen alanların önüne geçilebilir ayrıca bölgeye özgü koruma ve geliştirme stratejilerinin geliştirilmesi içinde bu bilgilerden faydalanılmaktadır.

Ormancılık, madencilik, ziraat,… vb gibi alanlarda hem arazi örtüsü, hem de arazi kullanımı verisine gereksinim duyulmaktadır. Arazi örtüsündeki değişimleri ise yerel yönetimler, çevre araştırmacıları ve çevre korumacılar inceleyerek, vergilendirme aşamasında bitki örtüsü seçimine kadar birden fazla disiplinde kullanılabilmektedir. Yönetimsel mekanizmalar, doğal kaynakların korunması ve arazinin uygunsuz kullanımı gibi kamu kaynaklarının kullanımı açısından hem geçmişle ilgili hem de güncel bilgiyi alabilmektedir (URL-5)

Ancak arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritalarının oluşturulmasında klasik, yer ölçmelerine dayalı sistemlerin kullanılması oldukça zaman alıcı ve maliyetlidir. Üstelik arazi kullanımı haritalarının belli periyotlarda güncellenmesi gerekmektedir. Uzaktan algılama teknolojisi ise tüm dünyada geçerli olmak üzere bu ihtiyacı karşılamıştır. Dünyada ve Türkiye'de pek çok kurum mevcut haritalarını artık uzaktan algılama teknolojisini kullanarak güncelleyebilmektedir.

Arazi kullanımı/örtüsü değişiminin tespiti çalışmaları için iki ana yaklaşım bulunmaktadır: Birincisi sınıflandırma sonrası karşılaştırmaların yapılması, ikincisiyse çok zamanlı verilerin anlık analizinin yapılmasıdır (Singh, 1989). Her iki yaklaşımın da avantajları ve dezavantajları olduğu görülmektedir.

Birinci yaklaşım da belirsizlikler bulunmaktadır. Bunlar, farklı sınıflandırmalardaki konumun doğru tespit edilememesi ve sınıflandırma bozukluklarının neden olduğu

sorunlardır. Bu yaklaşım sınıflandırma yapılırken iyi bir doğruluk gerektirmektedir. Çünkü değişimi gösteren haritanın doğruluğu, her bir sınıflandırmaya ait doğrulukların sonucudur. İkinci yaklaşımda örnek vermek gerekirse çok zamanlı (multi-date) sınıflandırma, görüntüdeki farklılıkların alınması, bitki indekslerindeki farkın alınması, ana bileşen analizi ve değişim vektörünün analizi gibi birden fazla işlem geliştirilmiştir (Fung and LeDrew, 1987).

Değişimlerin tespiti ve izlenmesi çalışmaları, görüntülerin alım tarihleri arasında insan hareketleri ve çevre şartları sebebiyle ortaya çıkan arazi örtüsü/kullanımındaki değişimin değerlendirmesinin yapılabilmesi için çok zamanlı görüntülerin işlenmesi gerektirmektedir (Bozkaya, 2013).

3.2.3.2. Modellemede sistem yaklaşımı

Sistem; karışık, bütün ya da aralarında ilişki bulunan cisimlerden oluşan topluluk, olarak ifade edilebilir. Sistem yaklaşımı denildiğinde ise, problemleri ayrı ayrı bir sebebe bağlı değil, çevresi ve birbirleriyle etkileşim kuran elemanlardan oluşan bir bağlantılar bütünü şeklinde ele alınmaktadır (Gök, 1978). Bu yaklaşımla araştırmacılar tarafından, neden-sonuç veya uyaran-tepki bağlantısı oluşturmasının yerine, model kurmanın bir yöntemi olarak kabul etmişlerdir. Bundan dolayı sistem yaklaşımı genellikle, karar mekanizmalarının, arazi kullanımı davranışlarının modelini kurmak ve arazi kullanım çalışmalarının tahmin edebilmek için yararlanılmaktadır (Liu and Mason, 2009).

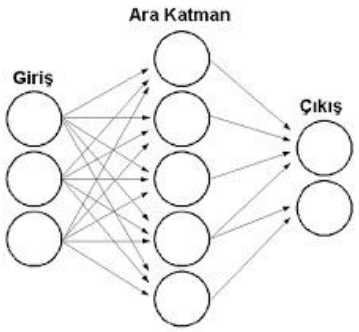
Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler modellemede farklı bir yaklaşım ortaya çıkmıştır. Sayısal hesaplama alanındaki ilerlemeler karmaşık matematiksel modellerle çalışmayı kolaylaştırmış ve bu modellerin yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu çerçevede kullanılan bazı modellere örnek olarak; Kaos Teorisi (Battram,1999; Cameron and Larsen-Freeman, 2007), Bulanık mantık, Coğrafi Bilgi Sistemleri (Anselin and Getis, 1992; Goodchild et al., 1992; Fotheringham and Rogerson, 1994; Ayazlı, 2011), Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks), Etmen Tabanlı Modeller (AgentBased Model), İstatistiksel Modelleme (Statistical Modeling) ve Hücresel Özişleme (Cellular Automata) yöntem ve

yaklaşımları gösterilebilir. Bu çalışmada YSA yaklaşımından faydalanıldığından dolayı devam eden kısımda YSA yaklaşımı ifade edilecektir (Haykin, 2009).

3.2.3.3. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları (YSA) beynin çalışma prensiplerini, öğrenme, bilgiler üretebilme, çıkarımda bulunabilme gibi yeteneklerinin, bilgisayarda taklit edilebilmesi ile ortaya konmuş bir bilgi işlem tekniğidir (Davalo and Naim, 1991; Öztemel, 2003; Elmas, 2011, Buğday, 2018). Beynin biyolojik sistemindeki nöronları matematiksel modellenmeleri ile ortaya çıkan yapay sinir ağlarındaki öğrenme algoritmaları, klasik bilgisayar algoritmalarından farklıdır ve öğrenme, veriyi kaydetme ve veriler arasında bağlantı kurma özelliklerine sahiptir. Hücreler diğer bir deyişle ara işlem birimleri birbirine bağlıdır ve kurulan bu ağ tarafından öğrenme yoluyla edinilen bilgi hücreler arasındaki bu bağlantı değerlerinde anlamlanır(Kavzoğlu vd., 2003).

Genellikle YSA ile oluşturulan modeller özellikle regresyon ve diğer klasik yöntemlerin sıklıkla kullanıldığı tahmin ve sınıflandırma çalışmalarında da tercih edilmektedir. (Yüksek vd., 2007; Kuter vd., 2016). YSA esas olarak, sade bir yapıdadır, Şekil 3.7'de görüldüğü gibi, üç katmanlı bir yapı, yönlendirmeli bir çizelge şeklindedir. Katmanlar, nöronlardan oluşur ve nöronlar arasındaki ilişkiler yönelim vektörleri ile sağlanır (Paola and Schowengerdt, 1995; Mas and Flores, 2008).



Şekil 3.7 Yapay sinir ağları (Yüksek vd., 2007)

3.2.3.4. Markov zincirleri

Markov, bir değişkenin, kısıtlı bir zaman içindeki önceki durumlarına dikkat edilerek, zamanla ne şekilde gelişim gösterdiğini kestiren rastgele bir süreçtir (Brooks, 1998). Bu matematiksel sistemin esası, sonlu durumlar arası bir durumdan başka duruma geçiştir.

m durumlu bir Markov sürecinde, *t* zamanında, *i* durumundayken, bir sonraki zamanda j durumunda bulunma olasılığına, geçiş olasılığı denilir ve $Pijt,t$+1 şeklinde ifade edilir (2.6).

$$Pijt,t+1=P\{Xt+1=j\ |Xt=i \qquad \textbf{(2.6)}$$

Geçiş olasılığı aşağıda belirtilen koşulları sağlaması gerekmektedir:

- $0 \leq P_{ij} \leq 1\ dir.$
- $1 \leq i,j \leq$ m için,
- $\Sigma P_{ij\mathrm{m}j=1}=1$

ve *i*= 1,2,….,*m* olmalıdır.

Bu olasılıklardan oluşan *m*×*m* boyutundaki matrise geçiş olasılık matrisi veya geçiş matrisi denilir ve P ile ifade edilir (2.7). Matriste satırlar hazır durumdaki arazi kullanımı/örtüsü verisini, sütunlar da geçiş yapılması muhtemel yeni arazi kullanımı/örtüsü verisini göstermektedir.

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \cdots & P_{mm} \end{pmatrix} \qquad \textbf{(2.7)}$$

Markov modeli doğada çok yönlü hareketlerden kaynaklı değişimlerin çözümlemesinin yanında, gelecekte meydana çıkan değişimleri tahmin edilmesi için kullanılmaktadır. Markov, genellikle, uzay-zaman değişim modellerine bakılarak, konuma bağlı büyük ölçeklerde, hem kent hem de kırsal alanlarda arazi kullanım farklılıklarını modellemek için kullanılmaktadır (Muller and Middleton, 1994; Wu, 2002). Modelde kullanılan girdi,

arazi çalışmalarından elde edilen bilgiler, hava fotoğrafları, haritalar ve özellikle de uydular yardımıyla elde edilen görüntülerden faydalanılmaktadır.

3.2.3.5. Pearson Korelasyonu

Korelasyon katsayısı bir değişkenin diğer değişkene ne kadar yakın olduğu hakkında bilgi vermektedir. Pearson korelasyon katsayısı iki değişken arasındaki söz konusu değişkenlerin kovaryanslarının standart sapmalarına oranı ile hesaplanmaktadır Korelasyon iki rastlantısal değişken arasındaki doğrusal ilişki gücünün ölçüsüdür ve bir değişkendeki değişimlerin diğer değişkendeki değişimlerle ne kadar ilişkili olduğunun tahmin edilmesinde kullanılır. Hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları [-1,1] aralığında değerler almaktadır. Hesaplanan istatistik değer -1 veya 1'e eşitse iki değişken arasında çok uyumlu bir doğrusal ilişki olduğunu göstermektedir. İstatistik değer 0'a eşitse iki değişken arasında ilişki olmadığını göstermektedir (Newbold 2003).

Uzaktan algılama verileri arasındaki ilişki de farklı ilişkilerin analizinde Pearson korelasyon analizinden yararlanılmaktadır. Korelasyon analizi, bağımsız değişken veya değişkenlerle, bağımlı değişken arasındaki ilişkinin oran olarak ifade edilmektedir(Hoang, 2017).

3.2.3.6. Sınıflandırma doğruluğu

Sınıflandırma işleminde doğruluk analizi en önemli etkenlerdendir. Sınıflandırma doğruluğunun tespit edilmesinde, sınıflandırmada kullanılmayan eğitim alanlarına ait piksellerin seçilmesi gerekmektedir. Bunun için en fazla tercih edilen yöntem hata matrisidir. Hata matrisi ile sınıflandırılmış piksellerin doğruluk yüzdeleri hesaplanmaktadır. Çoğunlukla hata ölçüsü, bu hata matrisinden elde edilmektedir (Mather, 1999; Kahya, 2005).

Hata matrislerinden elde edilen sınıflar arası doğrulukların analiz edilmesi için *k* (Kappa katsayısı) kullanılmaktadır. "*k*" değeri (Kappa katsayısı), 0 ile 1 arasında değer alır ve hata matrisinin satır ve sütun toplamları ile köşegeni üzerindeki elemanların kullanılmasıyla hesaplanılmaktadır. *k*'nın değerinin 1 olması demek ulaşılması istenilen en uygun durumu ifade etmektedir. Kappa değerinin hesaplanması için kullanılan formül (2.5) ile ifade edilmiştir (Lillesand and Kiefer 2000).

Kappa katsayısı ile şu şekilde bir yorum yapılabilmektedir: *k*=1 ise iki değer tümüyle birbiri ile uyum göstermektedir; *k*=0 ise iki değer için uyuşma tespit edilememiştir ve bir diğer halde tamamen uyuşma yoktur denilmektedir(Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Kappa katsayısı yorumlama.

k	**Yorum**
< 0 Hiç	Uyuşma olmaması
0,00 — 0,20	Az uyuşma olması
0,21 — 0,40	Orta dereceli uyuşma olması
0,41 — 0,60	Nadiren uyuşma olması
0,61 — 0,80	Fazlaca uyuşma olması
0,81 — 1,00	Mükemmele yakın uyuşma olması

Çalışma alanında mekânsal ve zamansal değişimin ortaya konulmasında öncelikle 1999 ve 2016 yıllarına ait uydu görüntülerinin indirilmesi ve sayısal ortama aktarılmasında QGIS 3 yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım vasıtasıyla atmosferik düzeltme uygulanmış ve yersel referans noktaları yardımıyla çakıştırma ve doğrulama işlemi yapılmıştır. Arazi kullanım sınıfları orman, su, tarım arazisi ve yapılaşma alanları olarak sınıflandırılmış ve kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanarak her bir sınıfın alansal ve yüzde dağılımları 1999 ve 2016 yılları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu yıllara ait uydu görüntülerinin sınıflandırma başarıları için Kappa değerleri yazılım yardımıyla hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra QGIS yazılımına ait MOLUSCE (Modules for Land Use Change Evaluation) eklentisi yardımıyla sınıflandırılan uydu görüntüleri yola uzaklık mekânsal faktörüne göre denetlenerek 17 yıl sonra (2033 yılı) arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişiminin tahmini yapılmıştır. İki sayısal ölçüm arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını, varsa bu ilişkinin yönünü ve şiddetinin ne olduğunu belirlemek için kullanılan bir istatistiksel yöntem olan Pearson's korelasyon metodu kullanılmıştır.

1999 ve 2016 yıllarına ait uydu görüntüleri için iki farklı zaman periyodunda mekânsal faktörler hesaba katılarak arazi değişimi hesaplanmıştır. Arazi değişimini ortaya koymak ve 2033 yılında alansal dağılımların değerlerini tahmin etmek için hem ulusal hem de uluslararası literatürde sıkça kullanılan YSA modelleme yaklaşımı tercih edilmiştir. Alansal değişimler, sınıf istatistikleri (% ve ha cinsinden) geçiş matrisleri tablolarıyla hesaplanarak ifade edilmiştir. Burada sınıf istatistikleri başlangıç ve son arazi kullanım alanlarını ifade ederken, geçiş matrisleri bir arazi kullanımı/örtüsünden diğerine değişen piksellerin oranını ifade etmektedir.

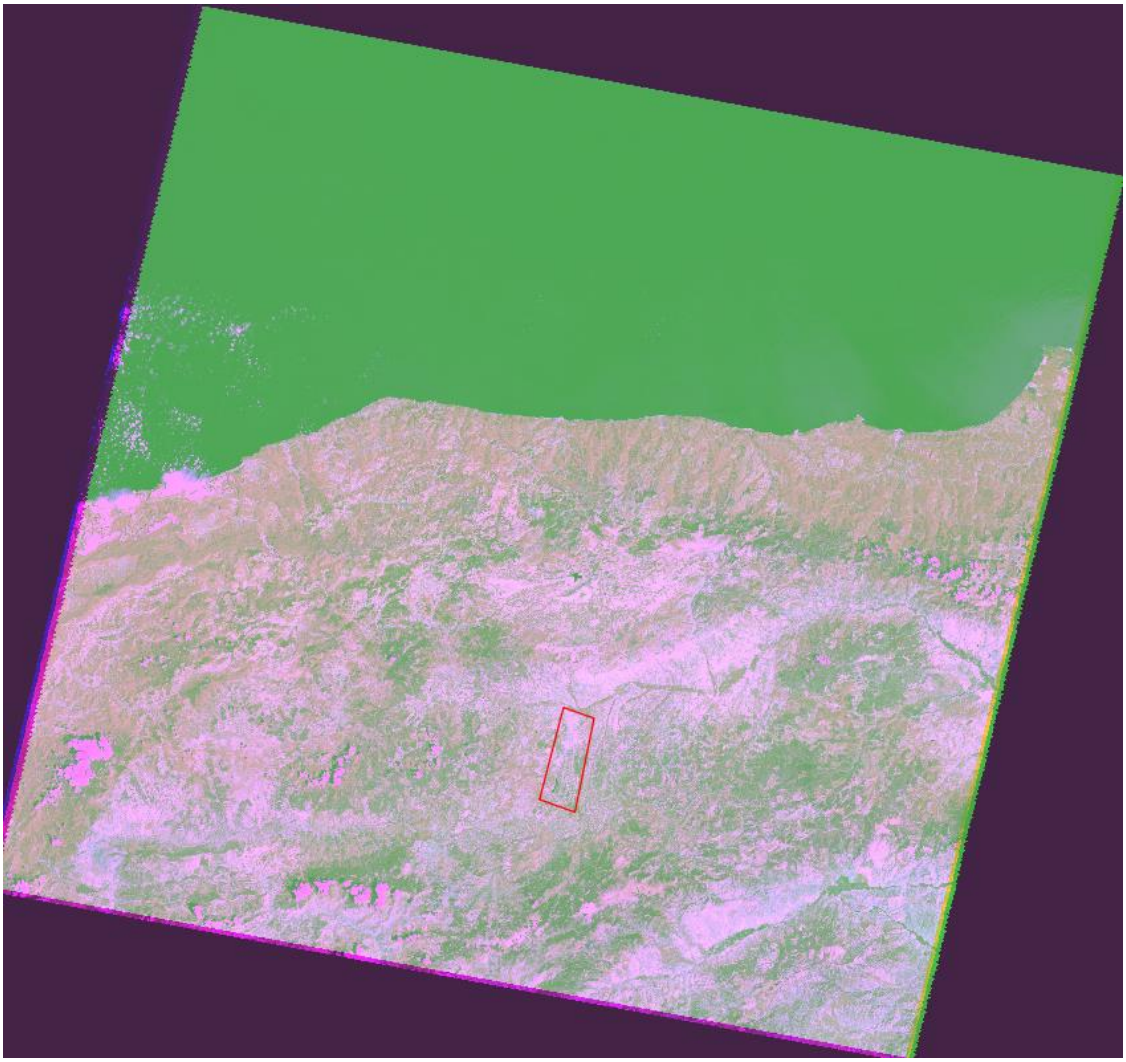
YSA yaklaşımında potansiyel geçişin modellenmesinde komşuluk, öğrenme hızı, maksimum iterasyon sayısı, gizli katmanlar ve momentum özellikleri kullanılmaktadır. Burada komşuluk, mevcut piksel çevresindeki komşu piksellerin sayısını tanımlamakta olup bu çalışmada 3X3 boyutlu piksel sayısı tercih edilmiştir. Öğrenme hızı, momentum ve maksimum iterasyon sayısı öğrenme parametrelerini tanımlamaktadır. Büyük öğrenme oranı ve yüksek momentum hızlı öğrenmeye izin verir, ancak öğrenme süreci kararsız olabilir. Küçük öğrenme oranı ve momentum ise istikrarlı fakat yavaş öğrenme anlamına gelmekte olup bu çalışmada küçük öğrenme tercih edilmiştir. Gizli katman sayısı olarak bir gizli katmanlı ve 12 nöronlu bir ağ oluşturulmuştur. Eğitim ve doğrulama kümeleri hataları hesaplandıktan sonra grafik aktarımı yapılmıştır. Örneklerin doğrulama kümesiyle ilgili minimum erişilen hata miktarını ölçmek için minimum doğrulama genel hatası elde edilmiştir. Elde edilen minimum hata ve geçerli hata arasındaki farkı belirtmek için delta genel doğruluk hesaplaması yapılmıştır. Mevcut doğrulama için kappa değeri hesaplanmıştır. Bu süreçte öğrenme algoritması, örneklerin eğitim ve doğrulama setlerinde ulaşılan doğruluğu analiz etmekte ve hafızada en iyi nöral ağı depolamaktadır. Eğitim süreci, en iyi doğruluğa ulaşıldığında tamamlanmaktadır.

Simülasyon, değişim olmayan 0 ve değişim olan 100 birime kadar veriler işlenerek arayüzde değerlendirilerek değişime bağlı olarak ifade edilebilmektedir. Bu çalışmada 2033 yılı için simülasyon işlemi yapılmış ve sonuç simülasyon haritası elde edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1.1. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması

Çalışma alanına ait 17 Haziran 1999 tarihli Landsat 5 TM ve 22 Kasım 2016 tarihli Landsat 8 OLI (path/row: 177/31) uydu görüntüleri (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2) QGIS yazılımında eklentiler menüsünden, Semi-Automatic Classification ekletisi yardımı ile indirilmiş ve kontrollü sınıflandırma tekniği ile sınıflandırılmıştır. Buna göre sınıflar ve dağılımları çizelge 4.1 de verilmiştir.



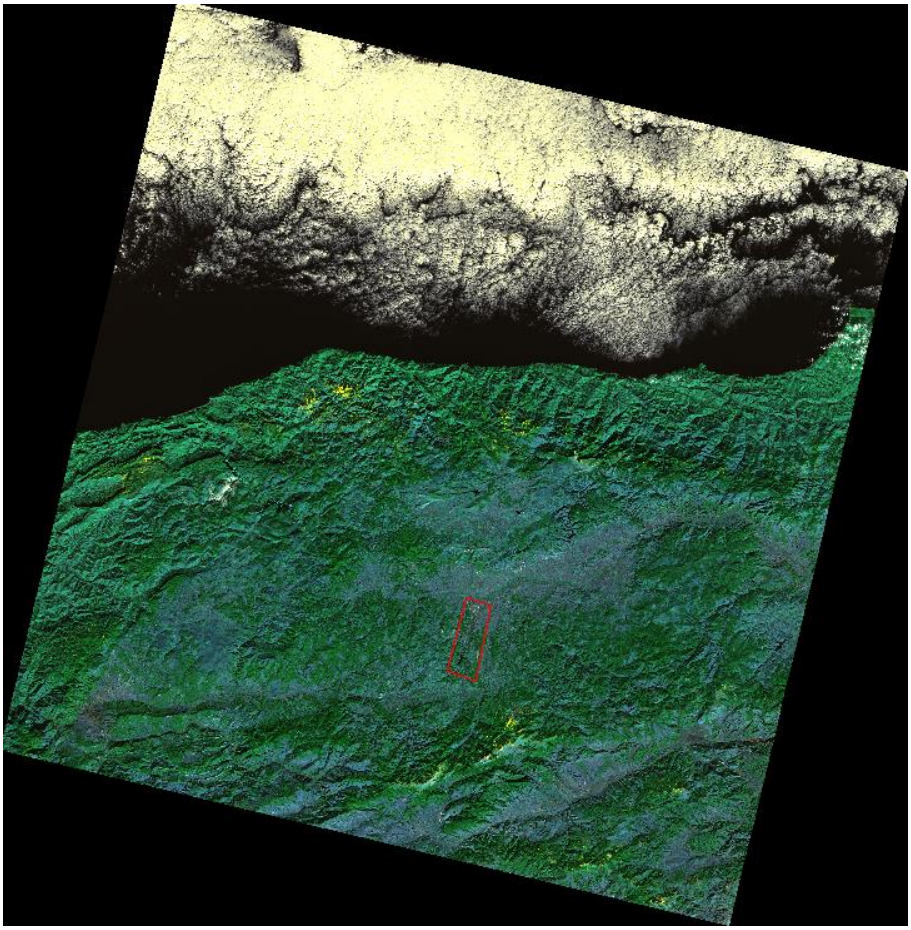
Şekil 4.1 1999 yılına ait uydu görüntüsü

Matrisin sütun elemanları örnek alan veri setine ilişkin değerleri, satır elemanları sınıflandırılmış piksel verilerini göstermektedir. Doğru arazi örtüsüne göre sınıflandırılmış olan örnek alan pikselleri ana köşegen (diagonal) üzerinde bulunmaktadır.

Çizelge 4.1 1999 yılı uydu görüntüsüne ait hata matrisi ve Kappa değeri

Sınıflandırma	**Orman alanı**	**Su alanı**	**Tarım alanı**	**Yapı alanı**	**Toplam**	**Doğruluk (%)**
Orman alanı	183	6	108	0	297	95.8
Su alanı	0	274	0	0	274	97.8
Tarım alanı	5	0	645	37	687	66.1
Yapı alanı	0	0	160	179	339	82.9
Toplam	191	280	976	216	1663	**Kappa değeri = 0.82**

Çizelge 4.1 incelendiğinde tarım alanları dışında diğer alanların yüksek doğrulukla sınıflandırıldığı görülmektedir. Tarım alanlarındaki bu düşük değerin sebebi olarak tarım alanı olarak değerlendirilirken bazı kısımların meyve bahçesi olarak kullanılan alanlardan olduğu düşünülmektedir. Sınıflandırma işlemi % 82 oranıyla başarılı olarak tamamlanmıştır.



Şekil 4.2 2016 yılına ait uydu görüntüsü

2016 yılına ait uydu görüntüsü ve bu görüntüye ait kontrollü sınıflandırma hata matrisi ile kappa değeri Çizelge 4.2 te verilmiştir.

Çizelge 4.2 2016 yılı uydu görüntüsüne ait hata matrisi ve Kappa değeri

Sınıflandırma	**Orman alanı**	**Su alanı**	**Tarım alanı**	**Yapı alanı**	**Toplam**	**Doğruluk (%)**
Orman alanı	796	0	108	36	940	91.4
Su alanı	33	305	0	4	342	99.7
Tarım alanı	60	0	1127	110	1297	83.2
Yapı alanı	1	0	119	437	557	84.4
Toplam	890	305	1354	587	3136	**Kappa değeri = 0.84**

Çizelge 4.2 incelendiğinde tüm alanların yüksek doğrulukla sınıflandırıldığı görülmektedir. Tarım alanlarındaki değerin sebebi olarak yine tarım alanı olarak değerlendirilirken bir kısmın meyve bahçesi olarak kullanılması düşünülmektedir. Sınıflandırma işlemi % 84 oranıyla başarılı olarak tamamlanmıştır.

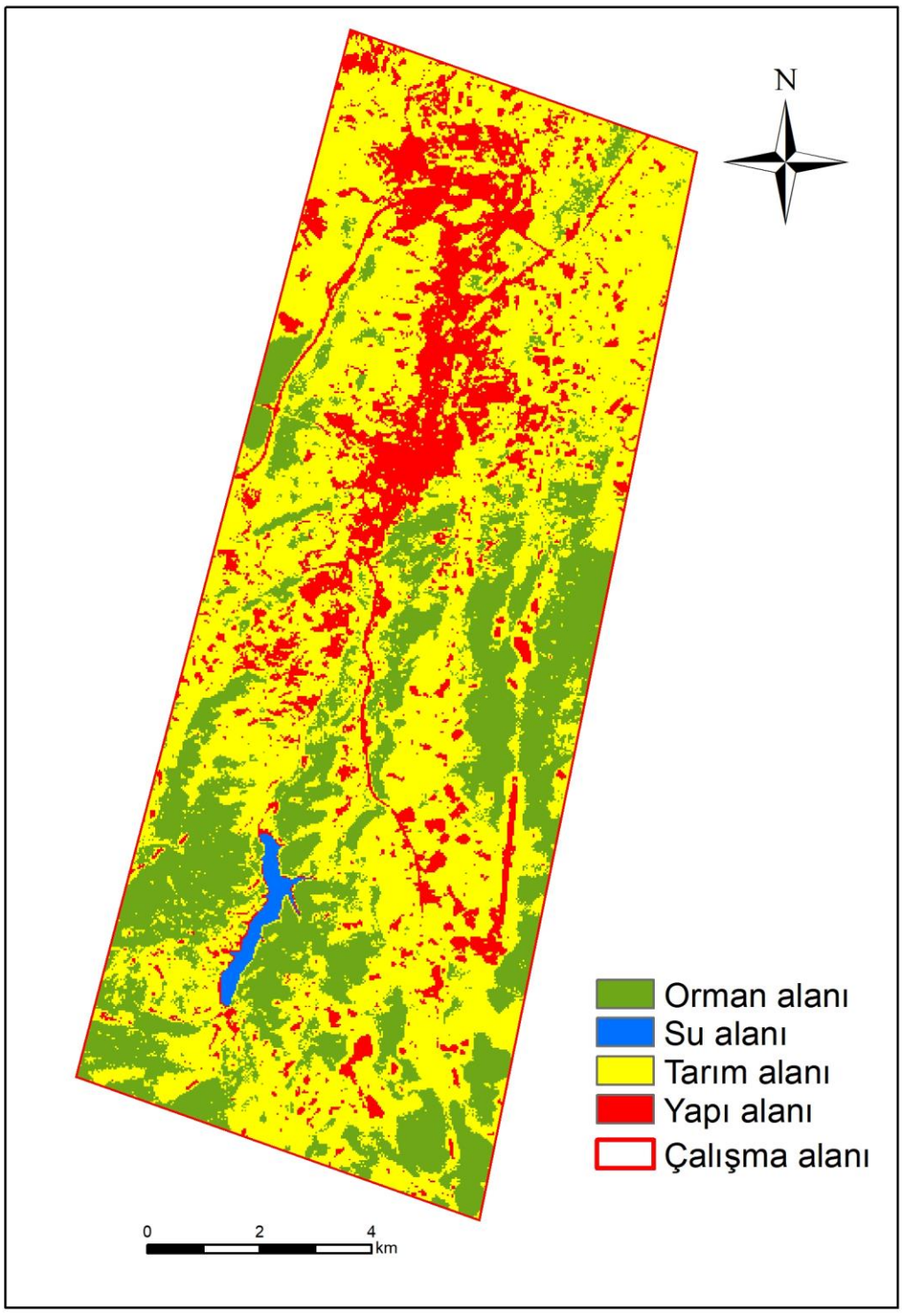
Sınıflandırma sonrası oluşan arazi kullanım ve arazi örtüsü sınıfları Çizelge 4.3 te verilmiştir.

Çizelge 4.3 1999 ve 2016 yıllarına ait arazi sınıfları ve dağılımları

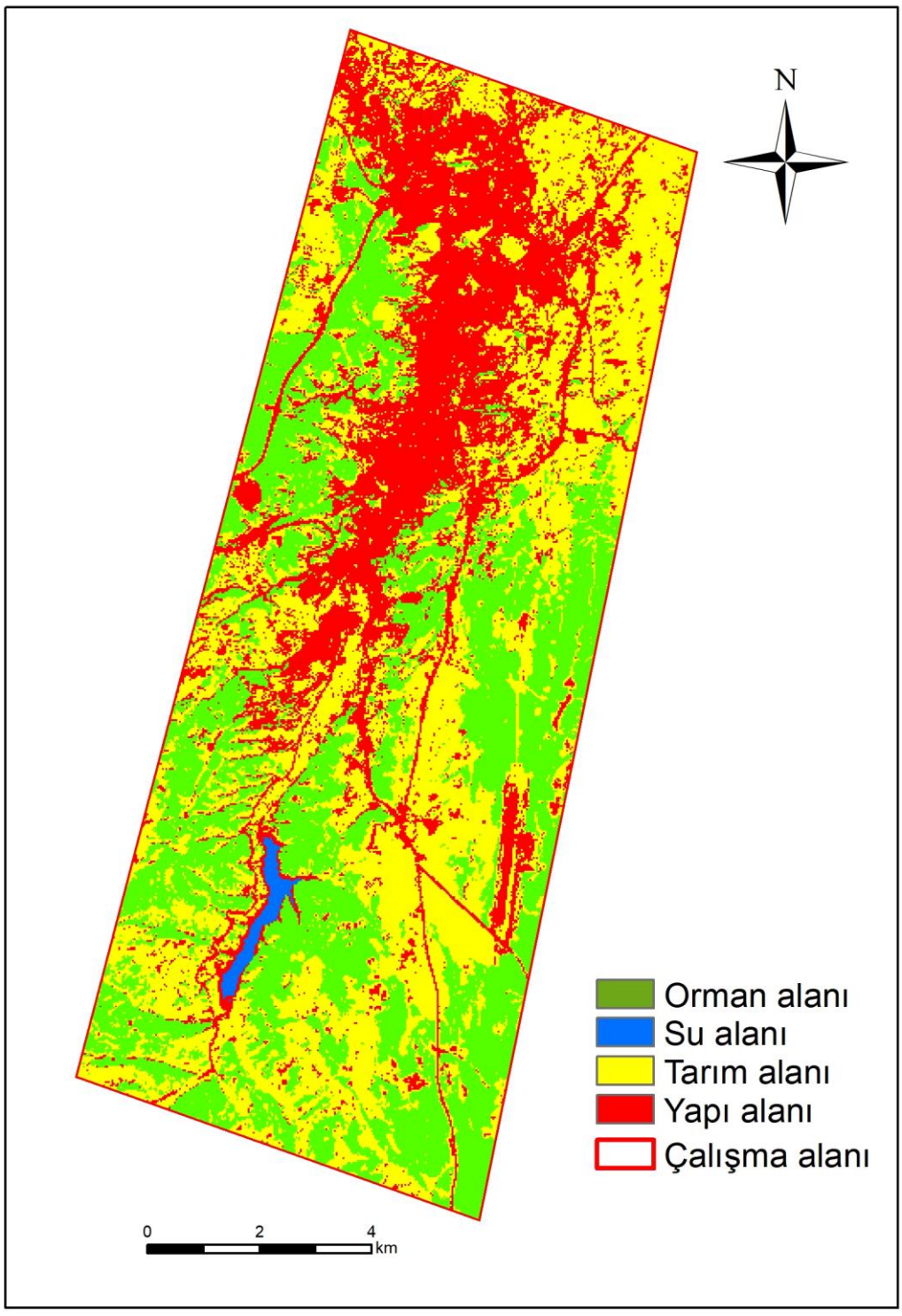
	1999			**2016**		
	Piksel	%	ha	Piksel	%	ha
Orman alanı	74648	49.5	6718.3	17290057	41.7	5656.7
Su alanı	1705	1.1	153.5	4960426	11.9	1622.9
Tarım alanı	50037	33.2	4503.3	7953724	19.2	2602.2
Yapı alanı	24505	16.2	2205.5	11305928	27.2	3698.9
Toplam	150895	100	13580.6	41510135	100	13580.6

Çizelge 4.3 te görüldüğü üzere 1999 yılı itibariyle orman alanları %49.5, su alanları %1.1, tarım alanları %33.2 ve yapılaşma alanları ise %16.2 olarak tespit edilmiştir. 2016 yılı itibariyle ise orman alanları %41.7, su alanları %11.9, tarım alanları %19.2 ve yapılaşma alanları da %27.2 olarak tespit edilmiştir. Geçen 17 yıllık süre içerisinde orman alanları % 7.8 azalmış, su alanları % 10.8 artmış, tarım alanları %14 azalmış ve yapılaşma alanları % 11 oranında artmıştır.

Çalışma alanını içeren arazi kullanımı ve örtüsü haritaları Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 te verilmiştir.



Şekil 4.3 1999 yılına ait arazi kullanımı ve örtüsü



Şekil 4.4 2016 yılına ait arazi kullanımı ve örtüsü

4.1.2. Korelasyon değerlendirmesi

Sınıflandırma işleminin ardından korelasyon değerlendirmesi için Pearson's Corelasyon metoduna göre korelasyon değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmede 500 m. zonlarla sınıflandırılan "yollara olan uzaklık" faktörü tercih edilmiş ve raster formatında oluşturulmuştur (Şekil 4.5). Başlangıç görüntüsü olan 1999 yılına ait sınıflandırılmış görüntü ve son görüntü olan 2016 yılına ait sınıflandırılmış görüntü ile yollara olan uzaklık verileri çakıştırılmıştır. Kontroller tamamlandıktan sonra arazi örtüsü/kullanımı değişimi hesaplanmıştır. Burada sınıflara ait istatistikler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Arazi örtüsü/kullanımı değişimine ait veriler

	1999		**2016**		**Değişim**
	ha	%	ha	%	(%)
Orman alanı	6718.3	49.5	5656.7	41.7	-7.8
Su alanı	153.5	1.1	1622.9	11.9	10.8
Tarım alanı	4503.3	33.2	2602.2	19.2	-14.0
Yapı alanı	2205.5	16.2	3698.9	27.2	11.0

Çizelge 4.4 incelendiğinde 1999 yılından 2016 yılına gelindiğinde arazi örtüsü ve kullanımında pozitif ve negatif yönde değişimlerin olduğu tespit edilmiştir. Orman alanı ve tarım alanlarında sırasıyla %7.8 ve %14 oranında bir düşüş gözlenirken su alanı ve yapı alanlarında yaklaşık %11 oranında bir artış gözlenmiştir.

4.1.3. Marcov Chain geçiş matrisleri

Sonraki aşamada yer alan Marcov Chain (MC) geçiş matrisleri hesaplaması yapılmıştır. Geçiş matrisleri bir arazi sınıfından diğer arazi sınıfına değişme olasılığını içermekte olup bu matrislerden yola çıkarak her bir arazi kullanım sınıfı için piksel sayılarında oluşabilecek değişimlerin hesaplanmasında yaygın olarak faydalanılmaktadır. Çalışma

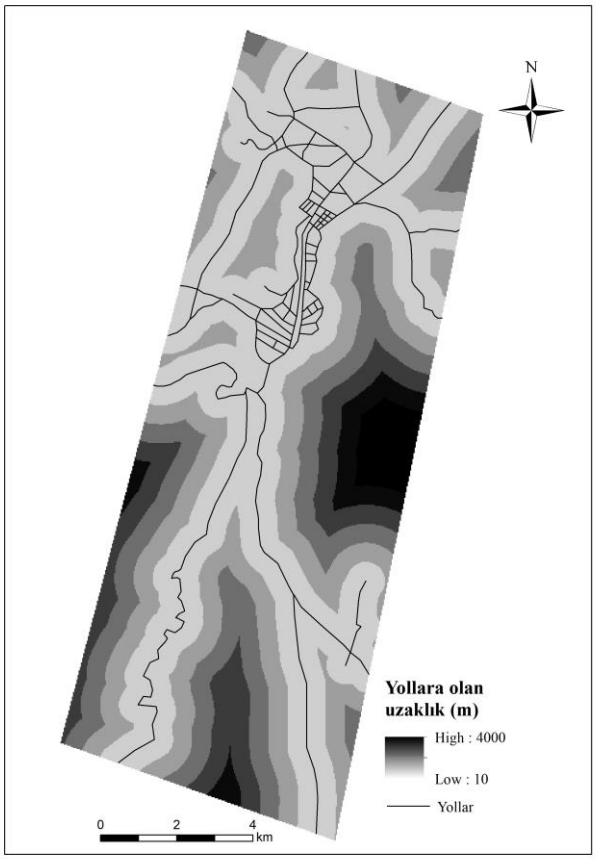
alanında kullanılan uydu görüntüleri ve yollara olan uzaklık faktörüne bağlı olarak elde edilen geçiş matrisleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Geçiş matrisleri

		1	2	3	4
Orman alanı	1	0.753071	0	0.195339	0.05159
Su alanı	2	0	0.808349	0	0.191651
Tarım alanı	3	0.223891	0.000046	0.535083	0.24098
Yapı alanı	4	0.007443	0.000042	0.30875	0.683765

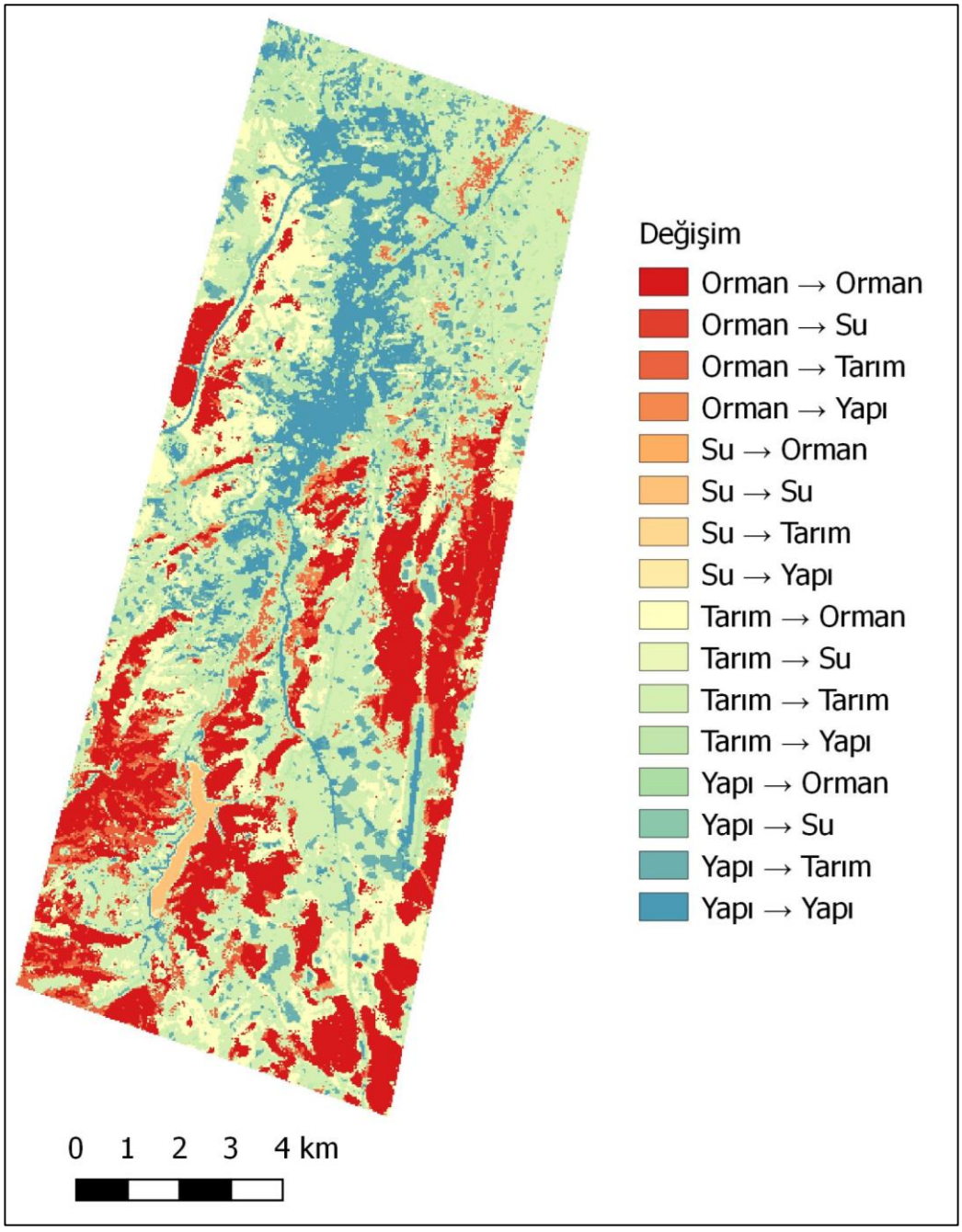
4.1.4. Arazi örtüsü/kullanımı değişimi

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ve faktör olarak kullanılan yollara olan uzaklık değişkenine göre değişim haritası oluşturulmuştur.



Şekil 4.5 Çalışma alanına ait yollar

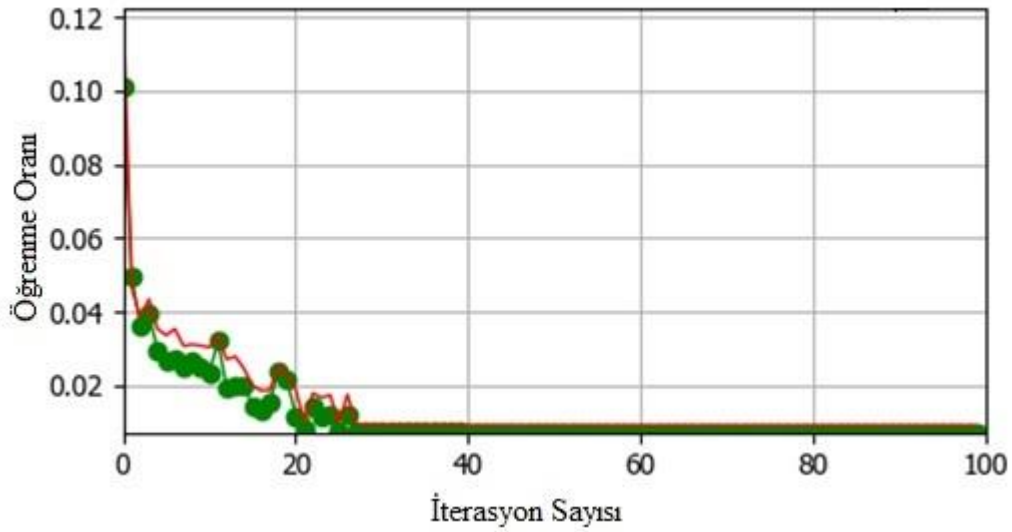
Burada değişim, kullanılan dört sınıfın geçişlerinin birbiri ile kombinasyonu olarak verilmiştir. Her arazi sınıfına ayrı renk atanmış ve diğer alanlara olan değişim aynı rengin farklı tonlarıyla ifade edilmiştir. Değişim haritası Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6 Çalışma alanına ait değişim haritası

4.1.5. Yapay sinir ağları ile değişimin modellenmesi

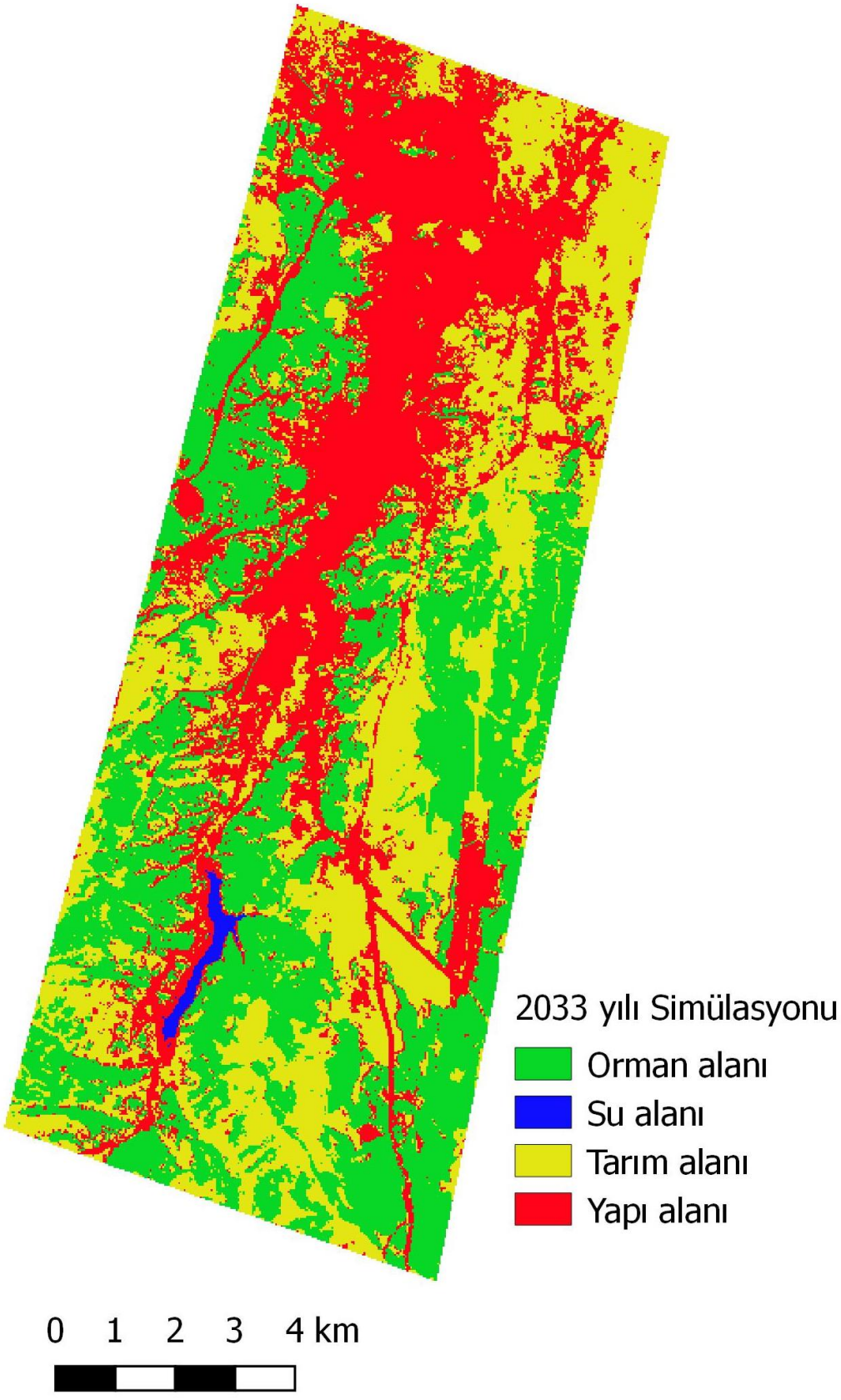
Bu çalışmada arazinin gelecekte geçiş olasılığını ifade eden arazi örtüsü geçiş potansiyellerini ortaya koymak amacıyla Multi-Layer Perceptron (MLP) yapay sinir ağı yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde komşuluk özelliği olarak 9 (3X3) piksel büyüklüğü, öğrenme oranı 0.1, 100 iterasyon sayısı, maksimum moment 0.5 olarak tercih edilmiştir. Öğrenme süreci sonunda minimum validasyon hatası 0.01081 ve validasyon kappa değeri 0.81 olarak hesaplanmıştır. YSA öğrenme eğrisi Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7 YSA öğrenme eğrisi

4.1.6. Arazi örtüsü/kullanımının simülasyonu

Bu çalışmada arazinin gelecekte geçiş olasılığını ifade eden arazi örtüsü geçiş Çalışmanın son aşaması olan simülasyon süreci ve haritalaması bu öğrenme aşamasından sonra gerçekleşmiştir. Geçmiş 17 yıllık periyot göz önüne alınarak yapılan öğrenme süreci sonunda 2033 yılında Kastamonu ili merkezinin tahmin edilen arazi örtüsü ve kullanımı haritası Şekil 4.8'de verilmiştir.



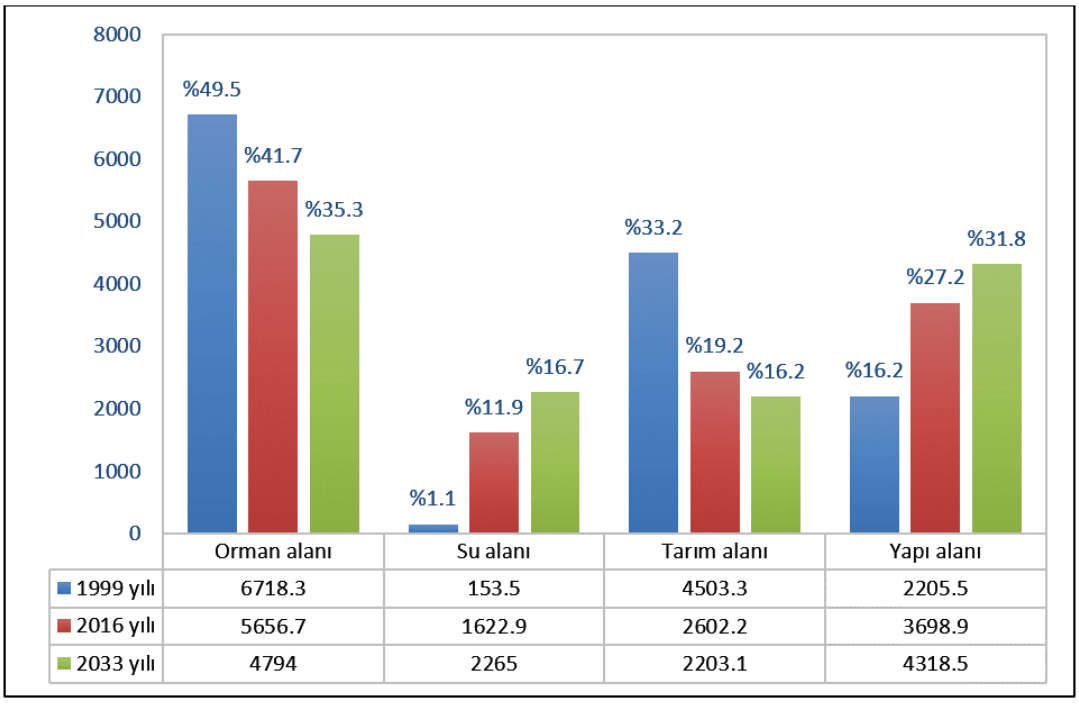
Şekil 4.8 2033 yılı tahmin edilen arazi örtüsü ve kullanımı modeli

Analiz sonucunda elde edilen 2033 yılına ait simülasyonda tahmin edilen arazi sınıfları ve dağılımları Çizelge 4.6'de % ve ha cinsinden hesaplanarak verilmiştir.

Çizelge 4.6 2033 yılına ait simülasyonda tahmin edilen arazi sınıfları ve dağılımları

	2033 yılı	
	%	ha
Orman alanı	35.3	4794.0
Su alanı	16.7	2265.0
Tarım alanı	16.2	2203.1
Yapı alanı	31.8	4318.5
Toplam	100	13580.6

2033 yılı için orman alanlarındaki oranın %35.3, su alanı %16.7, tarım alanı %16.2 ve yapı alanı ise %31.8 olarak tahmin edilmiştir. Simülasyon sonuçları ile 1999 ve 2016 yıllarına ait orman, su, tarım ve yapı alanları birlikte değerlendirildiğinde genel eğilim orman ve tarım alanlarının azalacağı ve su ile yapılaşma alanlarının artacağı yönündedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 1999, 2016 ve 2033 yıllarına ait sonuçların karşılaştırılması

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Giderek artan nüfus ve taleple doğru orantılı olarak doğal kaynakların kullanımının artması geleceğe dair bu kaynakların kullanımında sürdürülebilirlik ilkesinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Sürdürülebilirlik ilkesinin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesinde önemli parametrelerden biri arazi kullanımı ve örtüsünde meydana gelen mekânsal ve zamansal değişimlerin tespitidir. Günümüzde CBS yazılımlarının yaygınlaşması ve bilgisayar teknolojisinin sağladığı imkânlar ölçüsünde bu değişimler daha etkin ve tutarlı tespit edilebilmekte ve gelecekte olası kullanımlar hesaplanabilmektedir.

Bu çalışmada, Kastamonu Merkez ilçesinin yaklaşık 17 yıllık (1999 yılı ile 2016 yılı) arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimi farklı zaman dilimlerinde kaydedilen uydu görüntülerinden faydalanılarak YSA yaklaşımıyla hesaplanmış ve simüle edilmiştir. Değişimin ortaya konulması için 1999 yılı ve 2016 yılına ait uydu görüntüleri sayısal ortama aktarılmış ve atmosferik düzeltme uygulanmıştır. Yersel referans noktaları yardımıyla çakıştırma ve doğrulama işlemi yapılmıştır. Arazi kullanım sınıfları orman, su, tarım arazisi ve yapılaşma alanları olarak sınıflandırılmış ve kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanarak her bir sınıfın alansal ve yüzde dağılımları 1999 ve 2016 yılları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu yıllara ait uydu görüntülerinin sınıflandırma başarılarının tespiti için Kappa değeri sırasıyla %82 ve %84 olarak hesaplanmıştır. Başarılı sınıflandırmalarda kabul edilen kappa değeri %70 ile %90 arasında değişmekte olup (Zheng et al., 2016; Tunay ve Ateşoğlu, 2003) bu çalışmada elde edilen kappa değerleri iyi olarak kabul edilen sınırlar arasında yer almaktadır.

1999 ve 2016 yıllarına ait uydu görüntüleri için iki farklı zaman periyodunda mekânsal faktör olarak yollara olan uzaklık değişkeni kullanılmış ve arazi değişimi hesaplanmıştır. 2033 yılında alansal dağılımları tahmin etmek için YSA modelleme yaklaşımı tercih edilmiştir. YSA yaklaşımında potansiyel geçişin modellenmesinde Maggiori et al. (2017) ve Yang et al. (2018)'ın kullandığı gibi komşuluk 3X3, öğrenme hızı 0.1, maksimum iterasyon sayısı 100, gizli katman hücre sayısı 10 ve momentum değeri 0,5 olarak seçilmiştir. Öğrenme %81 doğrulukla Maggiori et al. (2017) den düşük, Yang et al. (2018)

daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Burada parametre sayısının artırılması öğrenmeyi etkilediğinden çalışma alanının büyüklüğünden bu farkların kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmada 2033 yılı için simülasyon işlemi yapılmış ve sonuç simülasyon haritası elde edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen modele göre Aksoy et al. (1997), Brown et al. (2000) ve Mudia and Aniya (2005) sonuçları ile beklenti yönünden benzerlik taşımakta ve 2033 yılı arazi örtüsü/arazi kullanım sonuçlarına göre tarım alanı ve orman alanları azalırken, su ve yerleşim alanlarının artacağı öngörülmektedir.

Çalışma alanında yapılan uygulamada Landsat 5 uydu görüntülerinin mekânsal çözünürlüğü bu alan için arazi örtüsü/kullanım verilerine ulaşılmasında yeterince verimli olduğu ancak Kuo et al. (2001) belirttiği gibi daha yüksek çözünürlüklü görüntülerle daha güvenilir modelleme yapılabileceğinden bu türden çalışmalarda daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Sürdürülebilirlik açısından düzenli bir gelişim sağlanması zorunludur. Mevcut kaynakların korunabilmesi, tamamen tüketilmeden kullanılabilmesi ve gelecekteki nesillere aktarılabilmesinin ilk koşulunun, gelişime doğru yön veren akla uygun kararlarla olacağı kesindir. Arazi kullanımındaki değişimlerin öğrenilebilmesi ve değişimlerin devamlı takibi, geleceğe dönük alınacak kararlar ve politikaların (ormancılık, tarım, şehircilik vb.) uygulanabilirliğinin tespiti için oldukça önemlidir. Yenilikçi yöntemlerle temin edilmiş bilgilerin UA ve CBS uyumlu sistemlerin içinde ele alınabilmesi karar verme ve planlama aşaması için yüksek doğruluk ve hız sağlayacağı düşünülmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda geleceğe yönelik tahminlerin daha güçlü yapılabilmesinde çalışma alanının özelliklerine amaca uygun parametrelerin kullanılması, farklı tahmin modellerinin karşılaştırılması ve teknolojinin imkânlarından azami ölçüde faydalanılması karar vericiler, uygulayıcılar ve planlamacılar için önemli bir katkı sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

Aksoy E, Çullu M A ve Ergün H (1997) Bursa ilinde Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değişimlerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafik Bilgi Sistemi Teknikleri Uygulamaları. Üçüncü Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, 16-18 Mayıs, Bildiriler, V-22, Harita Genel Komutanlığı Matbaası, Ankara.

Alparslan, E., Dönertaş, A. S. ve Yüce, H. (2004). Bolu ili kent dokusunun uydu görüntülerinden analizi. URSI-Türkiye Bilimsel Kongresi Ulusal Genel Kurul Toplantısı. Ankara, 8-10 Eylül.

Aronoff, S. (1989) Geographic information systems: A management perspective. Geocarto International, Taylor and Francis, Dec 1, 1989.

Anbaroğlu, B. (2017) Gönüllü Coğrafi Bilgi: Mekânsal Bilişim Çalışmalarına Web 2.0 Devrinde Yeni Bir Yaklaşım. Harita Dergisi Temmuz 2017 Sayı 158

Anonim, 2004 İşlem Ş.G.; Arcgis9.0 Uygulama Dokümanı; 2004; İŞLEM, Ankara.

Anselin, L. ve Getis, A. (1992). Spatial statistical analysis and geographical information systems. The Annals of Regional Science. 26(1), 19-33.

Ayazlı, E. (2011). Ulaşım ağlarının etkisiyle kentsel yayılmanın simülasyon modeli: 3. Boğaz Köprüsü örneği, (doktora tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi

Battram, A. (1999). Karmaşıklıkta Yol Almak (Çeviri: Z Dicleli). İstanbul: Türk Henkel Dergisi Yayınları

Batur, E. ve Maktav, D. (2012). Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu ile taşkın alanların belirlenmesi: Meriç nehri örneği. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi. 5(3), 47-54.

Bektaş B. F., ve Göksel, Ç. (2009). Spot 5 ve farklı görüntü birleştirme algoritmaları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara, 11-15 Mayıs.

Blackwell, W. J., and Chen, F. W. (2009). Neural Networks in Atmospheric Remote Sensing. [Boston]: Artech House, Inc.

Blumenthal, R. L. (2013). Remote sensing. Salem Press Encyclopedia Of Science

Bozkaya, A.G. (2013). İğneada Koruma Alanının Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Zamansal Değerlendirilmesi Ve Geleceğe Yönelik Modellenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Geomatik Mühendisliği A.B.D. Yüksek lisans tezi. İstanbul, Ocak

Brooks, S. (1998). A Markov Chain Monte Carlo method and its application. The Statistician. 47, 69-100.

Brown D. G., Pijanowski B. C. and Duh J. D. (2000). Modeling the Relationships Between Land Use and Land Cover on Lands in the Upper Midwest. USA. Journal of Environmental Management, 59: 247-263.

Buğday, E., (2018). Application of Artificial Neural Network System Based on ANFIS Using GIS for Predicting Forest Road Network Suitability Mapping. Fresenius Environmental Bulletin, Volume 27 – No. 3/2018 pages 1656-1668.

Cameron, L. ve Larsen-Freeman, D. (2007). Complex systems and applied linguistics. International Journal of Applied Linguistics. 17(2), 226-240.

Campbell, J. B. (1996). Introduction to Remote Sensing. (2. Baskı). New York: The Guilford Press.

Campbell, J. B. ve Wynne, R. H. (2011). Introduction to Remote Sensing. (5.Baskı). New York: The Guilford Press.

Card, D. H. (1982). Using known map category marginal frequencies to improve estimates of thematic map accuracy. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 48(3), 431-439.

Carmona, A. ve Nahuelhual, L. (2012). Combining land transitions and trajectories assessing forest cover change. Applied Geography. 32(2012), 914-915. doi:10.1016/j.apgeog.2011.09.006.

Chander, G. ve Markham B. (2003). Revised Landsat-5 TM radiometric calibrations procedures and postcalibration dynamic ranges. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 41(11), 2674-2677.

Chander, G., Markham B. ve Barsi, J. A. (2007). Revised Landsat-5 Thematic Mapper radiometric calibration. Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 44, 490-494.

Chavez, JR. P. S. (1989). Radiometric calibration of Landsat Thematic Mapper multispectral images. PhotogrammetricEngineering and Remote Sensing. 55(9), 1285-1294.

Chavez, JR. P. S. (1998). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. Remote Sensing of Environment. 24(3), 459-479.

Chavez, P. S. ve MacKinnon, D. J. (1994). Automatic change detection of vegetation changes in the southwestern United States using remotely sensed images. PhotogrammetricEngineering and Remote Sensing. 60(5), 571-583.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement. 20(1), 37-46.

Coppin, P., Lambin, E., Inge, J. ve Muys, B. (2002). Proceedings of the First International Workshop on Analysis of multi-temporal remote sensing images. Vol.2, University or Trento, Italy. 13-14 September 2001. eds. L. Baizzone ve P. Smits, World Scientific, N.J.

Davalo, E. and Naim, P. (1991). Neural Networks. United Kingdom: Macmillan Education, Limited.

Deer, J. P. (1995). Digital change detection techniques: Civilian and military applications, information technology division. Defence Science and Technology Organization, Australia.

Duran, C. (2007). Uzaktan algılama teknikleri ile bitki örtüsü analizi. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Doa Dergisi (Journal of DOA)**.** 13,45-67.

Eastman, J. R., Mckendry, J. E. (1995). Change and time series analysis: Explorations in Geographic Information Systems. United Nations Institute for Training and Research, Geneva. 1, 6-34.

Elachi, C. ve Zly, J. V. (2006). Introduction To The Physics And Techniques Of Remote Sensing. (2. Baskı). USA: John Wiley and Sons Inc.

Elmas, Ç. (2011). Yapay Zekâ Uygulamaları. İstanbul: Seçkin Yayıncılık.

ERDAS Inc. (1997). ERDAS field guide. Atlanta, Georgia, USA.

Fotheringham, A. S. ve Rogerson, P. A. (1994). Spatial Analysis and GIS. London: Taylor and Francis Group.

Fung, T. ve Ledrew, E. F. (1987). Application of Principal Component Analysis for multitemporal change detection. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 53(12), 1649-1658.

Gasiewski, A. J. (1993). Calibration and applications of polarization-correlating radiometers. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. 41(5), 767-773.

Goodchild, M. F., Haining, R ve Wise, S. (1992). Integrating GIS and spatial data analysis: Problems and possibilities. International Journal of Geographical Information Systems. 6(5), 407-423.

Gök, T. (1978). KentlerdeArazi Kullanım Kararlarını Belirleyen Etmenler: Ankara Örneğine Sistemci Bir Yaklaşım, (doktora tezi). Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi.

Green, K., Kempka, D. ve Lackey, L. (1994). Using remote sensing to detect and monitor land-cover and land-use change. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.60(3), 331-337.

Haykin, S. (2009). Neural Networks and Learning Machines (3rd ed.). New Jersey: Pearson Education.

Helmer, E. H. ve Ruefenacht, B. (2005). Cloud-free satellite image mosaic with regression trees and histogram matching. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 71(9), 1079-1089.

Hoang, N. T., and Koike, K. (2017). Transformation of Landsat imagery into pseudo-hyperspectral imagery by a multiple regression-based model with application to metal deposit-related minerals mapping. ISPRS Journal Of Photogrammetry and Remote Sensing, 133157-173. doi:10.1016/j.isprsjprs.2017.09.016

Jain, A. D., and Makris, N. C. (2016). Maximum Likelihood Deconvolution of Beamformed Images with Signal-Dependent Speckle Fluctuations from Gaussian Random Fields: With Application to Ocean Acoustic Waveguide Remote Sensing (OAWRS). Remote Sensing, 8(9), 1-18. doi:10.3390/rs8090694.

Janssen, M. A. (1994). Atmospheric remote sensing by microwave radiometry. International Journal of Climatology. 14(9), 1062-1063. doi:10.1002/joc.3370140912.

Jensen, J. R. (1996). Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective**.** (2. Baskı). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Kahya, O. (2005). Landsat ETM Verisi Kullanılarak Arazi Örtüsünün Expert Sistem Yöntemiyle Sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ekim 2005, Zonguldak.

Kavzoğlu, T., and Mather, P.M. (2003) The use of backpropagating artifical neural networks in land cover classification. International Journal of Remote Sensing, 24(3), 4907-4938

Koruyan, K., Tecim, V. ve Onargan, T. (2007). Coğrafi bilgi sistemleri ile Batı Anadolu mermer, doğal taş ve işletmelerinin analizi. 6. Uluslararası Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 1,189-200. İzmir, Şubat.

Kuo, C. Y., Chov, T. Y. and Lee, R. Y. (2001) Identification of Urban Characteristic Using IKONOS High Resolution Satellite Images, Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001. Singapore, pp. 1219-1223.

Kuter, S., Akyürek, Z. and Weber, G.-W., (2016). Estimation of Subpixel Snow-Covered Area by Nonparametric Regression Splines. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, XLII-2/W1, pp. 31-36. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W1-31-2016.

KUZKA, (2013) Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı - Kastamonu Merkez İlçe Analizi Dökümanı. Dr. Turgay YILDIZ Planlama, Programlama ve Stratejik Araştırmalar Birimi Uzmanı. Temmuz, 2013.

Lambin, E.F. ve Strahler, A. H. (1994). Change-vector analysis: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporalresolution satellite data. Remote Sensing and Environment. 48, 231-244.

Lillesand, T. M. ve Kiefer, R. W. (2000). Remote Sensing and Image Interpretation. (6. Baskı). New York: John Wiley and Sons Inc.

Liu, J. G. ve Mason, P. J. (2009). Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing. New York: Wiley-Blackwell.

Maggiori, E., Tarabalka, Y., Charpiat, G., Alliez, P. (2017). Convolutional Neural Networks for Large-Scale Remote Sensing Image Classification. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017. <hal-01369906> DOI: 10.1109/TGRS.2016.2612821

Mather, P. M. (1987). Computer Processing of Remotely Sensed Images – An Introduction**.** New York: John Wiley and Sons.

Mather, P. M. (1999). Computer Processing of Remotely Sensed Images, Second Edition, John Wiley and Sons, New York, USA.

Mather, P. M. (2004). Computer Processing Of Remotely-Sensed Images**.** (3.Baskı). England: John Wiley and Sons Ltd.

Mas, J.F., and Flores, J.J. (2008) The application of artificial neural to the analysis of remotely sensed data. International Journal of Remote Sensing, 29(3), 617-663.

Moral, R. (1975). Vegetation clustering by means of ISODATA: Revision by multiple discriminant analysis. Vegetatio. 29(3), 179-190.

Mudia, C. N. and Aniya, M. (2005) Analysis of Land Use/Cover Changes and Urban Expansion of Nairobi City Using Remote Sensing and GIS. International Journal of Remote Sensing, 26: 2831-2849.

Muller, M. R. Ve Middleton, J. (1994). A markov model of land-use change Dynamics in teh Niagara Region, Ontario, Canada. Landscape Ecology. 9(2), 151-157.

Newbold P. (2003) "İşletme ve İktisat İçin İstatistik", (Çev: Şenesen Ü.), Literatür Yayınları, İstanbul, pp. 975–8431–55–2.

Nicolas, J. M., Inglada, J., and Tupin, F. (2014). Remote Sensing Imagery. London: Wiley-ISTE.

Öztemel, E. (2003). Yapay Sinir Ağları. İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Paola, J.D., and Schowengerdt, R.A. (1995) A review and analysis of backpropagation neural networks for classification of remotely-sensed multi-spectral imagery. International Journal of Remote Sensing, 16(16), 3033-3058

Richards, J. A. (1999). Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. (3.Baskı). Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Richards, J. A. (2005). Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. (4.Baskı). Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Richards, J. A. ve Jia, X. (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis .(4.Baskı). Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Rindfuss, R. R., Walsh, S. J, Turner II, B. L., Fox, J. ve Mishra, V. (2004). Developing a science of land change: Challenges and methodological issues. Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America. 101(39), 13976-13981. doi:10.1073/pnas.0401545101.

Rogan, J., Miller, J., Stow, D., Franklin, J., Levien, L. ve Fischer, C. (2003). Land-cover change monitoring with classification trees using Landsat TM and ancillary data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 69(7), 793-804.

Schowengerdt, R. A. (2007). Remote Sensing : Models and Methods for Image Processing. Burlington, MA: Academic Press.

Singh, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely sensed data. International Journal of Remote Sensing. 10(6), 989-1003.

Smits, P. C., Dellepiane, S. G. ve Schowengertdt, R. A. (1999). Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: A review and proposal for a cost-based approach. International Journal of Remote Sensing. 20(8), 1461-1486.

Tou, J. T. ve Gonzales, R. C. (1974). Pattern recognition principles**.** Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.

Toutin, T. (2002). "Three Dimensional Topographic Mapping with ASTER Stereo Data in Rugged Toporaphy", IEEE Trans. Geosi. Remote Sensing, vol.40, pp.2241-2247.

Tuğaç, M. G., Torunlar, H., Peşkircioğlu, M. ve Arpak, Ş. (2001) Coğrafik Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Tarımsal Veri Tabanı Oluşturulması ve Arazi Kullanım Planlaması Yapılması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Bölümü.

Tunay, M. ve Ateşoğlu, A. (2004) Uzaktan Algılama Tekniği ve CBS Kullanılarak Bartın Çevresindeki Doğal Olmayan Değişikliklerin Belirlenmesi. 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, Fatih Üniversitesi, İstanbul. s. 435-444.

Weng, Q. (2010). Urban environmental studies. B. Warf (Eds.). Encyclopedia of Geography içinde, (s. 2927-2933). Thousand Oaks, CA: Sage Reference.

Wu. F. (2002). Calibration of stochastic cellular automata: the application to ruralurban land conversions. International Journal of Geographic Information Science. 16(8), 795-818.

Wilson, J. S., Clay, M., Martin, E., Stuckey, D. ve Vedder-Risch, K. (2003).Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing. Remote Sensing of Environment. 86(3), 303-321.

Xu, Q., Wang, W., Pu, Y. ve Zhong, H. (2012). Unsupervised change detection based on iterative histogram matching and bayesian decision of thresholding. 5. International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization. Harbin, 23-26 Haziran. doi:10.1109/CSO.2012.90

Yang, Z., Zhang, W., Wang, W. ve Xu, Q. (2011). Change detection based on iterative invariant area histogram matching. Geoinformatics, 19th International Conference. Shangai, 24-26 Haziran. doi:10.1109/GeoInformatics.2011.5981108.

Yang, Z., Feng, Q., Liang, T., Liu, B.,Zhang, W., Xie, H. (2018) Modeling grassland above-ground biomass based on artificial neural network and remote sensing in the Three-River Headwaters Region. Remote Sensing of Environment Volume 204, January 2018, Pages 448-455. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.10.011

Yağcı, C. (2014). Kentsel Dönüşüm Projelerinde Fiziksel Değişimin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yoluyla Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği A.B.D. Yüksek lisans tezi. Konya, Temmuz.

Yener, H., Koç., A. ve Çoban, H. O. (2006). Uzaktan algılama verilerinde sınıflandırma doğruluğunun belirlenmesi yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri B, 56(2), 71-88.

Yomralıoğlu, T. ve Çete M., 2004, Kent Bilgi Sistemleri: Çağdaş Kent Yönetim Aracı, Akşam Gazetesi, İstanbul.

Yüksek, A. G., Bircan, H., Zontul, M. ve Kaynar, O. (2007). Sivas ilinde yapay sinir ağları ile hava kalitesi modelinin oluşturulması üzerine bir uygulama. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**.** 8(1), 97-112.

Zhang, Y. (2006) Land surface temperature retrieval from CBERS-02 IRMSS thermal infrared data and its applications in quantitative analysis of urban heat island effect. J. Remote Sens., 10: 789-797.

Zheng, X., Wang, Y., Gan, M., Zhang, J., Teng, L., Wang, K., Shen, Z. and Zhang, L. (2016) Discrimination of Settlement and Industrial Area Using Landscape Metrics in Rural Region. Remote Sensing 2016, 8(10), 845; doi:10.3390/rs8100845.

URL – 1 http://www.cografya.gen.tr/tr/kastamonu (24 Aralık 2017)

URL – 2 http://www.nik.com.tr/content_sistem.asp?id=41 (20 Nisan 2018)

URL – 3 https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-data-continuity-mission/ (14.04.2018)

URL – 4 http://gisserver.civil.iitd.ac.in/gislab/lab/UnderstandingTopology/ (22.04.2018)

URL – 5 http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php (24.12.2017)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Samet DOĞAN

Doğum Yeri: ÇANKIRI

Doğum Tarihi: 21/07/1986

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Adres: Kastamonu Üniversitesi Küre Meslek Yüksekokulu

Tel: 0 366 280 57 05

E-posta: sametdogan@kastamonu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise: Çankırı Anadolu Lisesi (2000-2005)

Lisans: Bülent Ecevit Üniversitesi - Geomatik Mühendisliği (2008-2013)

Yüksek Lisans: Çankırı Karatekin Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı (2014-2018)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

1- Çankırı Belediye Başkanlığı – Harita Mühendisi – 2014-2017

2- Kastamonu Üniversitesi – Öğretim Görevlisi – 2017 – Devam ediyor.