



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**Kerkük (Irak) şehri çevresindeki arazi
kullanımı değişimlerinin Landsat uydu
görüntüleri ile incelenmesi**

SUZAN ATTA BAKR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Suzan atta bakr tarafından hazırlanan “Kerkük (Irak) şehri çevresindeki arazi kullanımını değişimlerinin Landsat uydu görüntüleri ile incelenmesi” adlı tez çalışması 25/11/2020 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU

Danışman

Doç.Dr. Cihan ALTUNTAŞ

Üye

Prof. Dr. Semih EKERCİN

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. SAİT GEZGİN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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



İmza

SUZAN ATTA BAKR

Tarih: 2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kerkük (Irak) şehri çevresindeki arazi kullanımı değişimlerinin Landsat uydu görüntüleri ile incelenmesi

SUZAN ATTA BAKR

**Selçuk Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği**

Danışman: Doç.Dr. CİHAN ALTUNTAŞ

2020, 70

Jüri

**Doç.Dr. Cihan ALTUNTAŞ
Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
Prof. Dr. Semih EKERCİN**

Bu çalışmada, 1987, 2002 ve 2017 yılları arasında Kerkük ilini çevreleyen arazi örtüsü değişimi landsat uydu görüntüleri ile incelenmiştir. Araştırma sahasındaki arazi örtüsü son yıllarda özellikle insan faaliyetlerine, doğal iklim şartlarına ve bölgede yaşanan savaş durumuna bağlı olarak değişime uğramıştır. Çalışma alanını, Kerkük şehrini batıdan çevreleyen kent merkezi dışı alanlar oluşturmaktadır. Çalışma alanı (44° 13' E boylamında, 35 ° 24'N enlemde) toplam 1182.88 km²dir. Bu bölgedeki hava düşük nem ve alçak bulutlar ile karakterize edilmektedir. Bu çalışmada 1987, 2002 ve 2017 yıllarına ait Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM + ve Landsat-8 OLI uzaktan algılama veri setleri kullanılmıştır. Envi programı kullanılarak uydu görüntülerinden, kentsel, bitki örtüsü, kumsal ve su alanları tespit edilmiştir. Landsat görüntülerini sınıflandırmak için maksimum olasılık algoritması kullanılmıştır. Doğruluk derecesi tanımlanarak arazide meydana gelen değişim saptanmıştır. Arazi örtüsündeki bozulmaları meydana çıkarmak için, Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemi kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarını tahmin etmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) olarak bilinen ikili karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda 2002 yılından sonra bitki örtüsündeki azalmaya karşılık kumsal alanda artış gözlemlenmiştir. Çalışma alanımızdaki nüfus artış hızının yüksekliği nedeniyle, kentsel alanların genişlediği kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arazi bozulması, Arazi örtüsü, CBS, Değişim tespiti, Sınıflandırma, Uzaktan algılama.

ABSTRACT

MS THESIS

The land cover inspection surrounding Kirkuk City (Iraq) by using Landsat satellite images

SUZAN ATTA BAKR

**Konya selçuk University
Institute of Graduate Studies
Survey engineering**

Advisor: Doç.Dr. CİHAN ALTUNTAŞ

2020, 70

Jury

**Doç.Dr. Cihan ALTUNTAŞ
Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
Prof. Dr. Semih EKERCİN**

In this study, the change of land cover surrounding Kirkuk between 1987, 2002 and 2017 was analyzed with landsat satellite images. The land cover in the study area has changed in recent years especially due to human activities, natural climatic conditions and the war situation in the region. The study area consists of areas outside the city center surrounding Kirkuk city from the west. The study area (at 44 13 ' E longitude, 35 ° 24 N latitude) is 1182.88 km² in total. The air in this region is characterized by low humidity and low clouds. For this study, three set of Spaceborne remote sensing which are Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM + and Landsat-8 OLI of 1987, 2002 and 2017 were used. Using the Envi program, urban, vegetation, sand and water areas were determined from satellite images. The maximum likelihood algorithm is used to classify Landsat images. The change was determined by defining the degree of accuracy. The pairwise comparison method known as the Analytical Hierarchy Process (AHP) was used to estimate the weights of the criteria. As a result of the research, after 2002 sand area increase and the vegetation decrease. It has been noted that urban areas are expanding due to the high rate of population growth in study area.

Keywords: GIS, Change detection, Classification, land degradation, Land cover, Remote sensing.

ÖNSÖZ

İlk önce, hem kötü hem de iyi zamanlarımda beni destekledikleri için aileme teşekkür ederim. Ayrıca, danışmanım Doç. Dr. Cihan Altuntas engin bilgisi, desteği ve sabrından dolayı teşekkür ederim. Son olarak, diğer araştırma görevlisi arkadaşlarıma seminer çalışmam süresince bana moral ve destek oldukları için ve mutlu, huzurlu ve yapıcı bir iş ortamı sağladıkları için teşekkür ederim

SUZAN ATTA BAKR
KONYA-2020



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. ARAZİ ÖRTÜSÜ VE DEĞİŞİMİ	4
2.1 Bozuk Arazi	5
2.2 Arazi Sorunları – Kurak ve Yarı Kurak Alanlar	6
2.3 Çölleşme	6
2.4 Arazi Bozulumu ve Çölleşme	7
3. ÇALIŞMA ALANI.....	8
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
4.1. Genel İş Akışı	10
4.2. Uydu Görüntüsü.....	11
4.3. Yardımcı Veriler	12
4.4. Ön İşleme	12
4.4.1. Geometrik Düzeltme	12
4.4.2. Radyometrik Düzeltme	13
4.4.3. Atmosferik Düzeltme.....	13
4.5 Uydu Görüntüsü Geliştirme.....	14
4.5.1.Histogram Eşitleme.....	14
4.5.2.Doğrusal Kontrast Artırma	16
4.6. Görüntü işleme.....	17
4.6.1 Füzyon İşlemi	17
4.6.2. Sınıflandırma Şeması	18
4.6.2.1. Piksel Tabanlı Sınıflandırma	19
4.6.2.2. Denetimli Sınıflandırma	19
4.6.2.2.1.Maksimum Olabilirlik algoritması.....	19
4.6.2.2.2. Karar ağacı	21
4.6.2.2.3. Destek vektör makinesi (DVM).....	23
4.6.2.3. Denetimsiz Sınıflandırma	23
4.7. Doğruluk Değerlendirmesi	24
4.8. Değişim Tespit Analizi	26
4.9. Çevresel Bozulma Göstergelerinin Değerlendirilmesi	28
4.9.1. Kriterlerin Seçimi	28

4.9.2 Çok Özellikli Karar Analizi	30
4.9.3 Kriter Ağırlıklarının Seçilmesi	30
4.9.4 İkili Karşılaştırmanın Tutarlılığını Tahmin	32
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	34
5.1. Arazi Örtüsü Sınıf Verileri	34
5.1.1. Sınıflandırma Sonuçları 1987	35
5.1.2 Sınıflandırma Sonuçları 2002	36
5.1.3 Sınıflandırma Sonuçları 2017	37
5.2 Doğruluk Araştırması	38
5.3. Değişim Tespitinin Sonuçları	39
5.3.1. Kısa Zaman Aralıklı Değişim Tespit Analizi	40
5.3.2. Uzun Zaman Aralıklı Değişim Tespit Analizi	43
5.4 Arazi Bozulumu Sonucu	44
5.5. Sayısal Yükseklik Modeli	45
6. TARTIŞMA.....	47
7. SONUÇ	56
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Km ²	: Kilometre Kare
M	: Metre
+	: Artırma
-	: Azaltma

Kısaltmalar

AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
CAD	: Bilgisayar destek tasarımı
CBS	: Coğrafi bilgi sistemleri
CD	: Değişimi tespiti
CVA	: Değişim Vektör Analizi
DN	: Sayısal numaralar
DNs	: Parlaklık Değeri (Dijital Numara)
DVM	: Destek vektör makinesi (Support vector machine)
ETM+	: Geliştirilmiş Tematik harita
FAO	: Birleşmiş Milletler Beslenme ve Tarım Örgütü
GLCF	: Küresel arazi örtüsü tespiti
HRV	: SPOT / Yüksek Çözünürlük Görünür
IHS	: Yoğunluk-ton doygunluğu
ID	: Görüntü farklılığı
LPGS	: Seviye 1 Ürün Üretim Sistemi
MS	: Multispektral
NLCD	: Ulusal arazi örtüsü veritabanı
PCA	: Temel bileşen analizi
PCD	: Temel Bileşen Farklılığı
RÖAK	: Arazi kullanımı ve Arazi örtüsü (Land use Land cover)
SDSS	: Mekansal karar destek sistemi
SYM	: Sayısal yükseltme modeli
TM	: Tematik Haritacı
USGS	: Amerika Birleşik Devletleri jeolojik araştırması
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WLC	: Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon

1. GİRİŞ

Çölleşme, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (UNCCD, 1995)'nde, iklimsel değişimler ve insan faaliyetleri de dâhil olmak üzere çeşitli faktörlerden kaynaklanan kurak, yarı kurak ve kuru nemli alanlardaki bozulma olarak tanımlanmaktadır. Arazi bozulumu, ekim alanlarında, meralarda ve ormanlık alanlarda biyolojik veya ekonomik verimlilik ve karmaşıklığın azaltılması veya kaybolması anlamına gelir. Çölleşme temel olarak kurak bölgelerde meydana gelse de, çeşitli ortamları, iklimleri ve toplumları etkilemektedir (Sivakumar, 2007). Puigdefábregas ve ark. (1998) çölleşmenin iklimsel ve sosyo-ekonomik değişikliklerle beraber arazi ve su kaynakları nedeniyle de etkilendiğini açıklamıştır. Çölleşme, aynı zamanda doğal olaylar, çevresel kaynaklar ve olası tehlikeler oluşturan etkileşimleri de ifade eder. Çölleşme ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu, iklim, su dengesi ve biyotik formlar ile toprak sistemleri arasındaki ilişkinin, bir göstergesi olarak kabul edilen toprak kaymasına odaklanmıştır.

Çölleşmenin önüne geçebilmek için erken uyarı işaretleri olarak, bazı göstergeleri tanımlamak ve izlemek gerekmektedir. Bunlar arazi örtüsü değişimi, biyolojik çeşitlilik ve toprak verimliliği gibi biyofiziksel göstergeler olacağı gibi; azalan mahsul verimi, yem kullanılması, hane halkı geliri gibi ekonomik sebeplerden de kaynaklanabilir. Köyden kente göç artışı, sosyal dayanışmanın azalması, sağlık sorunları vb.gibi ekonomik nedenleri de ayrıca sayabiliriz (Vogt ve ark., 2011).

Shoba ve ark. (2016) , arazi bozulmasını ve çölleşmeyi değerlendirmek için dört faktör (sıcaklık, rüzgar, yağış ve insan kaynaklı) ile jeo-istatistiksel model kullanmıştır. Adger ve ark. (2001) göre 250 milyondan fazla insan çölleşmeden doğrudan etkilenir ve 100'den fazla ülkede yaklaşık 1 milyar insan risk altındadır. Bu nedenle, ekosistem koşullarının yıldan yıla değişkenliğini izlemek sürekli gözlem gerektirmektedir. Çölleşmenin neden olduğu uzun dönemdeki etkileri ve bitki örtüsü değişikliklerini tespit etmede en başarılı yaklaşım, hâlihazırda uzaktan algılama yöntemidir (Shoba ve ark., 2016). Gerek yerel, gerekse bölgesel ve küresel ölçekte çölleşmenin izlenmesi için uygun göstergelerin belirlenmesi önem taşımaktadır (Reed ve Stringer, 2016). Arazi bozulmasını izleme komitesi kalkınma için daha verimli arazi elde etmek için ormansızlaştırma gibi projelerden yararlanabilir (Asner, 2014). Arazi örtüsü haritalarını doğrulamak için bilgi ve fotoğrafların kullanılması, uzun dönemdeki alan verilerinin sınırlı olduğu bölgelere yönelik ilave veri kaynağı olarak değerlendirilir. Ürün

geliştirme açısından, araştırmacıların kullandıkları geleneksel tepeden aşağı yaklaşım, kullanıcılar ve tasarım prosedürü arasında çeşitli yerel sorunların yönetilmesinde uygun olmayan bir bağlantı eksikliğine yol açmaktadır (Asner, 2014). Kentsel arazi kullanımı ve arazi örtüsü dinamiklerini göstermek için doğru ve zamanında jeo-uzamsal bilgi sağlanmaktadır (Yang ve ark., 2005). Multispektral görüntüler genellikle aynı sensörden alınan pankromatik görüntülerden yaklaşık dört kat daha düşük bir mekansal çözünürlük ile karakterize edilir. Bu nedenle, yüksek uzamsal çözünürlük verilerini yüksek radyometrik çözünürlük ile entegre etmek için görüntülerin keskinleştirilmesi (pansharpening) algoritmaları kullanılır (Aiazzi ve ark., 2007).

CBS ve uzaktan algılama, arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişiklikleri izlemek, tespit etmek ve analiz etmek için ideal araçlardır (Manonmani ve Suganya, 2010). Dünya yörüngesindeki uydulardan elde edilen verilerin en önemli uygulamalarından biri, kısa aralıklarla ve görüntü kalitesiyle tekrarlayan kapsama ile mümkün olan değişiklik tespittir.

Değişiklik tespiti için çok tarihli görüntüler gerekir, çünkü her görüntü belirli zaman dilimlerine ait arazi kullanımını gösterecektir. Değişiklik tespiti, çevre kaynak yönetiminin geliştirilmesine yardımcı olur ve insanlar ile çevre arasındaki ilişkinin pratik bir örneğini teşkil eder (Lu ve ark., 2004). Arazi örtüsü değişikliklerinin uzaktan algılama teknikleri kullanılarak tespit edilmesi, kullanılan sensörlerin spektral ve uzamsal çözünürlüklerine bağlıdır (Burnett ve Blaschke, 2003). Görüntüler, her bir pikselin spektral bilgisi ile arazi örtüsü sınıflarını üretmek için maksimum olasılık yöntemi ile sınıflandırılır. Pikselleri tek tek ve doğrudan sınıflandıran piksel temelli sınıflandırma yöntemlerinin aksine, nesne temelli sınıflandırma ilk olarak görüntü piksellerini bir görüntü segmentasyon algoritması kullanarak spektral homojen görüntü nesnelere toplar ve ardından nesnelere tek tek sınıflandırır (Liu ve ark., 2007). Nesne tabanlı sınıflandırmanın piksel tabanlı yaklaşıma göre avantajları daha fazladır. Bununla birlikte, nesne tabanlı sınıflandırmanın olası sınırlamaları üzerine yapılan araştırmalar görece daha azdır. Nesne temelli sınıflandırma ile ilgili olarak, piksel tabanlı teknikte görülemeyen fazla bölütlenme ve yetersiz bölütlenme olarak iki türlü hata vardır (Jawak ve ark., 2015). Nesne Tabanlı Görüntü Analizinin hesaplama maliyeti piksele kıyasla daha yüksek olduğundan, kullanıcıların uygulamaya bağlı olarak dikkate alınacak özelliklere karar vermeleri gerekmektedir.

Son yıllarda Irak'ın Kerkük şehrini çevreleyen arazi bozulmaları önemli ölçüde genişlediği görülmektedir. Yağışların azalması çiftçilere yönelik devlet desteğindeki

düşüş, terör ve askeri operasyonlar gibi birçok parametre bu durumdan bir şekilde etkilenmektedir. Arazi bozulmaların ve çölleşmenin beraberinde getirdiği sonuçların sağlık üzerinde de bir takım etkileri bulunmakla birlikte, bu durum, çeşitli hastalıklara da neden olabilir.

Bu araştırmanın asıl amacı Kerkük Şehri bölgesini çevreleyen arazi örtüsü değişimlerinin tespiti ve analizini izlemektir. Uzaktan algılama görüntülerini kullanarak 1987 ile 2017 yıllarını kapsayan son 30 yıllık dönemdeki (her 15 yılda bir) değişimi tespit etmek, çölleşmenin çalışma bölgesinde yer alan bitki örtüsü üzerindeki etkisini ölçmek ve çölleşmenin yarattığı tehlikeyi tespit edip bu tehlikeyi ArcMap GIS programı ile analiz etmektir.



2. ARAZI ÖRTÜSÜ VE DEĞİŞİMİ

Dünya da çok sayıda kurak alan, bitki örtüsü yayılımı, hidrolojik koşullar ve toprak özelliklerindeki hızlı değişimden dolayı etkilenmektedir. Bu faktörler, ekosistem hizmetlerinde genel bir kayba neden olurken, bir yandan da sürdürülebilir geçim kaynaklarına yönelik tehlikeler oluşturmaya başlar. Yaşanan bu gelişmeler, temel anlamda “çölleşme” olarak adlandırılır. Etkili olan faktöre ve coğrafi ortam şartlarına bağlı olarak çölleşme, toprağın çıplak kalmasında (toprak yüzeyinin tamamen bozulmasına kadar), toprak kaynaklarının kaybında (bitki besin maddesi, ince toprak taneleri ve su tutma kapasitesinde kayıplar), toprak tuzluluğunda ve toksisitesinde artış yaşanmasına neden olabilir (Martinez-Beltran, 2005).

Çölleşme, iklimsel farklılıklar ve insan faaliyetlerini içeren, farklı elementlerden kaynaklanan kurak, yarı kurak ve kuru nemli bölgeler olarak tanımlanabilir. Dünya yüzeyinin yaklaşık %25 çölleşmeye maruz kalmıştır. Yaşanan çölleşme, çoğu yoksulluk içinde yaşayan dünya nüfusunun 1/6'sını etkilemektedir. Son zamanlarda çölleşmeye yönelik geliştirilen kuramlar, kurak alan ekosistemlerindeki antropojenik etkilerden veya iklimsel değişikliklerin etkisinden kaynaklanan ve ekosistem yapılarında yaşanan kayıplarla ilişkili olarak geliştirilmiştir (D'Odorico ve ark., 2013).

Çölleşmenin izlenmesi ve değerlendirilmesi hususları, bitki örtüsü ve toprak olmak üzere iki önemli alana odaklanmıştır. Bitki örtüsü özelliklerinin uzaktan algılamaya dayalı yapılan analizleri yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu nedenle, bitki örtüsünün uzun süreli izlenmesi ve ekolojik olarak önemli parametrelerin gerçekleştirilmesi için tutarlı bilgilerin elde edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Hostert ve ark., 2001). Arazi örtüsü ve değişimiyle ilgili çalışmalar neticesinde, çölleşmenin her zaman sadece bitki örtüsünden kaynaklanmadığı anlaşılmıştır. Örneğin toprak koşullarını gösteren parametrelerin uzaktan algılama verilerinden başarılı bir şekilde türetilbildiğini ve toprakbilim (pedoloji) ve yüzeybilimden (jeomorfoloji) alınan kavramlarla ilişkilendirilebildiğini ortaya koymuştur (Hill ve ark., 1995).

Çölleşmeyi etkin bir şekilde izlemek için ilk olarak, bitki örtüsü ve toprağın bozulmasına bakmak gerekir. Bitki örtüsündeki zamana bağlı olarak yaşanan farklılıklar, yağıştaki düzensiz değişim ile de ilişkilendirilmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), 1984 yılında, çölleşme sürecinin çeşitli doğal, biyolojik ve sosyo-ekonomik parametrelerdeki değişikliklerle birlikte değerlendirilebileceğini

bildirmiştir. Parametrelerin göstergeleri, aşağıdaki altı tipte sınıflandırılabilir: çölleşmeyi izlemek için uygulanabilir:

- (1) Erozyon, kum tepeliklerinin hareketi ve parçalara ayrılmış akar kum,
- (2) Otlak alanların zayıflaması,
- (3) Tarım arazilerinin verimliliğinde yaşanan düşüş,
- (4) Tuz içeren tarım arazilerinin sulanması,
- (5) Orman ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi,
- (6) Yeraltı ve yerüstü sularının kalitesi ve miktarı (Yao ve ark., 2008).

Bu nedenle, çölleşmenin karakteristiğini temsil eden etkin parametrelerin belirlenmesi ve bu sayede çölleşmenin yaygın olarak görüldüğü alanların araştırılması önem taşımaktadır. Çölleşmenin en tipik özelliklerinden biri, kumun hareketidir. Şiddetli kum hareketi olan bölgelerde daha az bitki örtüsü dağılımı ve daha düşük örtü oranı bulunmaktadır. Yao ve ark. (2008) çölleşme sürecini etkin bir şekilde izlemek için orman ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi ile ilgili parametrelerin kullanılacağı belirtilmiştir.

Yetkililer, elde ettikleri arazi kullanım bilgilerini, çevrenin mevcut durumunu değerlendirmek, çevrenin ileriye dönük projeksiyonunu çizmek ve çevresel değişime uyum sağlamak adına sağlam stratejiler geliştirmek için kullanmaktadır (Maxwell ve ark., 2006). Arazi örtüsü değişimlerine raporların faydalı olabilmesi için detaylı pılanlama, sıkı takip ve kaynakların verimli kullanılması çok önemlidir. Örneğin, bazı izleme sistemleri, uzun dönemdeki avantajlarının yanında yüksek maliyetleri yüzünden titizlikle denetlenmesi gereken uydular ve bilimsel araştırma araçları gibi maliyetli araç ve ekipmanlara bağlıdır.

2.1 Bozuk Arazi

Bozulmuş arazi terimi, toprağın verimlilik potansiyeli ile ilgilidir (Wiegmann ve ark., 2008). Bozuk arazi, BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve BM Çevre Programından (UNEP) elde edilen veriler kullanılarak yaygın şekilde adapte edilmiş bir kavramdır (örneğin, GLASOD bozulma verileri, Kurak Alanlardaki Bozuk Arazi Değerlendirmesi - LADA, FAO TERRASTAT). Pliening ve Gaertner (2011), bozulmuş ve terk edilmiş arazilerin kavramsal olarak ayrılmasını önermiştir. Bu öneri çerçevesinde, bozuk arazi teriminin kullanımı, şiddetli ve önemli ölçüde verimlilik kaybı ve toprak verimliliğinin son ürünü olarak kabul edilen arazilerle sınırlandırılmalıdır. Bu sürecin geri dönüşü zordur ve bu nedenle bozulmuş araziler tarımsal üretime daha az yarar sağlar. Arazinin bozulma süreci, insan kaynaklı (aşırı kullanım veya arazinin yanlış kullanılması) veya

doğal yollardan gelişen nedenlere bağlı olarak ekosistemin fonksiyon ve hizmetlerinde uzun dönemde görülen bir kayıptır (Wiegmann ve ark., 2008). Bozuk arazilerin enerji ürünlerinin üretimi için kullanılması yönündeki uygunluğu, söz konusu bozulmanın şiddetine ve arazi verimliliğinin potansiyel olarak geri kazanılabileceği zamana bağlıdır. Doğal bozulma süreçleri, seyrek bitki örtüsü olarak düşük verimli ortamlarda meydana gelebilir. Gerek insan kaynaklı, gerekse de doğal olarak bozulmuş toprakların her ikisi de yüksek düzeyde biyolojik çeşitlilik veya çok farklı ve dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin değerli bileşenlerini barındırabilir. Bu araziler, ekili olmasa bile, yerli halk için gıda veya tıbbi kaynak imkânı sağlayabilirler (Dauber ve ark., 2012).

2.2 Arazi Sorunları – Kurak ve Yarı Kurak Alanlar

Kurak ve yarı kurak bölgeler, çoğu kırılgan arazi olarak kabul edilen dünya toprak yüzeyinin yaklaşık üçte birini kaplamaktadır. Çölleşme, bu toprak parçalarını etkileyen ciddi olaylardan biridir. 2002 yılı Birleşmiş Milletler raporlarına göre dünya nüfusunun yaklaşık %20'si bu durumdan etkilenmektedir. İnsan nüfusunun artmasının büyük etkisi, yeni bölgelere yayılması ve doğal kaynakların taşıma kapasitelerinin ötesinde kullanılması, bu bölgelerdeki çevresel koşulların hızla bozulmasına yol açmıştır (Verstraete ve Pinty, 1991). Artan nüfus ve tarımın marjinal alanlara ve mera alanlarına yayılması, arazi bozulmasına ve aşırı sömürüye yol açmıştır (Afana, 2013).

2.3 Çölleşme

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesinin (Lean.G., 1995) tanımına dayanarak, çölleşme, kurak, yarı kurak ve kuru nemli alanlarda, iklimsel değişimleri ve insan faaliyetlerini içeren çeşitli faktörlerden kaynaklanan arazi bozulmasını ifade eder. Söz konusu bu arazi bozulması, ekili arazilerde, otlak bölgelerde ve ormanlık alanlarda biyolojik veya ekonomik verimliliğin ve karmaşıklığın azaltılması veya kaybı olarak tanımlanmıştır (Tsunekawa, 2000).

Çölleşme Çin'in kuzeyindeki 13 il ve özerk bölgede, toplamda 3.327 milyon km²'lik bir alanda, nüfusun yaklaşık %60'lık kısmı için ciddi bir sorun haline gelmiştir (Zha ve Gao, 1997). Çölleşme, yaklaşık olarak 2 ila 3 milyar ABD doları arasında doğrudan bir ekonomik kayba neden olurken, dolaylı zararın bundan 2-3 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir (Zha ve Gao, 1997). 1990'lı yıllardan bu yana gözlemlenen toz fırtınaları arasındaki en sert toz fırtınası 2002 yılının Mart ayında gözlenmiş olup, 1.4 milyon km²'den fazla bir araziye ve yaklaşık olarak 130 milyon kişiyi etkilemiştir. Çin'in kuzey bölgeleriyle komşu olan Moğolistan'da da aynı çölleşme sorununa sahip

topraklarının %78'inden fazlasının çölleşme riski altında olduğu ve bunun neredeyse %60'ının oldukça savunmasız olduğu değerlendirilmiştir. Söz konusu bu sorun, 1990'lı yıllardan bu yana, çiftlik hayvanlarının sayısının artmaya başlaması ile ortaya çıkmıştır (Wang ve ark., 2004).

2.4 Arazi Bozulumu ve Çölleşme

Aşırı kurak, kurak ve yarı kurak ortamlar (yağışların verimi sınırladığı alanlar), küresel düzeyde mevcut arazi alanının yaklaşık üçte birine tekabül etmektedir (Whitford, 2002). Tarih boyunca, eski uygarlıklar (eski Mısırlılar, Romalılar, Araplar, vb.) bu bölgelerle ilişkilendirilmiştir. Sınırlamalarına (su eksikliği, sınırlı gıda ve iklim) rağmen, insanlar bu tür ortamları uyarlamak için karmaşık sistemler geliştirmiş ve kaynaklarını kullanarak sulak alanlara yerleşmişlerdir. Bu sistemlerin birçoğunun uzun dönemdeki sürekliliği, sürdürülebilirliklerinin de bir kanıtı (Boer, 1999).

Eskiden hayvancılık, çoban hayatı ve tarım, yaşamın temel kaynağı idi ve insanlar kurak ortamlarda yaşardı. Toplam kurak ve yarı kurak alanların yaklaşık %70'ini oluşturan meralar, yani hayvancılık için kullanılan araziler, hayvan otlatılmasını desteklemek için ana verimlilik kaynağını oluşturuyordu (Verstraete ve Pinty, 1991).

Bir yandan, kurak bölgelerde tarım, vahalar ve nehirler gibi istisnai derecede elverişli koşullara sahip az sayıda dağınık nokta ile sınırlıydı (Boer, 1999). Bununla birlikte, yarı kurak bölgelerde, ekilebilir alanlarda yapılan tarım faaliyetleri sadece belirli sayıdaki toprak parçaları ile sınırlı değildi, aksine, bu faaliyetler oldukça geniş bir alana yayılmıştı. Geçtiğimiz yüzyılda, iklim değişiklikleri ve arazinin yanlış kullanılması (sulama, endüstri, vb.) sonucu, bu toprakların daha kırılgan ve verimsiz hale geldiği görülmüştür (Afana, 2013).

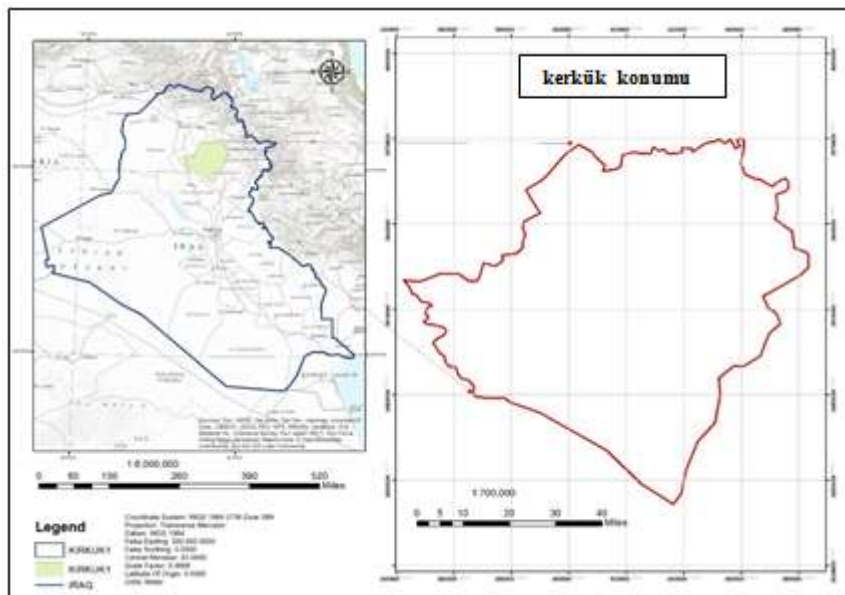
3. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanını Kerkük şehrini doğudan ve güneyden çevreleyen kent merkezi dışı alanlar oluşmaktadır (Şekil 3,1 ve Şekil 3,2). Çalışma alanımızın (44° 13' E boylamında ve 35 ° 24'N enlemde) toplamı 1182.88 km² dir. Kerkük, 1.598 000 nüfusu, 9679 km² yüzölçümü ile Irak'ın 5. büyük vilayetidir. Kerkük, başkent Bağdat'ın 266 km kuzeyinde, Türkiye'nin (habur) 137 km güneyinde bir coğrafi konuma sahiptir. Kerkük'ün ortalama yüksekliği 346 metredir. Kerkük'ün iklimi yazlar sıcak ve kışlar soğuk ile karakterize edilir. Şehrin büyük çoğunluğu Türkmenler, Araplar ve Kürtlerden oluşmaktadır.

Kerkük şehri, beş bin yıldan fazla bir geçmişe sahip olduğu tahmin edilen antik tarihi şehirdir. Kerkük, Osmanlı İmparatorluğu döneminde Şahrazur'un başkentiydi. Son yıllarda Kerkük şehrini çevreleyen bölgelerde çölleşme önemli ölçüde genişlediği görülmektedir. Kerkük, Irak'ın en önemli petrol ve doğalgaz gibi yeraltı servetlerine sahiptir. Irak'ta ki toplam petrol üretiminin %40'ı ile, doğalgazın %70'ini Kerkük karşılamaktadır. En önemli petrol sahaları olarakta Baba Karkar, Janbour, Bay Hassan ve Avana bölgelerini sayabiliriz. 21.yüzyılın başlarında Kerkük şehri endüstriyel dönüştürücü faaliyetler göstermeye başlasa da, savaş ve işgaller gibi sebeplerden istenilen atılımları yapamamıştır. Bu nedenle Kerkük şehri çok fazla olmasada göç almaktadır. Yine de inşaat malzemeleri (çimento, tuğla, seramik, mozaik vb.) gibi imalat sanayii ile gıda endüstrisinde önemli gelişmeler kaydedildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı (Kerkük Şehrinin civarı)



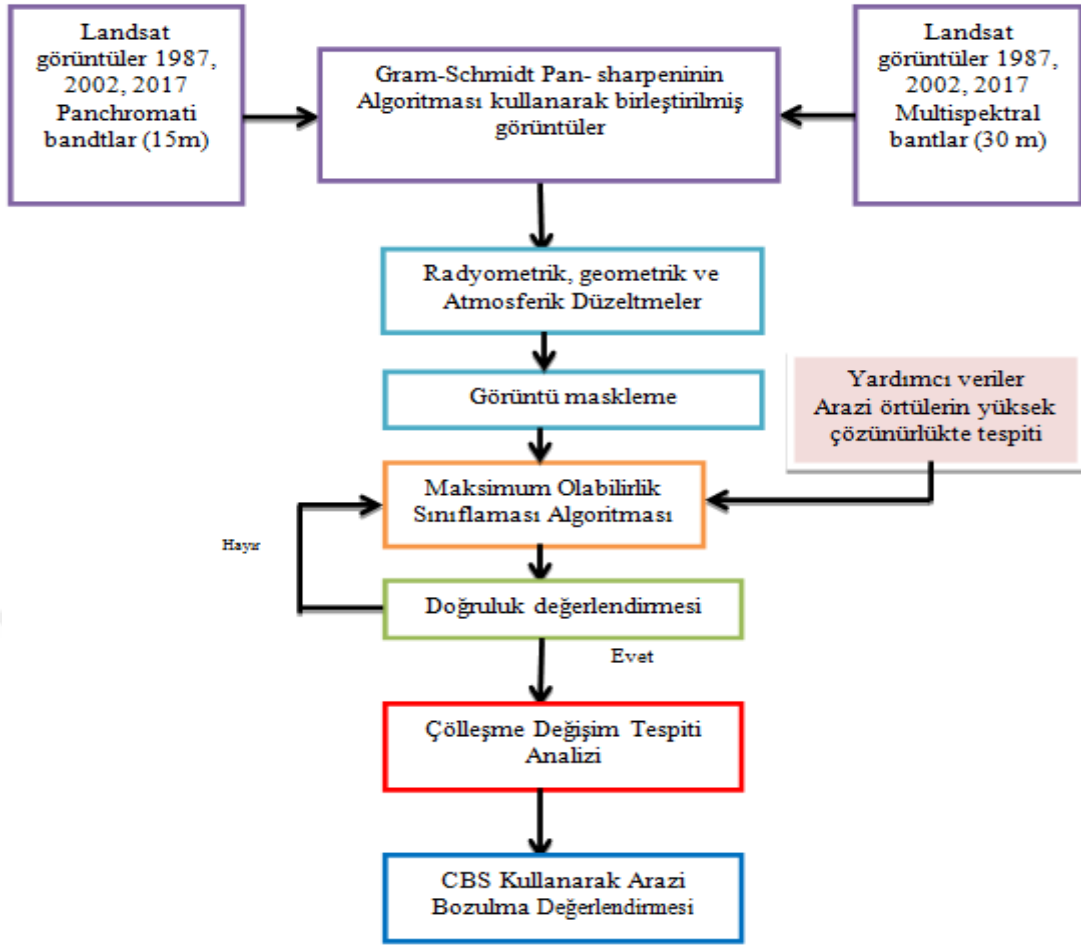
Şekil 3. 2. Kerkük Şehri

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Genel İş Akışı

Bu çalışmada 1987, 2002 ve 2017 yıllarına ait Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+ve Landsat-8 OLI uydu görüntülerinden yararlanarak çalışma bölgesinde arazi örtüsü sınıflarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Uydu görüntüleri envi programından faydalanılarak, kentsel, bitki örtüsü, kumsal ve su alanlarının ortaya konulduğu arazi kullanım özellikleri tespit edilmiştir.

Görüntü ön işleme ve işleme adımları uygulanarak çalışma bölgelerine ait arazi örtüsü/arazi kullanımı (AÖ/AK) haritaları oluşturulmuştur. Görüntü ön işleme tekniği uygulanarak geometrik, radyometrik ve atmosferik düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra işleme teknikleri uygulanarak arazi örtüsü/kullanımı tespit etmek için Maksimum olasılık yöntemi kullanarak sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Sınıflandırılmış uydu görüntülerinin referans veriler kullanılarak doğruluk analizleri yapılmıştır. Doğruluk derecesi tanımlanarak arazide meydana gelen değişim tespit edilir. Değişim tespit parametrelerinin işlenmesi ve analizi yapılarak arazi bozulması tanımlanır. Genel iş akış şeması Şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Bu çalışmada değişimlerin tespitinde izlenen iş akış şeması

4.2. Uydu Görüntüsü

Çalışma alanının Landsat görüntüleri Landsat-5 Tematik Haritacısı (TM), Landsat-7 Geliştirilmiş Tematik Haritacısı Plus (ETM +) ve Landsat-8 Operasyonel Arazi Görüntüleyicisi (OLI), ABD Jeoloji Araştırması'nın web sitesinden indirildi USGS (<http://glovis.usgs.gov>).

Bu web sitesi, topografik doğruluk için dijital yükseklik modeli kullanırken seviye 1 de üretilen verileri sistematik, radyometrik ve geometrik doğrulukla sağlar. Tüm Landsat standart veri ürünleri, GeoTIFF (İmlenmiş Resim Dosyası Biçimi) formatı, Kübik Evrişim (CC) yeniden örnekleme yöntemi, Dünya Jeodezik Sistemi (WGS 84) verileri ve Universal Transverse Merkator (UTM) harita projeksiyonu parametrelerine uygun olarak işlenir. Yapılacak olan seçim, %10'dan fazla bulutla kaplı veya yalıtılmış olanlar hariç olmak üzere, sistemden ücretsiz şekilde indirilebilen uydu görüntülerine göre yapılacaktır. Bu çalışmada 1987, 2002 ve 2017 tarihli LANDSAT görüntüleri kullanılmıştır, Çizelge 4.1'de çalışmada kullanılan Landsat görüntülerine ait teknik bilgiler verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmada Kullanılan Uydu Verilerinin Özeti

No.	Görüntü kaynağı	Tarih	Radyometrik çözünürlük	Uzamsal çözünürlük	Yol / Satır	Harita Projeksiyonu
1	Landsat-5 TM	1987-05-23	255	30	169/35	UTM/WGS84
2	Landsat-7 ETM+	2002-05-24	255	30	169/35	UTM/WGS84
3	Landsat-8 OLI	2017-05-25	65535	30	169/35	UTM/WGS84

4.3. Yardımcı Veriler

Yardımcı veriler, uzaktan algılanan verilerin sınıflandırılmasına veya analizine yardımcı olmak için kullanılan verilerdir. Yardımcı veri, piksel tabanlı AÖ/AK sınıflandırmasının doğruluğunu artırır. Manuel yorumlama için yardımcı veriler, havadan görüntülerdeki özelliklerin tanımlanmasında faydalıdır. Sınıflandırma aşamasında kullanılan yardımcı veriler; yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları, çalışma alanı hakkındaki kişisel gözlemler, topoğrafik haritalar, google zoom kullanarak vb. dir.

4.4. Ön İşleme

Uydu platformlarındaki sensörler uzaktan algılanan verileri sağlarlar. Algılanan veriler sensör hataları nedeniyle kusurlar ve eksiklikler içerirler. Eksikliklerin düzeltilmesi ve verilerde mevcut kusurların giderilmesi, ön işleme yöntemleri olarak adlandırılan bazı yöntemlerle yapılabilir. Ön işleme, geometrik bozulmaları düzeltmek, verileri radyometrik olarak kalibre etmek ve verilerde mevcut gürültüyü ortadan kaldırmak için ilk ham görüntü verilerinin işlenmesini içerir. Bir uydu görüntü girdisi elde etmek için üç ön işleme yönteminin dikkate alınması gerekir (i) geometrik düzeltme yöntemleri, (ii) radyometrik düzeltme yöntemleri ve (iii) atmosferik düzeltme olarak sıralayabiliriz.

4.4.1. Geometrik Düzeltme

Uzaktan algılamada, sistematik ve sistematik olmayan şekilde iki tür geometrik bozulma vardır. Sistematik bozulmalar, uçağın veya uzay aracının ileriye doğru hareketinden kaynaklanan görüntü hareketinden, ayna tarama hızındaki değişikliklerden, panoramik çarpıklıklardan, platform hızındaki farklılıklardan ve dünyanın eğriliğinden kaynaklanan bozulmalardan kaynaklanır. Sistematik olmayan bozulmalar ise, sensör arızalarından veya uydu yükseklik ve hareketlerindeki değişikliklerden kaynaklanır. Ticari olarak satın alınabilen ya da indirilebilen verilerdeki mevcut birçok hata düzeltilmiştir. Geriye kalan sistematik ve sistematik

olmayan bozulmaları düzeltmek için kullanılan en yaygın yöntemler ise görüntüden haritaya düzeltme ve görüntüden görüntüye çakıştırma teknikleri olup, bunlar, hedef görüntü ve referans görüntü veya harita tarafından paylaşılan çok sayıda iyi tanımlanmış yer kontrol noktasının seçilmesini içerirler.

4.4.2 Radyometrik Düzeltme

Radyometrik bozulmalar, farklı sensörler arasında değişiklik gösterir. Tipik olarak, bu bozuklukları düzeltmek için uydu verilerine Dünya-Güneş mesafe düzeltmeleri uygulanır. Ayrıca, sensör veya detektörlerdeki arızaları gidermek için gürültü giderme algoritmaları uygulanabilir. Veri çizgisi düşüşleri, eksik banttaki spektral değerlerin üstündeki ve altındaki satırların ortalaması değiştirilerek düzeltilir. Pikselden piksele gri düzeydeki sistematik olmayan varyasyonlar (örneğin bit hataları), bu değerlerin analist tarafından belirlenen eşik değerlerini aşan komşu değerlerle değiştirilmesi suretiyle düzeltilir.

4.4.3. Atmosferik Düzeltme

Veri edinimi sırasında atmosferdeki asılı parçacıklar veya diğer malzemeler, uydulardaki ve (daha az sıklıkla) uçaklardaki sensörler tarafından kaydedilen verileri (yani piksel değerleri) değiştirebilir. Uzaktan algılanan verilerin karasal uygulamalarının çoğunda sis, bulut örtüsü ve diğer atmosferik etkilerini önlemek için bulutsuz günler ve çoklu görüntü kullanılır. Bir görüntü üzerindeki atmosferik etkileri gidermek veya en aza indirmek için aşağıdaki dört yöntem geliştirilmiştir.

- Atmosferik zayıflamanın radyometrik düzeltmesi, dedektörle ilgili sorunları gidermek için görüntü içerisindeki farklı bantlar arasındaki yoğunlukları normalleştirir. Sonra aynı tarih ve aynı görüntüyü standart bir referans yüzeyi ile karşılaştırma yaparak yoğunlukları düzeltir.
- Atmosferik zayıflamanın mutlak radyometrik düzeltmesinde, uydu geçişi sırasındaki Güneş Zenit açısı, moleküller saçılmanın neden olduğu toplam optik kalınlık, belirli bir geliş açısı için atmosferik geçirgenliği, atmosferin üstündeki spektral aşınım ve Rayleigh ve Mie saçılma yasaları dikkate alınır (Forster ve Davis, 1984; Turner ve Spencer, 1972).
- Tek görüntülü normalleştirme, histogramdaki atmosferik etkilerden kaynaklanmış olabilecek herhangi bir kayma için histogram ayarı kullanılır. Bu yöntem, kızılötesi verilerin görünür bölgeye kıyasla büyük

ölçüde atmosferik saçılma etkilerinden arındırılmış olmasına dayanmaktadır. Böylece, sis nedeniyle meydana gelen histogram kaymaları, atmosferik etkileri düzeltmek için kullanılabilir. Bu yöntem, her bant için oluşturulmuş bir çıkarma eğilimi içerir ve kullanımı çok kolaydır.

- Çoklu görüntü normalizasyonu, bir dizi tarih için regresyon analizini kullanır. Bu yöntem, iki zaman periyodu arasındaki spektral değerlerin, atmosferik düzeltmeleri ile karşılaştırılabilir.

4.5 Uydu Görüntüsü Geliştirme

Uydu görüntüsü geliştirme, uydu görüntülerinin işlenmesi alanında, özelliklerin görselleştirilmesini geliştirmek için en çok ihtiyaç duyulan tekniktir. Uydu görüntüleri çok uzun bir mesafeden yakalanır, bu nedenle atmosferik engeller nedeniyle çok fazla gürültü ve bozulma içerirler. Görüntüyü yakaladıktan sonra üzerinde bazı radyometrik ve geometrik düzeltmeler yapılır, ancak tüm uygulamalar için yeterli değildir. Geri yüklenen görüntüyü kullanmadan önce geliştirmek çok önemlidir. Görüntü işleme genel haliyle görüntü verilerinin resimsel bilgilerinin değiştirilmesi ve analizi ile ilgilidir. Kontrast geliştirme genellikle görüntü işlemedeki en önemli sorunlardan biri olarak adlandırılır. Sorun, giriş görüntüsündeki tüm bilgileri temsil etmek için görüntünün kontrastını optimize etmektir. Histogram bir görüntüdeki parlaklık seviyelerinin sayıca dağılımını gösteren fonksiyondur. Her parlaklık seviyesine sahip kaç piksel bulunduğunu grafik olarak veya tablo olarak verilebilir. Histogram görüntüdeki kontrast hakkında bilgi verir ve görüntü zenginleştirmede kullanılan en temel işlemlerden biridir.

4.5.1.Histogram Eşitleme

Histogram eşitleme, görüntüleri geliştirmek için çok yaygın bir tekniktir. Renk değerleri düzgün dağılımlı olmayan görüntüler için histogram eşitleme metotları kullanılabilir. Histogram eşitlemenin uygulanması aşağıdaki gibi uygulanır:

1. Görüntünün histogramı bulunur.
2. Histogramdan yararlanılarak kümülatif histogram bulunur. Kümülatif histogram, histogramın her değerinin kendisinden öncekiler ve kendisinin toplamı ile elde edilen değerleri içeren grafiğdir.

3. Kümülatif histogram değerleri normalize edilip (toplam piksel sayısına bölünerek), yeni görüntüde olmasını istediğimiz max. renk değerleri ile çarpılır, çıkan değer tam sayıya yuvarlanır. Böylelikle gri seviye değerleri elde edilmiş olur.

4. Orijinal gri seviyeli değerleri ile gri seviye değerleri birbirine karşılık düşürülür ve yeni histogram elde edilir denklem (4.1)

$$s_k = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} * (L - 1) \quad k = 1, 2, \dots, L - 1 \quad (4.1)$$

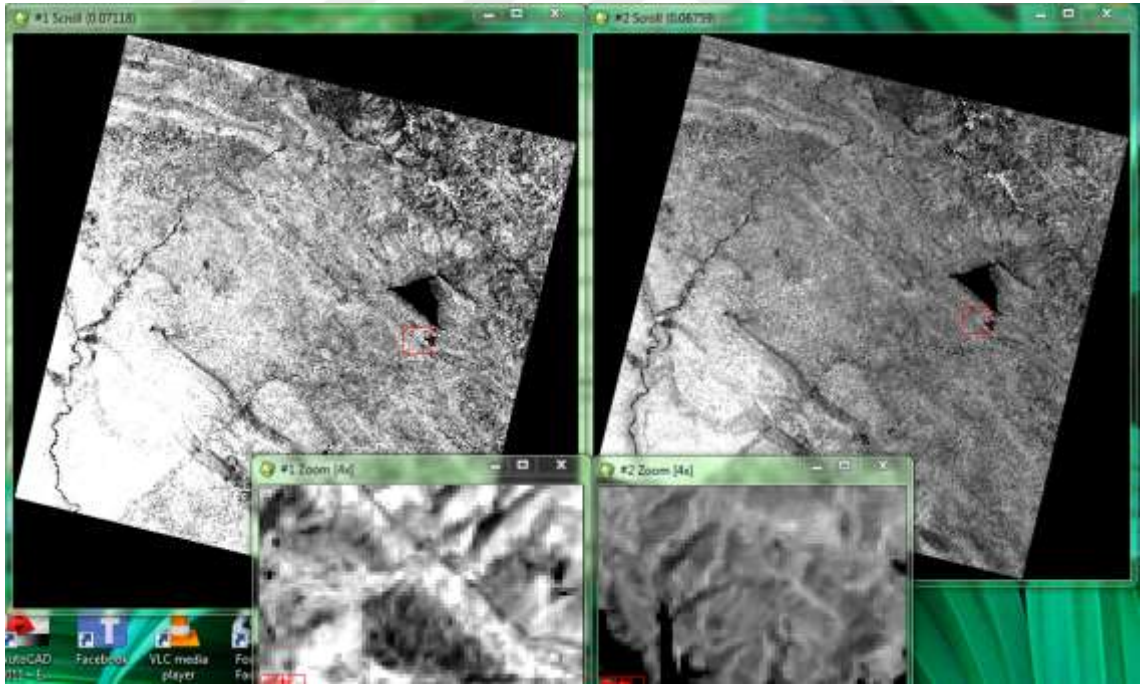
n : Toplam piksel sayısı

n_j : Gri seviyedeki piksel sayısı

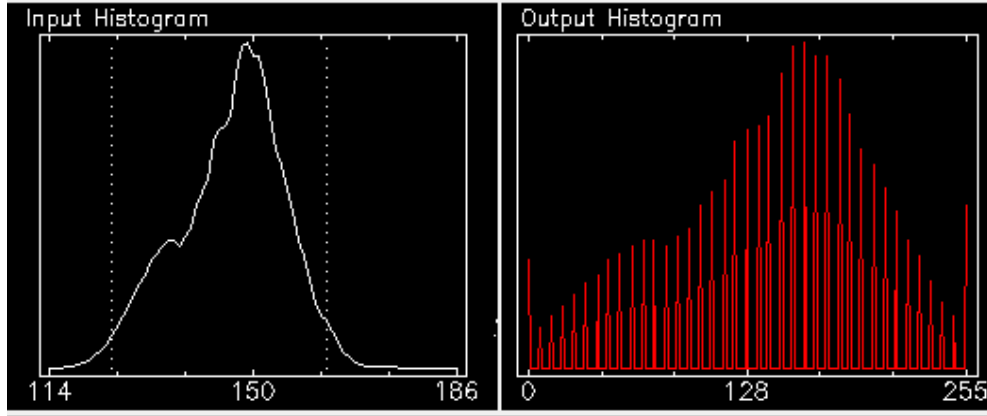
L : İstenilen piksel sayısı

s_k : Dönüdüm gri değerleri

Şekil 4.2 de orjinal görüntü ve histogramı eşitleme uygulanmış görüntü verilmiştir. Şekil 4.3 de görüntü histogramını gösteririr.



Şekil 4.2. Görüntü histogramı kullanarak görüntü eşitleme uygulanmadan önce (sağda) ve sonra (solda)



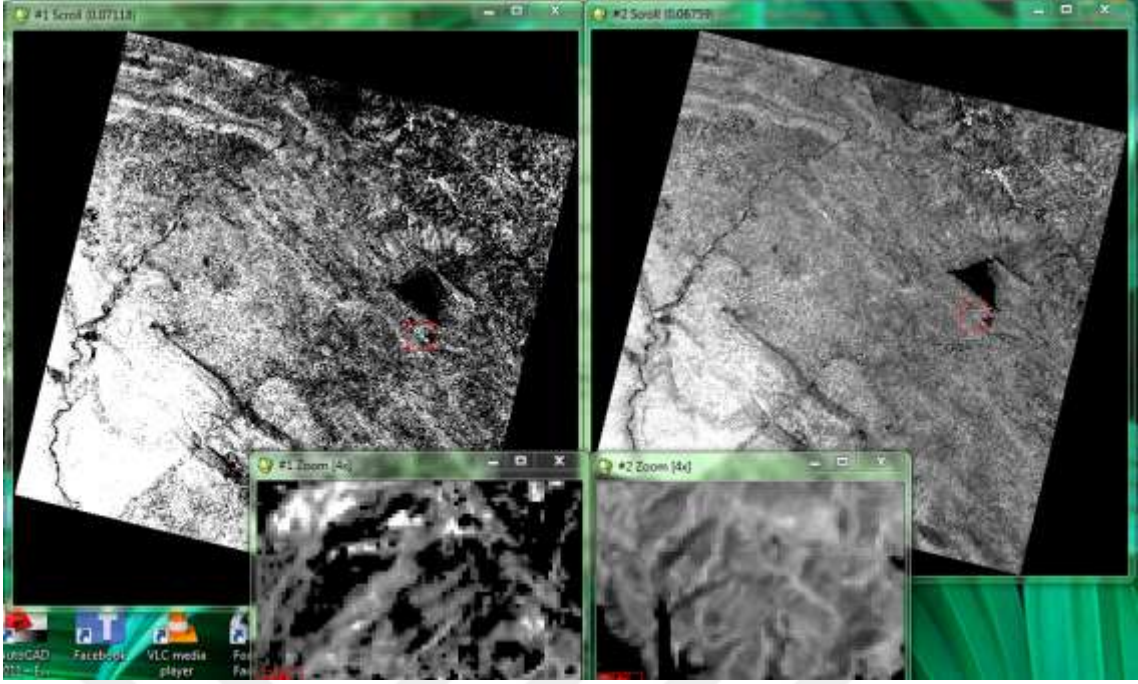
Şekil 4.3. Görüntü histogram eşitleme uygulanmadan önce ve sonra

4.5.2. Doğrusal Kontrast Artırma

Görüntülerdeki gri seviye çok dar bir spektral aralıkta toplanması halinde detaylar tam seçilemez. Bu durumda spektral değerler bit derinliğine bağlı olarak daha geniş bir aralığa (0-255) yayılarak görüntü detaylarının seçilmesi sağlanır. Kontrast iyileştirme, görüntü histogramının ne kadar genişlediği ile ilgilidir. Yani görüntülenmek üzere minimum ve maksimum değerlerle belirtilen aralığın boyutlarıdır. Bu aralık daha iyi görüntülenirken, bu aralığın alt ve üst sınırında kalan değerler görüntülenmeyecektir. Doğrusal kontrast iyileştirme metodunda orijinal görüntü değerleri ile görüntülenen değer arasında doğrusal bir ilişki kurulur. Doğrusal kontrast iyileştirme en iyi sonucu görüntü histogramının Gaussian histogram eşitlik dağılımı gösterdiği durumlarda verir. İdeal bir Gauss histogram, değerlerin tek modlu bir aralıkta bulunduğu ve modun her iki yanında simetrik biçimde dağılmış olduğu histogramdır. Görüntüde birbirine yakın yansıma değerleri veren metaryeller bulunmakta ise histogram Gauss'a benzer olacaktır. Şekil 4.4. da kontrast uzatma öncesi ve sonrası görüntüler verilmiştir. Doğrusal kontrast iyileştirme için (4.2) bağıntısı kullanılır.

$$g(x, y) = \left(\frac{f(x, y) - f(x, y)_{min}}{f(x, y)_{max} - f(x, y)_{min}} \right) * 255 \quad (4.2)$$

- $g(x, y)$: Görüntülenecek piksel değeri
- $f(x, y)$: Orijinal görüntünün piksel değeri
- $f(x, y)_{min}$: Orijinal görüntünün minimum piksel değeri
- $f(x, y)_{max}$: Orijinal görüntünün maksimum piksel değeri



Şekil 4.4. Doğrusal kontrast artırma kullanılarak görüntü iyileştirme önce (sağda) ve sonra (solda)

4.6. Görüntü işleme

4.6.1 Füzyon İşlemi

Popüler görüntü füzyonu (pan sharpening) yöntemleri, çıktı görüntüsünün yüksek uzaysal veya spektral kalitesini korumayı mümkün kılar. Mekansal çözünürlük arttığı zaman spektral kalite azalır (Lillo-Saavedra ve Gonzalo, 2006). Bu yöntem, aynı anda yüksek bir uzamsal çözünürlüğü korurken, keskinleştirilmiş görüntünün yüksek spektral kalitesini sağlar. Kentsel alanlar, heterojen ormanlık alanlar veya yüksek derecede arazi bölünmesi olan tarımsal alanlar gibi karmaşık yapıya sahip alanlarda tanımlama çalışmaları yapılırken yüksek spektral ve uzamsal çözünürlüğe sahip görüntüler kullanmak gerekir. Bir yandan, yüksek spektral çözünürlük, arazi örtüsünün ayırmacılığını kolaylaştırmaktadır. Diğer yandan, her bir arazi örtüsü tipinin işgal ettiği alanı doğru şekilde sınırlandırabilmenin yanı sıra farklı arazi özelliklerini ve yapılarını bulmak için yüksek bir mekansal çözünürlük gereklidir. Tamamlayıcı spektral ve uzamsal özelliklere sahip multispektral (MS) ve pankromatik (PAN) görüntülerin füzyonu, aynı anda yüksek mekansal ve spektral çözünürlüğe sahip görüntüler elde etmek için umut verici bir teknik haline gelebilmektedir (Yang ve ark., 2007).

Muhtemelen en popüler görüntü-füzyon yöntemleri, yoğunluk-ton doygunluğunun dönüşümü (IHS) (Ehlers, 1991) ve temel bileşen analizine (PCA) dayalı

olanlardır. Bu yöntemlerin dezavantajı, elde edilen çok bantlı görüntüleri oluşturan orijinal spektral bilgilerin bozulmasıdır (Yang ve ark., 2007).

4.6.2. Sınıflandırma Şeması

Sınıflandırma şeması, görüntü verilerinden çıkarılabilen arazi örtüsü / kullanımı kategorilerinin düzenlenmesi ve sınıflandırılması için bir çerçevedir. (Thapa ve Murayama, 2009). Yapılan sınıflandırma kategorilerini tanımlamak, sınıflandırma amacına bağlı olarak, bu tanımlamayı yapan kurumdan kuruma değişiklik gösterebilir. Sınıflandırmalar arasındaki bu farklılıklar nedeniyle, veriler paylaşılmaz ve toplanmaz ve böylece tekrar tekrar çoğaltılmak zorunda kalınır. Bu nedenle, verileri birleştirmek, düzenlemek ve tekrarlamayı önlemek için uygun şekilde standart bir sınıflandırma sistemi kullanılmalıdır (Anderson, 1976).

Anderson şeması, birden fazla seviyede kullanım için esnek bir hiyerarşik sistemdir. Yukarıda sözü edilen şemada Landsat görüntülerinin her pikselinin eşlenebilecek bir seviyeye sahip olduğu görülmektedir. II, III ve IV seviyeler için bilgilerin çıkarılması yüksek, orta ve düşük irtifa antenlerinin kullanılmasını gerektirir (Corner ve ark., 2014). Bu çalışmada, çalışma amacına uygun olarak Anderson şeması modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu çalışmada dört adet AÖ/AK tipi su kütleleri, bitki örtüsü, kentsel ve çorak alanlar olarak tanımlanmıştır. Yukarıda belirtilen AÖ/AK sınıflarının tanımlanması, Çizelge 4.2' de detaylı olarak verilmektedir.

Çizelge 4.2. AÖ/AK sınıflarının açıklaması

No	Sınıf	Açıklama
1	Çorak	Kuru tuz düzlükleri, plajlar, plajlar dışında kumlu bir alan, çıplak taş, şerit mayınları, taş ocakları, çakıl ocakları, geçiş alanları ve karışık çorak araziler.
2	Su kütleleri	Tüm açık su alanları, nehirler, göletler, göller, lagünler.
3	Bitki örtüsü	Çayır ve meralar, bahçeler, tarlalar, nadas araziler, sebze bahçeleri ve az miktarda bitki örtüsü içeren seyrek bitki örtüsünün örtüleri; nehirler boyunca bitki ve kum olmadan ekili bir arazi
4	Kentsel	Konut alanları, ticari alanlar, endüstriyel alanlar, yollar ve kırsal alanda küçük bir konut kümesi.

4.6.2.1. Piksel Tabanlı Sınıflandırma

Piksel tabanlı sınıflandırmada, spektral model, çok spektrumlu verilerin her bir pikselinin sınıflandırılmasına yönelik bir sayı olarak kullanılabilir. Bilindiği üzere, her özellik tipinin spektral yansıtma oranlarına göre farklı sayısal numara kombinasyonları vardır. Piksel tabanlı sınıflandırma, denetimli ve denetimsiz sınıflandırma yöntemlerini içermekte olup, detayları alt başlıkta verilmiştir (Matinfar ve ark., 2007). Kısaca değinmek gerekirse, denetimli sınıflandırmada, analistler, bölgedeki çeşitli arazi örtüsü türlerinin algoritmalarını ve sayısal tanımlarını belirterek piksel sınıflandırma sürecini denetler (Matinfar ve ark., 2007). Denetimsiz sınıflandırmada ise, sınıflandırma işlemi otomatik olarak yapılır. Hücrelerin spektral modellerine göre spektral sınıflar oluşturulur ve hücreler, bu sınıflardan hangisine yakın özellikler gösteriyorsa ona atanır. Piksel tabanlı sınıflandırma denetimli ve denetimsiz sınıflandırma diye ikiye ayrılır (Zhang ve ark., 2011).

4.6.2.2. Denetimli Sınıflandırma

4.6.2.2.1. Maksimum Olabilirlik algoritması

Maksimum olabilirlik metodu, uzaktan algılamada kullanılan en yaygın yöntemlerden birisidir. Şekil 4.5. Maksimum Olabilirlik Yöntemi verilmiştir. Denklem (4.3) L_k olasılığı, k sınıfına ait bir pikselin arka olasılığı olarak tanımlanır.

$$L_k = p\left(\frac{k}{x}\right) = p(k) * \frac{p\left(\frac{x}{k}\right)}{p(i)} * p\left(\frac{x}{i}\right) \quad (4.3)$$

$p(k)$: k sınıfının önceki olasılığı

$p\left(\frac{k}{x}\right)$: x sınıfı k sınıftan gözlemlene koşullu olasılığı veya olasılık yoğunluğu fonksiyonu

Genellikle $p(k)$ 'nin birbirine eşit olduğu varsayılır. $p(i) * p(x/i)$ değeri de tüm sınıflar için ortaktır. Bu nedenle, L_k , $p\left(\frac{k}{x}\right)$ veya olasılık yoğunluğuna bağlıdır.

Matematiksel nedenlerden dolayı, olasılık yoğunluğu olarak çok değişkenli normal dağılım uygulanır. Normal dağılımlarda, olasılık, denklem 4.4'de aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$L_k(X) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma_k|^{1/2}} \text{EXP} \left[\frac{1}{2} (X - \mu_k) \Sigma_k (X - \mu_k)^t \right] \quad (4.4)$$

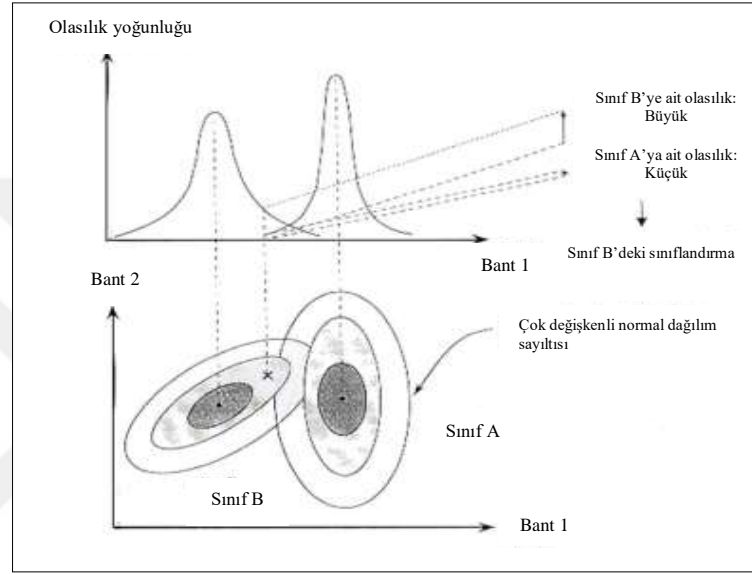
n : Bant sayısı

X : n bantının görüntü verileri

K : Sınıf k ortalama vektör

K : k sınıfı varyans-kovaryans matrisi

$L_k(X)$: k sınıfına ait X olasılığı



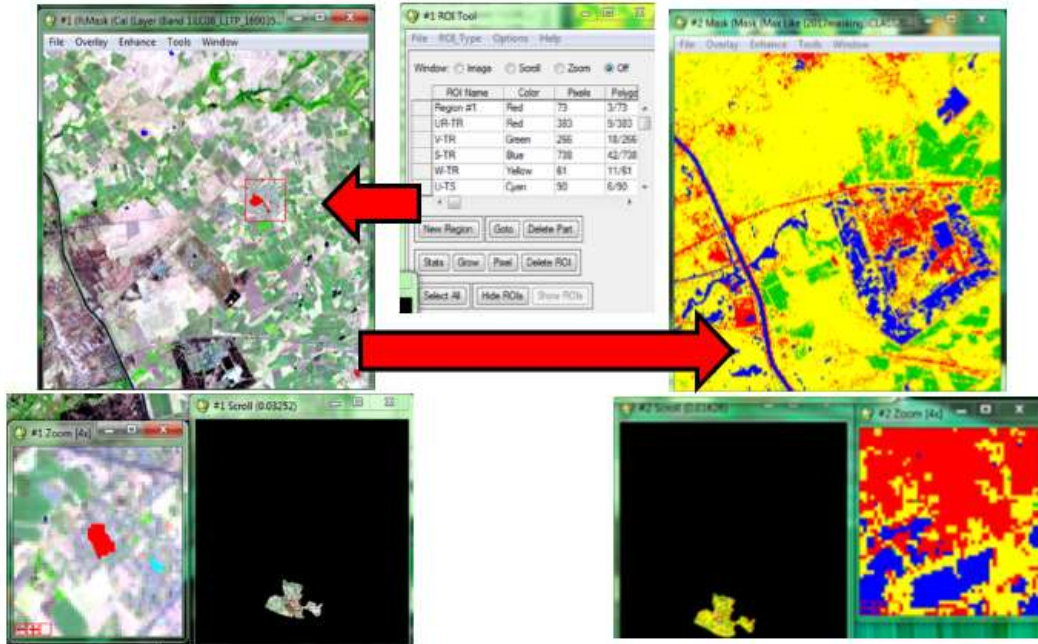
Şekil 4.5. Maksimum Olabilirlik Yöntemi Kavramı (Jensen, 2005)

Maksimum olabilirlik yöntemi, olasılık teorisi açısından bir avantaja sahiptir, ancak aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- (1) Ortalama vektör ve popülasyonun varyans-kovaryans matrisinin tahminine izin vermek için yeterli temel doğruluk verileri örneklenmelidir.
- (2) Varyans-kovaryans matrisinin ters matrisi, iki bant arasında çok yüksek bir korelasyonun olması durumunda kararsız hale gelir. Temel gerçek verileri de çok homojendir. Bu gibi durumlarda, temel bileşen analizi ile bant sayısı azaltılmalıdır.
- (3) Nüfus dağılımı normal dağılıma uymuyorsa, en yüksek olabilirlik yöntemi uygulanamaz.

Genel olarak, denetimli görüntü sınıflandırma, sınıflandırıcıyı eğitmek için referans verisine ihtiyaç duyar. Genellikle, bu veriler çalışma alanından coğrafi bilgi sistemi (CBS) kullanılarak toplanır. Diğer yandan, eğitim verilerini toplamak için daha

yüksek uzamsal görüntüler de kullanılabilir. Bu çalışmada, 0,5 m uzaysal çözünürlüğe sahip uydu sensörü ve referans temel haritası (CAD) kullanılmıştır. Uydu görüntüsünün mekansal boyutunun sınırlandırılmasından ve tüm çalışma alanını kapsayabilecek örnekleri oluşturmak için google haritası kullanılmıştır. Çalışma alanının üç farklı zamanda üç Landsat görüntüsü; 1987, 2002 ve 2017 MLC algoritması kullanılarak sınıflandırıldı. Temel olarak, algoritma eğitim alanlarını kullanarak belirli bir alandan elde edilen istatistiksel verilerle, belirli bir AÖ/AK kategorisinin spektral özelliklerini tanımlar. Bu eğitim sahaları sınıfları dört bölge (spektral imza) üreten bir ilgi alanı olarak elle dijitalleştirildi. Yardımcı veriler, dört AÖ/AK sınıfının eğitim alanlarının sağlanmasını desteklemek için kullanıldı. Bu denetimli sınıflandırma, ENVI yazılımı kullanılarak yapıldı Şekil 4.6 de verilmiştir.



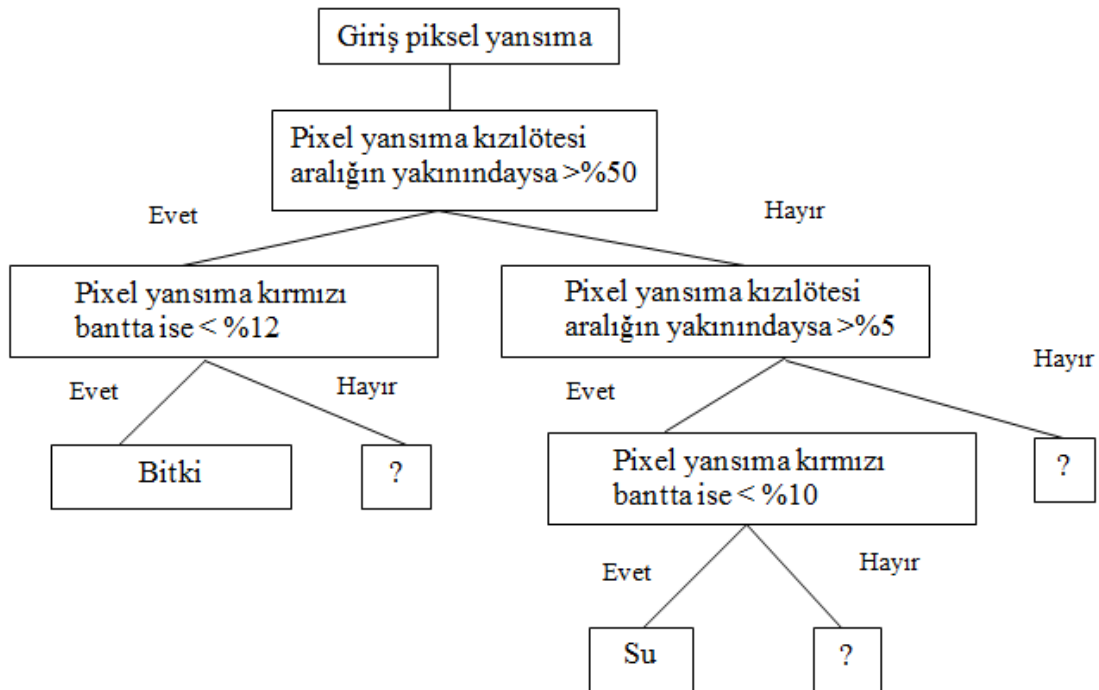
Şekil 4.6. Envi programı ilgi alanı örtüsü (ROI) tanımlanarak sınıflandırma süreci

4.6.2.2.2. Karar ağacı

Karar ağacı parametrik olmayan, kural tabanlı, çok aşamalı bir sınıflandırıcıdır. Tek bir görüntüye veya bir görüntü yığınına uygulanabilir. Bu sınıflandırıcı, istatistiksel varsayım hazırlamak zorunda olmadığı gibi sonuçların maksimum olasılıkla doğruluğunu artırabilecek alternatif bir sınıflandırma yöntemi de olabilir. Karmaşık sınıflandırma problemlerini basit karar verme süreçlerine bölerek, daha kolay yorumlama, daha hızlı hesaplama ve daha yüksek doğruluk elde etmek mümkündür (Xu

ve Wei, 2012). İşletme verimliliği yüksek ve net olması sayesinde gürültülü ve eksik olan verileri işleyebilir.

Her ayrışma sürecinde, çalışma amacına, görüntü türüne ve analistin bilgisine göre farklı bantlar veya bant kombinasyonları seçmek mümkündür. Bu süreç, karar vericilerin fikrini ve görüntülerin özelliklerine göre belirledikleri kuralları içeren ağaç yapısına sahiptir. Ağaç aşağıdaki adımlarla oluşturulabilir: İlk olarak ayrımcı işlev inşa edilir, daha sonra her dal alt kümesi için öznitelik girişlerinin kombinasyonlarına dayanarak daha düşük dallar yapılır, sonunda karar ağacı inşa edilir (Xu ve Wei, 2012). Bu yöntemin kök düğüm, terminal ve terminal olmayan düğümler tarafından yapıldığını söyleyebiliriz. Terminal düğümleri son sınıflandırmadır ve terminal olmayan düğümler kök düğümdeki diğer düğümlerdir. Sınıflandırma işlemi, kök düğümünden başlayan ve etiketli uygun terminal düğümünde biten yolu gösteren kurallar tarafından başlatılır. Daha sonra giriş pikseli sınıfa atanana kadar kök düğümünden ardışık dallardan aşağı doğru hareket etmeye başlar. Karar ağacı sınıflandırıcısı, maksimum olabilirlik, minimum mesafe, gibi diğer sınıflandırıcılardan daha doğru sonuçlar elde eder. Girdi olarak piksel yansımasını kullanan basit hiyerarşik karar ağacı sınıflandırıcısı Şekil 4. 7 de gösterilmektedir. Sınıflandırmanın amacı pikseli bitki örtüsü veya su olarak tanımlamaktır.



Şekil 4.7. Hiyerarşik karar ağacı sınıflandırıcı örneği (Tso ve Mather, 2009)

4.6.2.2.3. Destek vektör makinesi (DVM)

Destek vektör makinesi, karar ağacı algoritmasına oldukça benzeyen parametrik olmayan sınıflandırıcılardır. Bu sınıflandırıcı istatistiksel öğrenme teorisi çerçevesinde çalışır ve sınıfların optimal sınırlarını bulmak için optimizasyon algoritmasını kullanır. Bu yöntem, kalıpları ve nesnelere ayırt etmek için uygundur ve piksel tabanlı ve nesne tabanlı sınıflandırma için kullanılabilir (Mountrakis ve ark., 2011).

Denetimli yöntemde kullanılacak çok sayıda eğitim örneğine sahip olma zorunluluğu, ele alınması zor bir konudur. Ancak literatürün de gösterdiği gibi, bu sorunun DVM sınıflandırıcısının yeteneği ile çözülebilmektedir. Eğitim örneğinin büyüklüğü DVM sonuçları üzerinde bir etkiye sahip değildir (Foody ve Mathur, 2004).

Uygun fonksiyon seçiminin DVM sonuçlarının doğruluğu üzerinde büyük etkisi vardır (Nemmour ve Chibani, 2006). Ayrıca bu sınıflandırıcı, kentsel alan gibi karışık piksellerin olduğu bir durumda daha doğru çıktılar üretebilir. Foody ve Mathur (2004), üç multispektral SPOT HRV görüntüsünü analiz etmiş ve piksel örneklerine odaklanılması gerektiğini öne sürmüşler, sınıflandırmada piksel örnekleme faydalarını ortaya koymuşlardır. DVM Sınıflandırmada kullanılan etkili ve basit yöntemlerden biridir. Çünkü sınıflandırma için hiper düzlemde bulunan iki grup arasında bir sınır çizilerek iki grubu ayırmak mümkündür (Griffiths ve ark., 2010).

Optimal ayırma hiper düzlemi terimi, eğitim adımında elde edilen yanlış sınıflandırmaları en aza indiren karar sınırını ifade etmek için kullanılır (Zhu ve Blumberg, 2002).

Huang ve diğ. (2002), DVM ve karar ağacı sınıflandırma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bunu yaparken, Malezya'nın kuzeydoğusunda bulunan Langkawi Adalarının 2005 yılına ait SPOT uydu görüntülerini kullanmışlardır. DVM ve karar ağacı'nin toplam doğrulukları sırasıyla %73 ve %69 olarak bulunmuş, bu ise, DVM için daha yüksek verimlilik olduğunu göstermiştir.

4.6.2.3. Denetimsiz Sınıflandırma

Günümüzde uzaktan algılamada yaygın olarak birkaç farklı denetimsiz sınıflandırma algoritması kullanılmaktadır. En sık kullanılan iki algoritma K-ortalama ve ISODATA kümeleme algoritmasıdır (Grenier ve Rosier, 2004). Bu algoritmaların her ikisi de yinelemeli prosedürlerdir. Genel olarak, her ikisi de önce rastgele bir ilk küme vektörü atar. İkinci adım her pikseli en yakın kümeye sınıflandırır. Üçüncü

adımda, yeni küme ortalama vektörleri bir kümedeki tüm piksellere göre hesaplanır. İkinci ve üçüncü adımlar, yineleme arasındaki "değişim" küçük olana kadar tekrarlanır. ISODATA algoritması, kümeleri bölerek ve birleştirerek bazı iyileştirmelere sahiptir (Jensen, 1996).

Denetimsiz sınıflandırma için sonucun doğruluğu, analistin kümeleme adımından elde edilen spektral sınıfları ne kadar iyi tanımladığına ve etiketlediğine bağlıdır. Bu algoritmanın avantajlarından biri, sınıflandırma temeli olarak eğitim verilerinin kullanılmaması ve ayrıca önceden bilgiye ihtiyaç duyulmamasıdır (Xu ve Wei, 2012). Gözetimsiz sınıflandırıcının dezavantajları, analistin ve bölge hakkındaki bilgiyle doğrudan ilişkisi olan sınıflamanın kalitesi ile ilgilidir. Kümelenmenin sonuçlarının farklı spektral özelliklere sahip sınıflar olduğunu ve belki de bu sınıfların analistin ilgilendiği sınıflar olmadığını söyleyebiliriz (Guerra ve ark., 2011).

4.7. Doğruluk Değerlendirmesi

Sınıflandırmanın doğruluğu, arazi örtüsünü doğru bir şekilde yansıttığına inanılan bazı referans verilerin karşılaştırılmasıyla değerlendirilir. Referans verinin kaynakları, diğer şeylerin yanı sıra gerçeği, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini ve havadan fotoğraf yorumundan elde edilen haritaları içerir. Neredeyse tüm referans verilerinin bir dereceye kadar yanlış olduğu unutulmamalıdır.

Doğruluk değerlendirme, sınıflandırma ve referans verileri arasındaki farkı yansıtmaktadır. Daha az sayıda fakat daha doğru referans verisi elde etmek daha iyidir. Ayrıca, geçici değişikliklerin farkında olunmalıdır. Eğer Uydu görüntüsü, referans verilerinin toplanmasından farklı bir zamanda çekilmişse, görünen hatalar peyzajınızın değişmiş olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Doğruluk değerlendirme eğitim piksellerine göre yapılmamalıdır. Eğitim piksellerinin kullanımındaki sorun, genellikle rasgele seçilmemeleri ve sınıflandırmanın eğitim piksellerinden bağımsız olmamasıdır. Eğitim piksellerini kullanmak genellikle aşırı iyimser doğruluk değerlendirmesine yol açar.

Uygulamada, üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu, genel doğruluk, hata matrisi ve Kappa Katsayısı gibi doğruluk değerleri kullanılmaktadır (Lu ve Weng, 2004). Olofsson ve ark. (2013) hata matrisini, örnek alanlar için uzaktan algılanan verilerin sınıflandırılmasıyla tahsis edilen sınıf etiketlerinin çapraz tablolaması olarak tanımlamıştır. Hata matrisinin satırları haritalarda gösterilen her bir sınıfın sayısını temsil eder. Sütunlar satırlardaki aynı sınıfların örnek birimlerinin sayısını ifade eder

ancak referans verilerinde gösterilir (Lunetta ve Lyon, 2004). Hata matrisinin ana köşegeninde doğru sınıflandırmalar vurgulanır. Hata matrisi tanımlayıcı istatistikler kullanılarak değerlendirilebilir. Kappa katsayısı kullanılarak genel doğruluk, kullanıcı doğruluğu ve üretici doğruluğu değerlendirilebilir.

Kullanıcı doğruluğu, bir spektral sınıfı test etmek için toplanan piksel topluluğunu kaç tanesinin doğru olarak sınıflandırdığını gösterir. Örneğin, kumsal alanı test etmek için X adet piksel toplanmış olsun. Bu piksellerden kaç tanesinin sınıflandırma sonrası da kumsal olarak sınıflandırdığını gösterir. Kullanıcı doğruluğu sınıflandırmanın doğruluğunu gösterir (Jensen, 1996). Kullanıcı doğruluğu denklem (4.5) kullanılarak hesaplanabilir.

$$\text{Kullanıcı doğruluğu} = \frac{x_{ii}}{(x_i+1)} \times 100\% \quad (4.5)$$

Üreticinin doğruluğu üretilen sınıflandırma haritasının doğruluğunu güvenilirliğini ölçer. Yani sınıflandırma haritasındaki bir piksel yeryüzünde o pikseli temsil edip etmediğini ölçer. Örneğin X toplam kumsal alan pikselleri olarak sınıflandırılmış olsun. Bu sınıfı test etmek için X adet piksel toplanmış olsun. Bu X piksellerin kaç tanesi yeryüzünde de kumsal sınıfını temsil edip etmediğini ölçer. Harita üreticisi, üretici hatasının ölçülmesi sayesinde, belirli bir sınıfın ne kadar iyi sınıflandırıldığını daha iyi bilebilir (Jensen, 1996). Üretici doğruluğu denklem (4.6) kullanılarak hesaplanabilir.

$$\text{Üretici doğruluğu} = \frac{x_{ii}}{(x+1)} \times 100\% \quad (4.6)$$

Genel doğruluk ve Kappa Katsayısı genellikle görüntü sınıflandırmasını değerlendirmek ve çeşitli sınıflandırma yöntemlerinin farklı sonuçlarını karşılaştırmak için kullanılır. Genel doğruluk en basit ve en popüler doğruluk ölçülerinden biridir ve toplam doğruluğu (yani ana köşegenin toplamı) (X_{ii}) hata matrisindeki toplam piksel sayısına (T) bölünerek hesaplanır (Congalton, 1991). Genel doğruluk denklem 4.7 formülünde gösterilmiştir. Öte yandan, Kappa Katsayısı, doğruluk değerlendirme sürecinde önemli bir hesaplama basamağıdır. Kappa katsayısı sınıflandırmanın doğruluğuna bağlı olarak (Stehman, 1996). Denklem 4.8 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Genel doğruluk} = \sum_{i=1}^n \frac{x_{ii}}{T} \times 100\% \quad (4.7)$$

$$\text{Kappa} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})} \quad (4.8)$$

N : Kategorilerdeki örnek sınıf toplamı

x_{ii} : Sınıflandırılmış örnek sayısı Hata matrisinin i nci satır ve i nci sütun elemanı

x_{i+} : Satırdaki toplam piksel sayısı

x_{+i} : Sütundaki toplam piksel sayısı

Envi 5.1 yazılımı ile, yukarıda belirtilen doğruluk elemanları denetimli sınıflandırma algoritması uygulandıktan sonra hesaplanabilir. Her bir sınıflandırma için doğruluk değerlendirmesi, sınıflandırma sonuçlarındaki güven seviyesini ortaya çıkarmak için yapılan testtir. ENVI yazılımı kullanılarak, her bir sınıflandırma algoritması için genel doğruluk, Kappa katsayısı, kullanıcı doğruluğu ve her sınıflandırma algoritması için üretici doğruluğu tespit edilir.

4.8. Değişim Tespit Analizi

Uydular bize aynı coğrafi bölgelerin dijital görüntülerini önceden tanımlanmış bir zaman aralığında sunarlar. Bu sayede, farklı zamanlardaki kentsel ve çevresel değişikliklerin izlenmesi ve tespit edilmesi mümkün hale gelir.

“Değişim Tespiti” bir çalışmanın belirli bir nesnesindeki iki veya daha fazla zaman arasındaki değişiklikleri belirlemek için uzaktan algılamada kullanılan bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Tardie ve Congalton, 2002). Bu süreç ilgi alanındaki mekansal dağılımın kantitatif analizini sağlar. Bu nedenle, değişim tespiti, kentsel ve çevresel izleme için faydalı ve önemli bir süreçtir.

Yerel ölçekten bölgesel ölçeklere kadar olan değişiklikleri izlemek için, zaman serisi uzaktan algılama verileri oluşturulabilir. Arazi örtüsü değişimlerini tespit eden klasik teknikler, uzaktan algılama verilerinden veya aynı alan için diğer kaynaklardan türetilen sıralı arazi örtüsü haritalarının karşılaştırılmasına dayanır. Arazi örtüsü kategorileri, iki tarih arasında her haritada karşılaştırılarak iyi yorumlanmış görüntüler elde edilir. Bu görüntüler bize doğru parametreleri sağlar. Bu parametreler, zamansal, spektral, uzamsal ve radyometrik çözünürlükler gibi uydu çözünürlükleri ile ilgilidir.

Ardışık haritaların karşılaştırması, geniş arazi örtüsü sınıflarındaki ince değişiklikleri tespit etmede başarısız olur. Bu nedenle, arazi örtüsü kategorileri bazındaki değişiklikleri tespit etmek yerine, bu kategorileri tanımlayan sürekli değişkenler temelinde, bunların bir uydu sensörü tarafından ölçülen yansıma değerleri mi yoksa model inversiyonu tarafından türetilen biyofiziksel nitelikler mi olduğuna göre tespit yapılır. Uzaktan algılama ile AÖ/AK değişimlerini tespit etmek için aşağıdaki prosedürler takip edilir (Jensen, 2005).

- a) Değişim saptama problemlerinin niteliği
- b) Uzaktan algılanan verilerin seçimi
- c) Görüntü işleme ve sınıflandırma
- d) Görüntü ön işleme
- e) Değişim tespit algoritmalarının seçimi
- f) Değişim tespit sonuçlarının değerlendirilmesi

İlk Landsat uydusunun 1972 yılında göreve başlamasının ardından, uzaktan algılanan veri kaynaklarına yönelik geniş bir arşiv sağlayan birçok web sitesi kurulmuştur (Dewidar, 2004). Ayrıca, AÖ/AK'nin değişikliklerinin çalışılmasının önemi nedeniyle, değişimin tespiti ve çeşitli algoritmaların geliştirilmesi üzerine birçok araştırma tekniği bulunmaktadır (Arzandeh ve Wang, 2003). Son yirmi yıl boyunca, açıklama ve özetlerle değişim saptama yöntemlerinin tartışılmasına odaklanan birçok çalışma da yapılmıştır (Ahmad, 2012).

Sınıflandırma öncesi ve sınıflandırma sonrası değişiklik tespit teknikleri dâhil olmak üzere iki kategoride değişiklik tespit yöntemi vardır. Değişiklik tespit tekniği, uydu görüntülerinin çoklu tarihlerinden bir değişiklik olup olmadığı ile ilgili bilgileri doğrudan türeten birçok tekniği içerir. Görüntü farklılığı (ID), Temel Bileşen Farklılığı (PCD) ve Değişim Vektör Analizi (CVA), sınıflandırma öncesi değişiklik saptamasının örnekleridir. Her tekniğin kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Sınıflandırma öncesi değişiklik tespit tekniğinin avantajları olarak, değişikliklerin tanımlanması ve belirlenmesi ve uygulanmasının kolay olmasıdır (Koc ve Sunar, 1998). Değişiklik alanlarını belirlemek için bir eşik seçerken, piksellerin yanlış kaydedilmesine ve değişikliklerin niteliği hakkında detaylı bilgi vermemeye karşı hassas olunmalıdır (Coppin ve Bauer, 1996).

Öte yandan, sınıflandırma sonrası değişim tespit tekniği, kullanılan en yaygın yaklaşımlardan biridir (Foody, 2002). Bu yaklaşım, temel olarak, iki ve daha fazla sınıflandırılmış görüntüye dayanır. Sınıflandırma algoritmaları kullanarak her

görüntünün sınıflandırılmasını kapsar. Bu işlemin ardından, tematik harita sonuçları, değişikliklerin nerede gerçekleştiğini yerel olarak tanımlamak için karşılık gelen etiketlerle karşılaştırılır. Atmosferden ve sensörden kaynaklanan etkileri en aza indirmek için çoklu uydu görüntüleri kullanılır (John. Jensen, 2005). Bu matrisler birden fazla görüntüye karşılık gelen pikselleri karşılaştırarak değişimleri ifade eder. Matrisler, piksel dönüşüm, alan dönüşüm ve yüzde dönüşüm matrisini içerir. Bu yöntemin sonucunun doğruluğu, bireysel sınıflandırmanın doğruluğunun seviyesine bağlıdır (Coppin ve ark., 2004).

4.9. Çevresel Bozulma Göstergelerinin Değerlendirilmesi

Mekânsal bozulma seviyesinin belirlenmesinde tüm faktörler aynı öneme sahip değildir. Bu nedenle, faktörler için farklı ağırlıklar belirlenmiştir. Analitik hiyerarşi Süreci (AHP) olarak bilinen kriterlerin ağırlıklarını tahmin etmek için ikili karşılaştırma yapılmıştır. Bu yöntem çok kriterli değerlendirmeyi izler (Drobne ve Lisec, 2009). Mekânsal bozulma seviyesinin belirlenmesinde tüm faktörler aynı öneme sahip değildir. ArcGIS ortamı, çevresel bozulma düzeyini mekânsal düzeyde seçmek için planlama ve karar almayı desteklemeye yönelik araçlara sahiptir.

4.9.1. Kriterlerin Seçimi

Kriterlerin belirlenmesi, çalışma alanı için verilerin kullanılabilirliğine dayanmaktadır. Bu çalışmada, bitki örtüsü, çorak arazi, kentleşme, su yüzeyi ve nüfus baskısı çevresel değişimlerin değerlendirilmesinde temel kriterler olmuştur. Kesin bir değerlendirme yapabilmek için ana kriterler içerisinde dikkate alınması gereken alt kriterler vardır. Örneğin, bitki örtüsü değişimi çevresel bozulma değerlendirmesinde önemli rol oynayan ana faktörlerden biridir. Bitki örtüsünün çorak toprağa dönüşümü, suya dönüşümünden daha fazla (çevresel bozulma açısından) bir ağırlığa sahiptir. Bu kavramdan, her bir ana kriterin alt kriterleri vardır:

1- Bitki örtüsü:

A. Bitki örtüsünün azaltılması:

- Bitki örtüsü kentsel alana
- Bitki örtüsü sulu alana
- Bitki örtüsü kumsal alana

B. Bitki örtüsünün arttırılması:

- Kentsel alan Bitki örtüsüne

- Sulu alan Bitki örtüsüne
- Kumsal alan Bitki örtüsüne

2- Kentleşme:

A. Kentleşmenin genişlemesi:

- Bitki örtüsü kentsel alana
- Sulu alan kentsel alana
- Kumsal alan kentsel alana

B. Kentleşmenin azaltılması:

- Kentsel alan bitki örtüsüne
- Kentsel alan sulu alana
- Kentsel alan kumsal alana

3- Çorak arazi alanı:

A. Çorak arazinin genişletilmesi:

- Bitki örtüsü çorak alana
- Kentsel alan çorak alana
- Sulu alan çorak alana

B. Çorak arazinin azaltılması:

- Çorak alan bitki örtüsüne
- Çorak alan kentsel alana
- Çorak alan sulu alana

4- Su kütleleri:

A. Su kütlelerinin genişlemesi:

- Bitki örtüsü sulu alana
- Kentsel alan sulu alana
- Çorak alan sulu alana

B. Su kütlelerinin azaltılması

- Sulu alan bitki örtüsüne
- Sulu alan kentsel alana
- Sulu alan çorak alana

Söz konusu tüm ana ve alt kriterler çevresel bozulmayı değerlendirmek için kullanılmıştır.

4.9.2 Çok Özellikli Karar Analizi

CBS' de çok kriterli karar analizi, uzamsal verileri bir araya getirme ve kararlara dönüştürme süreci olarak görülmektedir. Çok kriterli karar verme prosedürü girdi ve çıktı verileri arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kurallardan oluşur. Çok kriterli uzamsal çözünürlük analiz yöntemlerinin iki önemli sınırlaması vardır. Bunlardan birincisi, CBS kullanılarak veri toplama, depolama, geri alma, işleme ve analizdir. İkinci olarak, çok kriterli karar verme yöntemi coğrafi verileri birleştirme yeteneğine sahiptir (Drobne ve Lisec, 2009).

Çok kriterli karar analizinde karar kriterlerini birleştirmek için farklı yöntemler vardır. Bu çalışmada, Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu ağırlıklı doğrusal kombinasyon, ağırlıklı kriterlerin toplamını hesaplamak için kullanılır.

Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme yöntemini uygulamak için, ikili karşılaştırma olarak bilinen bir analitik hiyerarşi işlemi kullanılır. Ağırlıklı doğrusal kombinasyon, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında gerçekleşir (Drobne ve Lisec, 2009).

4.9.3 Kriter Ağırlıklarının Seçilmesi

Kriterlerin göreceli önemi hakkında bilgi, karar vericiler için çok önemlidir. Çok kriterli karar verme, değişken önemi olan faktörler içerir. Çok kriterli karar verme, her bir faktörün ağırlığına dayanarak, ağırlık belirleyicisinin karar vericinin tercihlerini tanımlamada başlıca adım olmasını sağlar (Drobne ve Lisec, 2009). Kütle ağırlıklarını seçmek için çok kriterli bir değerlendirme modülü kullanılır. Bu çalışmada, 1977 yılında Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) olarak bilinen ikili karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. İkili karşılaştırma yöntemi, her bir faktörün çiftlerdeki diğer tüm faktörlerle karşılaştırılmasını içerir. Kriterlerin ağırlıkları, iki faktör arasındaki çift yönlü karşılaştırmaların kare karşılıklı matrisinin ana öz vektörüne Saaty tekniği uygulanarak hesaplanır (Drobne ve Lisec, 2009). Belirli bir amaç için hangi kriterin diğerinden daha önemli olduğu kriteri Çizelge 4.3 de verilmiştir (Girma ve Görg, 2007).

Çizelge 4.3. göreceli önem yoğunluğu (Drobne ve Lisec, 2009)

Önem Şiddeti	Tanım
1	Eşit önem
2	Orta Önemde Eşit
3	Orta Önem
4	Orta ve Güçlü Önem
5	Güçlü Önemi
6	Çok güçlü çok önemli
7	Çok güçlü önemi
8	Çok çok güçlü
9	Son derece önem

Kriterlerin ağırlığını hesaplamak için aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

1- Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Matrisin diyagonalide “gri renk” gösterildiği gibi satır ve sütundaki aynı ölçütlerin kesişmesini ifade eder (Çizelge 4.4).

K1.3 hücresi, kriter 1'in kriter 3'ten daha önemli olduğuna işaret eder. Yani arazi bozulumunda bitki örtüsünün kuma dönüşümü kentsel alanın kuma dönüşümünden daha önemlidir. Bu adımda, ikili karşılaştırma matrisinin her sütununda yer alan değerlerin toplamı hesaplanır. Bu araştırmada, daha önce açıklanacak anket yoluyla beş kriter göz önünde bulundurulmuş ve önceki çalışmalara, uzman görüşlerine göre kriterlerin önceliği belirlenmiştir. Ayrıca, her ana faktörün alt kriterleri, ana kriterler olarak aynı şekilde hesaba katılmıştır.

Çizelge 4.4. İkili karşılaştırma matrisi

Kriterler / faktörler	Bitki örtüsü kum (K1)	Su kuma (K2)	Kentsel kuma (K3)	Bitki örtüsü kentsel (K4)	Su kentsel (K5)
Bitki örtüsü kuma	1	2	3	6	7
Su kuma	0.5	1	2	5	6
Kentsel kuma	0.33333333	0.5	1	4	5
Bitki örtüsü kentsel	0.16666667	0.2	0.25	1	2
Su kentsel	0.14285714	0.16666667	0.2	0.5	1
Toplam	2.14285714	3.86666667	6.45	16.5	21

2- Bu adımda, normalize edilmiş matrisin değerleri hesaplanır, her hücre ikili karşılaştırma matrisindeki sütun toplamına bölünür (Çizelge 4.4' e bakınız). Daha sonra Çizelge 4.5' deki sonuçlardan her bir sıranın ortalaması hesaplanır. Bu ortalamalar, kriterlerin göreceli ağırlıklarını temsil eder. Örneğin kriter birde toplam

satır 2.142857143 bu miktarı toplam kriter sayısına (5) bölerek kriterin 0.466666667 elde ederiz.

Çizelge 4.5. Normalleştirilmiş matris hesaplama

Kriterler	Bitki örtüsü kuma	Su kuma	Kentsel kuma	Bitki örtüsü kentsel	Su kentsel	Ağırlık %*
Bitki örtüsü kuma	0.466666667	0.517241379	0.465116279	0.363636364	0.333333333	0.429198804
Su kuma	0.233333333	0.25862069	0.310077519	0.303030303	0.285714286	0.278155226
Kentsel kuma	0.155555556	0.129310345	0.15503876	0.242424242	0.238095238	0.184084828
Bitki örtüsü kentsel	0.077777778	0.051724138	0.03875969	0.060606061	0.095238095	0.064821152
Su kentsel	0.066666667	0.043103448	0.031007752	0.03030303	0.047619048	0.043739989

$$Ağırlık = Ortalama K = \frac{\text{belirli kriter satırının toplamı}}{\text{kriter sayısının toplamı}} \quad (4.9)$$

4.9.4 İkili Karşılaştırmanın Tutarlılığını Tahmin

İkili karşılaştırmanın tutarlığı, tutarlılık oranı (CR) hesaplanarak değerlendirilir (denklem 4.10'ye bakınız). Tutarlılık oranı, her bir kriterin nispi ağırlıklarını tahmin etmek için kullanılır. Tutarlılık oranı, Tutarlılık Endeksi (CI) ile Rasgele Endeks (RI) arasındaki orandır. Tutarlılık indeksi Saaty (1997) tarafından geliştirilmiştir. Rasgele endeksi (RI) değerinin farklı n değerlerine göre hesaplanan tutarlılık indeksi değerleri Çizelge 4.6' de gösterilmiştir. Bu rasgele indeks (RI), 2x8 boyutlu matrislerin her bir boyutunda olan 100'er adet karşılıklı değerli matris rasgele olarak doldurularak (CI) değerleri hesaplanır. Daha sonra her bir boyut için bir tutarlılık indekslerinin ortalaması alınarak rasgele indeksler oluşturulur. Tutarlılık oranı sonucu %10'dan az ise, bu, faktörler arasındaki karşılaştırmanın kabul edilebilir olduğunu gösterir. Aksi takdirde, tutarlılık oranı, karşılaştırmaların yeniden değerlendirilmesini gerektirir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.10)$$

CR: Tutarlılık oranı

CI: Tutarlılık indeksi

RI: Rasgele endeks

Çizelge 4.6. Ortalama rastgele tutarlılık indeksini (Drobne ve Lisec, 2009)

Kriterlerin sayısı	2	3	4	5	6	7	8
Rastgele indeks	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

Tutarlılık Endeksi (CI), denklem 4.11 kullanılarak hesaplanabilir:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (4.11)$$

$$\lambda_{max} = (Ağırlık 1 * S_1 + Ağırlık 2 * S_2 + Ağırlık 3 * S_3 + \dots) \quad (4.12)$$

n : Kriter sayısı

λ_{max} : Maksimum özdeğer

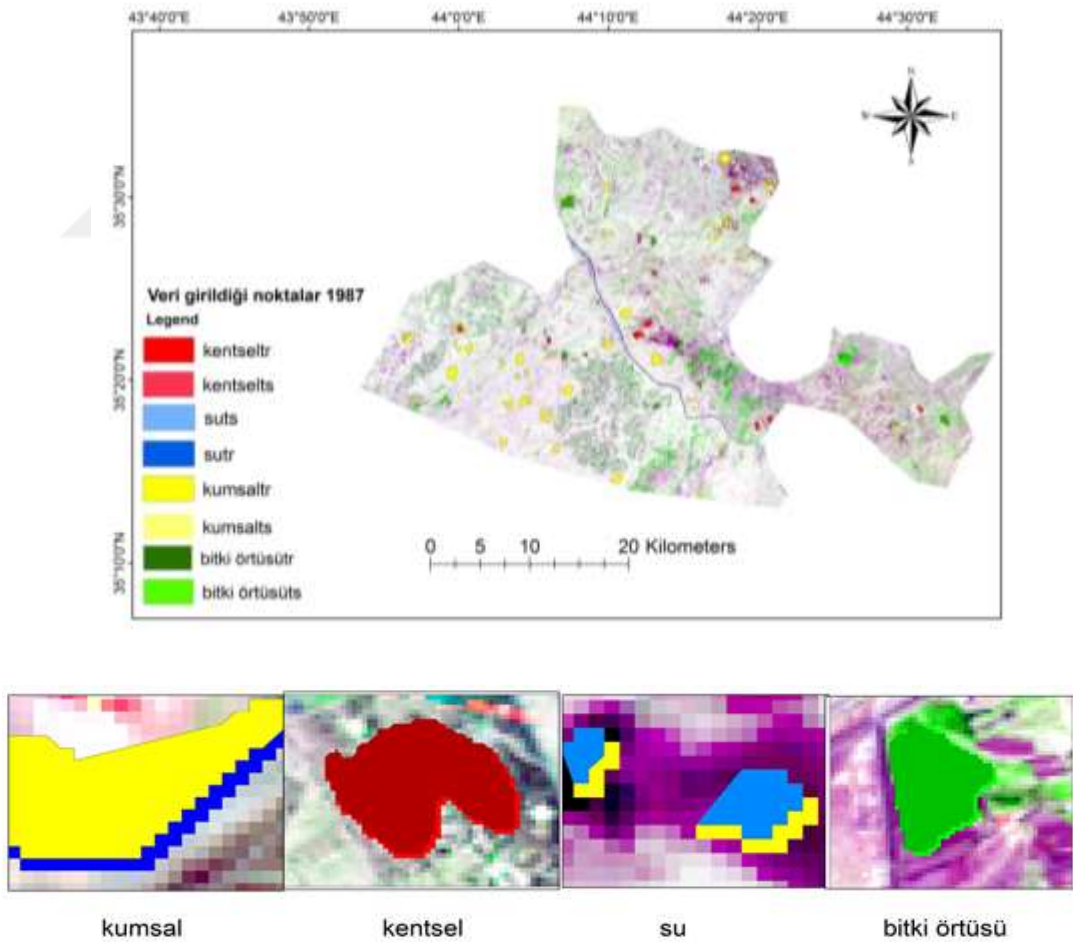
S_i : İkili karşılaştırma matrisindeki toplam satır sayısı



5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

5.1. Arazi Örtüsü Sınıf Verileri

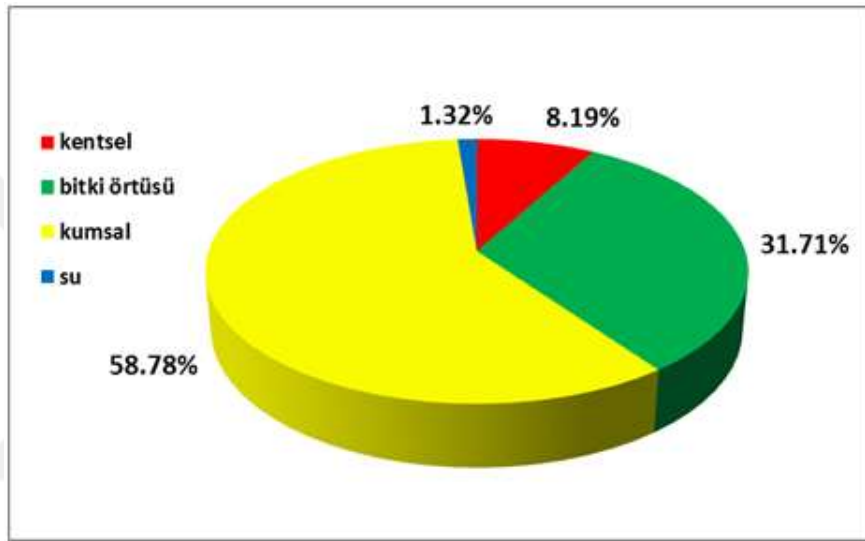
Bu araştırmada, Maksimum Olabilirlik kullanarak farklı tarih AÖ/AK oluşturmak için piksel tabanlı sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırma algoritmasından güvenilir sonuçlar elde etmek için, dağıtılmış örnekler seçmek çok önemlidir. Bu örnekleme de eğitim %70, test alanları da %30 esas alınarak yapılmıştır. 1987 yılı baz alındığında seçilen 178 sınıflandırma veri setinden, 125'i eğitim, kalan 53'ü de test alanları şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Sınıflandırma, eğitim örneklerine (tr) göre yapılır, test örnekleri (ts) genel doğruluk ve Kappa katsayısı hesabı için kullanılır. Bu nedenle, çalışma alanı üzerinde iyi dağılım göz önüne alındığında, her sınıf için örnekler toplanmıştır. Sınıflandırmada verilerin girildiği noktalar Şekil 5.1 de gösterilmiştir.



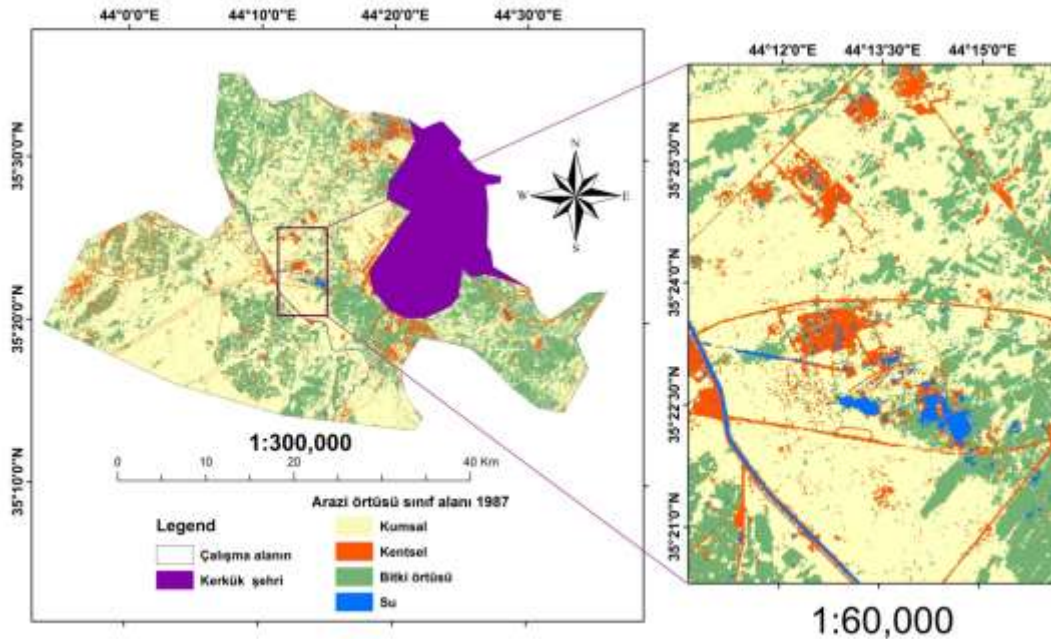
Şekil.5. 1 Veri giriş noktaları 1987

5.1.1. Sınıflandırma Sonuçları 1987

Uydu görüntülerinde Maksimum olabilirlik yöntemi kullanarak 1987 yılına ait Landsat görüntülerin sınıflandırılması yapılmıştır. Şekil 5.4 arazi örtüsü sınıfının yüzdelerini belirtirken, Şekil 5.5 mekansal dağılımlarını göstermektedir. Çalışma alanının %58.78'ini tekabül eden 797.481 km² kum olduğu görülmektedir. Buna karşılık kentsel sınıf, çalışma alanının %8.19'unu temsil eden 116.1333 km² civarında alana sahiptir. Geri kalan alanın %31.71'ine karşılık gelen 249.6483 km² bitki örtüsü ve %1.32'si ise 19.629 km² nehir, göl gibi su kütlelerini kapsamaktadır.



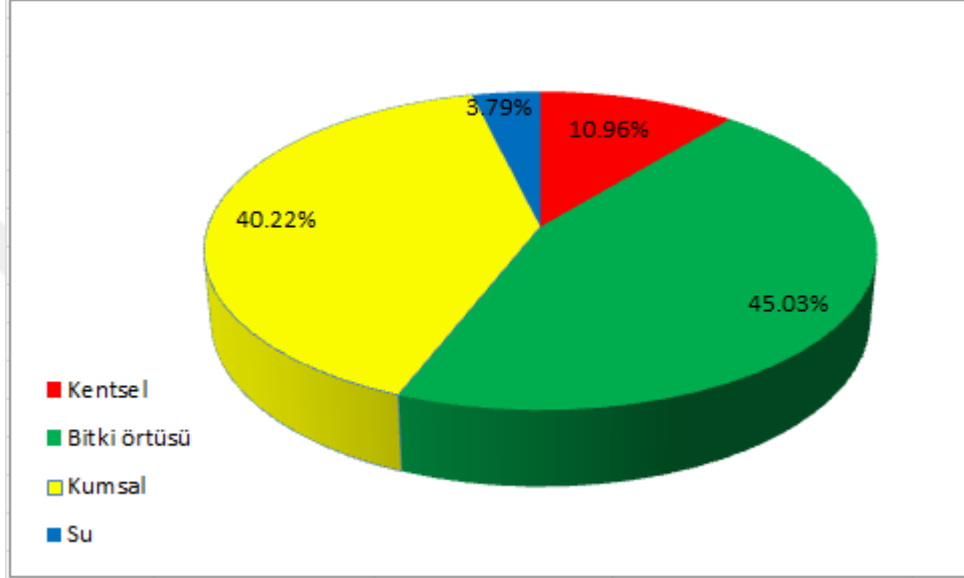
Şekil 5.2. 1987'de arazi örtüsü sınıfının yüzdesi



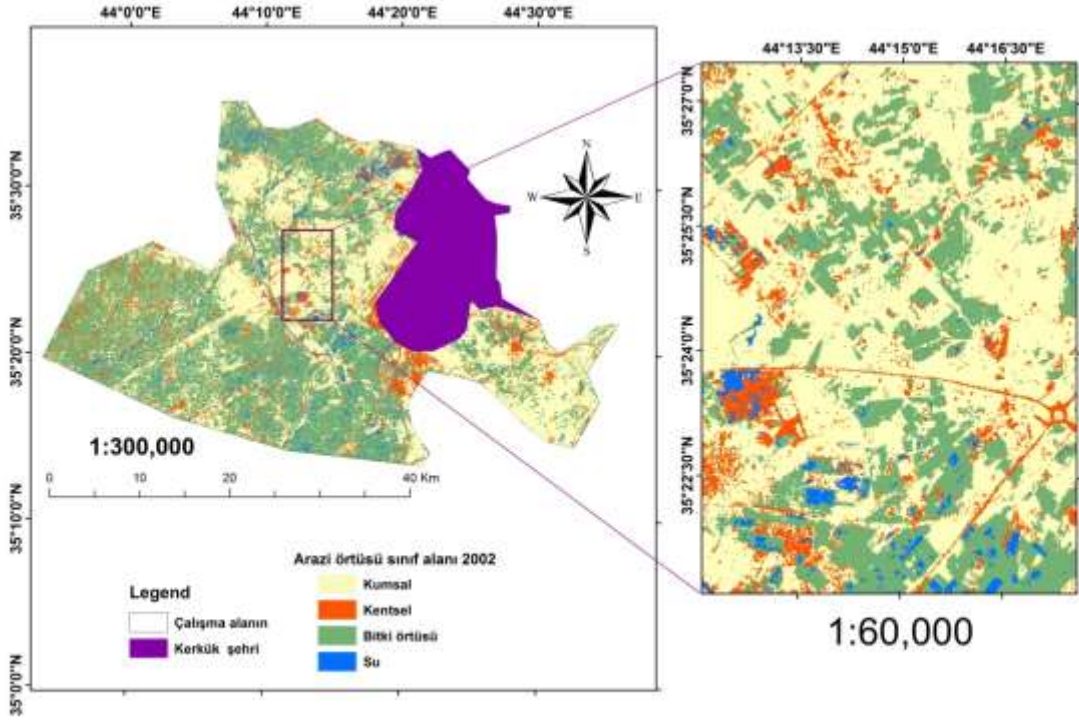
Şekil 5.3. 1987 yılında sınıflandırılmış arazi örtüsü haritası

5.1.2 Sınıflandırma Sonuçları 2002

Uydu görüntülerinde Maksimum olabilirlik yöntemi kullanarak 2002 yılına ait landsat görüntülerin sınıflandırılması yapılmıştır. Şekil 5.4 arazi örtüsü sınıfının yüzdeleri belirten, Şekil 5.5 mekansal dağılımlarını göstermektedir. Çalışma alanının %47.79' unun 475.7283 km² kum alanı, %18.2' sinin 129.679 km² kentsel sınıfa, %27.34' ünü 532.6011 km² bitki örtüsü, %6.86' sini 44.8812 km² nehir ve göl olarak temsil edilen su kütlelerini göstermektedir.



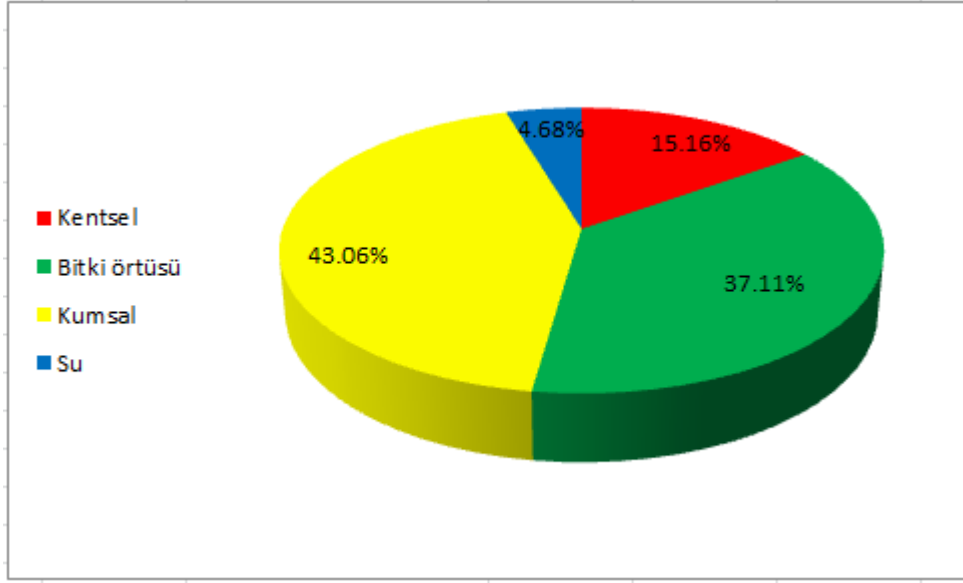
Şekil 5.4. 2002de arazi örtüsü sınıfının yüzdesi



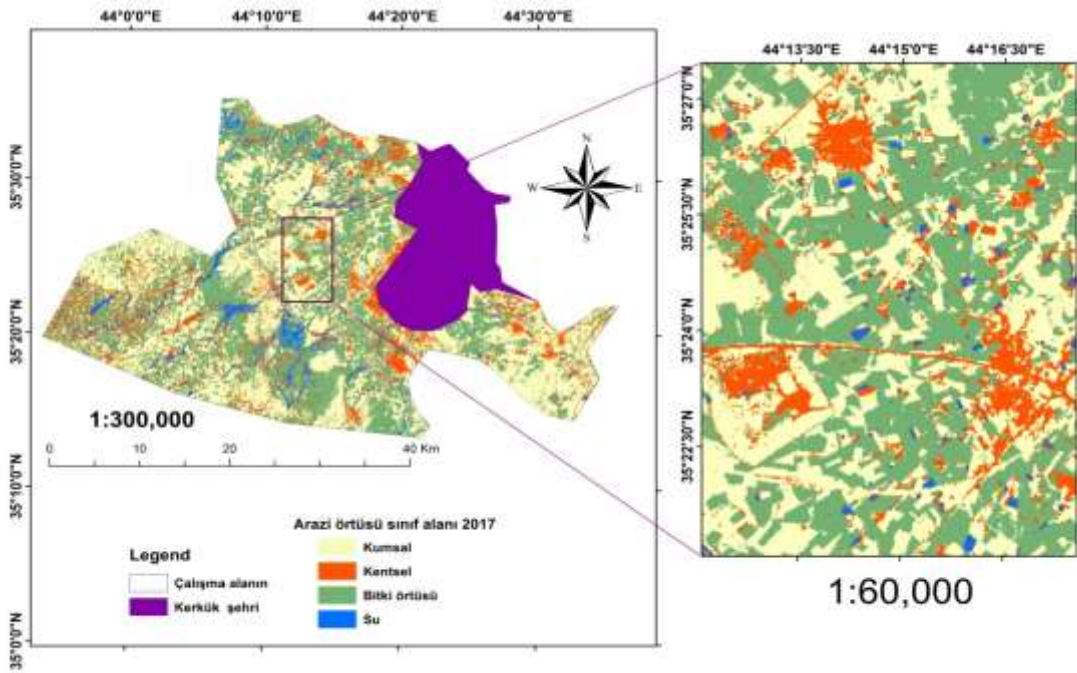
Şekil 5.5. 2002 yılında sınıflandırılmış arazi örtüsü haritası

5.1.3 Sınıflandırma Sonuçları 2017

Uydu görüntülerinde Maksimum olabilirlik yöntemi kullanarak 2017 yılına ait landsat görüntülerin sınıflandırılması yapılmıştır. Şekil 5.6 arazi örtüsü sınıfının yüzdelerini belirtirken, Şekil 5.7 mekansal dağılımlarını göstermektedir. Yüz ölçümün 509.2974 km² ile çalışma alanının %42.02' sini de kum alanı görülmektedir. Buna karşılık kentsel sınıf çalışma alanının %8.10' unu temsil eden 179.3052 km² civarında alana sahiptir. Bitki örtüsü alanı 438.912 km² dir ve çalışma alanının %46.73' ne karşılık gelir. Son olarak aynı rakam çalışma alanının %3.15 ve yaklaşık 55.3662 km² olan nehir ve göl olarak su kütlelerini göstermektedir.



Şekil 5.6. 2017'de arazi örtüsü sınıfının yüzdesi



Şekil 5.7. 2017 yılında sınıflandırılmış arazi örtüsü haritası

5.2 Doğruluk Araştırması

Sınıflandırma, yukarıda belirtilen algoritmalar ile 1987, 2002 ve 2017 Landsat görüntüleri için yapılmıştır. Dört sınıf tanımlandı ve tüm görüntüler için kum, kentsel, bitki örtüsü ve su kütleleri dahil edildi. Her görüntü için iki sınıflandırma algoritması

uygulandıktan sonra, genel doğruluk, kappa katsayısı, üretici ve kullanıcı doğruluğu hata matrisi kullanılarak hesaplandı.

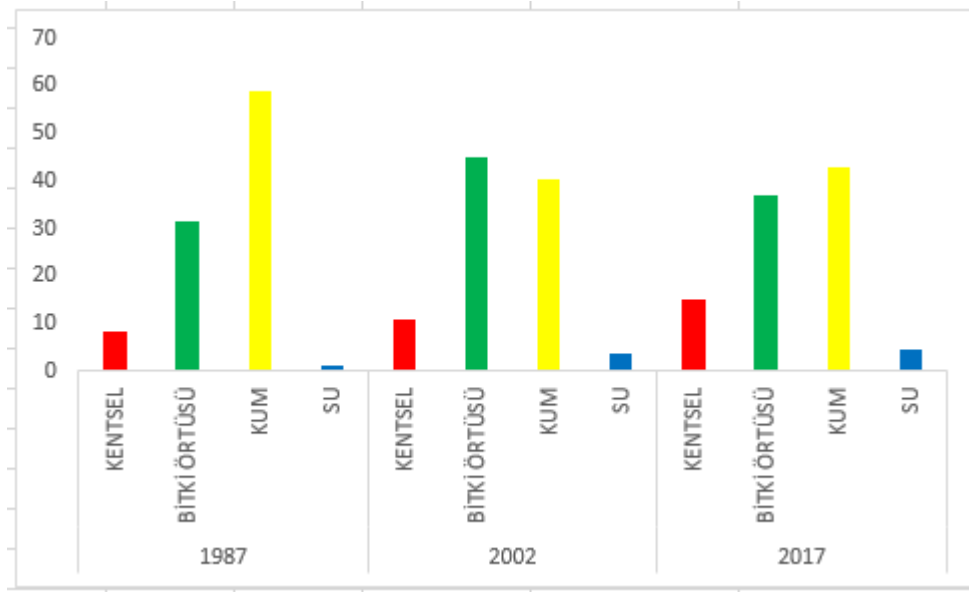
Hata matrisi yaklaşımı genellikle arazi örtüsü sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılır. Bu yöntem, sınıflandırılmış sonuç ile temel doğruluk verileri arasındaki uyumun ayrıntılı bir değerlendirmesini ve sınıflar arasında yanlış sınıflamanın nasıl gerçekleştiği hakkında bilgi sağlar (Li ve ark., 2013). Bu çalışmada, Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+ ve Landsat-8 OLI verileri için uygulanan sınıflandırma tekniğinin sonuçlarını değerlendirmek için karşılık matrisi kullanıldı. Genel doğruluk değerlendirmesi ve Kappa katsayısının sonucu Çizelge 5.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1. Landsat görüntüleri için elde edilen genel doğruluk, kullanıcı doğruluğu, üretici doğruluğu ve Kappa katsayısı değerleri

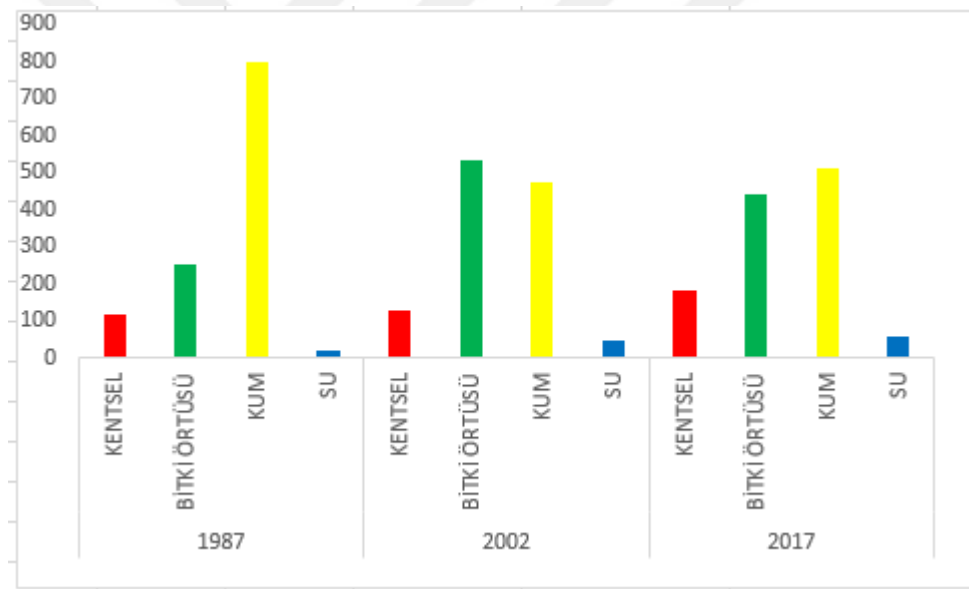
Sınıflar	1987		2002		2017	
	Üreticinin doğruluğu%	Kullanıcının doğruluğu%	Üreticinin doğruluğu%	Kullanıcının doğruluğu %	Üreticinin doğruluğu%	Kullanıcının doğruluğu %
Kentsel	59.83	88.61	49.66	84.88	100	95.53
Bitki örtüsü	95.12	95.12	81.27	84.44	70.43	97.76
Kumsal	98.52	91.08	92.13	92.13	100	87.71
Su	80.85	92.68	85.31	53.85	92.39	98.84
Genel doğruluk	%92.2405		%89.2408		%92.3077	
Kappa katsayısı	0.8691		0.7477		0.8867	

5.3. Değişim Tespitinin Sonuçları

Değişim tespiti sonucu iki şekilde gösterilecektir; kısa ve uzun vadeli değişim tespit analizi. Genel olarak, Şekil 5.8 ve Şekil 5.9, sırasıyla üç dönem için çalışma alanının yüzdesini ve arazi örtüsünün sınıf alanlarını göstermektedir.



Şekil 5.8. Çalışma alanı arazi örtüsü sınıflarının yüzde olarak ifadesi [%].

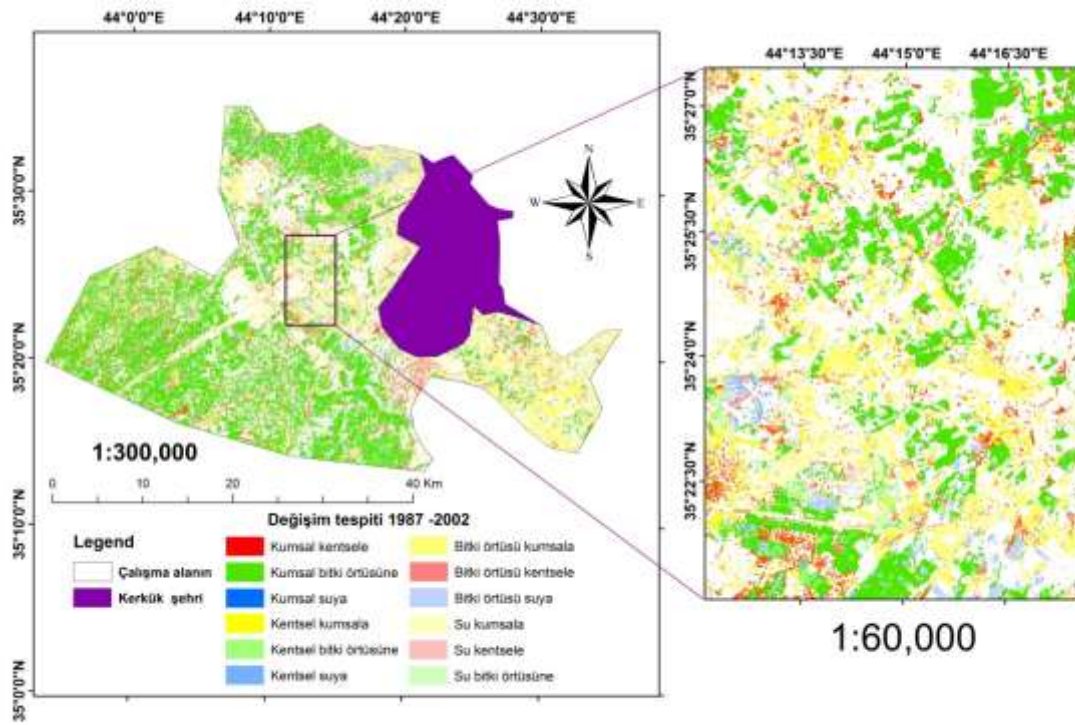


Şekil 5.9. Çalışma alanının arazi örtüsü sınıf alanlarını üç dönemde göstermektedir [km²].

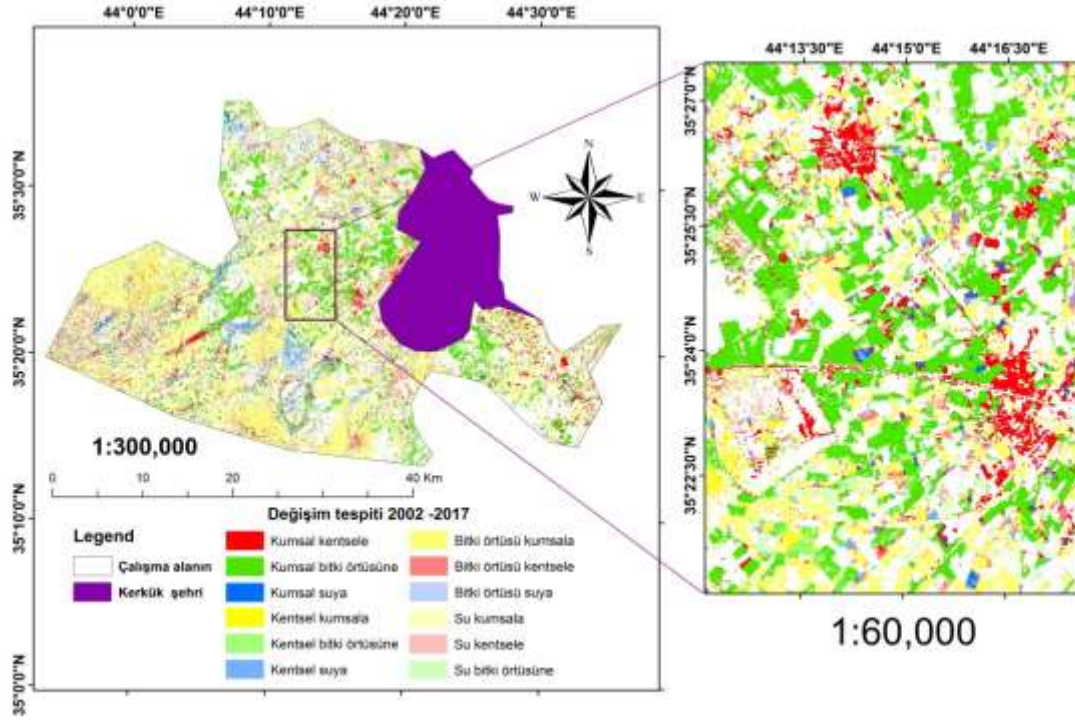
5.3.1. Kısa Zaman Aralıklı Değişim Tespit Analizi

Kısa vadeli değişim tespiti iki zaman aralığını içermektedir. Bunların 1987-2002 ve 2002-2017 tarihleri arasındadır. Belirtilen dönemde meydana gelen değişiklikler Şekil 5.10 ve Şekil 2.11 ile Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3 teki detaylara göre tanımlanarak analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, analizden elde edilen sonuçlara dayanarak değişiklikler belirlenmiştir. 1987-2002 döneminde, kaydedilen değişiklikler kum sınıfındaki 797.481 km² 'den 475.7283 km² 'ye düşerek çoğunlukla bitki örtüsü ve su

alanlarına dönüşmüştür. Kumun bu azalması, o dönemde devlet tarafından desteklenen sulamanın gelişmesine bağlıdır. 2002-2017 döneminde bu kumsal alan net değişiklik olarak 33.57 km² civarında belirgin bir artma izlemiştir. Kent sınıfı, 1987-2002 döneminde gözle görülür bir şekilde 13.5459 artmış, ikinci dönemde ise 129.6792 km² den 179.3052 km² ye ve yükselmiştir. Buna karşılık, su sınıfı birinci ve ikinci dönemde 25.2522 km², 10.49 km² artmış; özellikle göllerin su içeriği, yağışlardaki değişimler ve balık çiftliklerin artması etkili olmuştur. 1987-2002 döneminde kumun yaklaşık -321.753 km² ini ekili alanlara dönüştürmek için kullanılan sulama sistemlerinin gelişimi nedeniyle bitki örtüsü 282.9528 km² artmıştır. Buna karşılık, 2002-2017 döneminde, bitki örtüsü alanında tarımın ihmal ve tarımsal ürünlerin ithalatına bağımlı olmasının yanı sıra yağış miktarının azalması nedeniyle -93.69 km² civarında bir düşüş yaşanmıştır.



Şekil 5.10. 1987-2002 dönemi arasında arazi örtüsü/ kullanımı üzerindeki değişim tespiti



Şekil 5.11. 2002-2017 dönemi arasında arazi örtüsü/ kullanımı üzerindeki değişim tespiti

Çizelge 5.2. 1987-2002 yılları arasındaki değişimleri ifade eden karşılık matrisi

Sınıflar	1987				Sınıf toplamı Alan km ²
	Kentsel Alan km ²	Bitki örtüsü Alan km ²	kumsal Alan km ²	Su Alan km ²	
2002 Kentsel	42.254	20.542	63.963	2.917	129.679
Bitki örtüsü	32.39	127.71	367.191	5.308	532.601
Kumsal	35.739	89.526	342.687	7.773	475.728
Su	5.749	11.866	23.635	3.629	44.881
Sınıf Toplamı	116.133	249.648	797.481	19.629	1182.88

Çizelge 5.3. 2002-2017 yılları arasındaki değişimleri ifade eden karşılık matrisi

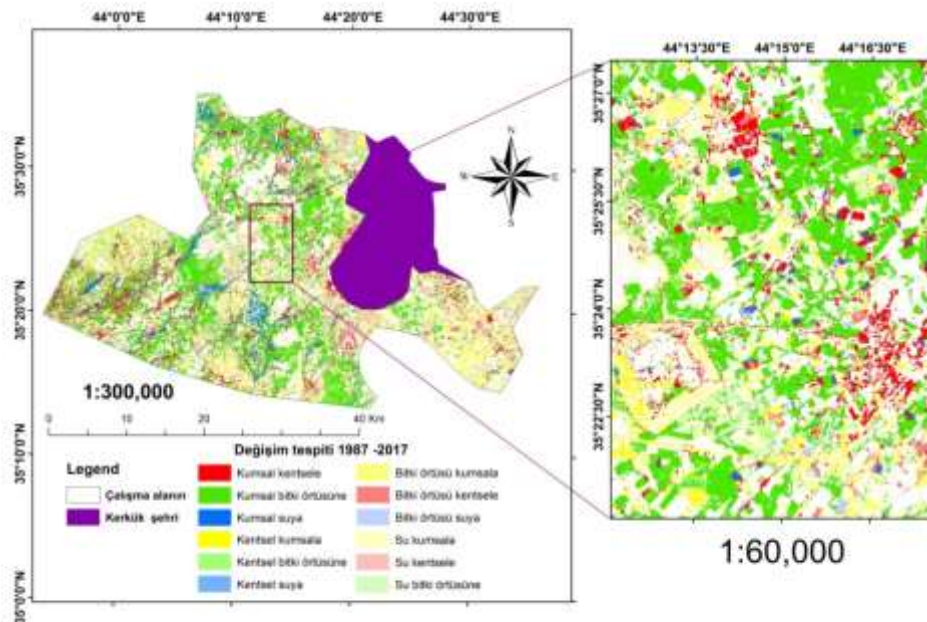
Sınıflar	2002				Sınıf toplamı Alan km ²
	Kentsel Alan km ²	Bitki örtüsü Alan km ²	Kumsal Alan km ²	Su Alan km ²	
2017 Kentsel	51.721	66.826	52.294	8.462	179.305
Bitki örtüsü	28.089	249.964	144.792	16.065	438.912
Kumsal	45.36	183.373	270.895	9.667	509.297
Su	4.506	32.435	7.739	10.685	55.366
Sınıf toplamı	129.679	532.601	475.728	44.881	1182.88

Bu çizelgedeki değerleri şu şekilde ifade edebiliriz. Kentsel alanın toplamı 2002 yılında 129.679 km² dir. 2017 yılına kadar geçen süre içerisinde bu alanın 4.506 km²

su, 45.36 km² kumsal, 28.089 km² bitki örtüsü alanına dönüşmüş ve 51.721 km² kentsel alan olarak kalmıştır. Diğer taraftan bu zaman periyodu içerisinde 2002 yılında bitki örtüsü olan alanın 66.826 km² si, kumsal alanın 52.294 km² si ve su alanın 8.462 km² si kentdel alana dönüşmüştür. Bu değişimlerle birlikte 2017 yılına gelindiğinde toplam kentsel alan 438.912 km² olmuştur. Diğer arazi örtülerinde 2002-2017 ve 1987-2002 yılları arasında oluşan değişimler benzer şekilde tablodaki değerlerden yorumlanabilir.

5.3.2. Uzun Zaman Aralıklı Değişim Tespit Analizi

Bu bölümde, çalışma alanı üzerindeki uzun süreli değişimin anlaşılması için 30 yıllık süre incelenmiştir. Şekil 5.12 ve Çizelge 5.4 analiz edildiğinde çalışma alanında önemli değişiklikler meydana geldiği görülmektedir. Bu değişimler arasında, kum, diğer sınıflarla karşılaştırıldığında -288.18 km² olan net değişimle birlikte azalmıştır. Sadece bununla sınırlı olmamak üzere bu değişim, yağışların artması, iklim değişiklikleri ve tarım alanlarının değişmesiyle ilişkilendirilebilir. Bu 30 yıllık zaman dilimi içerisinde nüfus ve göç artış nedeniyle kentsel alan 63.17 km² artmıştır. Buna karşılık, su ve bitki örtüsü sınıfları bu 30 yıllık dönemde artmıştır. Bitki örtüsünün 249.6483 km² den 438.9147 km² ye yükselmiştir. Buna karşılık kumsal alan -288,18 km² azalma kaydetmiştir. Bunun yanında, su 19.629 km²'den 55.3662 km² 'ye yükselmiştir.



Şekil 5.12. 1987-2017 dönemi arasında arazi örtüsü/ kullanımı üzerindeki değişim tespiti

Çizelge 5.4. 1987-2017 yılları arasındaki değişimleri ifade eden karşılık matrisi

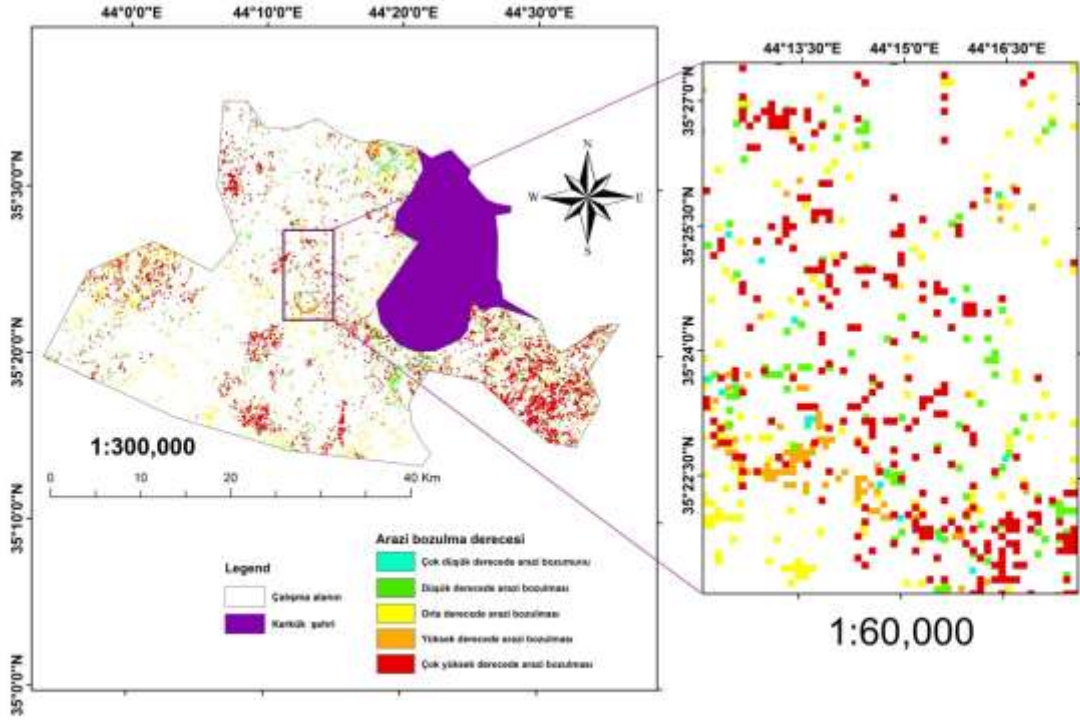
	Sınıf	1987				Sınıf toplamı
		Kentsel	Bitki örtüsü	Kumsal	Su	
		Alan km ²	Alan km ²	Alan km ²	Alan km ²	Alan km ²
2017	Kentsel	44.826	32.249	98.6175	3.612	179.306
	Bitki örtüsü	24.43	103.934	303.8364	6.713	438.914
	Kumsal	42.358	101.26	359.0001	6.678	509.298
	Su	4.518	12.20	36.0234	2.624	55.366
	Sınıf toplamı	116.133	249.648	797.481	19.629	1182.88

5.4 Arazi Bozulumu Sonucu

Herhangi bir stratejik destek için uygun arazi kullanım planlaması gereklidir. Arazi örtüsü dönüşümlerinin ve bunların çevresel bozulma üzerindeki etkilerinin incelenmesi gelecekteki planlama için temel kavramdır.

Bu çalışmanın amacı arazi örtüsündeki değişimleri ve çevresel bozulmayı tespit etmektir. Bu çalışma, Kerkük kentinde arazi örtüsü ve çevresel değişiklikler üzerindeki kantitatif ve kalitatif değerlendirmeleri sağlamıştır.

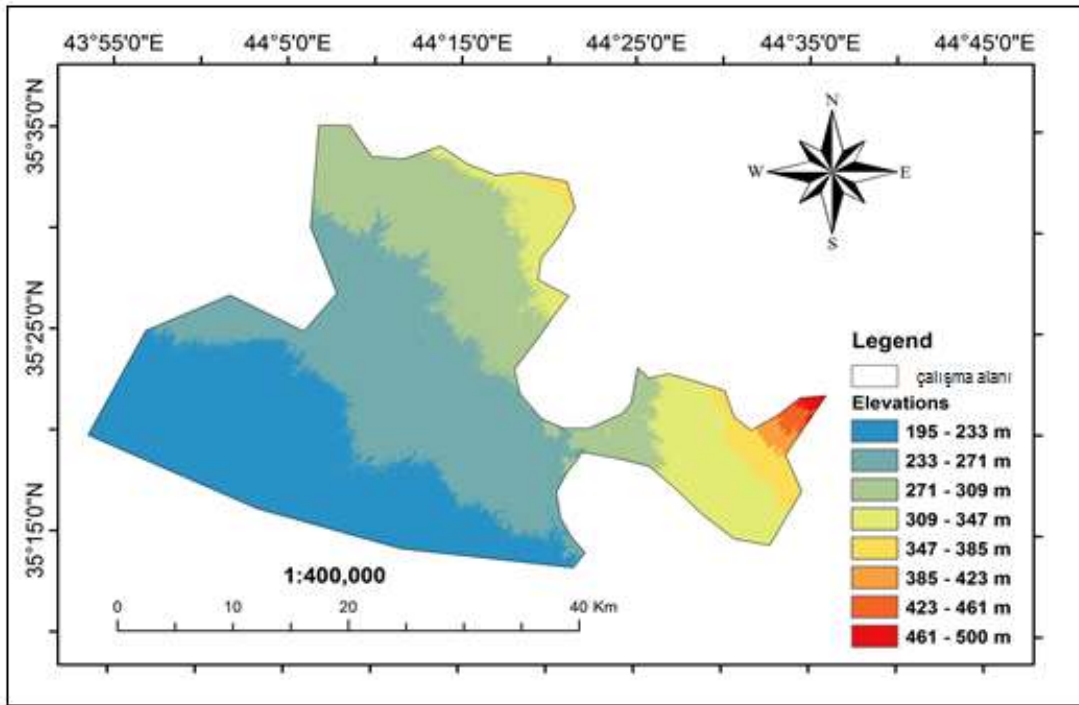
Kullanılabilir uzaktan algılanan veriler ve GIS modellemesi, çalışma alanındaki çevresel bozulma seviyelerini gösteren tematik haritalar, şehirdeki çevrenin ve yaşamın kalitesinin gelecekteki planlama ve iyileştirilmesinde yararlı olabilir. Daha ayrıntılı veri ve bilgiler kullanılarak, arazi dönüşümlerine ve çevresel bozulmalara katkıda bulunan faktörler sıralanabilir. Bu nedenle, çevresel bozulma konusunda üst düzey yönetimlerle hızlı kararlar alınabilir. Bu araştırmanın sonuçları, Kerkük kentinin, bölgedeki iklim koşullarındaki bozulmanın artması ve nüfus sayısının artması nedeniyle gelecekte çevresel olarak daha fazla bozulma ile karşı karşıya kalacağını göstermiştir. Şekil 5.13 de (1987-2017) yılları arasındaki çalışma alanındaki arazi bozulma derecesi gösterilmiştir.



Şekil 5.13. 1987-2017 yılları arasında arazi örtüsü değişimi derecesi.

5.5. Sayısal Yükseklik Modeli

Sayısal yükseklik modelleri bir koordinat sistemine dayalı olarak yatayda belirli aralıklı noktaların yüksekliklerinin ifade edilmesi olarak tanımlanabilir. Gridler düzgün aralıktır. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), 30 m uzamsal çözünürlüğe sahip ücretsiz USGS Web sitesinden indirildi (<http://glovis.usgs.gov>). SYM, arazi örtüsü değişiminin topoğrafya değişimi ile olan etkisi belirlemek için oluşturulmuştur. SYM ArcMap GIS kullanılarak hazırlanmıştır. Şekil 5.14 sayısal yükseklik modelini göstermektedir.



Şekil 5.14. Dijital yükseklik haritası

6. TARTIŞMA

Bu çalışmada 1987, 2002 ve 2017 yıllarına ait Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+ve Landsat-8 OLI uydu görüntülerinden yararlanarak çalışma bölgesinde arazi örtüsü sınıflarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Sınıflandırma işleminden önce uydu görüntülerinin geliştirilmesi önemlidir. Histogram eşitleme, görüntüleri geliştirmek için çok yaygın bir tekniktir. Renk değerleri düzgün dağılımlı olmayan görüntüler için histogram eşitleme ve doğrusal kontrast artırma metotları kullanıldı. Bu çalışmada, kum, kentsel, su kütleleri ve bitki örtüsünü çıkarmak için hem spektral, hem de mekânsal öznitelikler kullanılarak farklı yöntemler ortaya konmuştur. Ayrıca, sınıflandırma ile elde edilen sonuçlara göre değişim tespiti analizi yapılmıştır. Irak'ın Kerkük şehrinin 1987, 2002 ve 2017 yıllarına ait Landsat görüntüleri elde edildi ve piksel odaklı maksimum olabilirlik (ML) sınıflandırıcısı kullanılarak sınıflandırıldı. Maksimum olabilirlik yöntemi kullanarak kontrollü sınıflandırmada %92.3077 genel doğruluk ve 0.8867 kappa katsayısı ile yüksek doğruluk vermiştir.

1987'den önce, bölge önemli ölçüde istikrarlıydı. Daha sonra iklim koşullarındaki değişiklikler ve yaşanan savaş sonucu, bu bölgenin toprak örtüsünü etkilenerek arazi bozulmasının ve çolleşmenin artmasına neden olmuştur.

Bu çalışmanın amacı arazi örtüsündeki değişimleri, çevresel bozulmaları ve çolleşmeyi tespit etmeyi amaçlamıştır. Genel olarak, nüfus artışı, kentleşme oranı, bitki örtüsü, su kütleleri ve sürüklenen kum gibi çalışma alanındaki çevresel bozulmaya yol açan beş kritik faktör belirlenmiştir. Bu çalışmada, Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu ağırlıklı doğrusal kombinasyon, ağırlıklı kriterlerin toplamını hesaplamak için kullanılır. Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme yöntemini uygulamak için, ikili karşılaştırma olarak bilinen bir analitik hiyerarşi işlemi kullanılır. CBS kullanarak arazi örtüsündeki değişimler ve çevresel bozulma değerlendirmesi tematik haritaları üretildi. Kriterlerin ağırlıklarını tahmin etmek için Analitik hiyerarşi Süreci (AHP) olarak bilinen ikili karşılaştırma yöntemi kullanıldı. CBS' de çok kriterli karar analizi, uzamsal verileri bir araya getirme ve kararlara dönüştürme süreci olarak görülmektedir. Çevresel bozulmanın analizine dayanarak çalışma alanında 2002 yılından sonra bitki örtüsü alanlardaki azalma, doğal çevrenin kalitesinin bozulmasına yol açmıştır. 1987 ile 2017 yılları arasını kapsayan 30 yıllık süre zarfında, çalışma alanının arazi örtüsünde önemli değişiklikler meydana geldiği görülmüştür. Bu değişimlerin arasında bitki örtüsü 1987-2002 yılları arasında 282.952 km² artış kaydetti. Bitki örtüsü alanın toplamı 1987

yılında 249.6483 km² dir. 2002 yılına kadar geçen süre içerisinde bu alanın 11.866 km² su, 89.526 km² kumsal, 20.542 km² kentsel alanına dönüşmüş ve 127.7109 km² bitki örtüsü alan olarak kalmıştır. Diğer taraftan bu zaman periyodu içerisinde 1987 yılında kentsel olan alanın 32.39 km² si, kumsal alanın 367.191 km² si ve su alanın 5.308 km² si bitki örtüsü alana dönüşmüştür. Bu değişimlerle birlikte 2002 yılına gelindiğinde toplam bitki örtüsü alan 532.601 km² olmuştur. Bitki örtüsündeki 1987-2002 yılları arasındaki bu artışın devletin çiftçilere destek sağlaması ve iklim durumuyla ilgilidir.

Bitki örtüsü 2002-2017 yılları arasında 93.69 km² azalma kaydetti. Bu zaman periyodu içerisinde devletin çiftçilere verdiği desteğin azalması, savaş, ve iklim değişimleri bitki örtüsünün azalmasına yol açtı. Bitki örtüsü alanının toplamı 2002 yılında 532.601 km² dir. 2017 yılına kadar geçen süre içerisinde bu alanın 32.435 km² su, 183.373 km² kumsal, 66.826 km² kentsel alanına dönüşmüş ve 249.964 km² bitki örtüsü alan olarak kalmıştır. Diğer taraftan bu zaman periyodu içerisinde 2002 yılında kentsel olan alanın 66.826 km² si, kumsal alanın 183.373 km² si ve su alanın 32.435 km² si bitki örtüsü alana dönüşmüştür. Bu değişimlerle birlikte 2017 yılına gelindiğinde toplam bitki örtüsü alan 438.912 km² olmuştur.

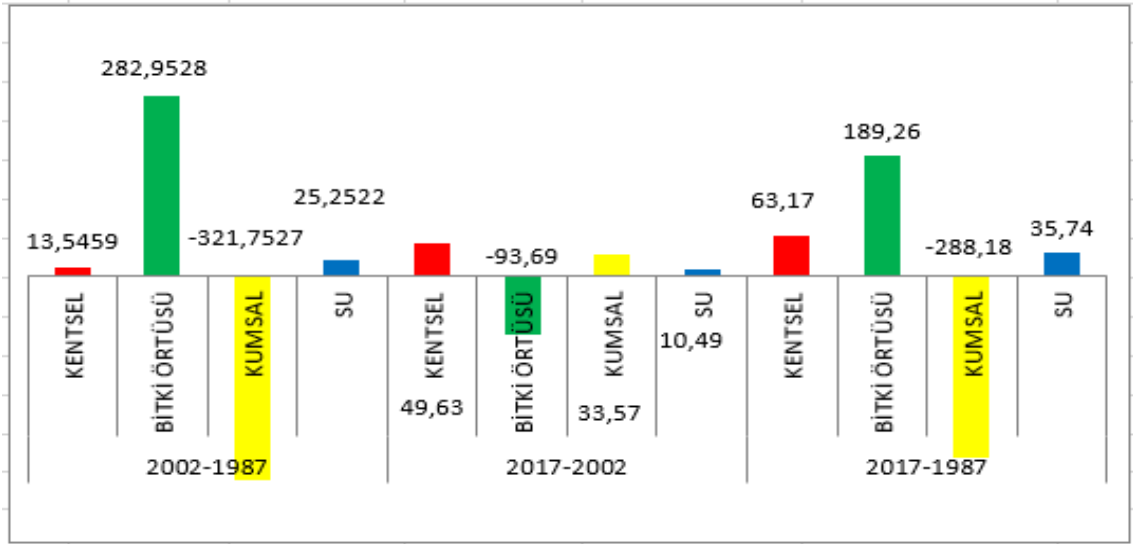
1987-2002 döneminde, kaydedilen değişiklikler kum sınıfındaki 797.481 km² 'den 475.7283 km² 'ye düşerek çoğunlukla bitki örtüsü ve kentsel alanlarına dönüşmüştür. Kumun bu azalması, o dönemde devlet tarafından desteklenen sulamanın gelişmesine bağlıdır. Bunun yanı sıra 2002-2017 yılları arası kumsal alanda 33.57 km² artış kaydedildi. Kumsal alanının toplamı 2002 yılında 475.728 km² dir. 2017 yılına kadar geçen süre içerisinde bu alanın 7.739 km² su, 144.792 km² bitki örtüsü, 52.294 km² kentsel alanına dönüşmüş ve 270.895 km² kumsal alan olarak kalmıştır. Diğer taraftan bu zaman periyodu içerisinde 2002 yılında kentsel olan alanın 45.36 km² si, bitki örtüsü alanın 183.373 km² si ve su alanın 9.667 km² si bitki örtüsü alana dönüşmüştür. Bu değişimlerle birlikte 2017 yılına gelindiğinde toplam bitki örtüsü alan 509.297 km² olmuştur.

Su alanında 30 yıllık süreçte 19.629 km²'den 55.3662 km²'ye yükselmiştir. Su alanının toplamı 1987 yılında 19.629 km² dir. 2017 yılına kadar geçen süre içerisinde bu alanın 3.612 km² kentsel, 6.713 km² bitki örtüsü, 6.678 km² kumsal alanına dönüşmüş ve 2.624 km² su alan olarak kalmıştır. Diğer taraftan bu zaman periyodu içerisinde 1987 yılında kentsel olan alanın 4.518 km² si, bitki örtüsü alanın 12.20 km² si ve kumsal alanın 36.023 km² si su alana dönüşmüştür. Bu değişimlerle birlikte 2017 yılına gelindiğinde toplam su alanı 55.366 km² olmuştur. Bunun nedenleri araştırmalara göre

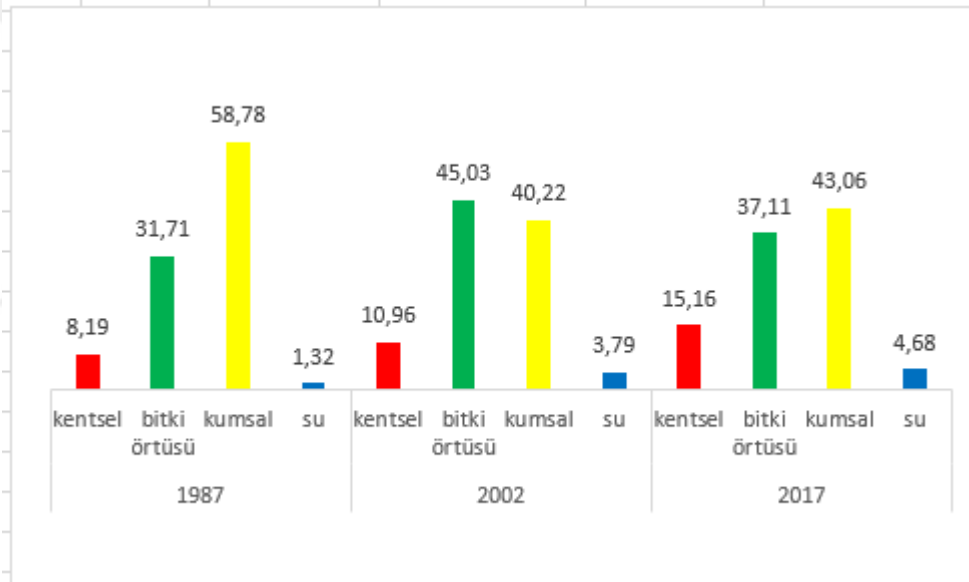
kerkük şehrinde sadece 41 adet resmi balık yetiştirme akvaryum vardır, buna karşılık 400 adeteden fazla ruhsatsız balık yetiştirme akvaryumları mevcut buda arazi örtüsündeki sulak araziye etkilemektedir. Bu 30 yıllık zaman dilimi içerisinde nüfus ve göç artış nedeniyle kentsel alan 63.17 km^2 artmıştır. Bu zaman periyodu içerisinde 1987 yılında kumsal olan alanın 98.6175 km^2 si, bitki örtüsü alanın 32.249 km^2 si ve su alanın 3.612 km^2 si su alana dönüşmüştür. Bu değişimlerle birlikte 2017 yılına gelindiğinde toplam kentsel alanı 179.306 km^2 olmuştur. Arazi örtüsündeki bu değişim Şekil 6.1 verilmiştir. 1987,2002 ve 2017 de arazi örtüsü sınıfının yüzdesi aşağıdaki 6.2 Tabloda verilmiştir.

Arazi topoğrafyası ve arazi örtüsünün değişimi arasındaki ilişkiyi tanımlamak için sayısal yükseklik modeli uygulandı. Dijital yükseklik modelini kullanarak, arazi örtüsündeki eğimleri, toprak ve arazi erozyon sürecinin veya doğal bitki örtüsünün dağılımının belirlemek mümkündür. Pek çok önemli topografik özellik sayısal yükseklik modeli kullanarak türetilir ve bu özelliklerden biri arazi örtüsünün eğimini belirlemek. Eğimli bölgelerde, yerçekimi suyun eğimli bölgenin aşağısına doğru hareketini katkıda bulunur ve buda toprak erizyonuna yol açar. Ayrıca eğimli bölgelerin yüksek noktaları diğer noktalarla karşılaştırdığımızda güneş ve rüzgar etkisine daha çok maruz kalıyor. Bu etki o bölgedeki arazi örtüsünü etkilemektedir. SYM, arazi örtüsü değişiminin topoğrafya değişimi ile olan etkisi belirlemek için oluşturulmuştur. SYM haritası bölgede meydana gelen değişimler hakkında bilgi verebilir. Bu araştırmada arazi örtüsündeki değişim tespiti sayısal yükseklik modeliyle ilişkilendirdiğimiz zaman en çok arazi değişimi ve bozulması yüksek bölgelerde gerçekleşmiş.

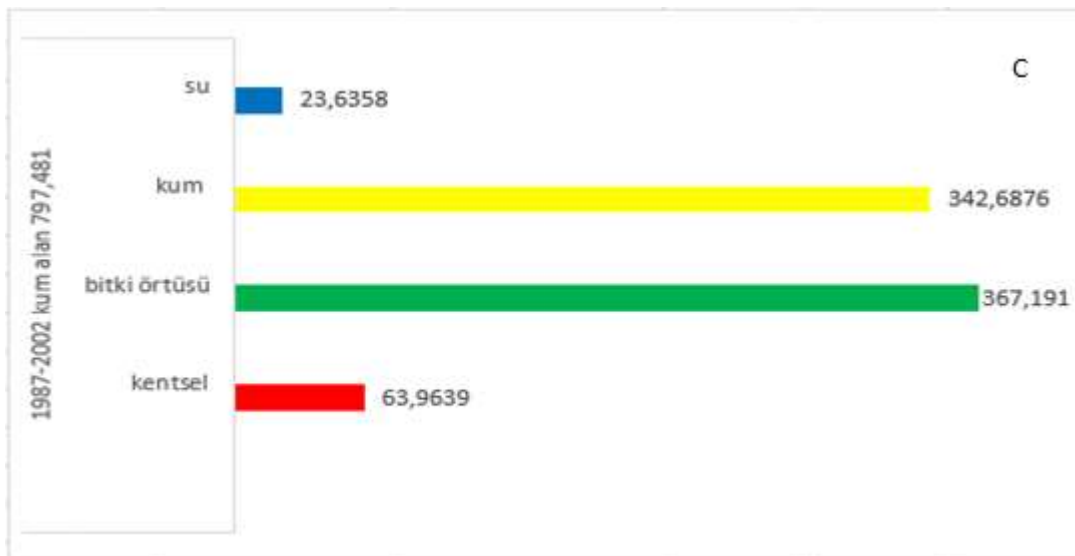
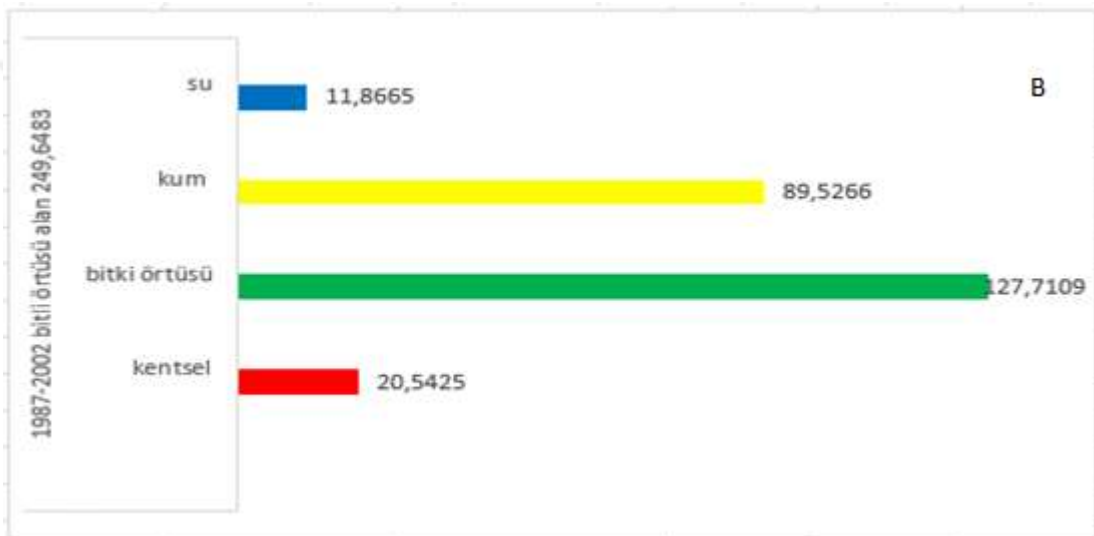
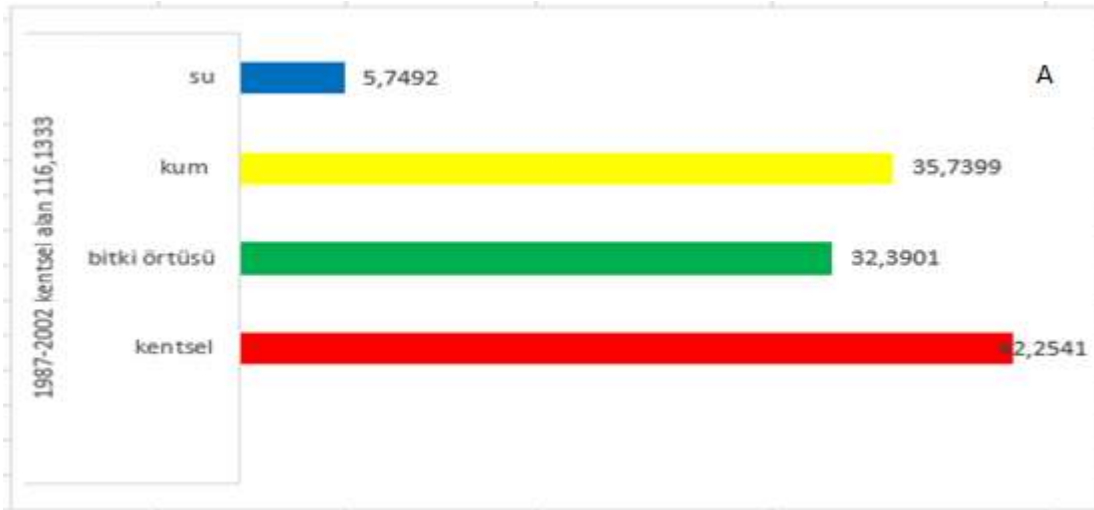
Arazi örtüsü sınıflarındaki değişimi her üç zaman periyodunda aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Şekil 6.2 , Şekil 6.3, Şekil 6.4 (a,b,c,d) bu üç zaman dilimindeki değişimlerin miktarını göstermektedir.

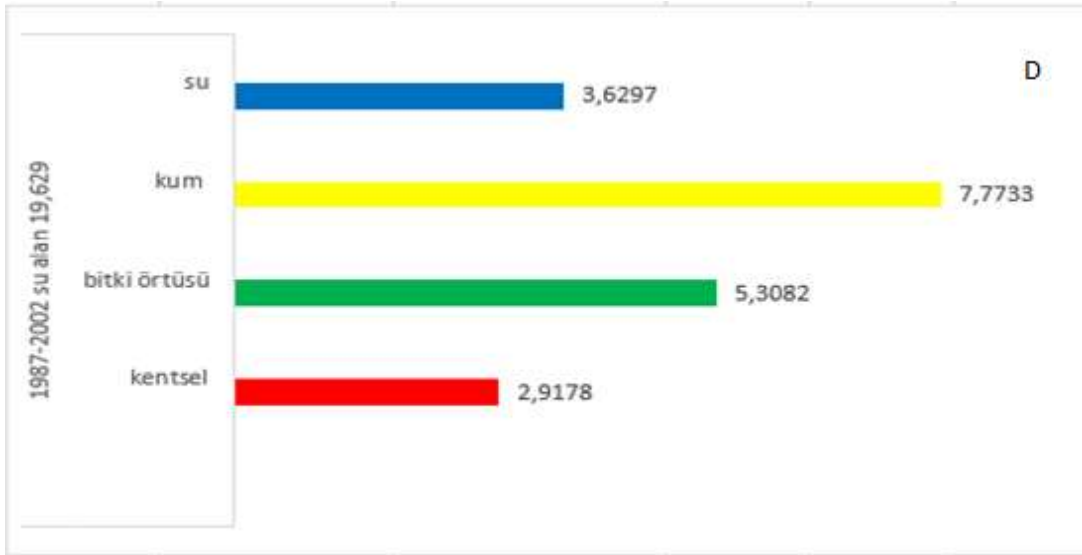


Şekil.6.1. Arazi örtüsü sınıflandırındaki azalma ve artma miktarları [km²]

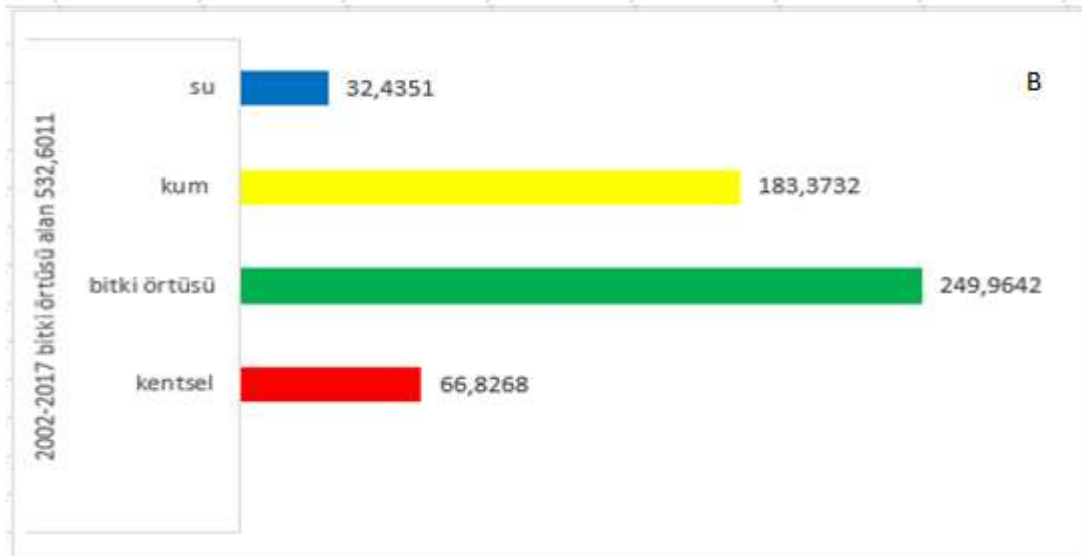
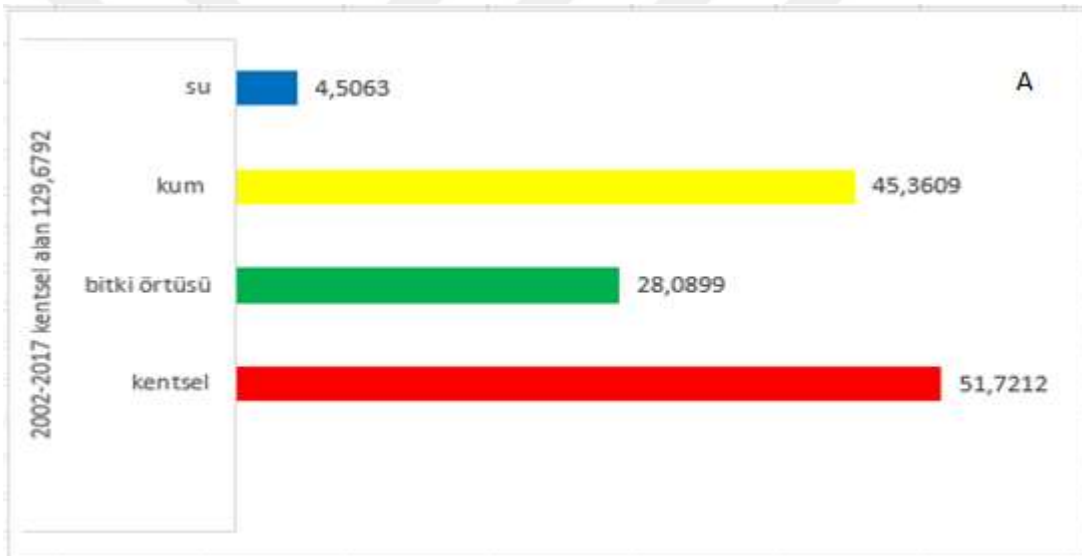


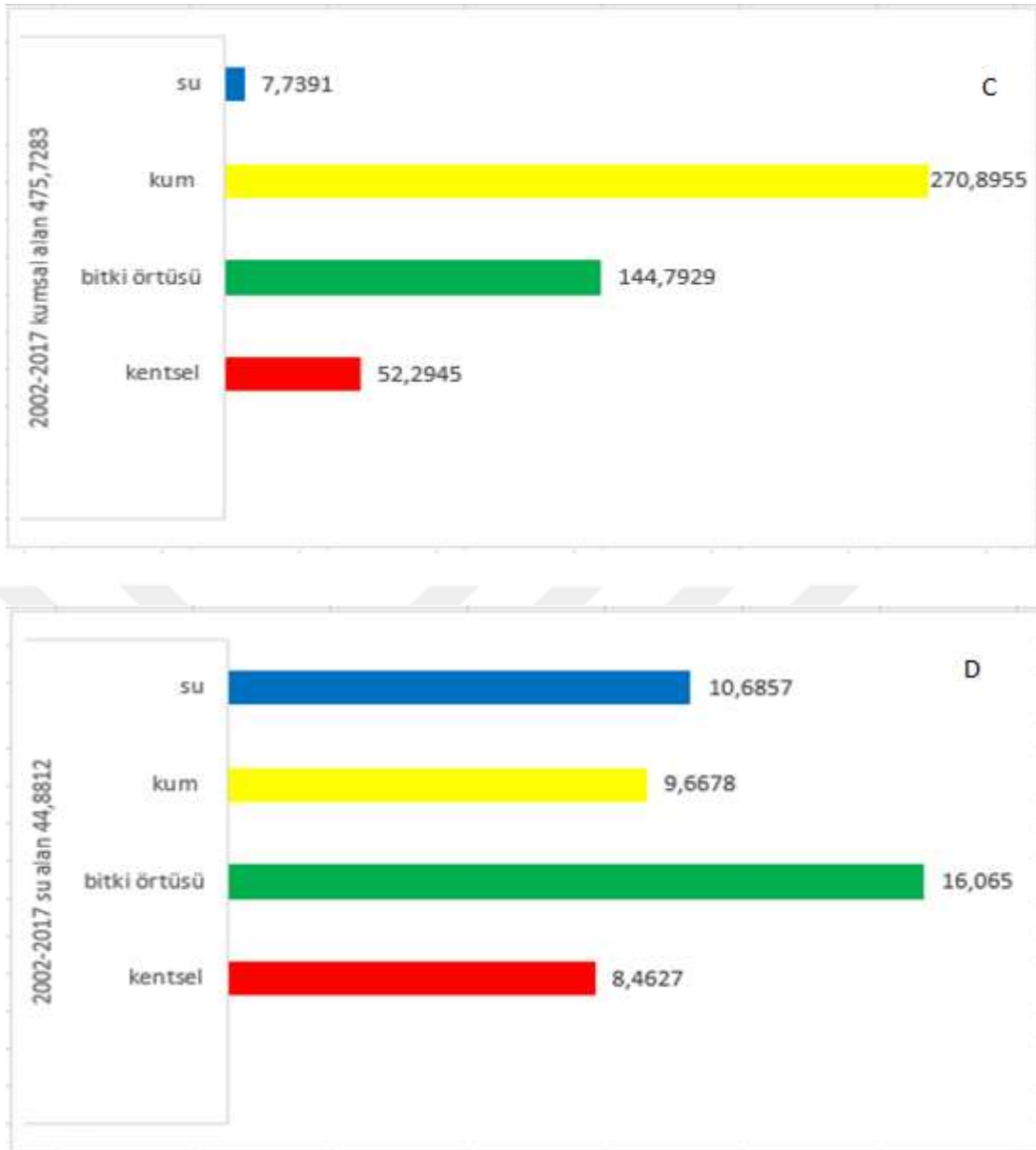
Şekil 6. 2. 1987,2002 ve 2017 de arazi örtüsü sınıfının yüzdesi [%]



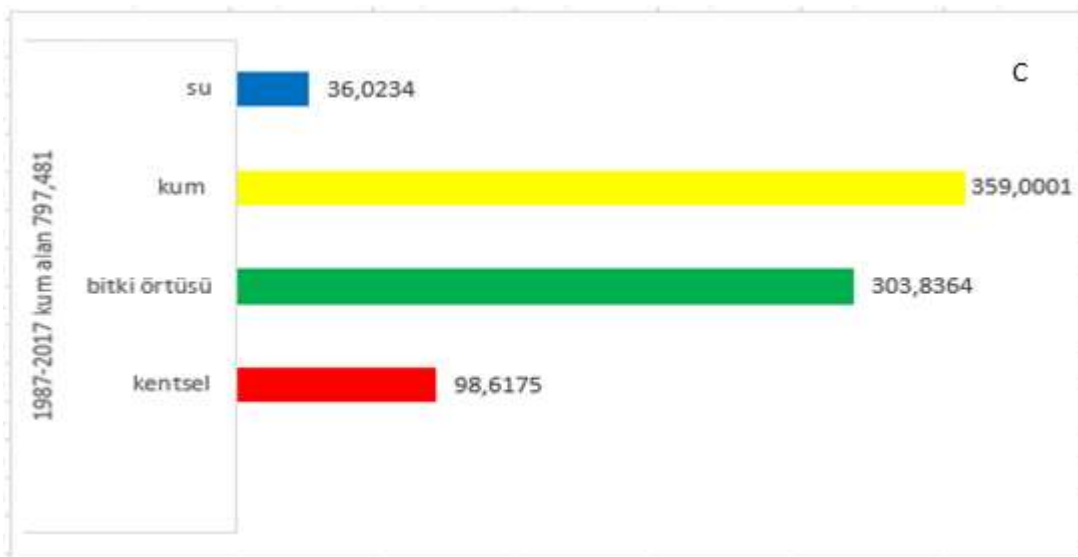
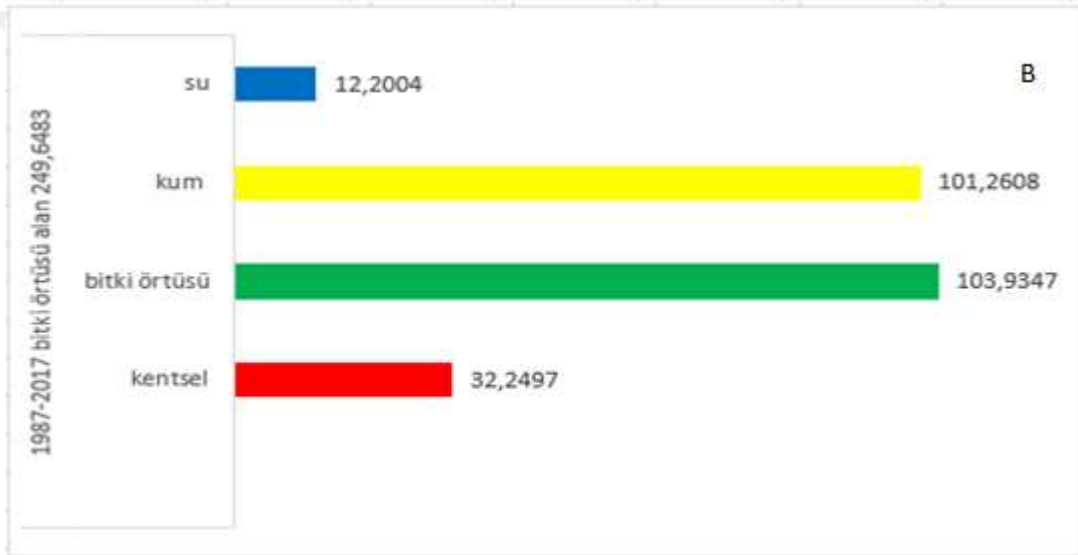
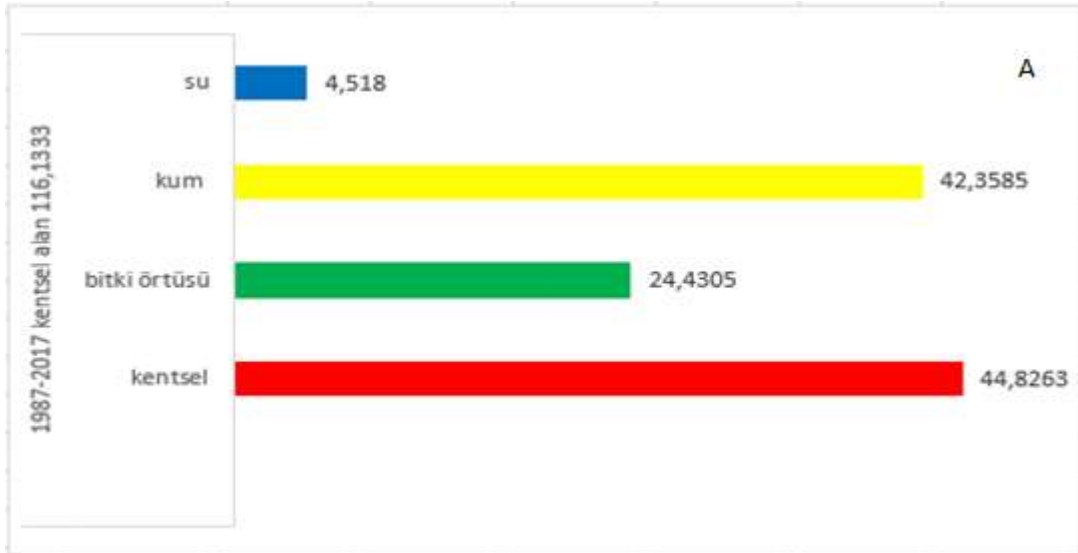


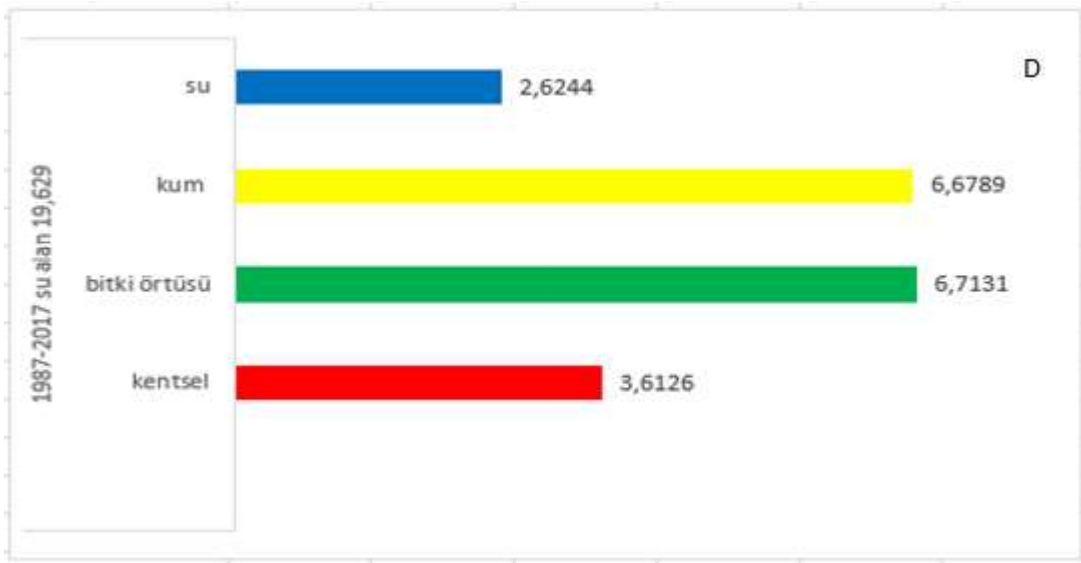
Şekil 6. 2. (A,B,C,D) 1987-2002 arazi örtüsü sınıflarındaki değişim [km²]





Şekil 6. 3. (A,B,C,D) 2002-2017 arazi örtüsü sınıflarındaki değişim [km²]





Şekil 6. 4. (A,B,C,D) 1987-2017 arazi örtüsü sınıflarındaki değişim [km²]

7. SONUÇ

Bu çalışmada Kerkük şehrini çevreleyen 1182.88 km² bir alandaki arazi örtüsü değişimleri incelenmiştir. Değişim tespit analizi sonuçlarına bakıldığında, arazi örtüsü sınıflarındaki değişikliklerin, özellikle çevresel bozulma ile sonuçlandığı tespit edilmiştir. 1987'den 2017'ye kadar olan zaman zarfında oluşan arazi örtüsü bozulma derecesini izlemek için, 30m yersel çözünürlüğe sahip Landsat görüntüleri kullanılmıştır. Arazi örtüsü sınıflandırmada maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Arazi örtüsündeki değişikliklerin miktarının hesaplanması ENVI programı tarafından sağlanan değişiklik tespit analizi (Değişim Tespit İstatistikleri) ile sağlanmıştır. Arazi örtüsünde meydana gelen değişikliklerin temel nedenleri askeri operasyonlar, iklim koşullarındaki değişimler ve marjinal tarım gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak daha iyi sınıflandırma sonuçları elde edebiliriz. ArcMap GIS ile yapılacak olan manuel düzeltmeler, sınıflandırmadaki hata oranını düşürür, ancak bunun uygulanması uzun zaman alacaktır. Arazi bozulmasını tespit etmek için AHP FUZZY gibi başka yöntemler de kullanılabilir. Bunun yanında, daha iyi sonuçlar elde etmek için, farklı yöntemlerin birlikte kullanılması da düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Adger, W. N., Benjaminsen, T. A., Brown, K. ve Svarstad, H., 2001, Advancing a political ecology of global environmental discourses, *Development and change*, 32 (4), 681-715.
- Afana, A., 2013, Effect of Topographic Landforms on Vegetation Cover Density in Arid Landscape of the SE of Spain.
- Ahmad, F., 2012, A review of remote sensing data change detection: Comparison of Faisalabad and Multan Districts, Punjab Province, Pakistan, *Journal of Geography and Regional Planning*, 5 (9), 236-251.
- Aiazzi, B., Baronti, S. ve Selva, M., 2007, Improving component substitution pansharpening through multivariate regression of MS \times \times Pan data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45 (10), 3230-3239.
- Anderson, J. R., 1976, A land use and land cover classification system for use with remote sensor data, US Government Printing Office, p.
- Arzandeh, S. ve Wang, J., 2003, Monitoring the change of Phragmites distribution using satellite data, *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29 (1), 24-35.
- Asner, G. P., 2014, Satellites and psychology for improved forest monitoring, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (2), 567-568.
- Boer, M. M., 1999, Assessment of dryland degradation: linking theory and practice through site water balance modelling, Not Avail, p.
- Burnett, C. ve Blaschke, T., 2003, A multi-scale segmentation/object relationship modelling methodology for landscape analysis, *Ecological modelling*, 168 (3), 233-249.
- Congalton, R. G., 1991, A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data, *Remote sensing of environment*, 37 (1), 35-46.
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B. ve Lambin, E., 2004, Review Article Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review, *International journal of remote sensing*, 25 (9), 1565-1596.
- Coppin, P. R. ve Bauer, M. E., 1996, Digital change detection in forest ecosystems with remote sensing imagery, *Remote sensing reviews*, 13 (3-4), 207-234.
- Corner, R. J., Dewan, A. M. ve Chakma, S., 2014, Monitoring and prediction of land-use and land-cover (LULC) change, In: Dhaka megacity, Eds: Springer, p. 75-97.
- D'Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, K. F., Ravi, S. ve Runyan, C. W., 2013, Global desertification: drivers and feedbacks, *Advances in Water Resources*, 51, 326-344.
- Dauber, J., Brown, C., Fernando, A. L., Finnan, J., Krasuska, E., Ponitka, J., Styles, D., Thrän, D., Van Groenigen, K. J. ve Weih, M., 2012, Bioenergy from "surplus" land: environmental and socio-economic implications, *BioRisk*, 7, 5.
- Dewidar, K. M., 2004, Detection of land use/land cover changes for the northern part of the Nile delta (Burullus region), Egypt, *International journal of remote sensing*, 25 (20), 4079-4089.
- Drobne, S. ve Lisec, A., 2009, Multi-attribute decision analysis in GIS: weighted linear combination and ordered weighted averaging, *Informatica*, 33 (4).
- Ehlers, M., 1991, Multisensor image fusion techniques in remote sensing, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 46 (1), 19-30.
- Foody, G. M., 2002, Status of land cover classification accuracy assessment, *Remote sensing of environment*, 80 (1), 185-201.

- Foody, G. M. ve Mathur, A., 2004, A relative evaluation of multiclass image classification by support vector machines, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42 (6), 1335-1343.
- Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(4), 680.
- Girma, S. ve Görg, H., 2007, Evaluating the foreign ownership wage premium using a difference-in-differences matching approach, *Journal of International Economics*, 72 (1), 97-112.
- Grenier, Y. ve Rosier, J., 2004, Unsupervised classification techniques for multipitch estimation, *Audio Engineering Society Convention 116*.
- Griffiths, T. L., Chater, N., Kemp, C., Perfors, A. ve Tenenbaum, J. B., 2010, Probabilistic models of cognition: Exploring representations and inductive biases, *Trends in cognitive sciences*, 14 (8), 357-364.
- Guerra, L., McGarry, L. M., Robles, V., Bielza, C., Larrañaga, P. ve Yuste, R., 2011, Comparison between supervised and unsupervised classifications of neuronal cell types: a case study, *Developmental neurobiology*, 71 (1), 71-82.
- Hill, J., Megier, J. ve Mehl, W., 1995, Land degradation, soil erosion and desertification monitoring in Mediterranean ecosystems, *Remote sensing reviews*, 12 (1-2), 107-130.
- Hostert, P., Roder, A., Jarmer, T., Udelhoven, T. ve Hill, J., 2001, The potential of remote sensing and GIS for desertification monitoring and assessment, *Annals of Arid Zone*, 40 (2), 103-140.
- Huang, C., Davis, L., & Townshend, J. (2002). An assessment of support vector machines for land cover classification. *International Journal of Remote Sensing*, 23(4), 725-749.
- Jawak, S. D., Kulkarni, K. ve Luis, A. J., 2015, A review on extraction of lakes from remotely sensed optical satellite data with a special focus on cryospheric lakes, *Advances in Remote Sensing*, 4 (03), 196.
- Jensen, J. R., 1996, Introductory digital image processing prentice-hall, *Englewood Cliffs, NJ*.
- John R. Jensen. (2005). Introductory digital image processing: A remote sensing perspective Pearson College Division.
- Koc, C. K. ve Sunar, B., 1998, Low-complexity bit-parallel canonical and normal basis multipliers for a class of finite fields, *IEEE Transactions on Computers*, 47 (3), 353-356.
- Lean.G. 1995. Down to earth. A simplified guide to the convention to combat desertification, why it is necessary and what is important and different about it. Secretariat of UNCDD, ISBN 92-95043-11-1.
- Li, J., Yang, X., Jin, Y., Yang, Z., Huang, W., Zhao, L., Goa T., Yu H., Ma H., Qin, Z Xu B., 2013. Monitoring and analysis of grassland desertification dynamics using landsat images in ningxia, china. *Remote Sensing of Environment*, 138, 19-26.
- Lillo-Saavedra, M. ve Gonzalo, C., 2006, Spectral or spatial quality for fused satellite imagery? A trade-off solution using the wavelet à trous algorithm, *International journal of remote sensing*, 27 (7), 1453-1464.
- Liu, C., Frazier, P. ve Kumar, L., 2007, Comparative assessment of the measures of thematic classification accuracy, *Remote sensing of environment*, 107 (4), 606-616.

- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. ve Moran, E., 2004, Change detection techniques, *International journal of remote sensing*, 25 (12), 2365-2401.
- Lu, D. ve Weng, Q., 2004, Spectral mixture analysis of the urban landscape in Indianapolis with Landsat ETM+ imagery, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70 (9), 1053-1062.
- Lunetta, R. S. ve Lyon, J. G., 2004, Remote sensing and GIS accuracy assessment, CRC press, p.
- Manonmani, R. ve Suganya, G., 2010, Remote sensing and GIS application in change detection study in urban zone using multi temporal satellite, *International journal of Geomatics and Geosciences*, 1 (1), 60-65.
- Martinez-Beltran, J., 2005, Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem, *Managing saline soils and water: science, technology and social issues. Proceedings of the international salinity forum, Riverside, California, 2005*.
- Matinfar, H., Sarmadian, F., Alavi Panah, S. ve Heck, R., 2007, Comparisons of object-oriented and pixel-based classification of land use/land cover types based on Landsat7, Etm+ spectral bands (case study: arid region of Iran), *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 2 (4), 448-456.
- Maxwell, N., Proulx, I., Boulet-Thuotte, V., Cotnoir, L., Dupuis, V., Lacroix, M. ve Pelland, B., 2006, Report of the commissioner of the environment and sustainable development to the house of commons—adapting to the impacts of climate change, *Office of the Auditor General of Canada, Ottawa, Canada*.
- Mountrakis, G., Im, J. ve Ogole, C., 2011, Support vector machines in remote sensing: A review, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66 (3), 247-259.
- Nemmour, H. ve Chibani, Y., 2006, Multiple support vector machines for land cover change detection: An application for mapping urban extensions, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 61 (2), 125-133.
- Olofsson, P., Foody, G. M., Stehman, S. V., & Woodcock, C. E. (2013). Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment*, 129, 122-131.
- Reed, M. S. ve Stringer, L. C., 2016, Land degradation, desertification and climate change: anticipating, assessing and adapting to future change, Routledge, p.
- Pliening, T & Gaertner, M (2011). Harnessing degraded lands for biodiversity conservation. *Journal for Nature Conservation*, 19 (1), 18-23
- Puigdefábregas, J., Cueto, M., Domingo, F., Gutiérrez, L., Sánchez, G., & Solé, A. (1998). *Rambla honda, tabernas, almería, spain. Atlas of Mediterranean Environments in Europe. the Desertification Context.* John Wiley & Sons, Chichester, UK, , 110-112.
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of mathematical psychology*, 15 (3), 234-281.
- Shoba, V. M., Thacker, N. C., Bochat, A. J. ve Takacs, J. M., 2016, Synthesis of Chiral Tertiary Boronic Esters by Oxime-Directed Catalytic Asymmetric Hydroboration, *Angewandte Chemie International Edition*, 55 (4), 1465-1469.
- Sivakumar, M., 2007, Interactions between climate and desertification, *Agricultural and forest meteorology*, 142 (2-4), 143-155.
- Stehman, S. (1996). Estimating the kappa coefficient and its variance under stratified random sampling. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62(4), 401-407.

- Tardie, P. S. ve Congalton, R. G., 2002, A change detection analysis: Using remotely sensed data to assess the progression of development in Essex County, Massachusetts from 1990 to 2001, *ACSM/ASPRS annual conference*.
- Thapa, R. ve Murayama, Y., 2009, Examining spatiotemporal urbanization patterns in Kathmandu Valley, Nepal: Remote sensing and spatial metrics approaches, *Remote Sensing*, 1 (3), 534-556.
- Tso, B. ve Mather, P., 2009, M. "Classification Methods for Remotely Sensed Data", Chapter 2-3, Taylor and Francis Group, America.
- Tsunekawa, A., 2000, Methodologies of desertification monitoring and assessment, *Workshop of the Asia Regional Thematic Programme Network on Desertification Monitoring And Assessment (TPNI), June 2000, UNU, Tokyo, Japan*.
- Turner, R. E., & Spencer, M. M. (1972). Atmospheric model for correction of spacecraft data. *Remote Sensing of Environment*, VIII, , 1 895.
- Verstraete, M. ve Pinty, B., 1991, The potential contribution of satellite remote sensing to the understanding of arid lands processes, In: *Vegetation and climate interactions in semi-arid regions*, Eds: Springer, p. 59-72.
- Vogt, J., Safriel, U., Von Maltitz, G., Sokona, Y., Zougmore, R., Bastin, G. ve Hill, J., 2011, Monitoring and assessment of land degradation and desertification: towards new conceptual and integrated approaches, *Land degradation & development*, 22 (2), 150-165.
- Wang, X., Dong, Z., Zhang, J. ve Liu, L., 2004, Modern dust storms in China: an overview, *Journal of Arid Environments*, 58 (4), 559-574.
- Whitford, W. G., 2002, *Ecology of desert systems*, Elsevier, p.
- Wiegmann, K., Hennenberg, K. J. ve Fritsche, U. R., 2008, Degraded land and sustainable bioenergy feedstock production, *Joint international workshop on high nature value criteria and potential for sustainable use of degraded lands*.
- Xu, M. ve Wei, C., 2012, Remotely sensed image classification by complex network eigenvalue and connected degree, *Computational and mathematical methods in medicine*, 2012.
- Yang, C.-Y., Chen, Y.-S., Chiu, H.-F. ve Goggins, W. B., 2005, Effects of Asian dust storm events on daily stroke admissions in Taipei, Taiwan, *Environmental research*, 99 (1), 79-84.
- Yang, S., Zeng, L. ve Jiao, L., 2007, Fusion of multispectral and panchromatic images using improved GIHS and PCA mergers based on contourlet, *MIPPR 2007: Multispectral Image Processing*, 67871J.
- Yao, Z., Wang, T. ve Zhu, K., 2008, Land desertification remote sensing monitoring in 2000 in Alashan League, Inner Mongolia, *J Arid Land Resour Environ*, 22, 47-51.
- Zha, Y. ve Gao, J., 1997, Characteristics of desertification and its rehabilitation in China, *Journal of Arid Environments*, 37 (3), 419-432.
- Zhang, Z., Fan, Q., Pesic, V., Smit, H., Bochkov, A., Khaustov, A., Baker, A., Wohltmann, A., Wen, T. ve Amrine, J., 2011. Order Trombidiformes Reuter, 1909.
- Zhu, G. ve Blumberg, D. G., 2002, Classification using ASTER data and SVM algorithms;: The case study of Beer Sheva, Israel, *Remote sensing of environment*, 80 (2), 233-240.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : SUZAN ATTA BAKR
Uyruğu : IRAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Irak, kerkük 05/10/1994
Telefon : 05350651084
Faks :
E-Posta : Suzanatta70@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: ESMA BİNT EBİ BAKIR LİSESİ			
Üniversite	: NORTHERN TECHNICAL UNIVERSITY			
Yüksek Lisans	: TECHNICAL COLLEGE OF KIRKUK			
Doktora	: SELÇUK ÜNİVERSİTESİ			

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-----	-------	--------

UZMANLIK ALANI HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

YABANCI DİLLER ARAPÇA, İNGİLİZCE

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

LANDSAT IMAGERY AND GIS BASED EVALUATION AND MONITORING
DESERTIFICATION PROCESS SURROUNDING KIRKUK CITY IRAQ