



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UYDU GÖRÜNTÜLERİNDEN NESNE YÖNELİMLİ YÖNTEMLERLE ÖZELLİK ÇIKARIMI

Mehmet ÖZDEMİR

DOKTORA TEZİ

Eylül-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

UYDU GÖRÜNTÜLERİNDEN NESNE YÖNELİMLİ YÖNTEMLERLE ÖZELLİK ÇIKARIMI

Mehmet ÖZDEMİR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr.Taner ÜSTÜNTAŞ

Yıl, 2013 Sayfa, 81

Jüri
Yrd.Doç.Dr.Taner ÜSTÜNTAŞ
Prof.Dr.Bekir KARLIK
Prof.Dr.Nebiye MUSAOĞLU
Doç.Dr.S.Savaş DURDURAN
Doç.Dr.Arzu ERENER

Uzaktan algılama verileri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve görüntü istihbaratı için çok önemli bir veri kaynağıdır. Uzaktan algılamada, özellikle istihbarat amaçlı uygulamalarda veri elde etme platformları genellikle uydulardır. İlkgörüntüleme uydularının mekansal çözünürlükleri çok düşük iken, artık yüksek mekansal çözünürlüklü uydular görüntü elde etmektedirler. Görüntüleme uydularında son dönemde önemli gelişmeler olmuştur. GeoEye uydusunun mekansal çözünürlüğü 41cm'dir. Worldview-2 uydusu 45 cm mekansal çözünürlüklü ve 8 spektral bantlıdır. 34 cm çözünürlüklü bir ticari uydununda 2013 yılı içerisinde uzaya gönderilmesi planlanmaktadır. Milli uydumuz olan 2.5 m çözünürlüklü Göktürk-2 uzaya gönderilmiş birkaç yıl içerisinde Göktürk-1 uydusunun uzaya gönderilmesi planlanmaktadır. Göktürk-1 ve 2 uyduları yanında yapay açıklıklı radar (Synthetic Aperture Radar - SAR) algılayıcısı taşıyan Göktürk-3 uydusu için planlamalara başlanmıştır. Bu gelişmeler dikkate alındığında CBS için gerekli olan bilgilerin büyük çoğunluğu, askeri amaçlı görüntü istihbaratı elde etmek için gerekli olan bilgilerin hemen hemen tamamının uydu görüntülerinden sağlanabileceği değerlendirilmektedir. NATO standartlarına göre askeri amaçlar için gerekli olan nesnelerin tanınması için mevcut uydu görüntülerinin çözünürlükleri yeterlidir.

Bunların yanında, uydu görüntüleri çoğaldıkça, görüntülerden bilgi elde etme işlemi bir sorun haline gelecektir. Görüntü sınıflandırma operatörler tarafından klasik olarak veya bilgisayarlar aracılığı ile otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Görüntülerin otomatik olarak sınıflandırılmasında klasik yöntemler olarak adlandırılan piksel tabanlı, kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Piksel tabanlı sınıflandırmanın başarısı sınırlıdır. Klasik sınıflandırmanın problemlerini çözebilmek amacıyla, sınıflandırma işlemine uzmanın tecrübelerini katmasını sağlayan Nesne Yönelimli Sınıflandırma (NYS) literatüre girmiştir.

Bu tez çalışmasında hem CBS hem de görüntü istihbaratı alanında anlamlı olan köprü nesnesi nesne yönelimli ve hibrit yöntem ile nesne yönelimli olarak uydu görüntülerinden çıkarılmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışma sonuçları hakkında istatistiki sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca çıkarılan köprü nesnesi çalışmanın yapıldığı alandan başka bir bölgede, farklı bir platformdan alınmış, spektral ve mekansal çözünürlükleri farklı görüntülerde test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü bölütleme, görüntü sınıflandırma, nesne yönelimli görüntü işleme, nesne çıkarma, uzaktan algılama

ABSTRACT

Ph.D THESIS

FEATURE EXTRACTION FROM SATELLITE IMAGES WITH OBJECT-ORIENTED METHODS

Mehmet ÖZDEMİR

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE / DOCTOR OF PHILOSOPHY IN MAP ENGINEERING

Advisor: Assist Prof.Dr.Taner ÜSTÜNTAŞ

Year, 2013 Pages, 81

Jury
Assist.Prof.Dr.Taner ÜSTÜNTAŞ
Prof.Dr.Bekir KARLIK
Prof.Dr.Nebiye MUSAOĞLU
Assoc.Prof.Dr.S.Savaş DURDURAN
Assoc.Prof.Dr.Arzu ERENER

Remote Sensing occupies an important place to obtain information for Geographic Information Systems (GIS) and imagery intelligence. At remote sensing, especially in intelligence applications satellites are generally data acquiring platforms. While first imaging satellites' spatial resolution is very low, now satellites which have high spatial resolution are used. Recently, important developments are conducted in the field of imaging satellites. One of the satellites recently sent to space GeoEye has 41 cm spatial resolution and the other Worldview-2 has a 45 cm spatial resolution and 8 spectral bands. Another commercial satellite has 34 cm spatial resolution is planned to send to space in 2013. Turkey's national satellite 2.5 m spatial resolution Göktürk-2was sent space and Göktürk-1 is planned to send to space in the next years. Another national satellite containing Synthetic Aperture Radar (SAR) sensor Göktürk-3's construction is being planned. When these developments considered, the most part of the information needed for GIS and almost all information for military purposes and imagery intelligence can be acquired from satellite images. According to the NATO standards, detection of the objects for the military purposes current satellite images' resolutions are enough.

Besides these developments, while satellite images are increased, to obtain information from these images going to be a problem.Image classification is performed manually by operators or automatically by computers. To classify images automatically, conventional pixel based supervised and unsupervised methods has been used. Success of pixel based classification is limited. To complete pixel based technique's gap, Object Oriented Classification which enables experts experiments put into classification has entered to literature.

In this study in the area of both GIS and imagery intelligence meaningful object bridges have been tried to extract from satellite images by object oriented and object oriented hybrid classification methods. Statistics have been tried to determine about study. Furthermore developed rules to extract objects have been tested in different test area and imagery which are collected with different platform and have different spectral and geospatial resolution.

Keywords: feature extraction, image classification, image segmentation, Object-oriented image processing, remote sensing.

ÖNSÖZ

"Uydu Görüntülerinden Nesne Yönelimli Yöntemlerle Özellik Çıkarımı" konulu tez çalışmasında danışmanlığımı üstlenerek her konuda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr.Taner ÜSTÜNTAŞ'a şükranlarımı sunarım.

Yapay Sinir Ağları ile sınıflandırma çalışmalarında sağladığı yazılım ve çok büyük destekleri sebebi ile Prof.Dr.Bekir KARLIK'a sonsuz teşekkür ederim.

eCognition yazılımının temini ve temel bilgiler edinmem konusunda yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr.Hayati KOYUNCU'ya teşekkürü borç bilirim.

Sayısal hava fotoğraflarını Harita Genel Komutanlığı'ndan temin etmem esnasında desteğini esirgemeyen Sayın Dijle BOYACI'ya eşekkür ederim.

Son olarak, her türlü desteği hiç bir zaman eksik etmeyen sevgili eşime ve çocuklarıma teşekkür ederim.

Mehmet ÖZDEMİR

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Uzaktan Algılama 3

1.2. Uzaktan Algılanmış Görüntülerin Özellikleri 5

1.3. Görsel Görüntü Kıymetlendirme 5

1.3.1. Ton 6

1.3.2. Şekil 6

1.3.3. Boyut 7

1.3.4. Desen 8

1.3.5. Doku 8

1.3.6. Komşuluk İlişkileri 9

1.3.7. Gölge 9

1.4. Görüntü İşleme 9

1.4.1. Görüntü ön işleme 10

1.4.2. Görüntü zenginleştirme 10

1.4.3. Görüntü Sınıflandırma 11

1.4.3.1.Kontrolsüz sınıflandırma 11

1.4.3.2.Kontrollü sınıflandırma 12

1.4.3.3.Nesne Yönelimli Sınıflandırma 12

1.4.3.4.Görüntü Bölütleme 14

1.5. Bulanık Mantık ve Görüntü İşleme 15

1.6. Yapay Sinir Ağları ve Görüntü İşleme 21

2. LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALARA GENEL BİR BAKIŞ **25**

3. MATERYAL ve METOD **33**

3.1. Yazılım 34

3.2. Çalışma Alanı 36
3.3. Çalışmada Kullanılan Görüntüler 37

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 41

4.1. Görüntü Nesnelerinin Oluşturulması 41
4.3. Sınıflandırma Aşaması 43
4.4. Nesne Çıkarma 47
4.4.1. Yol Çıkarma 48
4.4.1.1.Asimetri (Asymmetry) 48
4.4.1.2.Bütünlük (Compactness) 49
4.4.1.3.Poligon bütünlüğü 50
4.4.1.4.Yoğunluk (Density) 52
4.4.1.5.Uzunluk/Genişlik 53
4.4.1.6.Şekil indeksi 54
4.4.2. Nehir çıkarma 55
4.5. Nesne Çıkarım Sonucu 56
4.6. Hibrit (Hybrid) Yöntem İle Köprü Nesnelerinin Çıkarılması 60
4.7. Doğruluk Değerlendirmesi 64

5. SONUÇ ve ÖNERİLER 66

6. KAYNAKLAR 69

7. EKLER 76

8. ÖZGEÇMİŞ 81

KISALTMALAR

ASPRS	:	Amerika Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (American Society of Photogrammetry and Remote Sensing)
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information Systems)
DGIWG	:	Savunma Coğrafi Bilgi Çalışma Grubu (Defence Geographic Information Working Group)
EOY	:	En Büyük Olasılık Yöntemi
GLCM	:	Gri Seviye Yineleme Matrisi (Grey Level Co-occurence Matrix)
GSIP		Coğrafi Bilgi Yapısı Uygulama Profili (Geospatial Structure Implementation Profile)
IDL	:	İnteraktif Veri Dili (Interactive Data Language)
ISPRS	:	Uluslaraarası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing)
MPS	:	En Küçük Fotoğraf Ölçeği (Minimum Photo Scale)
NATO	:	Kuzey Atlantik Andlaşması Organizasyonu (North Atlantic Treaty Organization)
NDVI	:	Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index)
NDWI	:	Normalize Edilmiş Su İndeksi (Normalized Difference Water Index)
NYS	:	Nesne Yönelimli Sınıflandırma (Object-Oriented Classification)
SAR	:	Yapay Açıklıklı Radar (Synthetic Aperture Radar)
STANAG	:	Yönerge (Standardization Agreement)
YSA	:	Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)

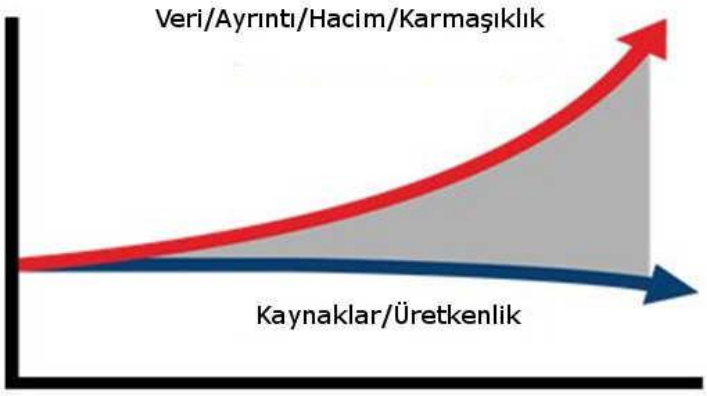
1. GİRİŞ

Uzaktan algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve görüntü istihbaratı için çok önemli bir yer tutar (Benz ve ark., 2004). Uzaktan algılama, incelenen nesne, alan veya olay ile fiziksel teması olmayan bir araçla elde edilen verilerin analizi yoluyla nesne, alan ve olay hakkında bilgi elde etme bilimi ve sanatıdır (Chipman ve ark., 2008). Uzaktan algılama, görüntünün elde edilmesinden ürünün kullanıcılara teslim edilmesine kadar olan işlem adımlarını kapsamaktadır (URL17).

Uzaktan algılamada veri elde etme platformları genellikle uydulardır. İlk görüntüleme uydularının mekansal çözünürlükleri çok düşük iken, artık yüksek mekansal çözünürlüklü uydular görüntü elde etmektedirler. Görüntüleme uydularında son dönemde önemli gelişmeler olmuştur. GeoEye uydusunun mekansal çözünürlüğü 41 cm, WorldView-2 uydusunun 45 cm'dir. Ayrıca Worldview-2 uydusu 8 spektral bantlıdır. 34 cm çözünürlüklü bir ticari uydunun da 2013 yılı içerisinde uzaya gönderilmesi planlanmaktadır. Milli uydumuz olan 2.5 m mekansal çözünürlüklü Göktürk-2 uzaya gönderilmiş ve önümüzdeki yıllarda Göktürk-1'in de uzaya gönderilmesi planlanmaktadır. Göktürk-1 ve 2 uyduları yanında SAR algılayıcısı taşıyan Göktürk-3 uydusunun yapım çalışmalarının planlanmasına başlanmıştır. Bu gelişmeler dikkate alındığında CBS için gerekli olan bilgilerin büyük çoğunluğu, askeri amaçlar için görüntü istihbaratı elde etmede gerekli olan bilgilerin hemen hemen tamamının uydu görüntülerinden sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Mevcut görüntüleme uydularının mekansal çözünürlükleri ele alındığında büyük ölçekli haritaların büyük kısmının bu görüntülerden üretilebileceği görülmektedir. NATO standartlarına göre askeri amaçlar için gerekli olan nesnelerin tanınmasında mevcut yüksek mekansal çözünürlüklü uydu görüntülerinin çözünürlükleri yeterlidir. Bunların yanında, uydu görüntülerinin sayısı çoğaldıkça ve çözünürlükleri arttıkça görüntülerden bilgi elde etme işlemi bir sorun haline gelecektir. Görüntü hacmi ile çözünürlüklerinin artması üretim süreci ilişkisi Şekil 1.1'de verilmiştir. Sorunun çözümünün görüntü sınıflandırma teknikleri ile çözülebileceği değerlendirilmektedir.

Görüntü sınıflandırma işlemi, spektral alanda, görüntüdeki bir pikselin farklı arazi sınıflarından hangisine karşılık geldiğinin istatistiksel yöntemlerle veya mekansal bölümde mantıksal karar kurallar ile belirleme işlemidir (Gao, 2009).

Görüntü sınıflandırma spektral alanda karar kurallarının sadece spektral bilgiye dayandığı desen tanıma olarak bilinmektedir. Mekansal desen tanımada ise, karar kuralları, piksel veya nesnelerin komşuluklarından elde edilmiş, geometrik şekil, ölçü, doku ve desenleri üzerine kuruludur (Gao, 2009).



Şekil 1.1. Veri ve işleme ilişkisi (Koyuncu 2008)

Görüntü sınıflandırma operatörler tarafından klasik olarak veya bilgisayarlar aracılığı ile otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Görüntülerin otomatik olarak sınıflandırılmasında genel olarak klasik yöntemler olarak adlandırılan piksel tabanlı kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Piksel tabanlı sınıflandırmanın başarısı sınırlıdır. Klasik sınıflandırmanın problemlerini çözebilmek amacıyla, sınıflandırma işlemine uzmanın tecrübelerini katmasını sağlayan ve bulanık setleri kullanan Nesne Yönelimli Sınıflandırma başarı açısından piksel tabanlı sınıflandırmanın çok ilerisindedir (Oruçve ark., 2004).

Nesne yönelimli sınıflandırma, doğal olan yöntemdir, çünkü bu yöntemde insanın görüntü işlemesi kopya edilir (Navulur, 2007).

İnsan bir resme bakarken, fotoğrafı nesnelere odaklanarak analiz eder, şekil, doku, renk, içerik ve diğer özelliklerle görüntüyü anlar, görüntüyü sınıflandırırken sadece spektral özellikler değil bunun yanında görüntünün ton, şekil, ölçü, desen, doku, gölge ve çevresi ile ilişkileri de sınıflandırmaya katar (Navulur, 2007).

Nesne yönelimli yöntemlerle sınıflandırma sonucu elde edilen bilgiler CBS ve askeri amaçlar için kabul edilebilir değerlere ulaşmıştır. Görüntülerden anlamlı bilgilerin doğru olarak çıkarılması uygun sınıflandırma yönteminin kullanılması ile gerçekleşebilmektedir.

Bunun dışında sınıflandırma için önemli bir unsur da sınıflandırmada kullanılacak olan kural setleridir. Bilindiği üzere klasik kural setleri ve bulanık kural setleri mühendislikte kullanılmaktadır (Şen,2009). Klasik setler görüntü sınıflandırmayı sınırlandırırken, bulanık setler görüntü sınıflandırmanın başarısını artırmaktadır(Bezdek ve ark., 1999). Ayrıca YSA kullanılarak yapılan sınıflandırmalar ile de klasik sınıflandırmalara göre oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Kansu, 2006; Çölkesen, 2009).

Bu çalışmada nesne yönelimli sınıflandırma teknikleri, bulanık kural setleri kullanılarak, uydu görüntülerinden askeri açıdan stratejik ve Savunma Coğrafi Bilgi Çalışma Grubu (Defense Geographic Information Working Group-DGIWG) tarafından çalışmaları sürdürülen, NATO tarafından da kabul edilmesi beklenen Coğrafi Bilgi Yapısı Uygulama Profili (Geospatial Strucuture Implementation Profile-GSIP)'ne göre nesne kataloğunda yer alan köprü nesnesi yarı otomatik olarak, yol ve nehirlerin bulunması aracılığı ve yapay sinir ağları ve bulanık kurallar kullanılarak nesne yönelimli olarak görüntü nesneleri kullanılarak çıkarılmıştır. Köprü nesnesinin çıkarılması sonucu elde edilen deneyimler, coğrafi bilgi sistemleri ve görüntü istihbaratı amaçlı diğer nesnelerin çıkarımı için önemli bir kazanımdır.

Köprü nesnesinin çıkarımı çalışma alanı dışında iki test bölgesinde farklı bir platformdan alınan spektral ve mekansal çözünürlüğü farklı olan görüntülerde test edilmiştir. Çalışma alanı olarak köprü sayısının çok olduğu Eskişehir İl Merkezi seçilmiştir. Görüntü üzerinden köprü nesnesinin çıkarımı, nesne yönelimli görüntü sınıflandırmayı başarabilen çok az sayıdaki yazılımlardan en başarılı olan eCognition Developer yazılımı (Oruç ve ark, 2004; Trimble Germany GmbH, 2011) ile bulanık kural setleri kullanılarak, deneysel yöntemlerle ve yapay sinir ağlarını kullanan bir yazılım ile hibrit yöntem ile nesne yönelimli olarak yapılmıştır

1.1. Uzaktan Algılama

“Uzaktan algılama bir nesne veya varlık hakkında, obje ve olayla fiziksel yada yakın fiziksel temas olmaksızın bir kayıt cihazı ile bilgi elde etme veya ölçme olarak tanımlanabilir” (Colwell, 1997).

ASPRS’inde kabul ettiği başka bir tanım ise;

Fiziksel nesneler ve çevre hakkında, nesnelerle ve çevreyle teması olmayan algılayıcı sitemlerle elde edilen görüntü ve enerji desenlerinin sayısal gösterimden ölçülerek veya yorumlayarak güvenilir bilgi elde etme sanatı, bilimi ve teknolojisi olarak tanımlanmaktadır (Jensen, 2006).

Uzaktan algılama bazı kaynaklarda bilim bazı kaynaklarda sanat olarak tanımlanmaktadır.

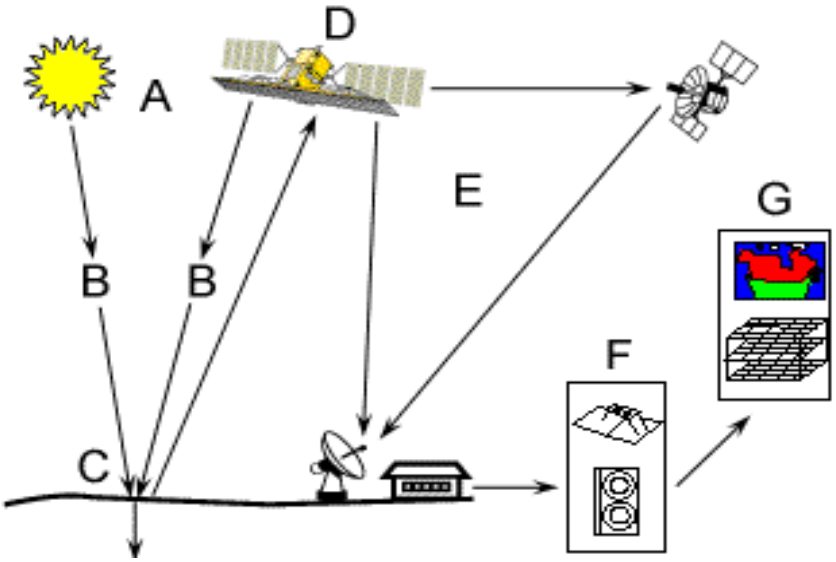
Bilim, fiziki ve doğal evrenin yapısının ve davranışlarının birtakım yöntemler (deney, düşünce ve/veya gözlemler) aracılığıyla sistematik bir şekilde incelenmesini kapsayan entelektüel ve pratik çalışmalar bütünüdür (URL 6). Sanat, en genel anlamıyla yaratıcılığın ve hayalgücünün ifadesi olarak anlaşılır (URL 18).

Nesnelerin yansıttığı ya da yaydığı enerjinin ölçülmesi için algılayıcıların kullanılması, istatistiki ve matematiksel modellerle anlamlı bilgilerin çıkarılması bilimsel bir yaklaşımdır (Jensen, 1997).

Görsel görüntü işleme sadece bilimsel bilgiyi değil bunun yanında edinilmiş tecrübeleri de işin içine katar. Bilimsel gerçeklerin yanında deneyimlerin işin içine katılması sanat ve bilim sinerjisini meydana getirir, bu açıdan bakıldığında uzaktan algılama ve görüntü işleme hem bilim hem de sanattır (Jensen, 1997).

Uzaktan algılama süreci, Şekil 1.2'de görüldüğü gibi, elektromanyetik spektrumun mor ötesi bölümünden başlayarak radyo dalgalarına kadar olan bölümü kullanılarak, nesneler veya olaylar hakkındaki bilgilerin aktif ve/veya pasif algılayıcılarla algılanması, kaydedilmesi, kaydedilen bu görüntülerin görsel veya sayısal yöntemlerle işlenmesi, anlamlı bilgiler çıkarılarak kullanıcılara sunulmasıdır (URL 17). Bu işlem adımları,

a. Enerji Kaynağı veya aydınlatma (A)
b. Yayılma ve atmosferin etkileri (B)
c. Hedefle etkileşim (C),
ç. Algılayıcı tarafından enerjinin kayıt edilmesi (D)
d. Verilerin iletilmesi, Alınması ve İşleme (E)
e. Kıymetlendirme ve Analiz (F)
f. Uygulamalar (G).



Şekil 1.2. Uzaktan algılama süreci (URL17)

Görüldüğü gibi görüntü işleme ve anlamlı bilgilerin çıkarılması uzaktan algılama sürecinin bir parçasıdır.

1.2. Uzaktan Algılanmış Görüntülerin Özellikleri

Uzaktan algılanmış görüntüler platform-algılayıcı özelliklerine göre değişiklik gösterir (Bakker ve ark.,2004). Görüntü özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

a. Yer örnekleme aralığı olarak tanımlanan, görüntü içerisindeki nesnelerin ayırt edilebilme derecesi yani mekansal çözünürlük,

b. Görüntüdeki band sayısı (spektral çözünürlük),

c. Herbir banddaki ton sayısı (radyometrik çözünürlük),

d. Görüntü alma sıklığı (zamansal çözünürlük) dır (Bakker ve ark.,2004;URL 17; Lillesand ve ark., 2008).

1.3. Görsel Görüntü Kıymetlendirme

Sonraki bölümlerde insanın görüntü kıymetlendirmesini kopya eden nesne yönelimli görüntü sınıflandırmadan bahsedileceğinden dolayı görsel görüntü kıymetlendirmeden bahsetmek faydalı olacaktır. İnsan görüntüyü kıymetlendirirken görsel görüntü kıymetlendirme elemanlarından faydalanır.

Görüntü kıymetlendirme elemanları; nesnelerin tanınmasına ve onlara ilişkin bilgilerin çıkarılmasına yardım eden anahtarlardır (Bakker ve ark.,2004).

Nesneler ve onların bulundukları zemin ile meydana getirdikleri farklılığın belirlenmesine dayanan, klasik yani görerek yapılan kıymetlendirmede kullanılan görsel görüntü kıymetlendirme elemanları; ton, şekil, ölçü, desen, doku, komşuluk ilişkileri ve gölge olarak sıralanabilir (URL 17; Bakker ve ark.,2004; Lillesand ve ark.,2008).

1.3.1. Ton

Ton, görüntüdeki cismin parlaklığını veya rengini ifade eder. Nesneler veya özelliklerin belirlenmesinde kullanılan temel bir unsurdur (URL 17; Bakker ve ark.2004; Lillesand ve ark.,2008). Şekil 1.3'den yeşil tonlu alanların bitki, siyah tonlu alanların su olduğu çıkarılabilir.



Şekil 1.3. Görüntüde ton

1.3.2. Şekil

Cisimlerin kendine özgü yapısını veya dış hatlarının görünüşünü ifade etmektedir (URL 17; Bakker ve ark.2004; Lillesand ve ark.,2008). Şekil 1.4'de görüldüğü gibi yerleşim alanlarındaki nesnelerin dış hatları düzgün, ormanlık sahalarınki ise düzgün değildir.



Şekil 1.4. Görüntüde şekil

1.3.3. Boyut

Görüntü üzerindeki bir nesnenin ölçeğe bağlı fonksiyonudur, boyut görüntüde nesnelerin birbirinden ayrılmasında önemlidir (URL 17; Bakker ve ark.2004; Lillesand ve ark.,2008). Şekil 1.5'de görüldüğü gibi bir havaalanının ölçüsü diğer detaylara göre oldukça büyüktür.



Şekil 1.5.Görüntülerde ölçeğe bağlı boyut farklılıkları

1.3.4. Desen

Cisimlerin görülen ayırt edilebilme düzenini belirtir (URL 17; Bakker ve ark.2004, Lillesand ve ark.,2008). Bir meydandaki pistler taksi yolları buna örnektir. Şekil 1.6'da liman tesisinin deseni görülmektedir.



Şekil 1.6. Görüntüde desen

1.3.5. Doku

Doku, görüntüdeki ton değişikliklerini ve düzeni belirtir (URL17). Şekil 1.7'deki SAR görüntüsünde görüldüğü gibi su ve yollar düzgün dokuda, bitkiler kaba dokudadır.



Şekil 1.7. Görüntüde doku

1.3.6. Komşuluk İlişkileri

Nesneler komşuluk ilişkilerine göre de anlam kazanabilirler (URL 17). Şekil 1.8'de görülen bölgelerden birincisinde uçak park alanı ve meydan görülürken, ikinci bölümdekiler uçak olmasına rağmen aslında bölge müze, uçaklar ise müzedeki uçaklardır. Sadece uçaklara bakarak karar vermek doğru olmayabilir.



Şekil 1.8. Görüntüde komşuluk ilişkileri

1.3.7. Gölge

Şekil 1.9'da görüldüğü gibi, gölge nesnelerin ayrılmasında ve yükseklikleri arasındaki farkların tespitinde yardımcı olabilir (URL 17; Bakker ve ark.2004; Lillesand ve ark.,2008).

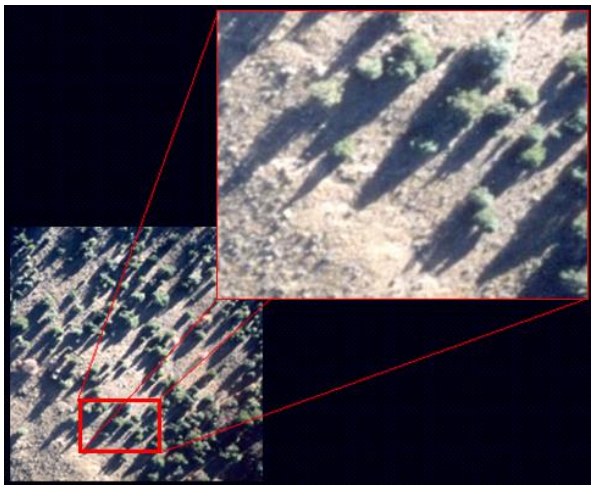
1.4. Görüntü İşleme

Uzaktan algılanmış görüntüler sayısal olarak veya görsel görüntü işleme yöntemleri kullanılarak işlenebilirler (URL 17). Görüntü işleme;

a. Görüntü ön işleme,

b Görüntü zenginleştirme,

c. Görüntü sınıflandırma aşamalarından oluşur (Mather, 2004).



Şekil 1.9. Görüntüde gölge

1.4.1. Görüntü ön işleme

Görüntü ön işleme adımları;

a. Kozmetik işlemler,

b. Radyometrik düzeltme,

c. Atmosferik düzeltme,

ç. Görüntü alan platformlar, algılayıcılar ve ölçüm cihazlarından kaynaklanan hataların giderilmesi, görüntünün Dünya üzerindeki konumuna getirilmesi olarak tanımlanabilecek olan geometrik düzeltmedir (Mather, 2004).

1.4.2. Görüntü zenginleştirme

Uzaktan algılama sürecinin birçok bölümünde (örneğin görüntülerin geometrik olarak düzeltilmeleri esnasında) görüntülerin görsel olarak değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Bakker ve ark, 2004). Görüntü zenginleştirme işlemleri;

a. Kontrast yayma,

b. Histogram eşleme,

c. Filtreleme,

d. Gürültü kaldırma,

e. Kenar zenginleştirme ve tespit,

f. Çoklu görüntü işleme,

g. Görüntü dönüşümleridir (Bakker ve ark., 2004).

1.4.3. Görüntü Sınıflandırma

Yüksek çözünürlüklü görüntü elde edebilen algılayıcıların üretilmesi, bilim dünyasını bu algılayıcıların büyük ölçekli harita yapımında nasıl kullanılabileceği konusunda çalışma yapmaya teşvik etmiştir (Holland ve ark., 2006).

Diğer taraftan sayısal görüntülerin sayısının ve hacminin artması ve bu görüntülerden anlamlı bilgilerin elde edilmesi bir sorun haline gelmiştir (Koyuncu, 2008).

Sayısı ve hacmi her geçen gün artan görüntülerden bilgiyi operatörlerin en az müdahalesi yani en az insan gücü ile kısa sürede yapılabilmesi için çalışmalar başlamıştır. Bu işlemleri gerçekleştirmek üzere görüntü sınıflandırma teknikleri ortaya çıkmıştır.

Görüntü sınıflandırma işlemi, spektral alanda, görüntüdeki bir pikselin farklı arazi sınıflarından hangisine karşılık geldiğinin istatistiksel yöntemlerle veya mekansal bölümde mantıksal karar kurallar ile belirleme işlemidir (Ayhan, 2003; Gao, 2009).

Sınıflandırma işlemi görüntüdeki gri değerler ile toplanan eğitim verileri karşılaştırılarak kolayca veya yardımcı veriler dahil edilerek, biçim özellikleri ve komşuluk ilişkileri kullanılarak karmaşık olarak yapılabilir (Shackelford ve Davis, 2003: Walter, 2004).

Görüntü sınıflandırma yöntemleri piksel tabanlı (kontrolsüz ve kontrollü) ve nesne yönelimli olarak ayrılabilir. Sınıflandırma yöntemleri;

a. Kontrolsüz Sınıflandırma
b. Kontrollü Sınıflandırma
d. Nesne Yönelimli Sınıflandırma olarak sıralanabilir (Gao, 2009).

1.4.3.1.Kontrolsüz sınıflandırma

Sınıflandırılacak bölge hakkında hiçbir bilginin olmadığı ya da bilginin yetersiz olduğu durumlarda kullanılan sınıflandırma yöntemidir (Chipman, 2008).

Yapılacak ilk iş sınıf sayısının belirlenmesidir ve düşünülenden daha fazla sınıf sayısı verilmesi daha iyi bir sınıflandırma için uygun bir usuldür (URL 17).

Sınıflandırma, veri bandlarındaki yansıma değerlerine bağlı olarak ve benzer piksellerin otomatik olarak tespit edilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. En çok kullanılan yöntemler ISODATA (Tou ve Gonzales, 1974) ve K ortalaması yöntemleridir (Lillesand ve ark, 2008).

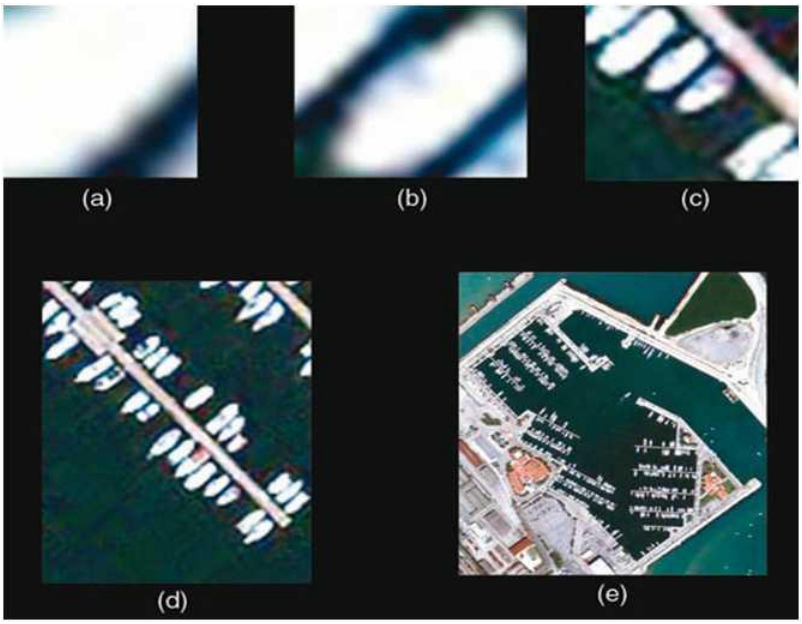
1.4.3.2.Kontrollü sınıflandırma

Bu yöntemde, analizci tarafından tanınan, hava fotoğrafları, yer bilgileri veya haritalar gibi diğer kaynaklardan sağlanan bilgilerin yardımı ile tespit edilen desenleri veya arazi örtüsü özelliklerini temsil eden örnekler seçilir, tespit edilen desene göre benzer özellikleri ortaya çıkarılarak sınıflandırmayapılır (Chipman, 2008).

1.4.3.3.Nesne Yönelimli Sınıflandırma

Bazı kaynaklarda coğrafi nesne yönelimli sınıflandırma olarak ifade edilen (Hay ve ark., 2008) nesne yönelimli sınıflandırma, görsel görüntü kıymetlendirme unsurlarının tamamının veya bir kısmının sınıflandırmaya katılmasıdır (Navulur, 2007).

Şekil 1.10'da görüldüğü gibi insan bir görüntüye bakarken



Şekil 1.10. İnsanın görüntü işlemesinin sıralanışı (Navulur 2009)

a. Görüntüyü nesnelere odaklanarak anlar ve analiz eder (a. Önce nesnenin ortasına odaklanır daha sonra nesnenin kendisine odaklanır b.Biraz küçültülmüş, elips şeklinde parlak bir nesne, çevresi karanlık, beynimiz görüntüyü anlamaya başlar) (Navulur 2009),

b. Şekil, doku, renk, içerik ile (c. biraz daha küçültülmüş, aynı türden nesneler ve ince uzun bir nesne, muhtemelen su içindeki botlar) (Navulur 2009)

c. Komşuluk ilişkileri ve diğer özelliklerle (e. çevredeki diğer nesneler, iskele ve doklar, beynimiz bir marina olduğunu yorumlar) görüntüyü anlar (Navulur 2009).

İnsan beyni görüntüdeki nesneleri anlamak için yeterle bilgiye sahiptir. Düşünsel gücü anlık olarak bilgiyi değerlendirmeyi ve görüntüyü işlemek için kurallara çevirmeyi sağlar (Navulur, 2009).

Nesne yönelimli sınıflandırmada;

a. Ton (Tone),

b. Şekil (Shape),

c. Boyut (Size),

ç. Desen (Pattern),

d. Doku (Texture),

e. Gölge (Shadow) ve

f. Komşuluk ilişkileri (Association) ve kural setleri kullanılır (Navulur 2009).

İnsan görüntü işlerken ton, zıtlık, şekil, büyüklük, desen, doku komşuluk ilişkileri gibi özellikleri ayrı ayrı kullanmaz. Bu özelliklerin hepsini birlikte kullanır. Örneğin bir uçağı tespit ettiğinde, komşuluk ilişkilerinden faydalanarak pist veya bakım bölgelerinde ise burayı bir havaalanı olarak değerlendirir, yeşil bir alan üzerinde bulunuyorsa bir müze olarak değerlendirir.

Nesne yönelimli yaklaşım insanın görüntü işleme yönteminin birebir kopyalanmasıdır (Navulur, 2009).

Bulanık setlerle birlikte yukarıda bahsedilen görüntü özelliklerinin kullanılması ile nesne çıkarımı başarısı oldukça artar. Nesne yönelimli yöntemin başarısı piksel tabanlı yöntemlere göre epeyce ileridedir (Oruç ve ark.,2004;Yan ve ark., 2006).

İnsanın düşünme şeklini görüntüye uygulayan, yapay zeka, bulanık mantık, kural tabanlı sınıflandırma, yapay sinir ağları alanında önemli gelişmeler olmuştur.

Bahse konu yöntemlerin piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinde kullanılması sınıflandırmanın başarısını sınırlandırmıştır.

Görüntüde nesne benzer spektral ve mekansal özelliklere sahip piksel grupları olarak adlandırılabilir. Nesne yönelimli yöntemin görüntü işlemeye uygulanması, piksellerin kullanılmasından ziyade nesnelerin temel olarak kullanılmasıdır (Navulur 2009).

1.4.3.4.Görüntü Bölütleme

Bilgisayar bilimlerinde görüntü bölütleme görüntünün birden çok parçaya bölünmesi olarak tanımlanmaktadır. Bölütlemenin amacı görüntüyü basitleştirmek ve/veya görüntünün görüntülenmesini değiştirmek, daha anlamlı parçalar üretmek ve kolay analiz edilebilir hale getirmek olarak tanımlanabilir (URL 19)

Bilgisayar bilimlerinde, tıp alanında ve iletişim mühendisliği uygulamalarında başarılı olan birçok algoritma 1980'lerden beri geliştirilmiştir. Fakat bu algoritmaların uzaktan algılama ve fotogrametride kullanımı, algılayıcı verisinin farklı, görüntülerin heterojenliğinin fazla olması nedeniyle sınırlı olmuştur. Yüksek çözünürlüklü ve farklı algılayıcılardan verilerin elde edilmesi ile bölütleme konusundaki çalışmalar tekrar önem kazanmıştır (Schiewe, 2002).

Diğer alanlarda geliştirilmiş olan birçok bölütleme yöntemi uzaktan algılama problemlerini çözmek üzere doğrudan kullanılamazlar (Schiewe, 2002). Çünkü uzaktan algılama verileri sadece pankromatik görüntüler olmayıp bazen farklı ölçeklerde bulunmakta hatta CBS verilerinin de entegrasyonu gerekmektedir (Shiewe, 2002).
Uzaktan algılama görüntülerinin analizi için bölütleme yöntemleri diğerlerine nazaran daha geç geliştirilebilmiştir (Reyherd, Woodcock 1996). Uzaktan algılama için bölütleme algoritmaları, farklı verileri aynı anda değerlendirilebilmeli, farklı nesneleri çıkarabilmek için değişik bölütleme tekniklerini birlikte uygulayabilmelidir.

Uzaktan algılamada bölütleme, görüntüdeki piksellerden nesnelerin üretilmesi için temel konsepttir. Bölütleme işlemi görüntüyü ortak özellikleri olan bölgelere veya nesnelere ayırır. Görüntü bölütleme görüntüyü spektral değerler ve/veya dokusal özellikleri kullanarak, ortak özellikli bölümlere ayırmaktır (Navulur, 2009)

Bölütleme algoritmalarının temel görevleri, homojenlik parametrelerine göre benzer olan bölgelerin birleştirilmesi veya farklılaşan komşu bölgelerin ayrılmasıdır

denebilir (Schiewe, 2002). Görüntü bölütleme için dört yöntemden bahsedilebilir (Schiewe, 2002). Bunlar nokta, kenar, alan tabanlı ve birleştirilmiş yöntemlerdir.

a. Nokta tabanlı yöntemler: Nokta tabanlı yaklaşımlar, küresel eşikleme işlemleri kullanarak bütün görüntü içerisinde homojen elemanlar arayan ve eşit veya benzer özellikli olanları birleştiren bir yöntemdir. Bu eşikleme görüntüyü iki veya daha fazla bölüme ayırır (Schiewe 2002). Nokta tabanlı yaklaşımlar, aynı nesnelerin farklı bölgelerdeki değişik yansıma değerlerinden dolayı uzaktan algılama için çok uygun değildir (Schiewe, 2002).

b. Kenar tabanlı yöntemler: Kenar tabanlı yaklaşımlar bölütleri dış çizgilerine göre tanımlar. Bu işlem kenar tespiti ile (örneğin Sobel filtreleme) gerçekleştirilir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı gürültülerden çok etkilenmesidir (Schiewe, 2002).

c. Bölge tabanlı yöntemler : Bir çekirdek piksel ve bu çekirdek pikselle belirli özellikleri paylaşan çevredeki piksellerin oluşturduğu, bölge büyütme bölge bölme tekniğine dayanan bir yöntemdir. Bölge bölme yönteminin en önemli dezavantajı istenenden daha küçük nesnelerin elde edilmesidir (Schiewe, 2002).

ç. Birleştirilmiş yöntemler, yukarıda belirtilen yöntemlerin bir veya birden fazlasının birleştirilmesi ile oluşturulur (Schiewe, 2002).

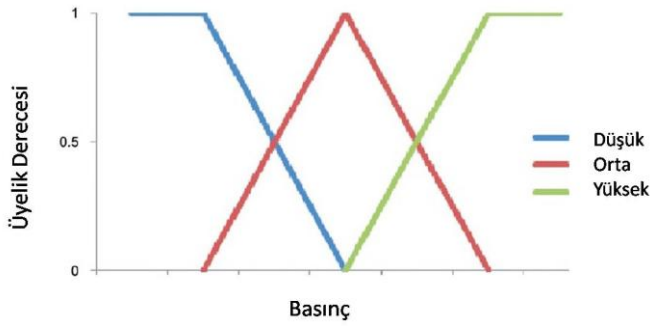
1.5. Bulanık Mantık ve Görüntü İşleme

Bulanık mantık, 1965 yılında Lütfi Askerzade tarafından ortaya atılmıştır. Birçok sosyal, iktisadi ve teknik konuda insan düşüncelerinin tam anlamı ile olgunlaşmamasından dolayı belirsizlikler her zaman bulunur (Şen, 2009).

İnsan tarafından geliştirilmiş olan bilgisayarlar belirsizlikleri işleyemezler ve çalışmaları için sayısal bilgiler gereklidir. Gerçek bir olayın olduğu şekilde kavranılması insan bilgisinin yetersizliği sonucunda tam anlamıyla mümkün olamadığından insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorum ve çıkarımlarda bulunulur (Şen, 2009).

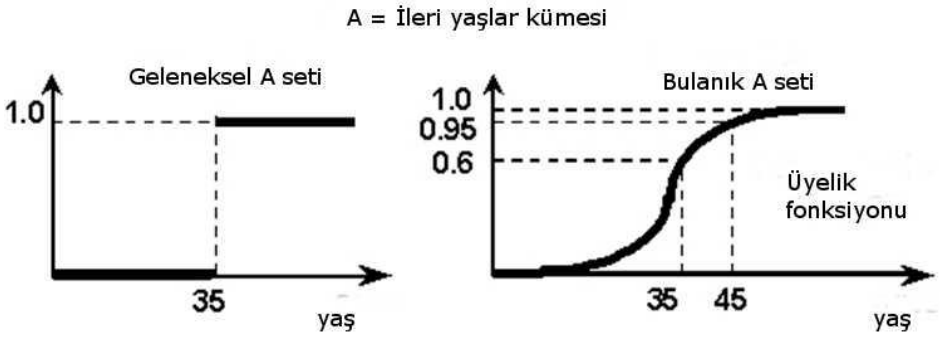
Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelere dayanır. Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda (1) kümenin elemanı olmadığı zaman (0) değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi

vardır. Varlıkların üyelik derecesi, şekil 1.11'de görüldüğü gibi [0,1] aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu M(x) ile gösterilir (Zadeh ve ark., 1975).



Şekil 1.11. Bulanık küme ve üyelik derecesi

Bulanık setler yerine klasik setler kullanıldığında, örneğin bir yaş uygulamasında, 34 yaşında bir insan genç, 36 yaşında bir insan ise yaşlı olarak sınıflandırılabilir. Bu ifadenin doğruluğu tartışmaya açıktır. Oysa şekil 1.12'de görüldüğü gibi bulanık setlerle ifade edildiğinde 35 yaşında bir insan 0.6 üyelik derecesi ile 34 yaşında bir insan ise 0.58 üyelik derecesi ile yaşlıdır.

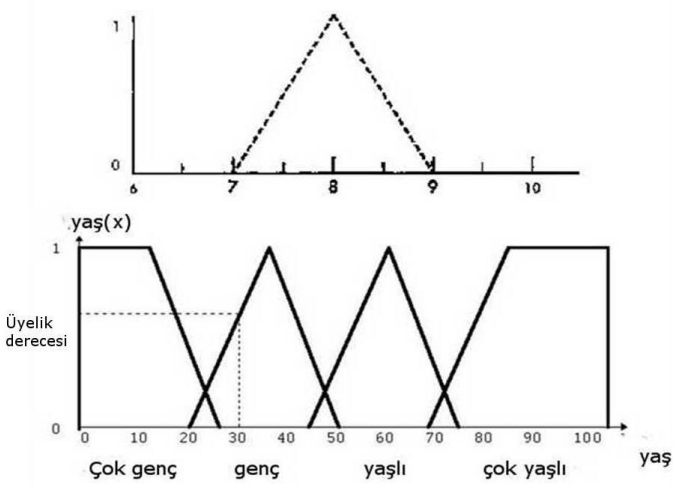


Şekil 1.12. Geleneksel kurallarla bulanık kural setlerinin karşılaştırılması (URL9)

Kurallar bulanıklaştırılırken kullanılan bulanık setler aşağıdaki gibidir.

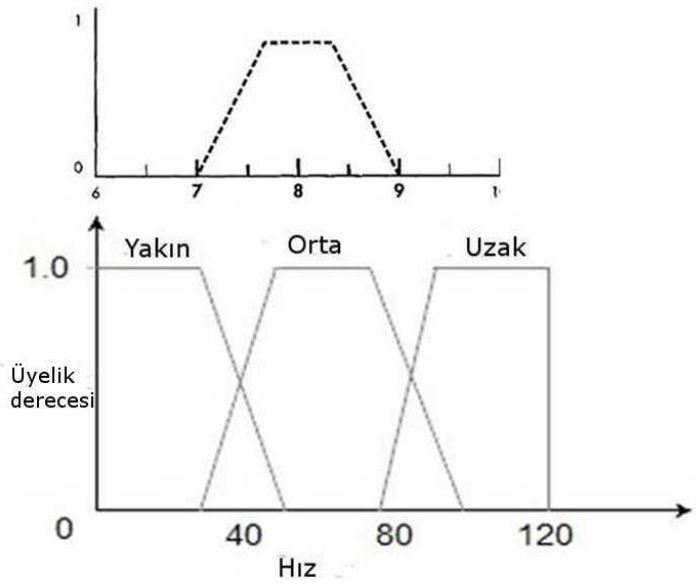
a. Üçgen,
b. Yamuk,
c. S fonksiyonu,
ç. Pi fonksiyonu,
d. Z fonksiyonudur (McNeill ve Thro, 1994).

Üçgen bulanık kural setine ilişkin açıklama ve örnek Şekil 1.13'de verilmiştir. Kurallar bulanıklaştırılırken özelliklerine göre yukarıda bahsedilen setlerden uygun olanı tercih edilir. Tercihin yanı sıra bulanıklaştırma işleminde kullanılan setler işi yapan kişinin deneyimine de kalmıştır.



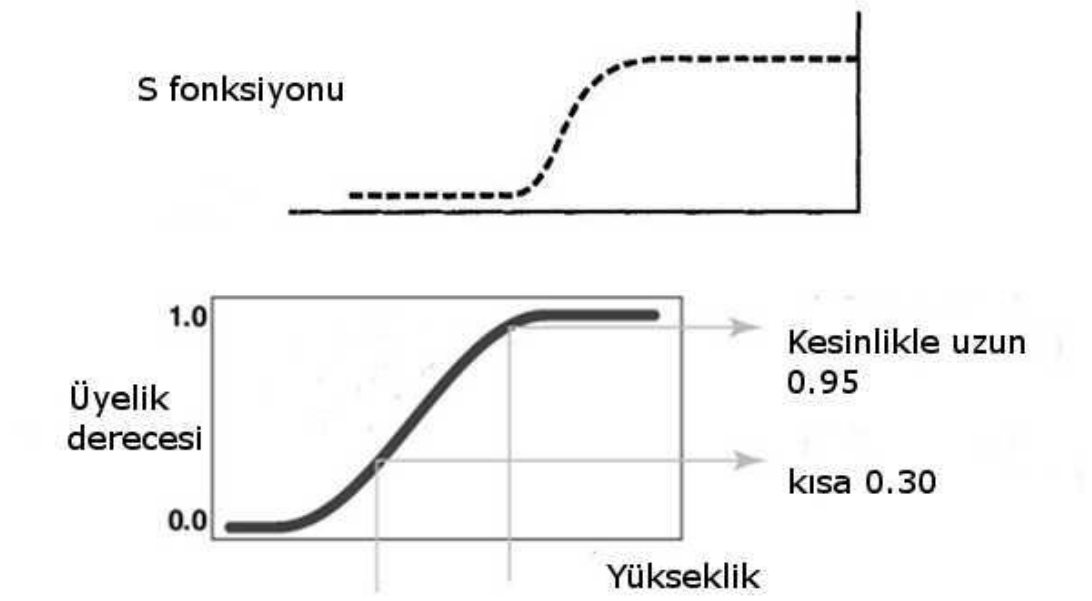
Şekil 1.13. Üçgen bulanık kural ve yaş ile ilgili örneği (URL10)

Yamuk bulanık set ve bu sete ilişkin örnek şekil 1.14'de görüldüğü gibidir.



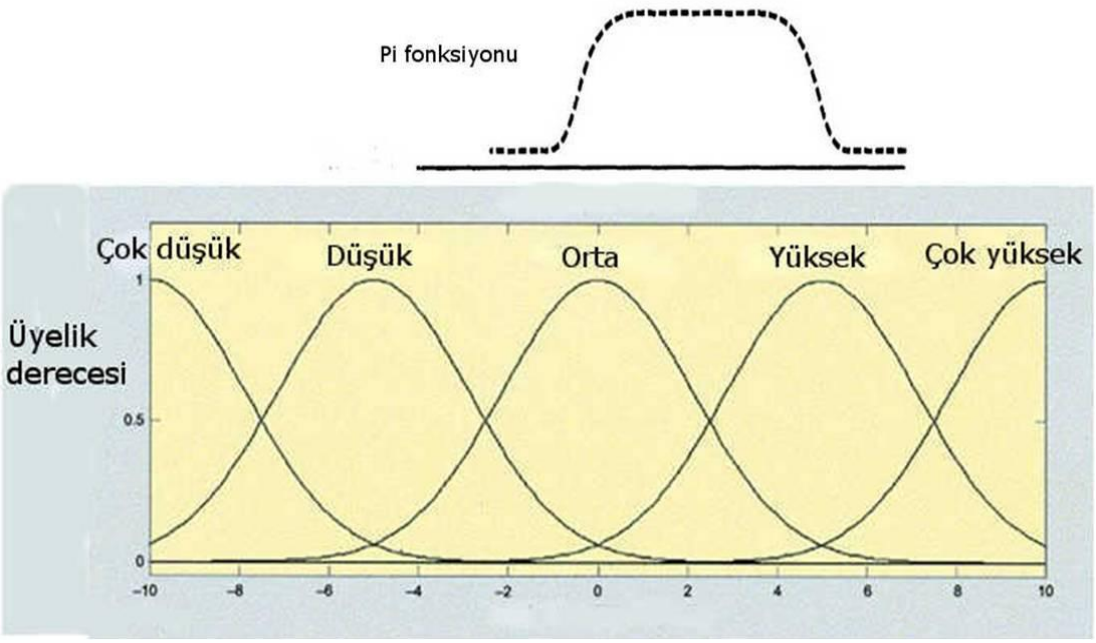
Şekil 1.14. Yamuk bulanık kural ve hız ile ilgili örneği (URL11)

S fonksiyon bulanık set ve bu sete ilişkin örnek Şekil 1.15'de görüldüğü gibidir.



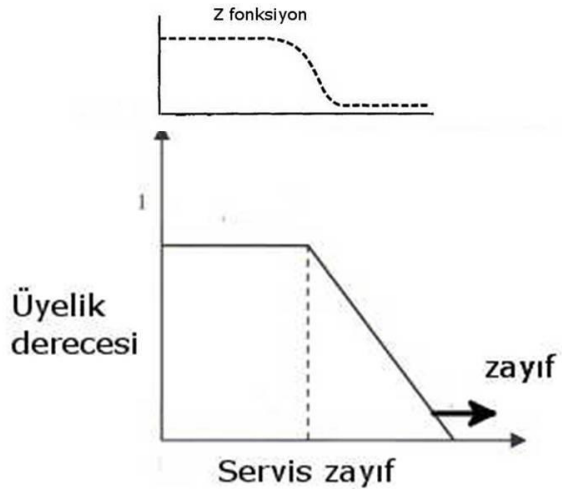
Şekil 1.15. S fonksiyon bulanık kural ve yaş ile ilgili örneği (URL12)

Pi fonksiyon bulanık set ve bu sete ilişkin örnek Şekil 1.16'da görüldüğü gibidir.



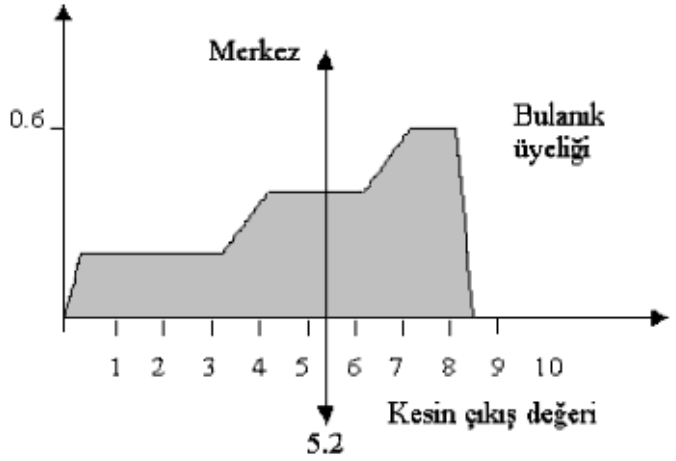
Şekil 1.16. Pi fonksiyon bulanık kural ve gelgit ile ilgili örneği (URL13)

Z fonksiyon bulanık set ve bu sete ilişkin örnek şekil 1.17'de görüldüğü gibidir.



Şekil 1.17. Z fonksiyon bulanık kural ve gelgit ile ilgili örneği (URL14)

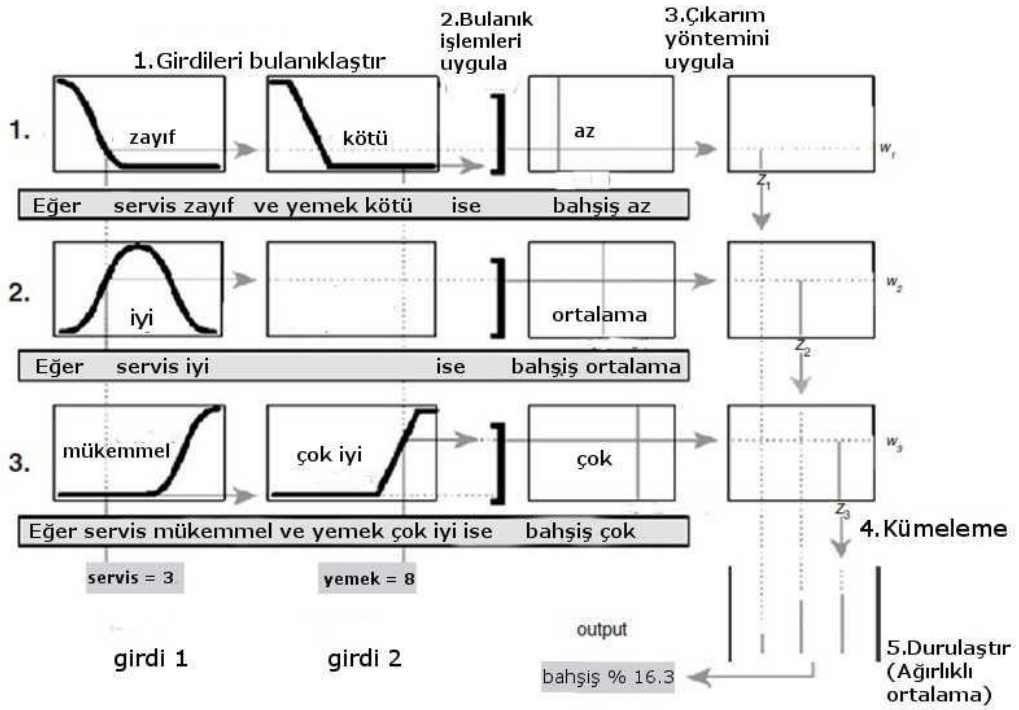
Girdiler bulanıklaştırılıp, bulanık küme işlemlerinden sonra Şekil 1.18'de görüldüğü gibi bir sonuç kümesi elde edilir.



Şekil 1.18. Bulanık küme işlemleri sonucu elde edilen yeni küme (URL8)

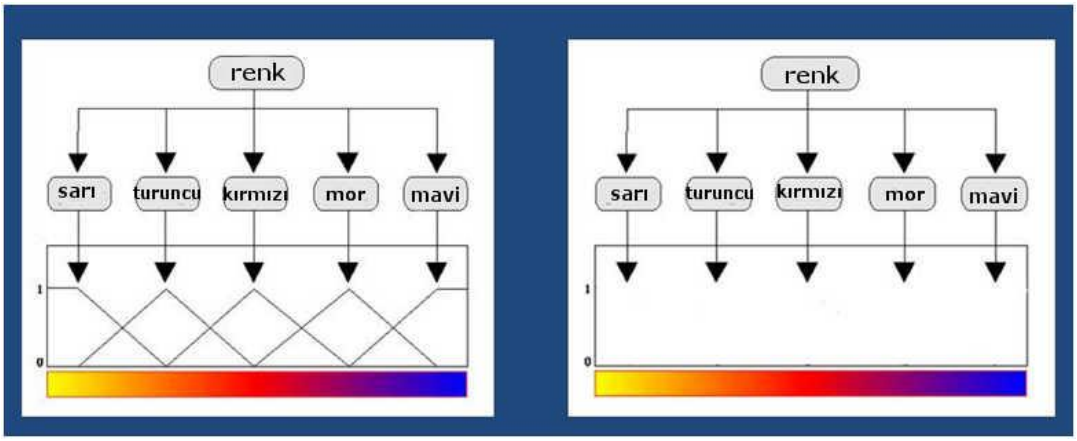
Bulanık küme işlemleri sonunda elde edilen bütüncül çıkarımlı bulanık kümenin tek sayı haline dönüştürülmesi gerekebilir. Bu işlem bulanıklaştırma işleminin aksi olan durulaştırma (defuzzify) işlemi ile yapılır. Durulaştırma için en çok sentroid (ağırlık mekezi) yöntemi kullanılmaktadır (Şen, 2009).

Şekil 1.19'da girdi olarak servis ve yemek kalitesi alınmış, bu girdiler bulanıklaştırılmış, bulanık küme işlemleri sonucu elde edilen kümeden durulaştırma işlemi ile sonuç yani bahşiş elde edilmiştir.



Şekil 1.19. Sonucun durulaştırılarak elde edilmesi (Sivanandam ve ark., 2007)

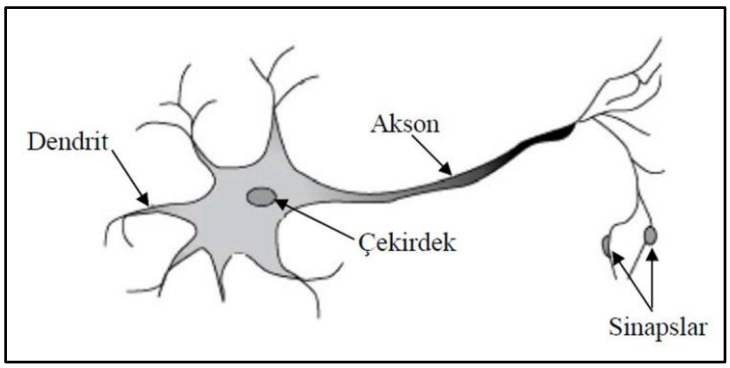
Bulanık görüntü işleme; görüntüyü, bölütlerini ve özelliklerini şekil 1.20'de görüldüğü gibi bulanık setler olarak anlama, gösterme ve işleme yaklaşımlarının toplamıdır. Gösterme ve işleme seçilecek bulanık tekniğe ve çözülecek probleme bağlıdır (Tizhoosh, 1999). Bulanık kurallarla görüntülerin sınıflandırılması sınıflandırmanın başarısını artırmaktadır (Navulur, 2009).



Şekil 1.20. Görüntülerdeki renk ilişkilerinin bulanık ve klasik gösterimi (Sivanandam ve ark., 2007)

1.6. Yapay Sinir Ağları ve Görüntü İşleme

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin bilgi işleme tekniğinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisidir. YSA ile şekil 1.21'de görülen basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli benzetilir. Benzetilen sinir hücreleri nöronlar içerirler ve bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle, YSA'lar, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. Bir insanın, düşünme ve gözlemleme yeteneklerini gerektiren problemlere yönelik çözümler üretebilmesinin temel sebebi ise insan beyninin ve dolayısıyla insanın sahip olduğu yaşayarak veya deneyerek öğrenme yeteneğidir (URL21).



Şekil 1.21. Biyolojik nöronun genel yapısı ve bileşenleri

YSA geleneksel istatistiksel sınıflandırıcılarla karşılaştırıldığında karmaşık yapıya sahip ve gürültü miktarı fazla olan verilerin tanımlanmasında ve veriler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin belirlenmesinde teorik olarak daha gelişmiş ve daha güçlü bir sınıflandırma yöntemidir (Kavzoğlu, 2001). YSA'nın esas amacı insan beyninin üstün karakteristiklerini Şekil 1.22'de gösterildiği gibi simüle ederek bilgisayarın tanıma işlemindeki performansını artırmaktır. İnsan beyninin biyolojik teorisine dayalı olan YSA insan beyninin fonksiyonelliğini ve karar verme işlemini simüle eden modellerdir. YSA coğrafya, finans, imalat ve ses tanımlama gibi farklı bir çok alanda kullanılan etkin bir yöntemdir (Hewitson ve Crane, 1994). Yapay sinir ağları canlılardaki sinir sistemlerinin aşağıdaki işlevlerini gerçekleştirmeyi hedefler:

a. Öğrenme,

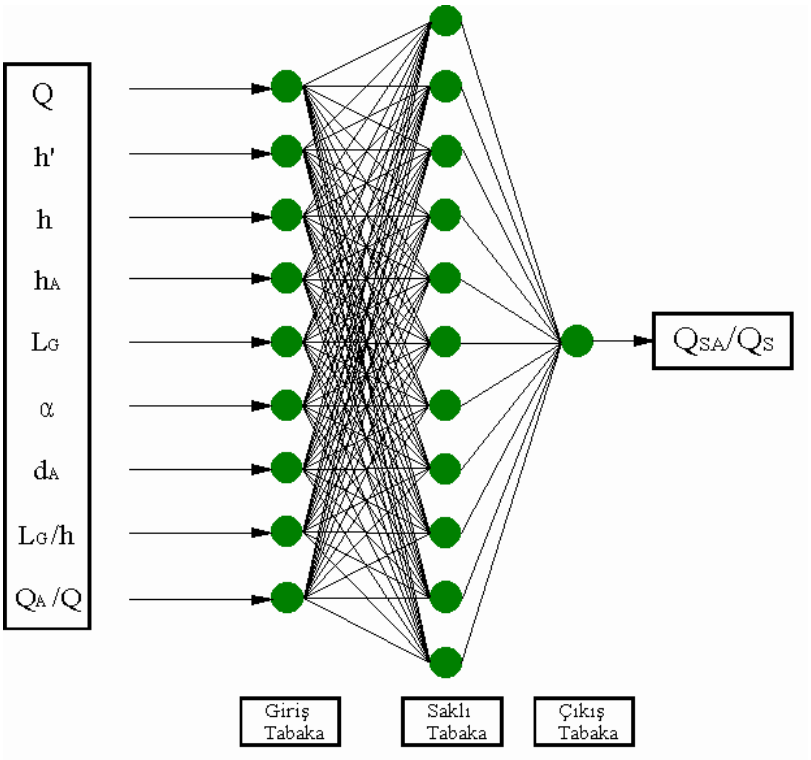
b. İlişkilendirme,

c. Sınıflandırma,

ç. Genelleme,

d. Tahmin,

e. Özellik belirleme,



Şekil 1.22. Yapay Sinir Ağı

Yapay sinir ağlarının bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

Yapay sinir ağlarının önemli avantajları (Öztemel, 2003);

a. Parametrik olmayan bir yapıdadırlar,

b. Keyfi karar sinir yeteneklerine sahiptirler,

c. Farklı veri türlerinin ve girdi yapılarının birleştirilmesi kolaydır,

ç. Daha iyi genelleştirme yapabilmektedirler,

d. Gürültü için toleranslıdırlar.

Dezavantajları,

a. Eğitim Süreci

b. Eğitim Hataları

c. BaşlangıçKoşullarına Bağlılığı (Öztemel, 2003)'dır.

YSA geleneksel istatistiksel sınıflandırıcılarla karşılaştırıldığında az sayıda eğitim seti kullanarak daha iyi sonuçlar verebilmektedirler (Kavzoğlu, 2009).

Yapay sinir ağları yapılarına ve öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılabilirler.

Yapılarına Göre Yapay Sinir Ağları;

a. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları : İleri beslemeli bir ağda yapay nöronlar genellikle katmanlara ayrılmıştır. Veriler, giriş katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. Genellikle parametrelere bağlı olarak tanımlanan giriş verileri, çıkış katmanına doğru tek yönlü bir şekilde iletilir ve dağıtılır. Aynı katmanda bulunan yapay nöronlar arasında bağlantı tanımlanmazken bir katmanın tüm yapay nöronları bir üst katmanın yapay nöronları ile bağlantılıdır. Diğer bir ifadeyle, nöronlar bir katmandan diğer bir katmana bağlanırken, aynı katman içerisinde bağlantıları bulunmamaktadır. Bu tip ağlarda herhangi bir andaki çıkış o andaki giriş vektörünün bir fonksiyonu olarak ifade edilir. İleri beslemeli ağlara örnek olarak çok katmanlı perseptron ve LVQ (Learning Vector Quantization) ağları verilebilir (Çölkesen, 2009).

b. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları : Geri beslemeli yapay sinir ağlarında ileri beslemeli olanların aksine bir nöronun çıktısı kendinden önceki katmana veya kendi katmanında bulunan herhangi bir nörona girdi olarak bağlanabilir. Geri beslemeli yapay sinir ağları çıkış katmanı dahil herhangi bir katmanın veya tüm katmanların girişleri bir önceki katmana geri iletilir. Böylece, girişler hem ileri yönde, hem de geri yönde aktarılmış olur. Bu tip sinir ağlarında herhangi bir andaki çıkış, o andaki girişlerin bir fonksiyonu olduğu kadar önceki giriş ve çıkış değerlerini de yansıtmaktadır. Bu yapısı ile geri beslemeli yapay sinir ağları doğrusal olmayan bir yapıdadır. Veri akışının çift yönlü olmasından dolayı bu tip ağlarda ağırlıklar dinamik bir hafıza yapısı tanımlarlar. Geri besleme özelliğini kazandıran bağlantıların bağlanış şekline göre geri aynı yapay sinir ağıyla farklı davranışta ve yapıda geri beslemeli yapay sinir ağları elde edilebilir. Bu yapılardaki yapay sinir ağlarında herhangi bir andaki çıkış o ana kadar işlenmiş tüm verilerin bir sonucudur. Hopfield, Elman ve Jordan yapıları bu tür yapay sinir ağlarıyapılarına örnektir (Çölkesen, 2009).

ÖğrenmeAlgoritmalarına Göre Yapay Sinir ağları

a. Kontrollü Öğrenme,

b. Skor ile eğitme,

c. Kendini düzenleme ile eğitme olarak sınıflandırılabilirler.

Yapay sinir ağları, herhangi bir istatistiksel kabul gerektirmediğinden parametrik olmayan kontrollü bir sınıflandırma algoritmasıdır. Kontrollü öğrenme işleminde, öğrenmeyi temsil eden bağlantı ağırlık değerleri, iteratif bir şekilde ağın ürettiği çıkışların hedef çıkışlarla karşılaştırılmalarıyla elde edilen belirli bir hata değerinin minimize edilmesiyle güncellenirken, kontrolsüz öğrenme işleminde, ağırlık değerlerinin güncelleştirilmesi (öğrenme, eğitim) giriş örneğine en büyük benzerlik değerini üreten işlemci elemanın aktifleşmesiyle gerçekleştirilmektedir (Özkan, 2001). Yapay sinir ağları ile eğitim öncesinde gerçekleştirilmesi gereken bir takım işlem adımları mevcuttur. Bunlar; ön işlemler, ağ giriş ve çıkışının kodlanması, sınıfların çıkarılması, ağ topolojisinin oluşturulması, ağın eğitilmesi ve genelleştirme kabiliyetinin test edilmesi olarak ifade edilebilir.

2. LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALARA GENEL BİR BAKIŞ

Nesne yönelimli sınıflandırma ile uzaktan algılanmış görüntülerden detay tespiti üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Birbirinden farklı amaçlar için yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca nesne yönelimli sınıflandırmanın diğer sınıflandırma yöntemlerine göre daha başarılı olması nedeniyle bu yöntemin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Uydu teknolojisi ve sayısal hava kameralarındaki gelişmelerle birlikte, mekansal ve spektral çözünürlüğü yüksek görüntüler bu tarzdaki çalışmalara oldukça destek vermektedir.

Aşağıda uydu görüntülerinden nesne yönelimli yöntemlerle nesne tespiti için yapılan çalışmalar kronolojik sırada verilmiştir.

Baatz ve Schape (2000), nesne yönelimli yöntemlerle nesne çıkarımında kullanılabilecek genel parametrelere ilişkin bir çalışma yapmıştır. Çalışmada, farklı veri setleri için bölgesel ve genel olabilirlik seviyeleri incelenmiştir. Bu işlem için öncelikle bölütlemede birbirine komşu olan nesneler arasındaki fark ile heterojenlik durumu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; çok çözünürlüklü bölütleme algoritmasının farklı veri setleri için uygun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, bu yöntemde daha küçük ölçek parametresi seçiminin kontrastlığın sunumu açısından daha uygun olduğu ve nesne yönelimli görüntü analizi yapan eCognition yazılımının temel işlem adımının, çok çözünürlüklü bölütleme algoritması olduğu vurgulanmaktadır.

Benz ve ark. (2003), çalışmalarında havadan ve uzaydan platformlarla elde edilen uzaktan algılama verilerinin, haritalama, çevre gözlenmesi, doğal afet yönetimi, sivil ve askeri amaçlı istihbarat çalışmalarında önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan tüm bu verinin işlenmesi, uygun bilginin çıkarılması ve standart bir biçimde gösterilmesi, coğrafi bilgi sistemlerine aktarılmasının etkili karar süreçleri sağladığı belirtilmiştir. Nesne yönelimli yöntemlerin otomatik veya yarı otomatik analizleri nasıl destekleyebileceği dile getirilmiştir. Bu çalışmada nesne yönelimli analizlerin temel prensipleri incelenmiş, bulanık yöntemlerle nasıl birleştirildiği ve uzman karar verme süreçlerine nasıl etki ettiği tartışılmış, uzaktan algılamadan CBS'ye bilgi aktarımının nasıl olduğu gösterilmiştir. Bilgi aktarma işlemi, ilk nesne yönelimli sınıflandırma yazılımı olan, uzaktan algılama ile CBS arasında, nesne yönelimli sınıflandırma yöntemleri kullanarak, tam veya yarı otomatik olarak köprü kurabilen eCognition yazılımı kullanılarak gösterilmiştir.

Shackelford ve Davis (2003), çalışmalarında yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile şehirsel alanlarda nesne yönelimli yöntemlerle arazi örtüsü sınıflandırmasını bulanık piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımı ile gerçekleştirmişlerdir. Birleştirilmiş piksel/nesne yönelimli sınıflandırma keskinleştirilmiş Ikonos uydu görüntüsü ile yoğun şehir alanında yapılmıştır. Bulanık piksel sınıflandırıcı spektral ve mekansal bilgileri kullanmaktadır. Piksel tabanlı sınıflandırmanın ardından, hem spektral hemde mekansal heterojenliği kullanan, nesne yönelimli sınıflandırmayı destekleyen bir teknik, bölütlemeyi gerçekleştirmek için kullanılmıştır. Nesne yönelimli bulanık sınıflandırıcı yoğun şehir alanlarda yol olmayan, yollar dışında kalan geçirgen olmayan yüzey ilave sınıfları belirlenerek piksel tabanlı sınıflandırma üzerine uygulanmıştır. Bulanık piksel tabanlı sınıflandırmanın girdi olarak kullanılması ile bölütlenmiş görüntüyü şekil, spektral ve komşuluk ilişkilerini kullanan nesne yönelimli sınıflandırıcı kullanmıştır. Bu teknikler kullanılarak binalar, geçirgen olmayan yüzey ve yollar yoğun şehir alanlarda sırası ile %76, %81 ve %99 doğrulukla belirlenmiştir.

Lewinski ve Zaremski (2004), çalışmalarında uydu görüntülerinden bilginin görsel olarak operatörler tarafından veya otomatik sınıflandırma algoritmaları ile çıkarılabileceğini ifade etmişlerdir. Görüntülerden bilginin çıkarılmasının otomatik sınıflandırma yöntemleri ile daha hızlı, kolay ve ekonomik çıkarılabileceği belirtilmiştir. Çoğunlukla kullanılan kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinin düşük çözünürlüklü görüntülerde daha yüksek doğruluk sağladığı dile getirilmiştir. 1 m ve daha yüksek çözünürlüklü görüntülerde ise arazi örtüsünün belirlenmesinde yukarıda dile getirilen yöntemlerin yeterli çözümler sağlamadığının görüldüğü ifade edilmiştir. Son yıllarda nesne yönelimli sınıflandırma adı verilen yeni tekniklerin geliştiği belirtilmiştir. Nesne yönelimli yöntem klasik yöntemlerde olduğu gibi sadece pikselin sınıflandırması değil görüntülerin ayrıştırıldığı nesneleri kapsadığı dile getirilmiştir. Spektral değerlerin yanında piksellerle oluşturulan görüntü nesnelerinin şekilleri ve analiz olarak adlandırılan bu nesnelerin birbirleri ile olan ilişkileri ile sınıflandırma yaptığı belirtilmiştir. Görsel görüntü işlemede olduğu gibi bu yöntemde de görüntü dokuları hesaba katılır. Bu çalışmada Varşova'daki Vistula nehri üzerindeki köprüler suyun kesilmesi algoritması ile çıkarılmıştır.

Meinel ve Neubert (2004), çalışmalarında görüntü bölütleme yöntemlerinin uzaktan algılamada görüntü çözünürlüğünün artması nedeniyle gittikçe daha da önemli olduğu ifade edilmiştir. En önemli olan bölümünün ise bölütleme kalitesi olduğu ifade

edilmiştir. Bu sebeple mevcut yazılımlarla yapılan bölütleme kalitesini değerlendiren bir yöntem bu çalışmada ele alınmıştır. Yöntem keskinleştirilmiş bir Ikonos uydu görüntüsünde değerlendirilmiştir. Değerlendirme işlemi görsel olarak gerçekleştirilmiştir. Geometrik bölüt özellikleri değerlendirmenin odaklandığı noktadır. Çalışmada eCognition 2.1, Data Dissection Tools, CAESAR 3.1, InfoPACK 1.0, Image Segmentation for Erdas Imagine, Minimum Entropy Approach to Adaptive Image, SPRING 4.0 yazılımları test edilmiştir. Değerlendirmeler test edilen yazılımların uygunluğunu göstermiştir.

Marangoz ve ark. (2005), çalışmalarında nesne yönelimli görüntü sınıflandırma yöntemi ile Zonguldak test alanında Ikonos keskinleştirilmiş görüntüsünden eCognition v4 yazılımı ile yolların ve binaların çıkarımını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada aslında sınıflandırma işleminin başarısının ortorektifikasyondan başlayarak, bölütlemeye büyük oranda bağlı olduğu dile getirilmiştir.

Förster ve Kleinschmit (2006), çalışmalarında orman tiplerinin belirlenmesinin öneminden bahsetmişlerdir. Orman tipi belirlemesi için nesne yönelimli sınıflandırma yöntemini, çok yüksek çözünürlüklü Quickbird uydu görüntüsü kullanarak Bavaria bölgesinde (Güney Almanya) gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada görüntünün yanısıra yükseklik, eğim, toprak tipi gibi ilave mekansal veriler bulanık mantık ilkeleri çerçevesinde kullanılmıştır. Çalışma yardımcı verilerle birlikte sınıflandırma gerçekleştirildiğinde daha yüksek sınıflandırma doğruluğunun olduğunu göstermiştir.

Hofmann ve ark. (2006), çalışmalarında kaçak yapıların insanların yaşadığı alanlarda dünya çapında hızla yayıldığını dile getirmişlerdir. Kaçak yapılar sebebiyle yerleşimler hakkında güvenilir ve doğru verinin olmadığı belirtilmiştir. Bu yapılar hakkında güncel veri ihtiyacının, planlama gibi gerekçelerle çok önemli olduğu ifade edilmiştir. Planlama için gerekli mevcut bilgiler eksik veya eski olduğundan dolayı çözüm üretilememiştir. Çözüm için gerekli olan veriler uydu görüntülerinden nesne yönelimli yöntemler ile elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden kaçak yapıların nasıl tespit edildiği gösterilmiştir. Çalışma neticesinde kaçak yapıların %68 doğrulukla tespit edildiği gösterilmiştir.

Neubert ve Herold (2006), çalışmalarında görüntü bölütlemenin uzaktan algılamada nesne yönelimli bilgi çıkarılmasında çok önemli bir adım olduğunu ifade etmişlerdir. Sınıflandırma öncesinde bölütleme kalitesi değerlendirilmesinin çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenlerle bu çalışmanın doğruluk değerlendirilmesi ile de

ilgili olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada bölütlemenin kalitesi üzerine bazı bilgiler verilmiştir. Nesne farklılıkları, bölütler ve referans nesneler arasındaki topolojik ve geometrik ilişkiler analiz edilmiştir. Böylece üstüste binen alanlar alan tekrarlamasını açıklamak üzere hesaplanmıştır. ENVI Feature Extraction Module 4.4, BerkleyImgseg 0.54,EDISON, EWS 1.0, Definiens Developer 7 ve InfoPack 2.0 yazılımları test edilmiştir. Bölütleme sonuçları www.ioer.de/segmentation-evaluation web sitesinde verilmiştir.

Kansu (2008), çalışmasında çok spektrumlu IKONOS II görüntü verisinin sınıflandırılması için klasik Maksimum Olabilirlik Yöntemi, YSA sınıflandırma yöntemi ve Bulanık Mantığa Dayalı Sınıflandırma yöntemlerini karşılaştırmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan YSA algoritmalarından geri yayılımlı öğrenme algoritması için ağ yapısı ve birincil parametre tahminlerinin seçimindeki etkiyi geniş kapsamlı olarak araştırmıştır. Çalışma sonucunda YSA sınıflandırma algoritmasının çok spektrumlu uydu görüntü verilerinin sınıflandırılması için bulanık mantık ve klasik yöntemlere göre kıyaslanabilir ve daha iyi performans gösteren etkin sınıflandırma aracı olduğu görülmüştür. Buna karşın yapay sinir ağları ile sınıflandırma işlemi, standart yöntemlere oranla hem zaman alıcı hem de daha çok uğraş gerektiren bir araç durumundadır. Yakın bir gelecekte sinir ağlarının kullanımı kolay ve standart bir araçolacağının tahmin edildiği belirtilmiştir.

Schiewe ve Gähler (2008), çalışmalarında yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama verileri değerlendirilirken belirli olmayan sınırlar sebebiyle sınıflandırma neticesinde ciddi problemlerin oluştuğu belirtmişlerdir. Bu etkinin doğal nesneler arasında, belirsiz sınırlar ve üst üste binmiş sınıflar sebebiyle oluştuğu ifade edilmiştir. Literatürde sorunun çözümü için bazı yaklaşımlar ve yeterli olmayan araçlar kullanıldığı bu çalışmada, sınıflandırma için belirgin olmayan sınırların çözümünde Bulanık Kararlılık Ölçütü araştırılmıştır. Bu prosedürün esnek ve uygulanmasının kolay olduğu dile getirilmiştir. Bu yöntemle belirsizliklerin giderilebileceği ifade edilmiştir.

Hese ve Schmullius (2008), çalışmalarında Quickbird uydu görüntüsü kullanarak Batı Sibirya'da petrol sızıntısı sonucu kirlenmeyi nesne yönelimli yöntemlerle sınıflandırma ile açıklamışlardır. Spektral, şekil ve içerik bilgileri kullanılarak nesne yönelimli sınıflandırma ile toprak ve bitki kirliliği gösterilmiştir. İlaveten Landsat verileri ile belirli zaman aralıklarında analizler uygulanmış 15 yıllık süre ile daha geniş alanlarda kirliliğin gözlenmesi gerçekleştirilmiştir. Detaylı bilgiler kirlenmiş alanların

konumlarını belirlemede kullanılmıştır. Çalışmada öncelikle bölütleme işlemi uygulanmıştır. Ardından nesne yönelimli sınıflandırma ile bölgede kirlenmiş alanlar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kirlenmiş alanlar bulunmuştur. Çalışma için herhangi bir doğruluk araştırması gerçekleştirilmemiştir.

Nobrega ve ark. (2008), çalışmalarında Ikonos uydu görüntüsünden eCognition yazılımı ile Sao Paolo çevresindeki yolları nesne yönelimli yöntemlerle çıkarıp başarısını belirlemişlerdir. Bu çalışmada görüntüye temel bileşen analizi uygulanarak elde edilen yeni bandlar görüntü bölütleme ve sınıflandırma aşamasında kullanılmıştır. Temel bileşen analizi dönüşümünün görüntü bandları arasındaki korelasyonu giderdiği yeni bandlar oluşturduğu bu nedenle bölütlemenin başarısını artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca elde edilen yeni bandların sınıflandırmada da kullanıldığı ifade edilmiştir. Yollar nesne yönelimli sınıflandırma yöntemi ile çıkarılmış ve başarısı %65 olarak bulunmuştur.

Zhou ve ark. (2008), bu çalışmada ABD'nin Baltimore kenti bölgesinde farklı zamanlarda alınan yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarından, iki tane sınıflandırma sonrası değişiklik tespiti yaklaşımının sonuçları ve yöntemleri gösterilmiştir. Çalışma sonucu nesne yönelimli yöntemlerin değişiklik tespiti çalışmalarına mekansal ve uzman bilgilerini kattığından dolayı geleneksel piksel tabanlı yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiğini gösterdiği ifade edilmiştir. Nesne tabanlı yöntemlerle elde edilen değişiklik haritasının doğruluğu %90 kappa indeksi 0.854, piksel tabanlı yöntemin ise doğruluğu %81.3 ve Kappa indeksi 0.712 dir. Sınıflandırma sonrası şehir alanlarında yüksek çözünürlüklü görüntülerden görüntü bölütleme ve kural tabanlı yöntemlerle arazi örtüsü değişiklik tespiti haritası karşılaştırma yaklaşımının daha etkin olduğu ispatlanmıştır. Bu yöntem mekansal bilgilerin ve uzman bilgilerini değişiklik tespitine katmaya, iki sınıflandırma haritasında detay özellikleri ve konumdan kaynaklı hataları düşürme sürecinde etkili bir yol sağlamıştır. Çalışma neticesinde nesne yönelimli yöntemin piksel tabanlı yönteme göre daha iyi sonuçlar sağladığı çalışmada gösterilmiştir. Nesne yönelimli sınıflandırmada doğruluk ve Kappa indeksi önemli derecede artmıştır.

Kux ve Araújo (2008), çalışmalarında, Brezilya'nın diğer gelişmekte olan ülkeler gibi şehir planlamasına etki edecek, analiz edecek ve gözlemleyecek modern araçlara ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. Şehir alanlarının özellikle metropolitanların karmaşık olduğu ve algılanmalarının çok zor olduğu ifade edilmiştir. Quickbird gibi yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin ortaya çıkması ve nesne yönelimli

sınıflandırma yöntemlerinin arazi örtüsü ve kullanımı haritalarının yapımında etkili olduğu ifade edilmiştir. Nesne yönelimli sınıflandırmanın içerik ilişkilerini, hiyerarşi ve bulanık mantığı kullandığı dile getirilmiştir. Çalışmada yardımcı verilerin kullanımı ile zamana bağlı birden fazla analiz ile şehir planlamasını destekleyen mekansal çıkarımların yapıldığı gösterilmiştir. Çalışmada 2002 ve 2004 yıllarına ait Quickbird uydu görüntüleri ve yardımcı verilerden yararlanarak nesne yönelimli sınıflandırma yöntemleri ile arazi örtüsü ve kullanımı haritaları elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler arasında arazi işgalleri, erozyon için riskli alanlar, insanlar ve eşya için tehlikeli alanlar elde edilmiştir.

Kim ve ark. (2008), çalışmalarında nesne yönelimli sınıflandırma yaklaşımı, Ikonos multispektral uydu görüntüsünden elde edilen gri düzey yineleme matrisi (grey-level co-occurrence matrix)'nin eklenmesi ile, yapraklarını döken, sürekli yeşil kalan ve karışık ormanların Guilford Courthouse Milli Askeri Parkı, Kuzey Carolina bölgesinde belirlenmesinde kullanımını araştırmışlardır. Sınıflandırma öncesinde otomatik bölütleme gerçekleştirilmiş, nesne büyüklükleri ve sayıları tespit edilmiş bunların birbirleri ile korelasyonları hesaplanmıştır. Değişik ölçeklerdeki bölütlemelerle nesne yönelimli sınıflandırmalar gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, bölütleme ölçeğinin doğrudan orman tipi sınıflandırmasını etkilediğini göstermiştir. Çalışmada doğruluk %79 olarak bulunmuştur. GLCM doku analizinin sınıflandırmaya katılması başarıyı %83'e çıkarmıştır.

Çölkesen (2009), çalışmasında uzaktan algılamada ileri sınıflandırma tekniklerini karşılaştırmış ve analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada bilinen sınıflandırma yöntemleri yanında, son yıllarda uzaktan algılamada kullanılan ileri sınıflandırma tekniklerinden destek vektör makineleri, karar ağaçları, karar ağacı iyileştirme algoritmaları, yapay sinir ağları ve K-star sınıflandırıcıları ile uygulama gerçekleştirilmiştir. Gebze ilçesini kapsayan Landsat ETM+ ve Terra ASTER görüntülerinin söz konusu yöntemler ile sınıflandırılarak arazi örtüsü ve kullanımının belirlenmesi amacıyla sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemler ve elde edilen sonuçlar etkili faktörler de (parametreler) göz önüne alınarak detaylı olarak analiz edilmiş ve ileri sınıflandırma tekniklerinin uzaktan algılanmış görüntülerin sınıflandırılmasında geleneksel sınıflandırıcılara göre iyi ve etkili bir alternatif olduklarını göstermiştir.

Nussbaum ve Menz (2010), çalışmalarında İran'da bulunan Nükleer Tesisleri nesne yönelimli sınıflandırma yöntemi ile tespit edilmesini araştırmışlarıdır. Çalışmalarında görüntü işleme, sınıflandırma ve eCognition yazılımından bahsetmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada multispektral ve pankromatik bandların keskinleştirilmesinin sınıflandırmaya olan etkisi ortaya koyulmuştur. Görüntü keskinleştirme yöntemlerinden bilinenleri içinde en başarılı olanının Gram-Schmidt olduğu fakat bunun bile sınıflandırma başarısını % 78'lere indirdiğini belirtmişlerdir. Yeni bir yöntem olan ve IDL dilinde yazılan Daubachies Wavelet yönteminin başarısının ise %94 seviyelerinde olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada İran'ın Esfahan bölgesindeki nükleer tesisin nesne yönelimli sınıflandırma ile belirlenmesi ve değişiklik tespiti çalışması yapılmıştır.

Robertson ve King (2011), Kanada'nın Ontario bölgesinde 1995-2005 yılları arasındaki arazi örtüsü/kullanımındaki değişimin belirlenmesi amacı ile Landsat uydu görüntülerini kullanarak 10 sınıf için piksel tabanlı ve nesne yönelimli sınıflandırma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Piksel tabanlı sınıflandırma için en büyük olasılıksınıflandırması algoritmasını kullanırken, nesne yönelimli sınıflandırma öncesinde çok çözünürlüklü bölütleme algoritmasını kullanmışlardır. Çalışma alanındaki 10 yıllık dönem için değişimin, piksel tabanlı sınıflandırma sonuçlarına göre %44.4, nesne yönelimli sınıflandırma sonuçlarına göre %49.2 olduğu hesaplanmıştır. Değişimin en az olduğu sınıf su alanları, en çok olduğu sınıf ise açık araziler, tarım alanları ve kozalaklı ormanlar olarak belirlenmiştir. Doğruluk araştırması sonunda, küçük alanlarda bölütleme için seçilen ölçeğe bağlı olarak nesne yönelimli sınıflandırmanın doğruluğunun daha düşük olduğu, fakat diğer tüm alanlarda daha hassas olarak değişimin belirlenebildiği tespitdilmiştir.

Erener ve Sarp (2012) çalışmalarında yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleriyle arazi kullanımı/örtüsü sınıflandırmasında, mekansal çözünürlüğün ve görüntü homojenleştirmesinin, sınıflandırma doğruluğuna etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma Ankara'nın Çankaya ilçesindeki küçük bir test alanına uygulanmıştır. Bu uygulamada yüksek çözünürlüklü QuickBird uydu görüntüsünün, 2.4 m çözünürlüğe sahip multispektral bantları ve 0.64 m çözünürlüğe sahip pankromatik bandı kullanılmıştır. Çalışmanın ilk adımı, QuickBird görüntüsünün En Büyük Olasılık Yöntemi (EOY) ile sınıflandırılması ve sınıflandırma doğruluğunun gerçek yer verileriyle test edilmesini içermektedir. Buna göre multispektral bantları ile elde edilen

sınıflandırma doğruluğu yaklaşık % 73, kappa istatistiği ise % 64 olarak hesaplanmıştır. İkinci adımda mekansal çözünürlüğün sınıflandırma doğruluğuna olan etkisi araştırılmıştır. Görüntü, keskinleştirme işlemi yapıldıktan sonra EOY ile sınıflandırılmış ve doğruluğu test edilmiştir. Keskinleştirilmiş görüntü sınıflandırması sonucu doğruluğun %73, kappa istatistiğinin ise %65' olduğu görülmüştür. Son adımda ise sınıflandırma obje tabanlı bölütleme metodu ile desteklenmiştir. Diğer sınıflandırma sonuçlarına kıyasla, bölütleme sonrası yapılan sınıflandırma sonucunun, sınıflandırma doğruluğunu artırdığı gözlemlenmiştir. Buna göre, MSS bantları kullanılarak bölütleme sonrası yapılan sınıflandırma sonucunda tüm doğruluğun yaklaşık %77' ye kappa istatistiğinin ise %69'a, keskinleştirilmiş bantlar kullanılarak yapılan bölütleme sonrası sınıflandırmada ise tüm doğruluğun %79'a ve kappa istatistiğinin ise %73'e kadar arttığı görülmüştür. Sonuçlar, sınıflandırma doğruluğunun görüntü keskinleştirmesi ile arttığını göstermiştir ki, bu da yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden arazi kulanımı sonucu elde edilen objelerin, başarılı şekilde elde edilmesini sağlamıştır.

Zabala ve ark. (2012) çalışmalarında görüntü sıkıştırmanın, sayısal hava kameralarının ve uyduların sürekli görüntü alması sonucu çok büyük miktarlarda veri elde edilmesi nedeni ile kaçınılmaz olduğunu ifade etmişlerdir. Önceki çalışmalarda görüntü sıkıştırmanın sınıflandırma doğruluğuna etkisi nadiren değerlendirilmiştir. Sınıflandırma öncesinde bölütleme algoritmaları kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada sayısal hava fotoğraflarından elde edilen ortofotolar değişik sıkıştırma ölçeklerinde sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Değişik bölütleme algoritmalarından en iyi sonuçların çok çözünürlüklü ve devamında spektral fark bölütlemesi ile elde edildiği belirtilmiştir. Sıkıştırma oranı artırıldıkça sınıflandırma sonuçlarının kötüleştiği çalışmada ortaya konulmuştur.

3. MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada, iki farklı yöntem kullanılarak, görüntü istihbaratı açısından stratejik önemi olan köprüler, uydu görüntülerinden çıkarılmıştır. Birinci yöntemde bulanık mantık kullanılarak, köprü nesneleri uydu görüntülerinde bulunmaya çalışılmıştır. İkinci yöntemde, nesne çıkarmak için geliştirilen bulanık kuralların üyelik dereceleri, hibrit yöntem ile nesne yönelimli olarak sınıflandırmak kullanılmıştır. Uydu görüntüleri üzerinde geliştirilen kurallar, sayısal hava fotoğrafları üzerinde test edilmiştir. Çalışma alanı olarak Eskişehir İl merkezi seçilmiş, toplam 17 köprü üzerinde çalışmalar geçekleştirilmiştir. Sayısal hava fotoğraflarında kullanılan köprü sayısı dörttür ve İzmir ve İzmit şehirlerinden seçilmiştir. Kullanılan köprülerin tamamı tablo şeklinde Ek-1'de verilmiştir. Bu yapıların ortak özellikleri su ve yolun kesiştiği yerde yapılan köprüler olmasıdır. Kuru dere yatağı ve yol kesişimleri tez kapsamı dışında bırakılmıştır.

Görüntülerin hazırlanması için Erdas Imagine 2011 yazılımı, nesne yönelimli sınıflandırma için eCognition yazılımı, sınıflandırma sonucu elde edilen yol ve nehir verilerinin kesişimi ile köprü nesnesinin elde edilmesi, elde edilen köprü nesnesinin düzenlenmesi ve sonuç ürünün elde edilmesi için OpenJUMP yazılımı, hibrit yöntem ile nesne çıkarımı için Pascal dilinde geliştirilmiş olan YSA ile sınıflandırma yapan bir yazılım kullanılmıştır.

Problemin iki farklı yöntemle çözümü aşağıdaki gibi özetlenebilir;

a. eCognition yazılımı ile nesneler için bulanık kurallar geliştirilerek nesne yönelimli olarak,

b. eCognition yazılımı ile nesneler için geliştirilen bulanık kuralların özelliklerinden yararlanılarak (görüntü nesneleri özellikleri ile) YSA ile sınıflandırma yapabilen bir yazılım ile hibrit olarak gerçekleştirilmiştir.

Birinci yöntemde problemin çözümü iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada görüntüler bölütlenmiş, çalışma alanı sınıflara ayrılmış, yol ve su nesnelerinin çıkarımı için bulanık kümeler kullanılarak kurallar geliştirilmiştir. Çıkarılan yol ve su nesneleri vektör veriye dönüştürülmüş, dönüştürülen vektör veriler OpenJump CBS yazılımı kullanılarak köprü nesnesinin çıkarımı yapılmıştır. Bu işlemler bölüm 4.3, 4.4 ve 4.5'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

İkinci yöntemde eCognition yazılımı ile oluşturulan bölütlerden, köprü çıkarmak için kullanılan kuralların üyelik dereceleri YSA ile sınıflandırmada kullanılmıştır. YSA ile sınıflandırmada girdi olarak köprü olan ve olmayan bölgeler için nesne özelliklerinden oluşturulan bir matris kullanılmaktadır. Bu matrisin sütunları köprü çıkarmak için kullanılan kuralların bulanık üyelik dereceleri ile oluşturulmuştur. Köprü çıkarmak için 11 kural kullanıldığından, her bir köprü için 7x11'lik bir matris oluşturulmuştur. Ayrıca eğitim verisi için köprü olan ve olmayan bölgeler için matris oluşturulması gerektiğinden her bir köprü nesnesi için 14x11'lik bir matris oluşturulmuştur. Köprü var/yok matrisi ile eğitimin ardından görüntü nesneleri ile oluşturulan 7x11'lik matris kullanılarak bu bölgede köprü olup olmadığı test edilmektedir. YSA ile sınıflandırma için matrislerin oluşturulması, eğitim verilerinin hazırlanması ve sınıflandırma işlemleri bölüm 4.6'da verilmiştir.

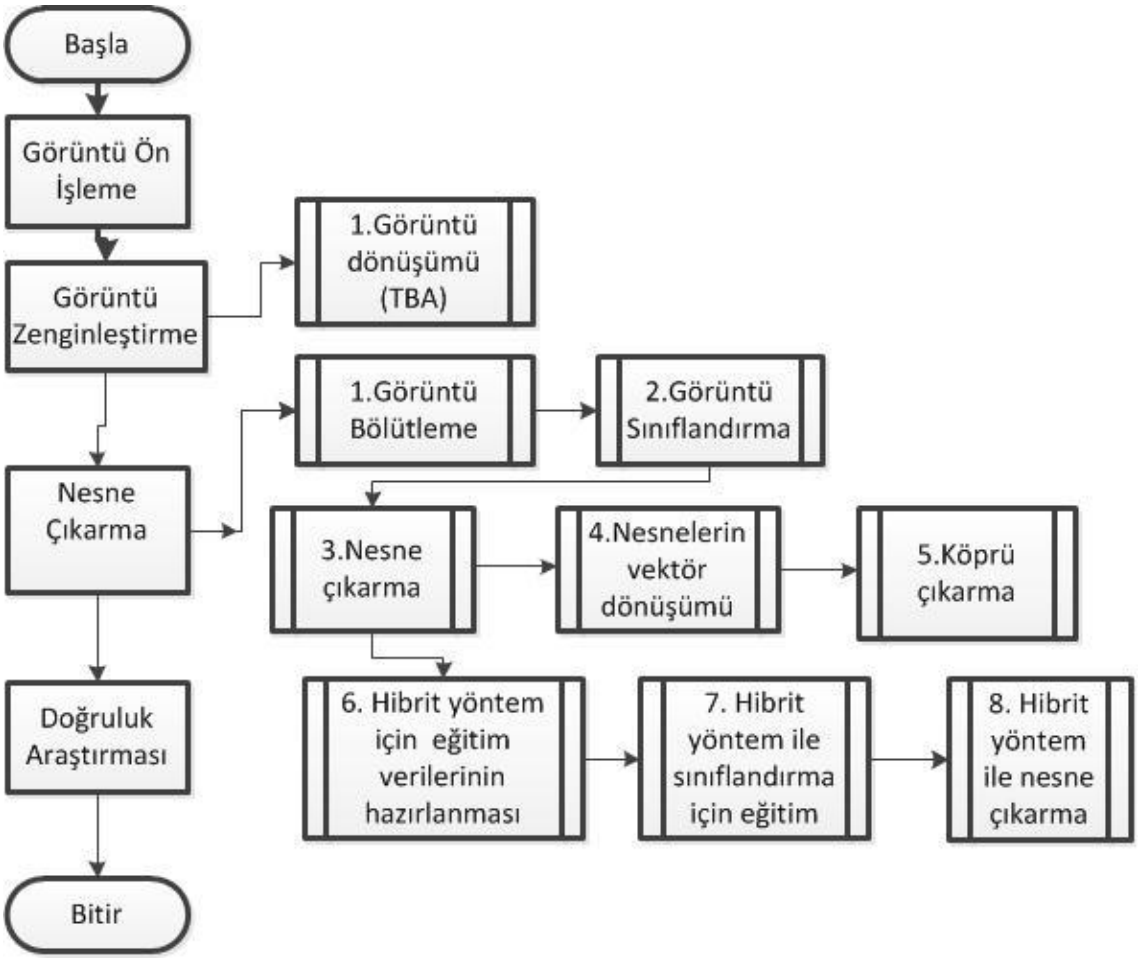
Problemin daha zor hale getirilmesi amacıyla çalışma alanı şehirsel bir bölge seçilmiştir. Nesne yönelimli kurallar eCognition yazılımı ile Eskişehir İl Merkezi görüntüleri kullanılarak çıkartılmıştır. Bu kurallar diğer test alanları olan İzmit ve İzmir bölgesinde denenmiştir. Çalışmada kullanılan Eskişehir İl Merkezine ait multispektral bandı 2 m çözünürlüklü olan 8 bandlı Worldview-2 uydu görüntüsü, belirlenen kuralların test edilmesi için İzmit ve İzmir bölgelerine ait 45 cm çözünürlüklü 4 bandlı 8 bit ve 16 bit sayısal hava fotoğrafları kullanılmıştır. Şehirsel alanda yapılan bu çalışmanın sonuçları bölüm 4.6'da Nesne Çıkarma İstatistiği kısmında verilmiştir. Bütün işlem adımlarına ait akış diyagramı Şekil 3.1'de verilmiştir. Nesne bulma işleminin kırsal alanlarda kullanılacağı düşünülürse, problem basitleşecektir. Uygulanan yöntemin, daha homojen yapılı kırsal alanlarda uygulandığında daha başarılı sonuçlar üreteceği değerlendirilmektedir.

3.1. Yazılım

Çalışmada kullanılan yazılımların kullanım amacı aşağıda açıklanmıştır.

Erdas Imagine yazılımı Leica ve Intergraph firmalarının ürettiği, günümüzde en çok kullanılan görüntü işleme yazılımlarından biridir (URL2). Erdas Imagine yazılımı çalışmada görüntülerin hazırlanması, kontrolsüz sınıflandırma ve görüntülere Temel Bileşen Analizi uygulanması için kullanılmıştır.

eCognition yazılımı Trimble Firması'nın ürettiği bir yazılımdır (URL1). eCognition yazılımı temel görüntü işleme araçları sunmayan, nesne yönelimli sınıflandırmayı en başarılı biçimde yapabilen yazılımlardan biridir (Gao, 2009;Ohlhof, 2006).



Şekil 3.1. Nesne çıkarma işlemine ilişkin akış diyagramı

Nesne yönelimli sınıflandırma uygulamalarının eCognition yazılımı ile başladığını söylemek gerekmektedir (Baatz ve Schäpe, 2000; Flanders ve ark., 2003; Benz ve ark., 2004).

eCognition 8.7 eğitim versiyonu 5 kullanıcılı olarak tez çalışmasında kullanılmak üzere temin edilmiştir. eCognition yazılımı nesne yönelimli sınıflandırma yapan yazılımlar içerisinde bölütleme ve nesne özellikleri konusunda en geniş seçenekleri sunmaktadır. Ayrıca 12 farklı ticari yazılımda bulunan bölütleme yöntemleri

karşılaştırılmış ve içlerinde en iyi yöntemin eCognition yazılımında bulunan çok çözünürlüklü bölütleme yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır (Marpu ve ark., 2010).

OpenJUMP yazılımı Java Programlama Dili ile geliştirilmiş özgür açık kaynak kodlu bir yazılımdır (URL 4).

Açık kaynak kodlu CBS yazılımları;

a. Lisans ücreti bulunmaması

b. Sınırsız kullanma özgürlüğü (kurulum sayısında bir sınır olmaması)

c. Güncelleme konusunda bir zorlama olmaması

ç. Açık standart desteği

d. API düzeyinde özelleştirme olanaklarından dolayı kullanımı günden güne artmaktadır (Beyhan 2010).

OpenJUMP özellikle kullandığı Java Topology Suite ile etkin bir topoloji desteğine sahiptir (URL 4).

Hibrit yöntem ile sınıflandırmada Pascal dili ile geliştirilmiş olan bir yazılım (Karlık ve ark.,2003) kullanılmıştır. Bu yazılım, geri yayılım yöntemini kullanmaktadır. Geri yayılım yöntemi birçok uygulamada kullanılmış en yaygın öğrenme algoritmasıdır.

3.2. Çalışma Alanı

Görüntülerden nesne yönelimli yöntemlerle nesne çıkarımı için çalışma alanı olarak Eskişehir İl Merkezi seçilmiştir. Eskişehir İl Merkezinin seçilmesinin nedeni, ortasından Porsuk Çayı'nın geçmesi ve bu çay üzerinde fazla sayıda köprü bulunmasıdır. Köprü sayısının fazla olmasının, nesne çıkarımının başarısı için yapılacak olan istatistiksel çalışmanın daha anlamlı olmasını sağlayacağı değerlendirilmektedir. Porsuk Çayı üzerinde 17 tane köprü tez çalışması için seçilmiştir.

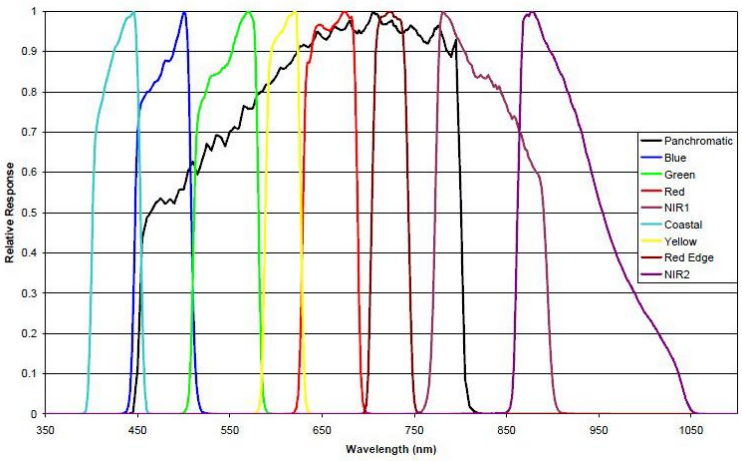
Elde edilen kuralların başka görüntülerde de test edilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle İzmir ve İzmit test alanındaki görüntülerde kurallar test edilmiştir. İzmir ve İzmit test alanlarında toplamda anlamlı istatistiki sonuçlar çıkaracak sayıda köprü bulunmaktadır.

Elde edilen sonuçlar İzmir'in kuzeyinde bulunan 2 tane Çiğli İlçesi ve 2 tane İzmit İl Merkezi'nin güneyinde elde edilen görüntülerde test edilmiştir.

3.3. Çalışmada Kullanılan Görüntüler

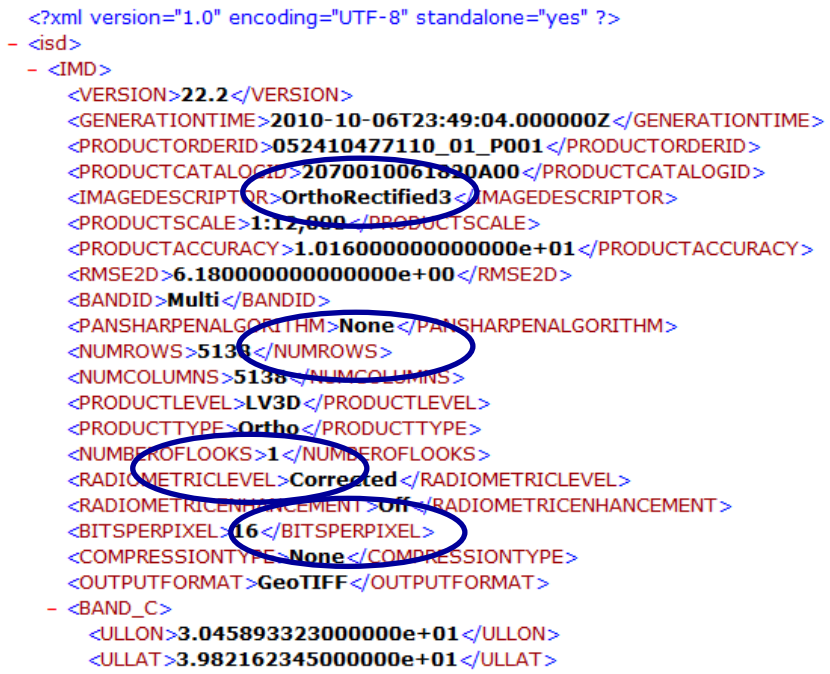
Çalışma alanına ait 10x10 km boyutlarında 2010 yılı Haziran ayına ait Worldview-2 uydu görüntüsü temin edilmiştir. WorldView-2 uydu görüntüsü 8 bandlı, multispektral bandları 1.85 m ve pan bandı 46 cm mekansal çözünürlüklü bir görüntüdür. ABD yasalarına göre Amerika dışına verilen görüntüler en yüksek 50 cm çözünürlüklü olarak verilebildiğinden bu görüntüler pan bandı 50 cm multispektral bandları ise 2 m çözünürlüklü olarak teslim alınmıştır. Alışılmış 4 bandlı görüntülere göre kıyı (coastal), sarı (yellow), kırmızı kenar (red edge) ve yakın kızılötesi-2 (nir-2) bandları mevcuttur (URL 7).

Worldview-2 uydu görüntüsü spektral özellikleri şekil 3.2'de gösterildiği gibidir (URL 7).



Şekil 3.2. Worldview-2 uydu görüntüsünün spektral özellikleri (URL 7)

Ayrıca çalışmada kullanılan görüntüye ait metaveri Şekil 3.3'de verilmiştir. Metaverisi incelendiğinde, görüntünün seviye-3 olarak yani ortorektifiye (Arif ve ark., 2006) olarak teslim edildiği görülmektedir. Görüntü ortorektifikasyonu, algılayıcı geometrisinin ve arazi değişimlerinin etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla yapılan görüntü yataylama işlemidir (HGK, 2003). Görüntüler ortorektifiye edildikten sonra harita olarak kullanılabilirler.



Şekil 3.3. Görüntüye ilişkin metaveri dosyası

NATO hedeflerin tespit, tanıma, teşhis ve teknik analizleri için gerekli olan görüntü çözünürlüklerine ilişkin Minimum Resolved Object Sizes and Scales For Imagery Interpretation yönergesi (Standardization Agreement STANAG 3769)'ni yayımlamıştır. Bu yönergeye göre Çizelge 3.1.'de hedefler ve bunların tespit ve tanınması için gerekli mekansal çözünürlükler görülmektedir.

Çizelge 3.1.'deki bilgiler her ne kadar görsel görüntü işleme alanında geçerli ise de bilgisayar aracılığı ile yapılan görüntü sınıflandırma konusunda da bir fikir vermektedir. Worldview-2 uydu görüntüsünün multispektral bandlarının çözünürlükleri köprü nesnesinin çıkarılması için gerekli şartları sağladığından görüntü keskinleştirmesi yapılmamıştır.

Sayısal hava fotoğrafları Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilmiştir. Görüntüler ortorektifiye edilmiştir.

Sayısal hava fotoğrafları Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilmiştir. Görüntüler ortorektifiye edilmiştir. STANAG 3769'a göre köprü tespit (minimum çözünürlük 6 m) ve tanıma (minimum çözünürlük 4.5 m) için gerekli mekansal çözünürlüğü çalışmada kullanılan Worldview-2 görüntüsü (2 m < 6 m, 2 m < 4.5 m) sağlamaktadır. Teşhis ve teknik analiz konuları çalışma kapsamı dışındadır.

Çizelge 3.1. Görüntüde nesne tespiti için gerekli görüntü çözünürlüklerine ilişkin NATO kriterleri

STANAG 3769 Versiyon 2 Ek-A

No	Hedef Tipi	Tespit	MPS Ölçeği	Tanıma	MPS Ölçeği	Teşhis	MPS Ölçeği	Teknik analiz	MPS ölçeği
1	**Köprü**	**6m 20 ft**	**1:180,000**	**4.5 m 15ft**	**1:140,000**	**1.5 m 5 ft**	**1:50,000**	**0.3 m 1 ft**	**1:9,000**
2	İletişim cihazları a. Radar b. Radyo	 3m 10ft 3m 10ft	 1:90,000 1:90,000	 1 m 3ft 1m 3 ft	 1:27,000 1:27000	 0.3 m 1ft 0.3 m 1ft	 1:9,000 1:9,000	 10 mm 4in 10 mm 4in	 1:400 1:400
3	Depo	3m 10ft	1:90,000	0.5 m1.7ft	1:18,000	0.15 m 6in	1.4,500	10 mm 4in	1:400
4	Birlik üniteleri	6m 20ft	1:180,000	2m 7ft	1:64,000	0.5 m1.7 ft	1:18,000	150mm 6in	1:4,500
5	Meydan tesisleri	6m 20ft	1:180,000	4.5 m 15ft	1:140,000	3m 10ft	1:90,000	150 mm 6in	1:4,500
6	Roket ve Top	1 m 3ft	1:27,000	0.5 m1.7ft	1:18,000	0.15 m6in	1:4,500	40mm1.5 in	1:1,200
7	Uçak	4.5 m15ft	1:140,000	1.5 m5ft	1:50,000	0.15 m6in	1:4,500	40mm1.5 in	1:1,200
8	Komuta kontrol karargahları	3m 10ft	1:90,000	1 m 3ft	1:27,000	0.3 m1ft	1:9,000	75 mm3in	1:2,300
9	Füze tesisleri (Yerden yere/Yerden havaya)	3m 10ft	1:90,000	1.5 m5 ft	1:50,000	0.15 m6in	1:4,500	40mm1.5 in	1:1,200
10	Gemi	15m 50ft	1:500,000	4.5 m15ft	1:140,000	0.15 m6in	1:4,500	40mm1.5 in	1:1,200

$$MPS = \frac{1}{\text{En küçük nesne boyutu x algılayıcı çözünürlüğü}}$$

Çalışmada kullanılan bütün görüntüler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan görüntülerin mekansal, spektral, radyometrik özellikleri

Görüntü/Bölgesi	Mekansal Çözünürlük	Spektral Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Uydu/Eskişehir	2 m	8 band	16 bit
Say.Hv.Foto./İzmir	30 cm	4 band	8 bit
Say.Hv.Foto./İzmit	45 cm	4 band	16 bit

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Görüntülerden köprü nesnesinin çıkarılması için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanmıştır. Aşamalar;

a. Görüntü nesnelerinin oluşturulması,

b. Görüntülerden sınıfların elde edilmesi,

c. Detay çıkarımı,

ç. CBS yazılımları ile detaylardan köprü nesnesinin çıkarılması,

d. İkinci yöntem için Görüntü nesnelerinden hibrit yöntem ile köprü nesnesinin çıkarılması

e. Doğruluk araştırması,

f. Elde edilen kurallar farklı görüntülerde test edilmesidir.

4.1. Görüntü Nesnelerinin Oluşturulması

Nesne yönelimli sınıflandırmada pikseller yerine görüntü nesneleri kullanılır (Blaschke, 2010). Nesne yönelimli sınıflandırmada nesne; bir görüntüde komşu piksellerin oluşturduğu bölgeler olarak tanımlanabilir (Benz ve ark., 2004). Bu tanıma ilaveten komşu piksellerin oluşturduğu bölge homojen olmalı (spektral, dokusal homojenlik) ve ayrı bir varlık olarak tanımlanabilmesi için çevresi ile kontrastlık oluşturmalıdır (Castilla ve Hay, 2008). Görüntü nesnelerinin oluşturulması için görüntü bölütlenir (segmentation).

Görüntülerin bölütlenmesinde eCognition yazılımında bulunan çok çözünürlüklü ve spektral fark yöntemleri sırasıyla kullanılmıştır. Çok çözünürlüklü bölütleme yöntemi değişik verilerde, çözünürlüklerde hayli yüksek derecede homojen görüntü nesneleri oluşturur. Bu yöntem değişik verilere uygulanabilir (Baatz ve Schäpe, 2000).

Çok çözünürlüklü bölütleme, bir çekirdek piksel ve bu çekirdek pikselle belirli özellikleri paylaşan çevredeki piksellerin oluşturduğu, bölge büyütme tekniğine dayanan bir yöntemdir. Bölütleme yöntemlerinden alan tabanlı yöntemlerin mahsurları olsa da daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Carleer, 2005; Gao, 2009).

Görüntü nesnelerinin sayısı ve homojenliği bölütlemede önemlidir. Çok çözünürlüklü bölütlemede ölçek, renk/biçim ve yumuşaklık/bütünlük parametreleri kullanılmaktadır (Marangoz ve ark, 2005).

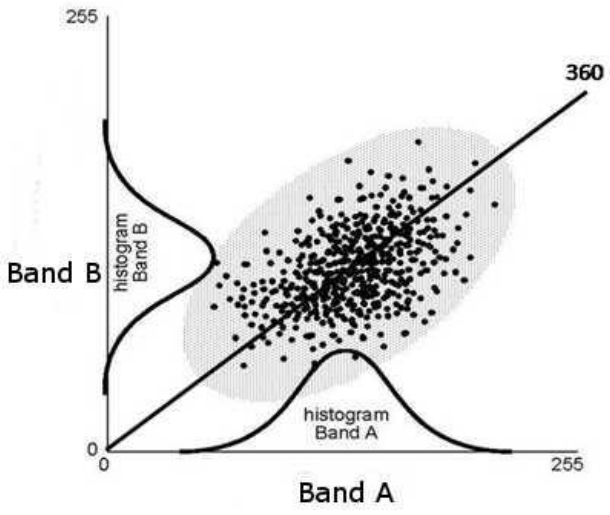
Ölçek (Scale): Bu parametre, ortalama nesne boyutunu dolaylı yoldan etkiler. Aslında bu parametre nesnelerin heterojenliğine izin veren maksimum değeri belirler. Ölçek parametresi ne kadar büyürse nesneler de o kadar büyür (Marangoz ve ark, 2005).

Renk / Biçim (Color / Shape): Bu parametrelerle renk ve biçim çatışmasının homojenliğinin nesne üretimine etkisi düzeltilebilir. Biçim kriteri ne kadar yüksek olursa, spektral homojenliğinin nesne üretimine etkisi daha az olacaktır (Marangoz ve ark, 2005).

Yumuşaklık / Bütünlük (Smoothness / Compactness): Biçim kriteri 0' dan büyük olduğunda kullanıcı, nesnelerin daha bütün (yoğun) veya daha yumuşatılmış olması gerektiğine karar verebilir (Marangoz ve ark, 2005).

Bütünlük nesnenin çevresi ile nesne içerisindeki piksel sayısının bir fonksiyonu, yumuşaklık ise nesnenin çevresi ile nesneyi çevreleyen kutunun bir fonksiyonudur (Yun ve ark., 2006).

eCognition yazılımı ile bölütleme yapılırken aynı bölgeye ait farklı görüntüler veya aynı görüntüden çeşitli dönüşümlerle elde edilmiş görüntüler birlikte kullanılabilir. Bu dönüşümlerden biri olan Temel Bileşen Analizi (TBA) görüntüye uygulanmış ve 3 bandlı yeni bir görüntü elde edilmiştir. Görüntü işlemede TBA'nın temel amacı Şekil 4.1'de görüldüğü gibi görüntü bandlarındaki eksenleri geliştirmektir (Erdas Field Guide). Ayrıca TBA sonucunda korelasyonsuz bandlar elde edilir. TBA'nın bölütlemede kullanılması farklılıktan kaynaklı olarak etkin bir bölütlemenin elde edilmesini sağlar (Tuxen ve Kelly, 2008).



Şekil 4.1. Temel bileşen analizinin görüntüye uygulanması

Bölütlemeye bütün pankromatik, multispektral bandlar ve TBA sonucu elde edilen bandlar katılmıştır. Görüntü bölütleme için çeşitli araştırmalar ve denemeler yapılmış, farklı ölçek (200, 140, 80, 40), şekil ve bütünlük parametleri ile bölütlemeler yapılmıştır. Bölütlemelerin ardından sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. 200 ölçek ile bölütleme neticesinde nehir alanları başarılı olarak çıkarılmış fakat değişik görüntülerde yol nesneleri doğru olarak çıkarılamamıştır. 140 ölçek parametresi ile 200 ölçek parametresi ile elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bölütlemenin 40 ölçek parametresi ile yapılması neticesinde gereğinden fazla bölüt oluştuğu görülmüş ayrıca bölüt sayısı arttıkça işlem süresinin uzadığı görülmüştür. Farklı ölçek, şekil ve bütünlük parametreleri sonucu yapılan sınıflandırma neticesinde, ölçek 80, şekil 0.3 ve bütünlük 0.5 değerlerine karar verilmiştir.

Ayrıca çok çözünürlüklü bölütlemenin ardından spektral fark bölütlemesi yönteminin uygulanması bölütlemenin başarısını artırdığı (Zabala ve ark., 2012) görülmüş olup bu yöntem de görüntüye uygulanmıştır. Uygulanan bütün bölütlemelere ilişkin özet bilgi Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Kullanılan bölütleme yöntemleri, ölçek, renk, şekil, yumuşaklık ve bütünlük parametreleri

Düzey	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Ölçek	200	140	80	40	80
Renk	0.7	0.7	0.7	0.7	
Şekil	0.3	0.3	0.3	0.3	
Yumuşaklık	0.5	0.5	0.5	0.5	
Bütünlük	0.5	0.5	0.5	0.5	
Bölütleme modu	Normal	Normal	Normal	Normal	Spektral Fark

4.3. Sınıflandırma Aşaması

Görüntünün bölütlenmesinin ardından, köprü nesnesinin çıkarılmasından önce çalışma alanı bitki, su, çıplak toprak ve geçirgen olmayan yüzey olarak dört ana sınıftan oluşmasına karar verilmiştir. Bu şekilde yapılan sınıflandırmanın ihtiyacı karşılayacağı değerlendirilmiştir. Böylece yol ve su nesnesinin aranacağı alanlar daraltılmış olmaktadır.

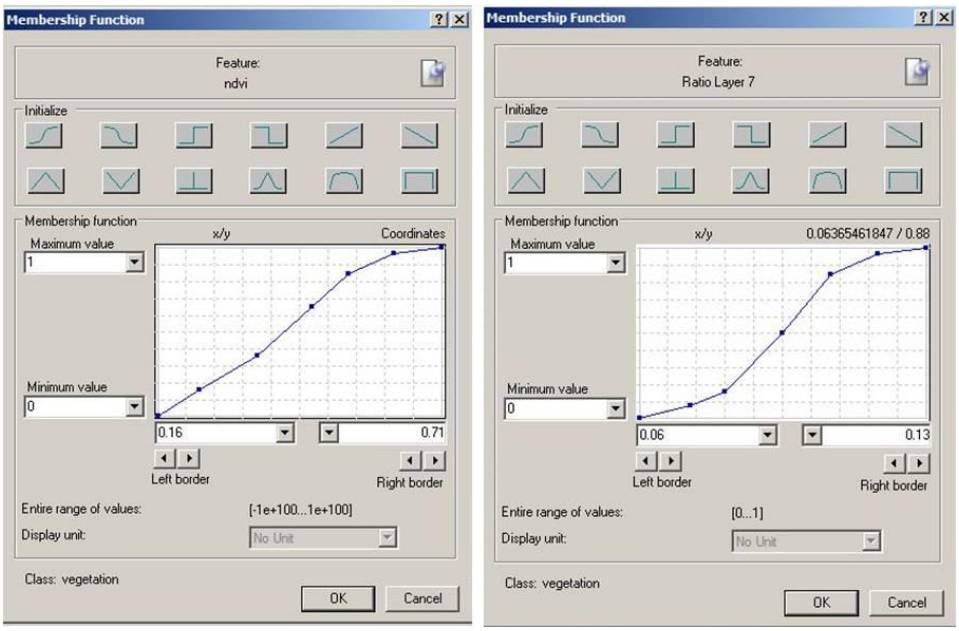
Sınıfların elde edilmesinde;

Bitki çıkarmada Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (NDVI - Normalized difference vegetation index) (Pu ve ark., 2008) ve nir-1 band oranı kullanılmıştır. NDVI formülü aşağıda verildiği gibidir. NDVI ve nir-1 band oranı bulanık kural setleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

ndvi = (nir-red) / (nir+red) (4.1)

Bu eşitlikte nir-1 bandı kullanılmıştır.

Yapılan incelemeler neticesinde bitki çıkarmada, NDVI ve nir-1 oranı arttıkça bitki olma olasılığı doğru orantılı, doğrusal olmayan biçimde arttığından, S fonksiyon bulanık kural seti ve şekilde ifade edilen sınır değerlerinin kullanılmasının uygun olacağı görülmüştür.

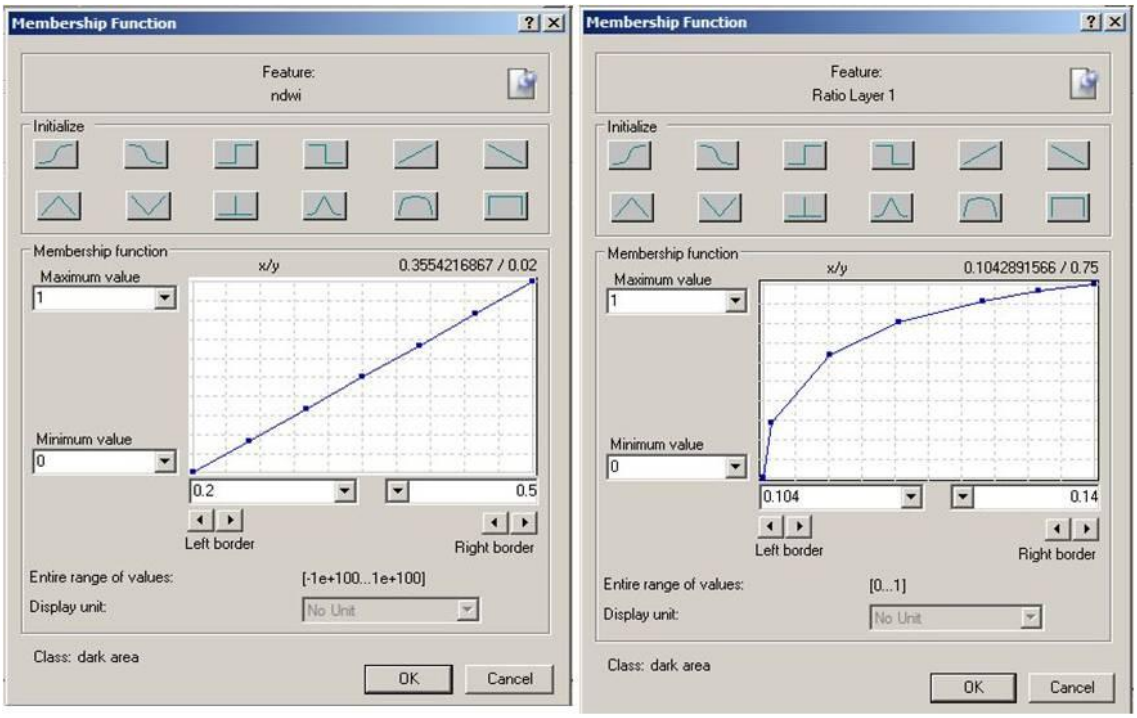


Şekil 4.2. Çalışma alanında, NDVIvenir-1 oranına ilişkin bulanık kural setleri

Suyun çıkarılması için Normalize Edilmiş Su İndeksi (NDWI-Normalized Differenced Water Index)(Ji ve ark., 2009;Mcfeeters, 1996) ve coastal band oranı kullanılmıştır (URL4).

NDWI = (1-nir1/green)/(1+nir1/green) (4.2)

NDWI ve kıyı (coastal) banda ilişkin bulanık kurallar Şekil 4.3'de görüldüğü gibidir.



Şekil 4.3.Çalışma alanında, NDWIve kıyı band oranına ilişkin bulanık kural ilişkin bulanık kural

Yapılan çalışmalar sonucunda su çıkarmada,

a. NDWI değerleri artarken su olma ihtimallerinin doğru orantılı ve doğrusal şekilde arttığı, tek taraflı üçgen bulanık kural setinin ve şekilde görülen sınır değerlerin,

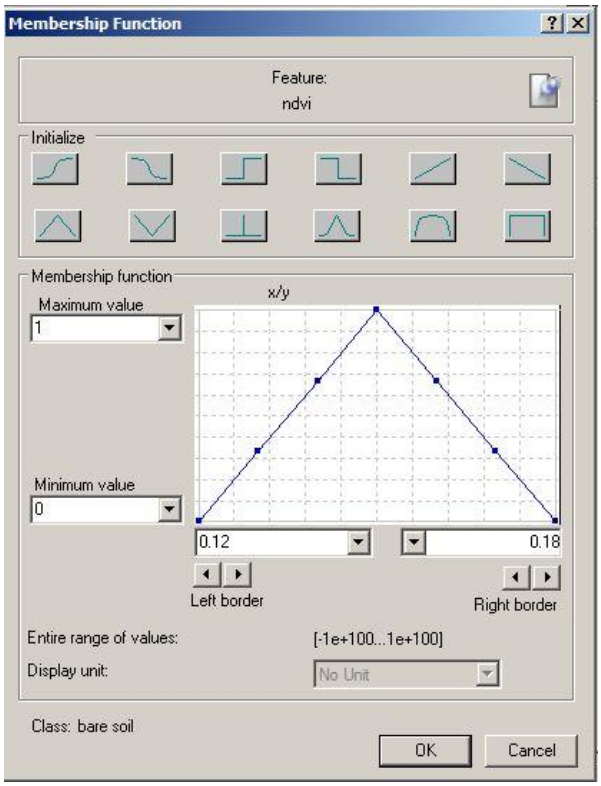
b. Kıyı (coastal) band değerleri artarken su olma ihtimalinin doğru orantılı fakat doğrusal olmayan biçimde artması gerekçeleri ile Z fonksiyon bulanık kural setlerinin ve Şekil 4.3'deki sınır değerlerinin kullanılmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Çıplak toprağı sınıflandırmak için NDVI ölçeği kullanılmıştır. Çıplak toprağın çıkarılmasına ilişkin kural Şekil 4.4'de görüldüğü gibidir.

Çıplak toprağın çıkarılmasında;

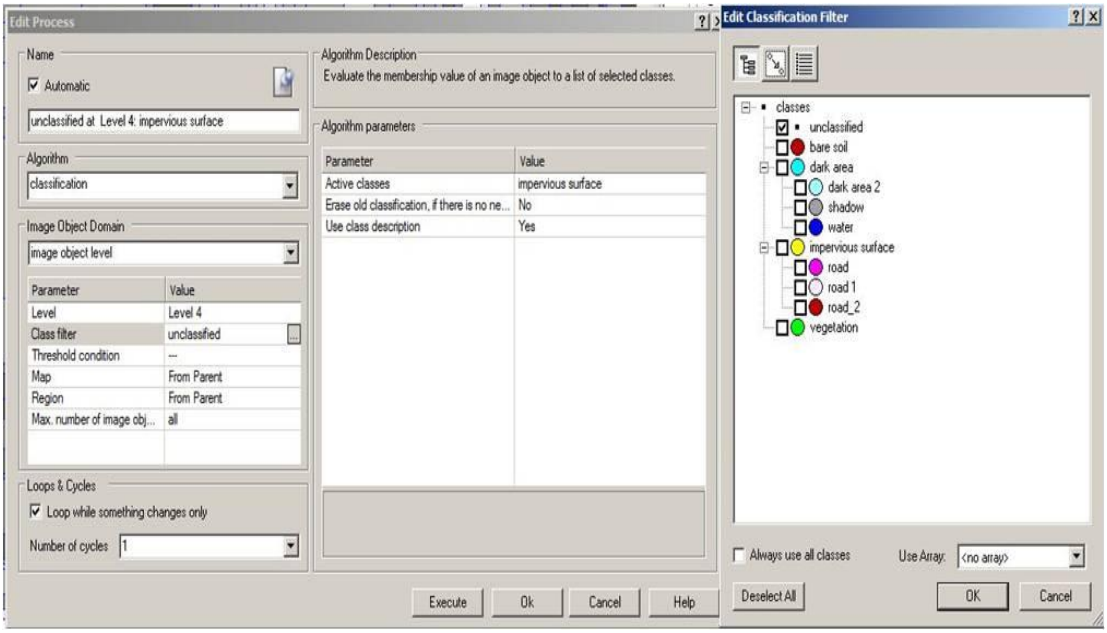
a. NDVI'ın belli bir değerinde çıplak toprak olma olasılığının en yüksek,

b. NDVI azaldıkça veya arttıkça çıplak toprak olma ihtimalinin azalması nedeni ile üçgen bulanık kural seti ve şekilde görülen sınır değerlerin kullanımının uygun olduğu görülmüştür.



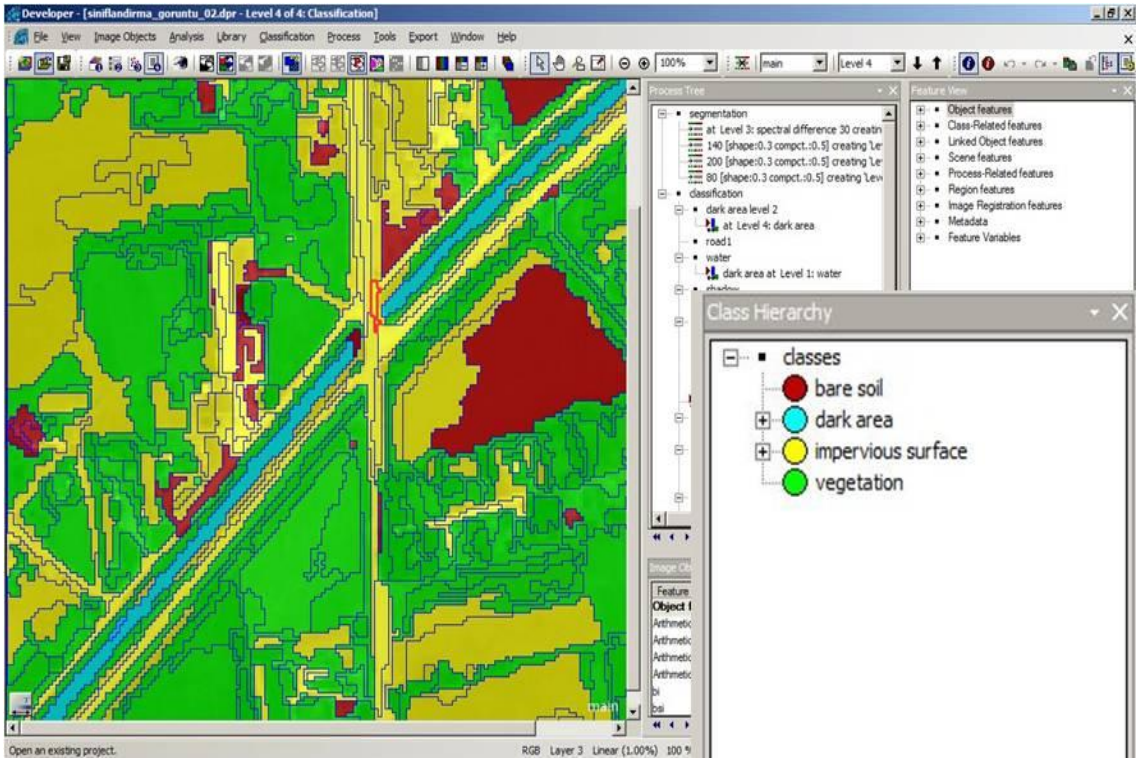
Şekil 4.4. Çalışma alanında, Çıplak toprağın çıkarılmasına ilişkin bulanık kural

Bunların dışında kalan alanlar geçirgen olmayan yüzey olarak tanımlanmıştır. Buna ilişkin kural Şekil 4.5'de görüldüğü gibidir.



Şekil 4.5. Çalışma alanında, Geçirgen olmayan yüzeyin çıkarımı

Çalışma alanı bu şekilde sınıflandırılarak yol dolayısı ile köprü nesnesinin aranacağı alan Şekil 4.6'da görüldüğü gibi sınırlandırılmış olmaktadır.



Şekil 4.6. Sınıflandırma neticesinde oluşan sınıflar

4.4. Nesne Çıkarma

Bugüne kadar optik ve SAR görüntüleri ile nadiren yapılan çalışmalar, köprü nesnesinin su alanları arasında kalan bölgelerin köprü olması kuralına dayanmaktadır. Ayrıca yazılan kural sayısı sınırlıdır (Lewinski ve Zaremski, 2004; URL5). Bu şekilde köprü çıkarma ağaç gibi nesnelerin nehirlerin üstünü kapatması durumunda veya eğik alınan görüntülerde nehirlerin başka nesnelerle kapatılması durumunda yanlış sonuçlar verecektir. Suyun kesilip kesilmediğini araştırmak her zaman geçerli bir yöntem değildir.

Bu çalışmada yol ve su nesneleri ayrı ayrı çıkarılmıştır. İki farklı nesnenin kesiştiği noktada köprü nesnesinin olup olmadığı incelenmiştir. Yol ve su nesnelerini bulmak için ayrı ayrı kurallar yazılmıştır.

4.4.1. Yol Çıkarma

Yol nesnesinin çıkarılması için;

a. Asimetri (Asymmetry),
b. Bütünlük (Compactness),
c. Poligon bütünlüğü (Compactness polygon),
d. Yoğunluk (Density),
e. Uzunluk/Genişlik (Length/Width),
f. Şekil indeksi (Shape Index) özellikleri kullanılmıştır.

4.4.1.1.Asimetri (Asymmetry)

Bir görüntü nesnesinin uzunluğu arttıkça, nesnenin asimetrisi artar. Görüntü nesnesi, Şekil 4.7'de görüldüğü gibi küçük ve büyük eksenler ile bu eksenlerinin oranı ile tanımlanan bir elips ile tanımlanabilir. Bu özellik asimetri ile artar (Trimble Germany GmbH, 2011).

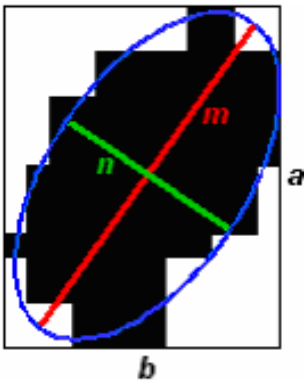
$$\text{Asimetri} = \frac{\sqrt[2]{\frac{1}{4}(VarX + VarY)^2 + (VarXY)^2 - VarXVarY}}{VarX + VarY} \qquad (4.3)$$

(Trimble Germany GmbH, 2011)

Bu eşitlikte;

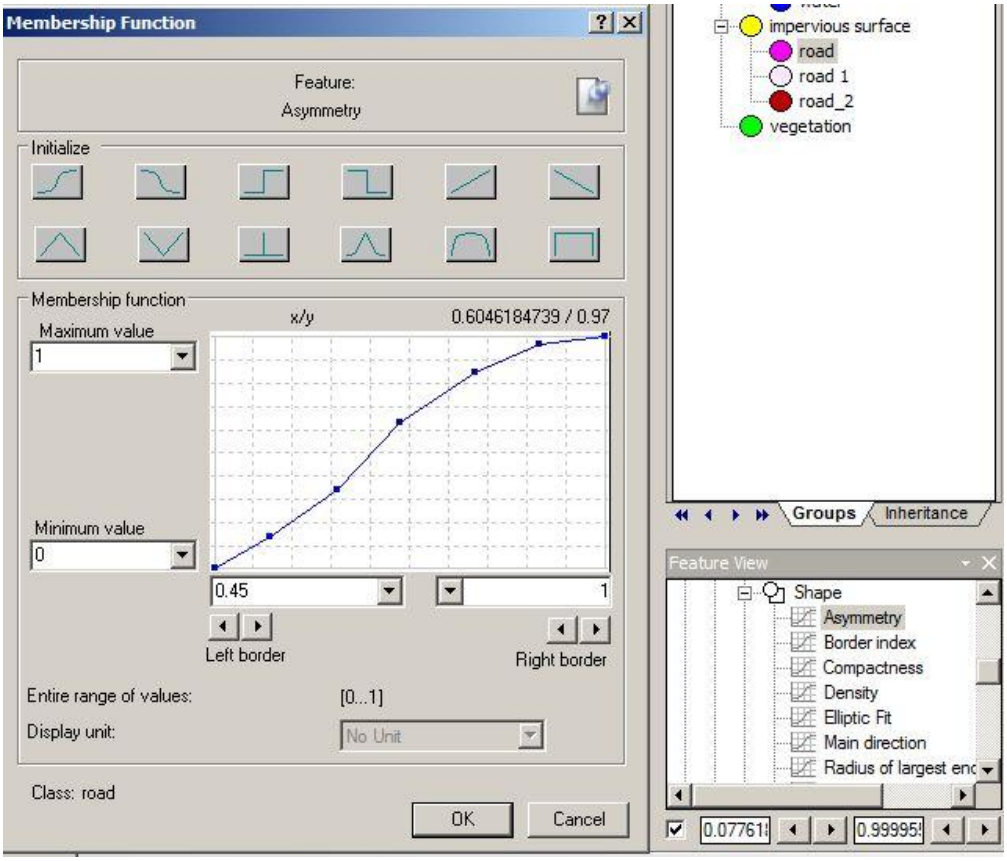
VarX : m ye ilişkin varyans

VarY : n'ye ilişkin varyans (Trimble Germany GmbH, 2011)



Şekil 4.7. Görüntü nesnesi asimetri parametreleri (Trimble Germany GmbH, 2011)

Asimetrinin yol çıkarma için kullanımı Şekil 4.8'de gösterildiği gibidir.

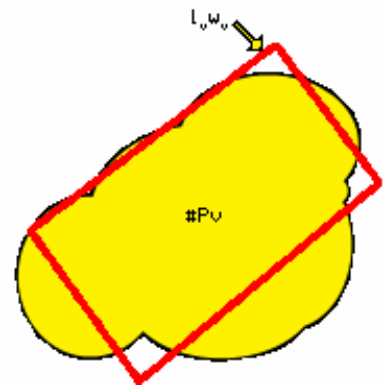


Şekil 4.8. Çalışma alanında, Asimetrinin yol çıkarımında kullanımına ilişkin bulanık kural

Asimetri özelliğinin artması ile, yol olma olasılığı doğru orantılı fakat doğrusal olarak artmadığından, S fonksiyon bulanık kural seti ve Şekil 4.8'deki sınır değerlerinin kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

4.4.1.2.Bütünlük (Compactness)

Bir görüntü nesnesinin bütünlüğü, Şekil 4.9'da görüldüğü gibi görüntü nesnesinin uzunluğu, genişliği ve piksel sayısı kullanılarak hesaplanır (Trimble Germany GmbH, 2011).



Şekil 4.9. Görüntü nesnesi bütünlük parametreleri (Trimble Germany GmbH, 2011)

$$\text{Bütünlük} = \frac{l_v * w_v}{P_v} \quad (4.4)$$

(Trimble Germany GmbH, 2011).

Bu eşitlikte;

l_v : görüntü nesnesinin uzunluğu

w_v : görüntü nesnesinin genişliği

P_v : Görüntü nesnesindeki piksel sayısı (Trimble Germany GmbH, 2011)

Yol çıkarmada bütünlüğün kullanımı Şekil 4.10'da görüldüğü gibidir.

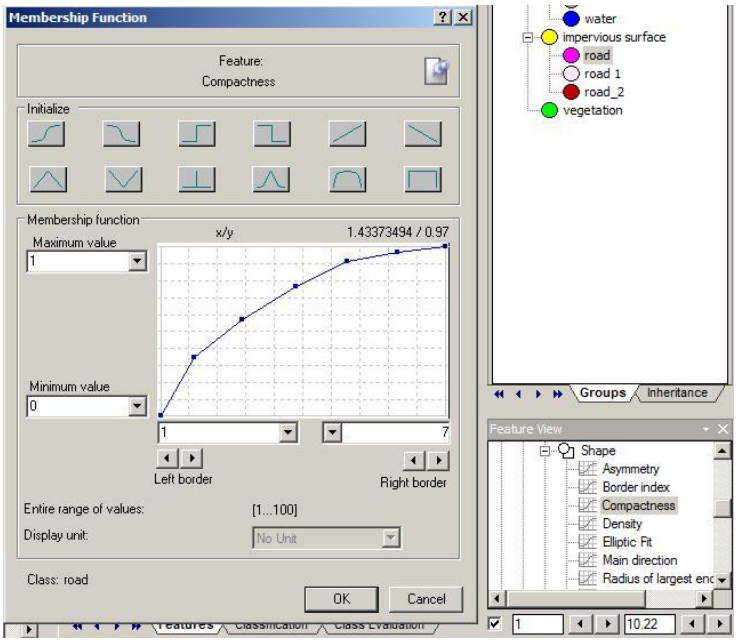
Bütünlük özelliğinin artması ile yol olma olasılığının doğru orantılı fakat doğrusal olarak artmaması nedeni ile S fonksiyon bulanık kural setinin şekil 4.10'daki sınır değerleri ile kullanılmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir.

4.4.1.3.Poligon bütünlüğü

Poligon bütünlüğü bir poligon alanının aynı çevre uzunluğundaki dairenin alanına oranıdır (Trimble Germany GmbH, 2011).

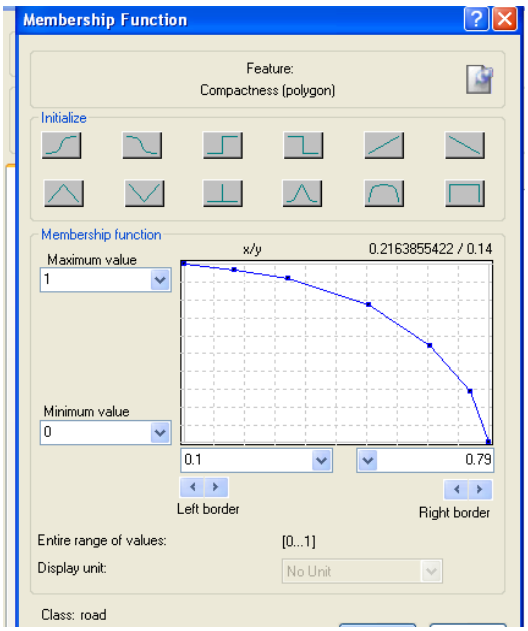
$$\text{Poligon Bütünlüğü} = \frac{4\ x\pi x alan}{çevre^{\,2}} \quad (4.5)$$

(Trimble Germany GmbH, 2011).



Şekil 4.10. Çalışma alanında, Bütünlüğün yol çıkarımında kullanımına ilişkin bulanık kural

Poligon bütünlüğünün yol çıkarmada kullanımı Şekil 4.11'de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.11. Çalışma alanında, Poligon bütünlüğün yol çıkarımında kullanımına ilişkin bulanık kural

Poligon bütünlüğü özelliğinin artması ile yol olma olasılığı ters orantılı ve doğrusal olmayan biçimdedir. Bu nedenle Z fonksiyon bulanık kural seti Şekil 4.11'deki sınır değerleriile kullanılmıştır.

4.4.1.4.Yoğunluk (Density)

Yoğunluk özelliği görüntü nesnesindeki piksel uzayının dağılımıdır. En yoğun şekil karedir. Bir nesnenin şekli tele benzedikçe yoğunluğu azalır. Yoğunluk özelliği kovaryans matrisi temel alınarak, şeklin yaklaşık yarıçapına bölünen görüntü nesnesini meydana getiren piksellerle hesaplanır (Trimble Germany GmbH, 2011).

$$\text{Yoğunluk} = \frac{\sqrt{\text{Pv}}}{1+\sqrt{\text{VarX}+\text{VarY}}} \qquad (4.6)$$

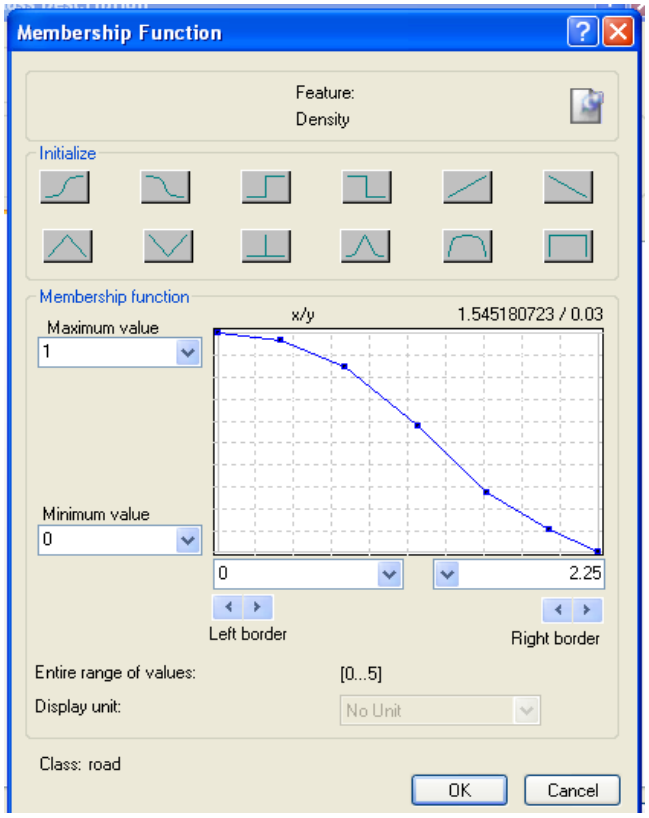
(Trimble Germany GmbH, 2011)

Bu eşitlikte;

P_v, piksellerin oluşturduğu karenin yaklaşık yarıçapıdır,

VarX ve VarY elipsin küçük ve büyük yarıçapıdır (Trimble Germany GmbH, 2011).

Yol çıkarmada yoğunluğun kullanımı Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Çalışma alanında, Yoğunluğun yol çıkarımında kullanımına ilişkin bulanık kural

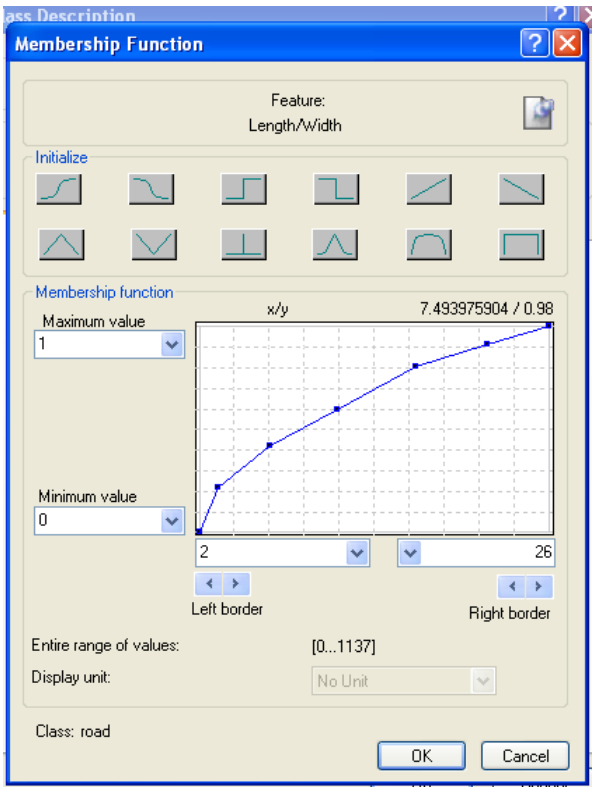
Yoğunluk özelliğinin artması ile yol olma olasılığı ters orantılı ve doğrusal olmayan biçimdedir. Bu nedenle Z fonksiyon bulanık kural seti Şekil 4.12'deki sınır değerlerinin kullanılmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir.

4.4.1.5.Uzunluk/Genişlik

Uzunluk/Genişlik için iki adet yaklaşım vardır;

Birincisi, uzunluk/genişlik oranı kovaryans matrisindeki özdeğerden daha büyük olan kesrin payı olduğu durumdur (Trimble Germany GmbH, 2011). İkincisi, nesneyi çevreleyen kutu kullanılarak hesaplanabilir. İki değerde hesaplanıp küçük olan döndürülür (Trimble Germany GmbH, 2011). Uzunluk/genişlik özelliğinin yol çıkarmada kullanımı Şekil 4.13'de gösterildiği gibidir.

Bütünlük özelliğinin artması ile yol olma olasılığının doğru orantılı fakat doğrusal olarak artmaması nedeni ile S fonksiyon bulanık kural setinin Şekil 4.13'deki sınır değerleri ile kullanılmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 4.13. Çalışma alanında, Uzunluk/Genişlik oranının yol çıkarımında kullanımına ilişkin bulanık kural

4.4.1.6.Şekil indeksi

Şekil indeksi görüntü nesnesinin sınırının yumuşaklığını ifade eder. Görüntü nesnesinin sınırı yumuşadıkça şekil indeksi azalır. Şekil indeksi görüntü nesnesinin sınır uzunluğunun alanının dördüncü kuvvet köküne bölünmesi ile hesaplanır (Trimble Germany GmbH, 2011).

$$\text{Şekil İndeksi} = \frac{bv}{\sqrt[4]{Pv}} \qquad (4.7)$$

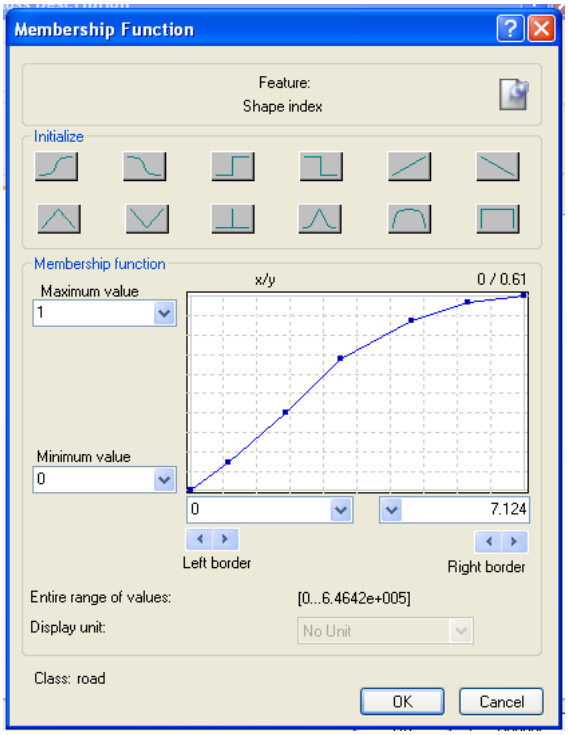
(Trimble Germany GmbH, 2011)

Bu eşitlikte;

b_v :Görüntü nesnesinin sınır uzunluğu,

P_v :Görüntü nesnesinin alanının dördüncü dereceden köküdür (Trimble Germany GmbH, 2011).

Yol çıkarmada şekil indeksinin kullanımı Şekil 4.14'de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.14. Çalışma alanında, Şekil indeksinin yol çıkarımında kullanımına ilişkin bulanık kural

Şekil indeksi özelliğinin artması ile yol olma olasılığının doğru orantılı fakat doğrusal olarak artmaması nedeni ile S fonksiyon bulanık kural setinin şekil 4.14'deki sınır değerlerinin kullanılmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Yukarıda söz edilen özellikler kullanılarak çıkarılan yol ve su bilgileri Şekil 4.15'de sırasıyla pembe ve mavi ile görülmektedir.

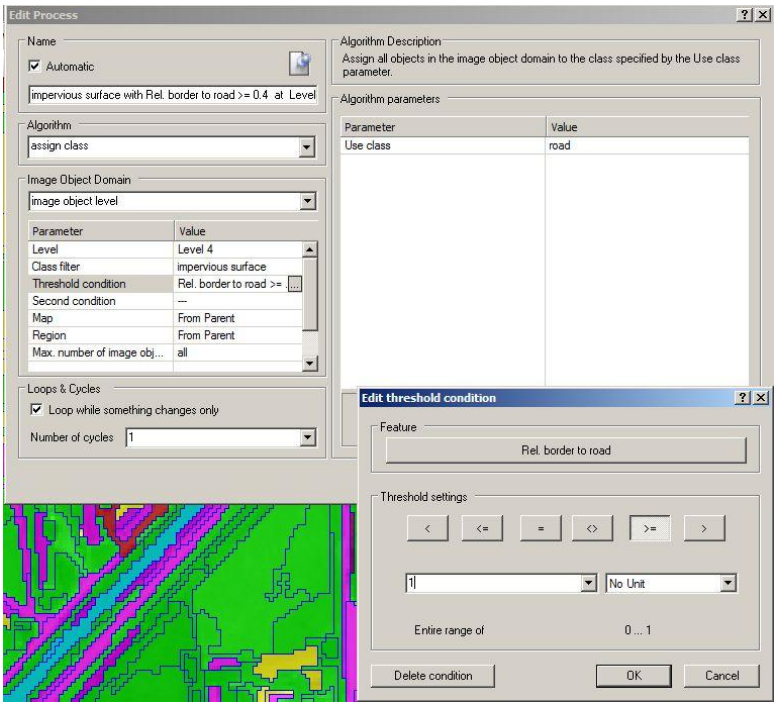


Şekil 4.15. Kuralların işletilmesi neticesinde yol ve nehir çıkarımı

Nesne çıkarımı incelendiğinde yollar üzerindeki taşıt vb. yüzünden delikler oluştuğu görülmektedir. Bu deliklerin kapatılması amacı ile sınırlarının tamamı yola komşu olan nesneler yol olarak tanımlanmıştır. Bu kural Şekil 4.16'da görüldüğü gibidir.

4.4.2. Nehir çıkarma

Çıkarılan su nesneleri birleştirilmiş, birleştirmenin ardından boyutu nehir olamayacak kadar küçük olanlar su, boyutu nehir olacak kadar büyük olanlar ise nehir olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 4.16. Çalışma alanında, yol üzerindeki deliklerin kapatılması için uygulanan kural

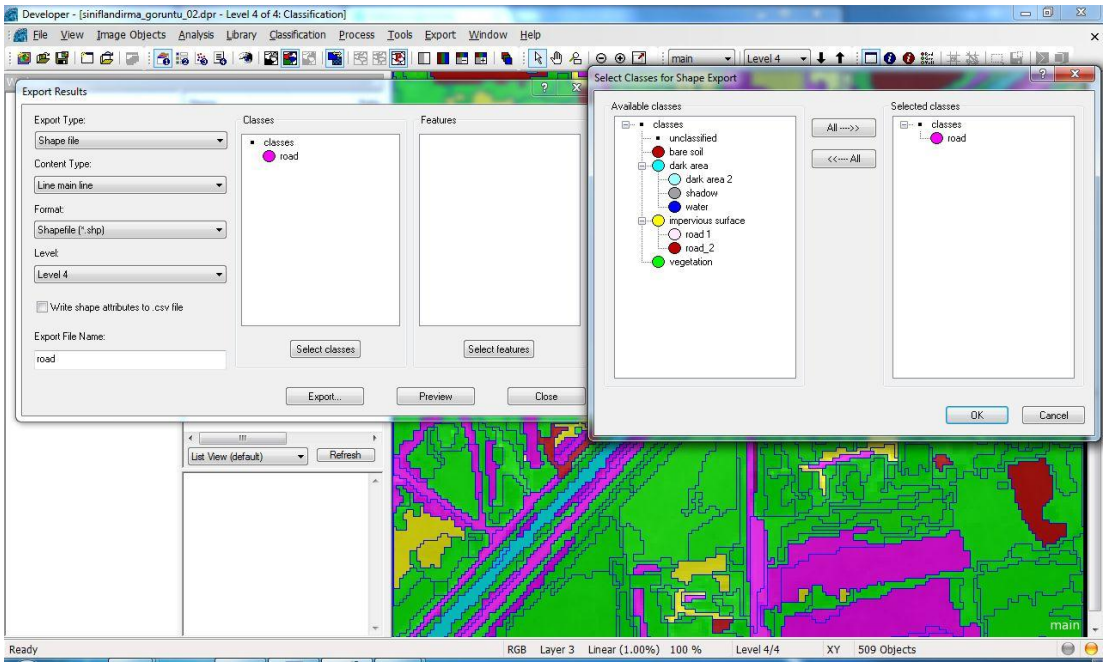
4.5. Nesne Çıkarım Sonucu

Sınıflandırma ve nesne çıkarımı öncesinde iki farklı bölütleme yöntemi (çok çözünürlüklü bölütleme ve spektral fark bölütlemesi) uygulanmıştır. Nesnelerin çıkarılması için toplam 14 kural (12 bulanık, 2 klasik) kullanılmıştır. eCognition kullanılarak elde edilen sınıflara ilişkin kurallar xml dosya olarak dışarı aktarılabilmektedir. Sınıfların bazılarına ilişkin XML dosyasından alınan yol ve nehir çıkarmaya ilişkin kurallar aşağıdadır.

```
<Class Name="road">
        <Term Operator="and (min)">
                <Comment></Comment>
                <Feature Name="Shape index" Membership-Function="Ascending" Left-Border="0." Right-Border="7.1239999999999997">
                        <Comment></Comment>
                </Feature>
                <Feature Name="Asymmetry" Membership-Function="Ascending" Left-Border="0.45000000000000001" Right-Border="1.">
                        <Comment></Comment>
                </Feature>
                <Feature Name="Compactness" Membership-Function="Ascending" Left-Border="1." Right-Border="7.">
                        <Comment></Comment>
                </Feature>
                <Feature Name="Density" Membership-Function="Descending" Left-Border="0." Right-Border="2.25">
```

```
                    <Comment></Comment>
                </Feature>
                <Feature Name="Compactness (polygon)" Membership-Function="Descending" Left-Border="0.10000000000000001" Right-Border="0.79000000000000004">
                    <Comment></Comment>
                </Feature>
                <Feature Name="Length/Width" Membership-Function="Ascending" Left-Border="2." Right-Border="26.">
                    <Comment></Comment>
                </Feature>
        </Term>
</Class>
<Class Name="river">
        <Term Operator="and (min)">
                <Comment></Comment>
                <Feature Name="Area" Membership-Function="Ascending" Left-Border="2000." Right-Border="10000.">
                    <Comment></Comment>
                </Feature>
        </Term>
</Class>
```

Köprü nesnesinin arandığı bölgelerde su ve yolun doğru çıkarıldığı görülmektedir. Yol ve nehir çıkarma uygulamaları bu aşamaya kadar eCognition yazılımı ile yapılmıştır. Bu aşamada yol ve nehirler eCognition yazılımı ile nesnelerin orta noktalarından geçen çizgiler esas alınarak çizgi vektör veriye (shp dosya) dönüştürülmüştür. Dönüştürme Şekil 4.17'da görüldüğü gibidir.

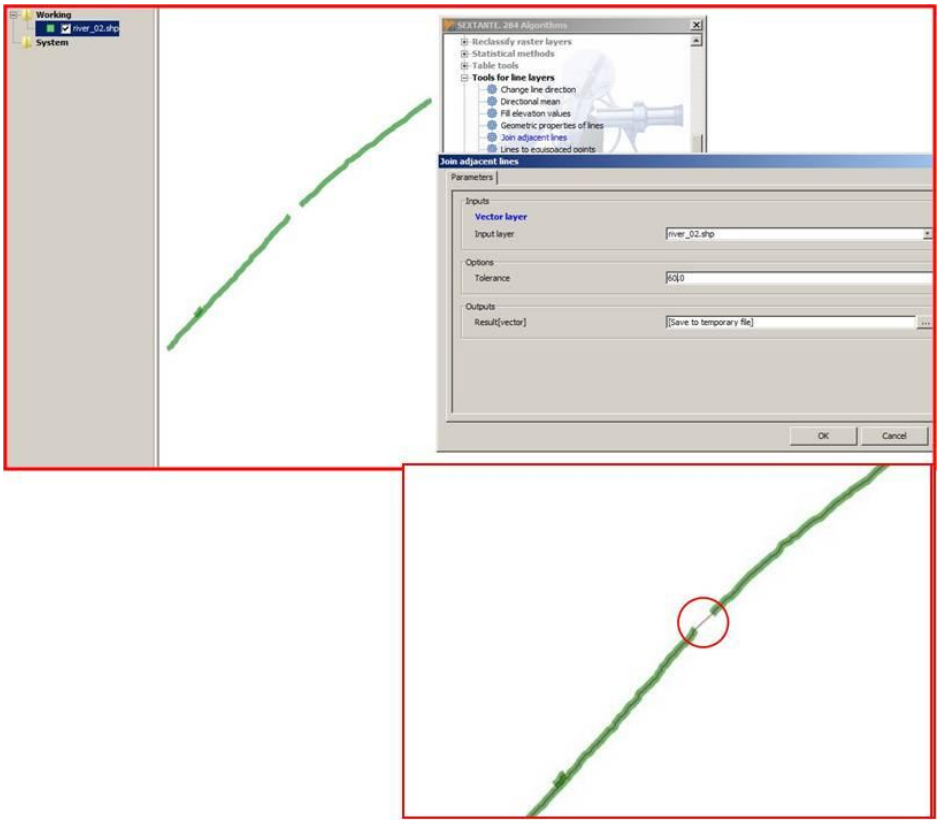


Şekil 4.17. Yol ve Eskişehir Porsuk Çayı çıkarılmasının ardından sonuçların çizgi shp dosya olarak kaydedilmesi

Bu noktadan sonra çizgi olarak elde edilen yol ve nehir nesnelerinden CBS yazılımları kullanılarak köprü nesnesi elde edilmiştir.

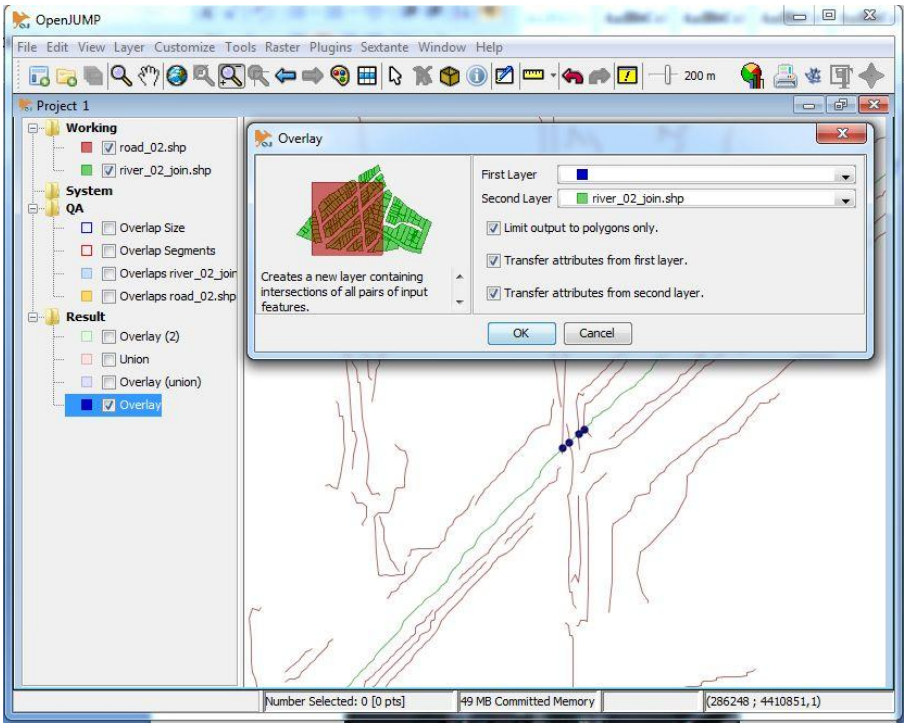
Bu aşamanın ardından yol ve nehrin kesişmesinden köprü nesnesinin çıkarılması için açık kaynak kodlu OpenJump CBS yazılımı (eklenti olan SEXTANTE araç kutusu) kullanılmıştır.

Şekil 4.18'de mavi ile görünen nehir yol ile kesilmiştir. Nehrin bütün olduğu düşünülürse, şekildeki nehir çıkarımının eksik olduğu görülecektir. Suyun yolun altından devam ettiği varsayılarak iki nehir SEXTANTE araçkutusu çizgi özellikleri kullanılarak birleştirilmiştir. Nehir nesnesinin birleştirilmiş biçimi Şekil 4.18'de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. SEXTANTE araçkutusu ile nehir çizgilerinin birleştirilmesi

Birleştirilen nehir verisi ile yol verisinin kesişimi Şekil 4.19'de görüldüğü gibi bulunarak köprü nesnesi çıkarılmış ardından köprü verisi düzenlenmiş Şekil 4.20'de görüntü üzerinde gösterilmiştir.



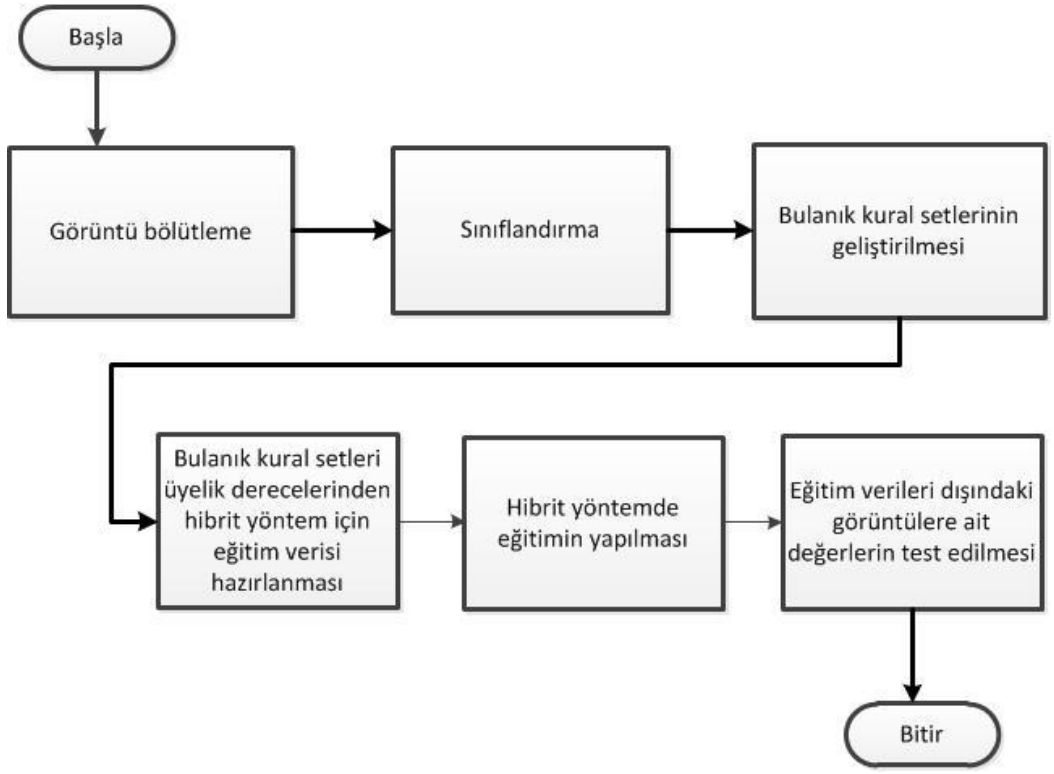
Şekil 4.19. Eskişehir Porsuk Çayı ve yol katmanlarından köprü nesnesinin elde edilmesi



Şekil 4.20. Eskişehir Porsuk Çayıüzerinde elde edilen köprü nokta verisinin görüntü üzerindeki görünümü(286363.759 4410729.809 UTM/WGS84)

4.6. Hibrit (Hybrid) Yöntem İle Köprü Nesnelerinin Çıkarılması

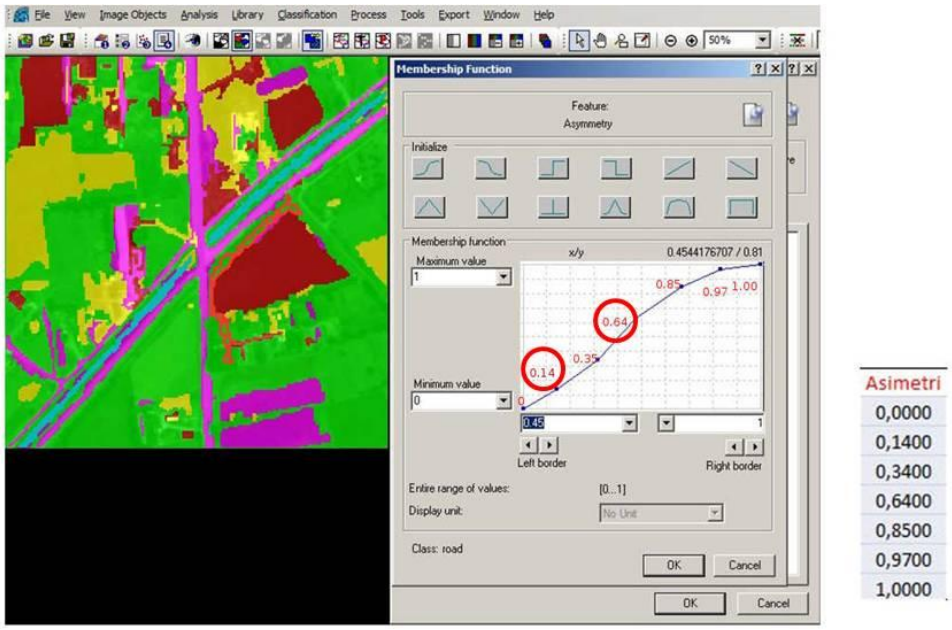
Görüntü nesnelerinin bulanık mantık ile oluşturulmasının ardından hibrit yöntem ile de köprü nesnesi çıkarılmıştır. Hibrit yöntem ile yapılan sınıflandırma kontrollü bir sınıflandırmadır. Köprü nesnesinin çıkarılmasında, Windows tabanlı gerçek zamanlı gösterme özelliği olan, Pascal programlama dili ile yazılmış, kontrollü öğrenme içerisinde, geri-yayılım algoritması, ağırlıkları dengelemek için genelleştirilmiş delta kuralı kullanan bir yazılım (Karlık ve ark., 2003) kullanılmıştır. Şekil 4.21'de hibrit yöntem ile nesne çıkarmaya ilişkin iş akış şeması verilmiştir.



Şekil 4.21. Hibrit yöntem ile köprü nesnesi çıkarılmasına ilişkin iş akışı

Bu yöntemle sınıflandırma için önce 9 adet köprü nesnesi için eğitim verisi hazırlanmıştır. Eğitimin ardından 8 adet köprü nesnesi için hazırlanan veri test edilmiştir. Hibrit yöntem ile sınıflandırmada, girdi bir matristir. Bu matris çeşitli öznitelikleri içermektedir. Hibrit yöntemde köprü nesnesinin çıkarılması için 11 özellik kullanılmıştır. Bunlar sırası ile,asimetri, bütünlük, poligon bütünlüğü, yoğunluk, uzunluk/genişlik, şekil indeksi, ndwi, band 1 oranı, ndvi (bitki), band 7 ve ndvi (çıplak toprak)'dır. Köprü nesnesinin çıkarılmasında kullanılan 11 bulanık kural ve bu kurallara

ilişkin 7 üyelik derecesinden her bir köprü için 7x11 boyutlarında bir matris oluşturulmuştur. Şekil 4.22'de yol nesnesi çıkarımında kullanılan asimetri özelliğine ilişkin bulanık kural ve üyelik dereceleri ile asimetri özelliğine ilişkin oluşturulan sütun matris görülmektedir. Tüm kurallara ilişkin 126x11 boyutunda matris Ek 2'de verilmiştir.



Şekil 4.22. Eskişehir Porsuk Çayıiçin Asimetri özelliği bulanık kuralı, üyelik dereceleri ve sütun matrisi

Köprü çıkarmada kullanılan bütün özelliklere ilişkin bulanık kurallara ait üyelik dereceleri ile 7x11 boyutlarında oluşturulan bir bölgeye ait matris Çizelge 4.2'de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Hibrit yöntem için oluşturulan (köprü olan) matris

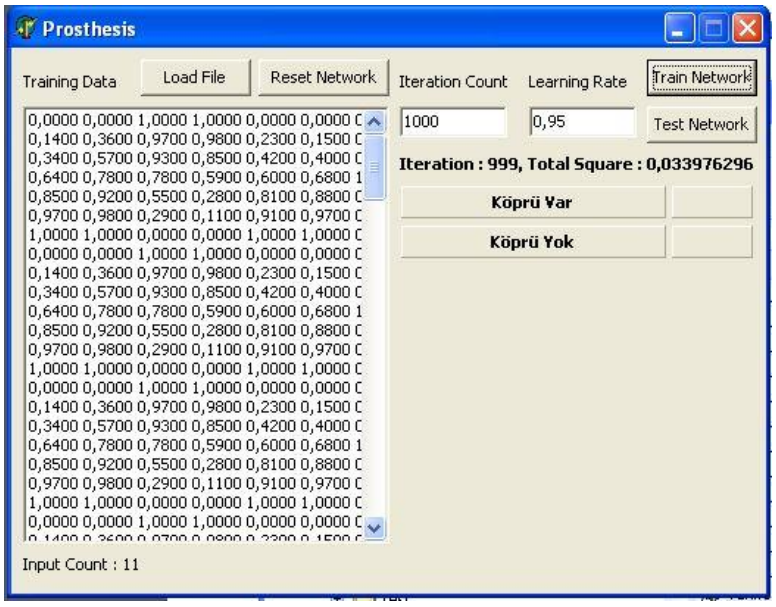
	Asimetri	Bütünlük	Poligon Bütünlüğü	Yoğunluk	Uzunluk/ Genişlik	Şekil indeksi	ndvi (Çıplak toprak)	ndwi	band 1 oranı	ndvi (Bitki)	Band 7 oranı
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
3	0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
4	0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
5	0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
6	0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
7	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Hibrit yöntem ile sınıflandırmada kullanılan yazılımda kullanılmak üzere hazırlanan eğitim verisi, köprü özelliği olan ve olmayan verileri kapsamalıdır. Köprü özellikli eğitim verisi Tablo 4.1'de verilmiştir. Köprü olmayan nesneler için oluşturulacak matrislerin yol veya nehir olma özelliğini sağlamamaları gerekmektedir. Asimetri, bütünlük, poligon bütünlüğü, yoğunluk, uzunluk/genişlik, şekil indeksi özelliklerinden bir veya birden fazlasının gerekli şartları sağlamaması (Bulanık küme özellikleri) durumunda yol nesnesi yok demektir. Aynı şekilde ndwi ve band-1 oranı özelliklerinden biri veya ikisinin birlikte gerekli özellikleri sağlmaması durumunda nehir nesnesi de olmayacaktır. Yukarıda belirtilen asimetri, bütünlük, poligon bütünlüğü, yoğunluk, uzunluk/genişlik, şekil indeksi, ndwi ve band-1 oranı özelliklerinin yol ve/veya nehir olmayacak şekilde değerler alması ile elde edilen matrisler oluşturulmuştur. Asimetri bulanık üyelik dereceleri uygun olmadığından köprü olmayan bir bölge için oluşturulmuş matris Çizelge 4.3'de görülmektedir.

Çizelge 4.3.YSA için oluşturulan (köprü olmayan) matris

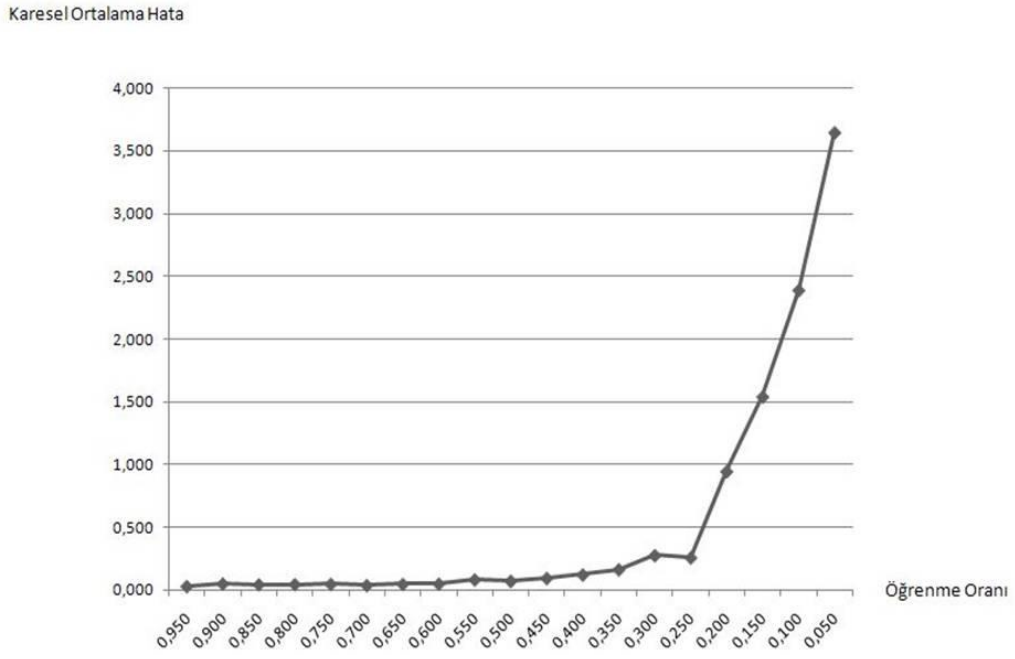
	Asimetri	Bütünlük	Poligon Bütünlüğü	Yoğunluk	Uzunluk/ Genişlik	Şekil indeksi	ndvi (Çıplak toprak)	ndwi	band 1 oranı	ndvi (Bitki)	Band 7 oranı
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,0000	0,0000	1,0000	0,9000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,1000	0,1000	0,9700	0,9000	0,2300	0,1500	0,3400	0,1000	0,1000	0,1600	0,0800
3	0,1000	0,1000	0,9300	0,9000	0,4200	0,4000	0,6800	0,1000	0,1000	0,3600	0,1600
4	0,1000	0,1000	0,7800	0,9000	0,6000	0,6800	1,0000	0,1000	0,1000	0,6600	0,5100
5	0,1000	0,1000	0,5500	0,9000	0,8100	0,8800	0,6800	0,1000	0,1000	0,8500	0,8500
6	0,1000	0,1000	0,2900	0,9000	0,9100	0,9700	0,3400	0,1000	0,1000	0,9800	0,9700
7	0,1000	0,1000	0,0000	0,9000	1,0000	1,0000	0,0000	0,1000	0,1000	1,0000	1,0000

Köprü olmayan matrisler için, her bir matriste bütünlük, poligon bütünlüğü, yoğunluk, uzunluk/genişlik, şekil indeksi, ndwi, band 1oranı özelliklerinden birine ait olanının bulanık üyelik derecesi köprü olmayacak sonucunu üretmek üzere geliştirilmiştir. Yazılım açıldığında Load File ile hazırlanan eğitim verisi açılır, iterasyon sayısı ve öğrenme oranı istenildiği şekilde değiştirilebilir (Karlık ve ark., 2003). Train Network tuşuna basılarak eğitim tamamlanır. Yazılımın arayüzü Şekil 4.23'de görülmektedir.



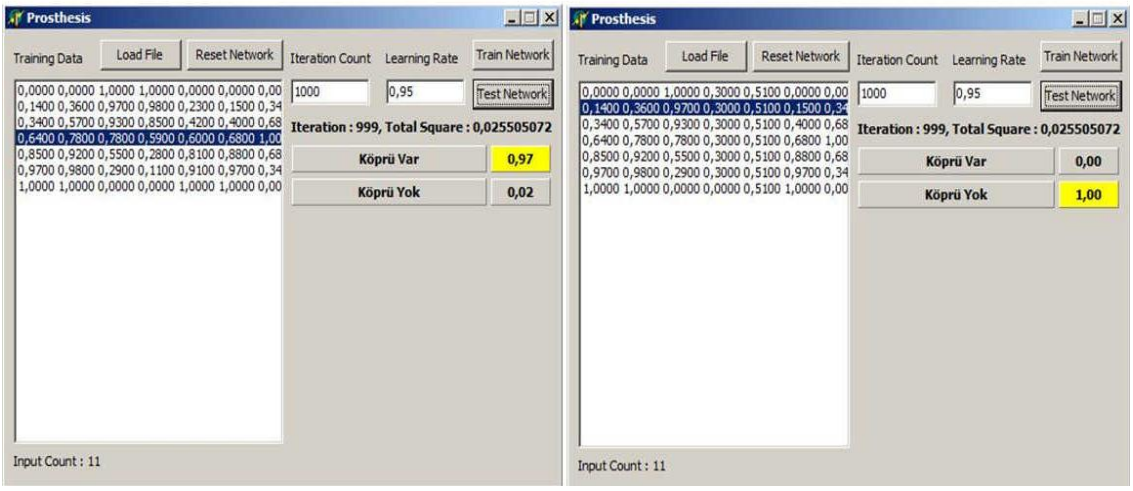
Şekil 4.23. Eğitim verileri ile

Hibrit yöntem için kullanılan yazılım iterasyon sonucuna göre hata değeri üretmektedir (Karlık ve ark., 2003). Değişik iterasyon sayılarında farklı öğrenme oranlarında deneme yapılmış 1000 iterasyon sayısı ve 0.95 öğrenme oranının uygun olduğu görülmüştür. Dokuz adet köprü var/yok matrisi, 1000 iterasyon sayısı için öğrenme oranı/karesel ortalama hata sonuçları Şekil 4.24'de verilmiştir.



Şekil 4.24. Öğrenme oranı ve karesel ortalama hata ilişkisi

Eğitimin tamamlanmasının ardından ilgili alanlar için çıkarılacak özelliklerden elde edilen bir nesneye matris Load File ile açılarak Test Network denilerek köprü olup olmadığı sonucu Şekil 4.25'deki gibi görülebilir.



Şekil 4.25. Hibrit yöntem ile sınıflandırma sonuçları

4.7. Doğruluk Değerlendirmesi

Doğruluk araştırması, mevcut durum ilegörüntü üzerinden çıkarılan nesnelerin karşılaştırılması sonucu elde edilmektedir. Uzaktan algılamada mevcut durum yer gerçekliği (ground truth) olarak adlandırılmaktadır (URL15).

Yer gerçekliği uzaktan algılamada kullanılan, zeminde toplanan verileri ifade etmektedir. Yer gerçekliği görüntü üzerindeki veri ile zemindeki verinin birbiri ile ilişkisini sağlar. Yer gerçekliği toplama uzaktan algılama verilerinin kalibrasyonunu sağlar ve bu verilen kıymetlendirilmesine ve analizine yardım eder. Yer gerçekliğiuzaktan algılama verisindeki bir piksel veya nesnenin aslında zeminle karşılaştırıldığında neye karşılık geldiğinin belirlenmesi için kullanılmaktadır (URL15).

Yer gerçekliği genellikle zeminde yapılan gözlemler ve ölçüler sonucunda elde edilir (URL15). Fakat yer gerçekliği, elde bulunan başka verilerden (hava fotoğrafları, harita, vektör veri) veya deneyimli kıymetlendiricilerin çıkarımlarından da elde edilebilir.

Yer gerçekliği aynı zamanda kontrollü sınıflandırmada, görüntü sınıflarının belirlenmesi için de kullanılmaktadır (URL15).

Çalışmada yer gerçekliği harita, vektör veri ve hava fotoğraflarından yararlanılarak uzman kıymetlendirici tarafından çıkarılmıştır.

Doğruluk araştırması için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Çalışmada Çizelge 4.4'de açıklamaları ve formülleri verilen (URL16), yer gerçekliği (ground truth), doğru pozitif (true positive), yanlış pozitif (false negative), yanlış negatif (false negative), doğruluk (accuracy), geri getirme oranı (recall), hassasiyet kriterleri kullanılarak yapılmıştır. Doğruluk araştırmasına ilişkin sonuçlar Ek-3'de çizelge olarak verilmiştir.

Bu tarz bir istatistik değerlendirmesinde yalnızca doğruluk ve hassasiyete bakılarak karar verilemez. Hem doğruluk değerleri hem de hassasiyet değerleri birlikte değerlendirilerek çalışma sonucu hakkında karar verilmelidir. Doğruluk değeri çok yüksek, hassasiyet değeri düşük veya doğruluk düşük hassasiyet yüksek olabilir. İki durumda da çalışmanın başarısının yeterli olmadığı değerlendirilmelidir. Yapılan çalışma sonucunda doğruluk %88 ve hassasiyet %100'dür. Hibrit yöntem ile nesne yönelimli sınıflandırma sonucu %94, ve hassasiyet %100'dür. Buradan çalışmanın başarısının uygun olduğu değerlendirilmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada uydu görüntüsünden, nesne yönelimli yöntemlerle, bulanık setler kullanılarak ve hibrit yöntem ile nesne yönelimli sınıflandırma ile köprü nesnesinin çıkarılmasına çalışılmıştır.

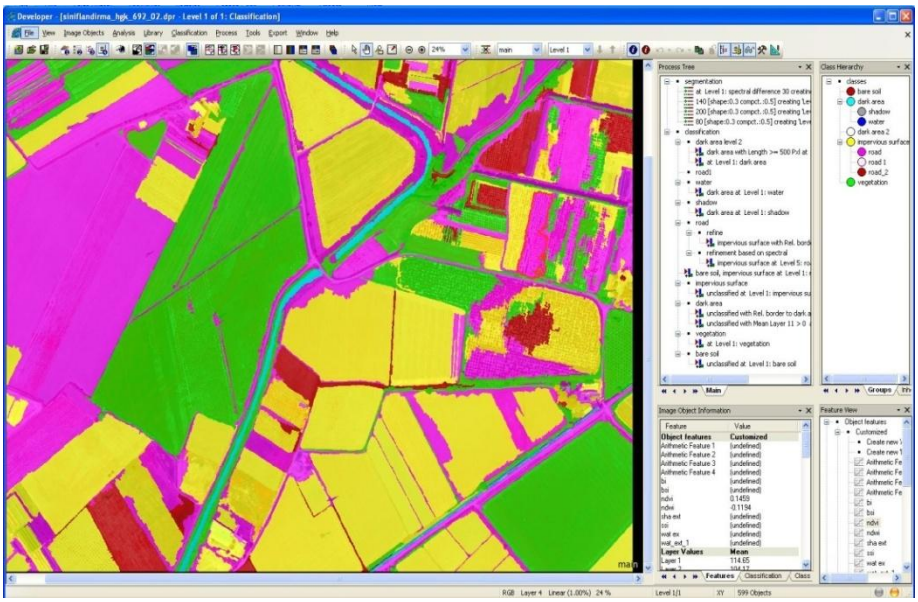
Önceki çalışmalarda köprü nesnesi optik ve SAR görüntülerinden, su kütlelerinin belirlenerek, kütleler arasında kalan bölgelerin köprü olarak tespit edilmesine dayanmaktadır.

Bu çalışmada köprü nesnesinin yol ve suyun tespit edilerek, nesne yönelimli yöntem ve hibrit yöntem ile nesne yönelimli yöntemler kullanılarak kesiştikleri yerin köprü olarak tespit edilmesine dayanmaktadır. Böylece suyun yol olmayan başka nesnelerle kesilmesi hatasının önüne geçilmiş olmaktadır.

Çalışma Eskişehir İl Merkezi gibi görüntü sınıflandırma açısından kompleks bir bölgede yapılmıştır. Kompleks bir bölgede çalışmanın yapılması kuralların da buna göre yazılmasını gerektirmektedir.

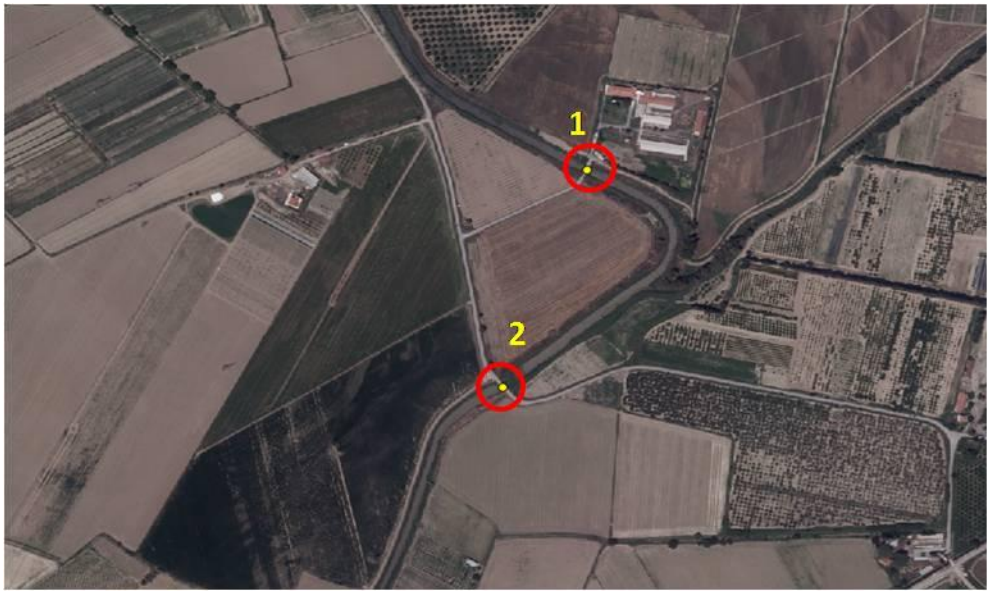
Eskişehir İl Merkezi ortasından Porsuk Çayı'nın geçmesi nedeni çok sayıda köprü bulunmaktadır. Köprü sayısının fazla olması istatistiki çalışmanın anlamlı olmasını sağlamıştır.

Çalışma sırasında Worldview-2 uydu görüntüsü için yazılan kurallar, sayısal hava fotoğrafları için revize edilerek şekil 5.1 ve 5.2'de görüldüğü gibi test edilmiştir.



Şekil 5.1. Kuralların İzmir test alanında uygulanması sonucu
(502622.430 4269273.638 UTM/WGS84)

Test için kullanılan görüntülerden biri 45 cm mekansal çözünürlüklü, 4 bandlı 8 bit diğeri 45 cm mekansal çözünürlüklü 4 band ve 16 bittir. Şekil 5.1'de görüldüğü gibi test görüntülerinde de yazılan kurallar başarılı olmuştur. Çözüm algoritması farklı mekansal, spektral ve radyometrik çözünürlüklü görüntülerde başarılı olmuştur.



Şekil 5.2. İzmir test alanında nesne çıkarma sonucunun görüntü üzerinde gösterimi
(Nokta 1. 502622.430 4269273.638 Nokta 2. 502506.096 4268944.801 UTM/WGS84)

eCognition yazılımının en önemli özelliklerinden biri, kurallar geliştirilirken bulanık kuralları desteklemesidir. Bulanık kurallar ile, mümkün olduğunca çok kural yazarak görüntülerin katılabilecek tüm özellikleri nesne çıkarmaya dahil edilerek başarının artırıldığı değerlendirilmektedir.

YSA ile nesne yönelimli sınıflandırmanın başarısı % 5 daha yüksektir. Hibrit yöntemin başarısının daha yüksek olacağı beklenen bir durumdur. Yöntemlerin başarısı arasındaki % 5'lik fark yöntemlerin stabil olduğunu göstermektedir.

Yazılan kurallarda yansıma değerleri kullanılmamış, şekil ve oransal ifadeler kullanılarak tüm görüntülerin aynı atmosferik şartlara getirilme ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır.

Elde edilen sonuçların şehirsel olmayan alanlarda daha da başarılı sonuçlar vereceği değerlendirilmektedir. Çünkü kırsal alanda heterojenlik daha azdır. Bu sebeplerle şehir alanlarında belki CBS için veri toplama anlamında yetersiz gibi görünse

de, görüntü çözünürlüklerinin artması ile bu zafiyet ortadan kalkacaktır (Erener, Sarp, 2012).

Askeri alanda özellikle görüntü istihbaratı uygulamalarında, köprü gibi nesneler şehirsel alanların dışında aranacağından, bu yöntemlerin ihtiyaçları birebir karşılayacağı değerlendirilmektedir.

Su üstünde olmayan köprüler konu kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu tarz köprülerin başka bir çalışma kapsamında ele alınması gerektiği değerlendirilmiştir.

6. KAYNAKLAR

Arif F., Akbar M., Wu A., 2006, Geometric Correction of High Resolution Satellite Imagery and Its Residual Analysis, *Advances in Space Technologies, 2006 International Conference on*, Islamabad,162-166.

Ayhan E., Karslı F., Tunç E., 2003, Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz, *Harita Dergisi*, Sayı:130,32-46.

Baatz M.,Schaepe A., 2000, Multi-resolution Segmentation. An optimization ApproachFor High-Quality Multi-scale Image Segmentation, In: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII, *Strobl*, 12-23.

Bakker W.H. , Giesk A.S.M., Gorte B.G.H., Grabmaier K.A., Hecker C.A., Horn J.A., Huurneman G.C., Janssen L.L.F., Kerle N., van der Meer F.D., Parodi G.N., Pohl C., Prakash A., Reeves C.V., van Ruitenbeek F.J., Tempfli K., Weir M.J.C., Woldai T., 2004, Principles of Remote Sensing, Norman Kerle, Lucas L.F. Janssen, Gerrit C. Huurneman, *International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation*, Enschede The Netherlands, 387-391.

Benz U.C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., Heynen M., 2004, Multiresolution Object-oriented Fuzzy Analysis of Remote Sensing Data for GIS Ready Information, *ISPRSJournal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58, 239-258.

Beyhan B., Belge B., Zorlu F., 2010, Özgür ve Açık Kaynak Kodlu Masaüstü CBS Yazılımları Üzerine: Karşılaştırmalı ve Sistemli Bir Değerlendirme, *Harita Dergisi*, 143, 45-61.

Bezdek J.C., Keller J., Krisnapuram R., Pal N., 1999, Fuzzy Models and Algorithms for Pattern ReCognition and Image Processing, *Springer*, ABD, 268-368.

Blaschke, T., 2010, Object Based Image Analysis for Remote Sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 2–16.

Bowker D.E., Davis R.E., Myrick D.L., Stacy K., Jones W.T., 1985, Spectral Reflectances of Natural Targets for Use in Remote Sensing Studies, *NASA Reference Publication*, 1139-176.

Carleer, A.P., Debeir, O., Wolf, E., 2005, Assessment of Very High Spatial Resolution Satellite Image Segmentations, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 71 (11), 1285-1294.

Castilla G., Hay G. J., 2008, Image Objects and Geographic Objects." In Object-Based Image Analysis, Ed. T. Blaschke, S. Lang and G.J. Hay. *Springer-Verlag*, Berlin, Hiedelberg, Germany, 679-695.

Chen Y., Su W.B, Li J., Sun Z., 2009, Hierarchical Object oriented Classification Using Very High Resolution Imagery and LIDAR Data Over Urban Areas, *Advances in Space Research*, 43, 1101–1110.

Çölkesen, İ., 2009, Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli, 75 - 87.

Erener A., Sarp G., 2012, Mekansal Çözünürlüğün ve Görüntü Homojenleştirmesinin Sınıflandırma Doğruluğuna Etkisi, *Harita Dergisi*, 148, 17-24.

Flanders, D., Hall-Beyer, M., Pereverzoff, J., 2003, Preliminary Evaluation of eCognitionObject-based Software For Cut Block Delineation and Feature Extraction, *Canadian Journal of Remote Sensing 29 (4)*, 441-452.

Förster M., Kleinschmit B., 2006 Comparison of Three Modelling Approaches of Potential Natural Forest Habitats in Bavaria, Germany, *Waldökologie Online* (2), 126-135.

Gao J., 2008, Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery, *The McGraw-Hill Companies*, New York, 133-136.

Gao Y., Mas, J.F., 2008, A Comparison of the Performance of Pixel Based and Object-based Classifications Over Images With Various Spatial Resolutions, *Journal of Earth Sciences*, 27-35.

Haralick, R.M., Shapiro, L., 1985, Survey: Image Segmentation Techniques, *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, 100-132.

Harayama A., Jaquet J.M., 2004, Multi-source Object-oriented Classification of Landcover Using Very High Resolution Imagery and Digital Elevation Model, http://www.eCognition.com/sites/default/files/291_grid.pdf, [Ziyaret tarihi: 20 Nisan 2012].

Hay G.J., Castilla, G., 2008, Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A New Name for a New Discipline, In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G.Hay (Eds.), *Springer*, 75–90.

Hese S., Schmullius C., 2008, Object-oriented Oil Spill Contamination Mapping in West Siberia With Quickbird Data, In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G.Hay (Eds.), *Springer*,367-382.

Hewitson, B.C., Crane R.G., 1994, Neural Computing: Applications in Geography, *Kluwar Academic Publishers*, Dordrecht.

HGK, 2003, HGKS 125-1 Haritacılık Terimleri Sözlüğü, Ankara

Hofmann P., Strobl J., Blaschke T., Kux H., 2008, Detecting Informal Settlements from QuickBird Data in Rio de Janeiro Using an Object-based Approach, In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G.Hay (Eds.), *Springer*, 531-553.

Holland, D. A., Boyd, D. S., Marshall, P., 2006, Updating Topographic Mapping in Great Britain Using Imagery from High-Resolution Satellite Sensors, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 60 (3), 212–223.

Jensen J.R., 2006, Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, *Prentice Hall*, USA.

Ji L., Zhang L., Wylie B., 2009, Analysis of Dynamic Thresholds for the Normalized Difference Water Index, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 75, 1307–1317.

Kansu, O., Uzaktan Algılamada Görüntü Sınıflandırma Yöntemleri Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 27 - 50.

Karlık, B., Tokhi M.O., Alci M., 2003, A Fuzzy Clustering Neural Network Architecture for Multifunction Upper-Limb Prosthesis, *IEEE Transactions On Biomedical Engineering*, 50.

Kavzoğlu, T., 2001, An Investıgation Of The Design And Use Of Feed-Forward Artificial Neural Networks In The Classification Of Remotely Sensed Images, Doktora Tezi, *Nottingham Üniversitesi*, İngiltere, 33-40

Kim M., Madden M., Warner T., 2008, Estimation of Optimal Image Object Size For The Segmentation of Forest Stands With Multispectral IKONOS Imagery, In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G.Hay (Eds.), *Springer*, 291-307.

Koyuncu H., 2008, Definiens Enterprise Image Intelligence Technology Introduction Briefing, Ankara (Basılmamış).

Kux H.J.H., Araújo E.H.G., 2008, Object-Based Image Analysis Using QuickbirdSatellite Images and GIS Data, Case Study Belo Horizonte (Brazil),In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G. Hay (Eds.), Springer 571–588.

Lewinski S., Zaremski K., 2004, Examples of Object-oriented Classification Performed on High-resolutıon Satellite Images, *Miscallena Geopraphica*, 349-358.

Lewinski S., 2006, Applying Fused Multispectral and Panchromatic Data of Landsat ETM+ to Object Oriented Classification, *In: Proc of 26th EARSeL SymposiumNew Developments and Challenges in Remote Sensing*, 2006, Warsaw Poland, 1-7

Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W., 2008, Remote Sensing and Image Interpretation, *John Wiley & Sons, 6th Edition*, New York.

Marangoz A.M., Oruç M., Karakış S., 2005, Nesne-tabanlı Görüntü Analizi ve Ikonos Pan-sharpened Görüntüsünü Kullanarak Yol ve Binaların Çıkarımı, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/ATC9_119_ek.pdf, [Ziyaret Tarihi: 19 Aralık 2012]

Marpu P.R., Neubert M., Herold H., Niemeyer I., 2010, Enhanced Evaluation of Image Segmentation Results." *Journal of Spatial Science*, 55, 55-68.

Mather P.M., 2004, Computer Processing of Remotely-Sensed Images, *John Wiley & Sons Ltd*, England

Mcfeeters S.K., 1996, The Use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Areas, *International Journal of Remote Sensing*, 17, 1425-1432.

McNeill F. M., Thro E., 1994, Fuzzy Logic A Practical Approach, *Academic Press Inc. Professional*, USA

Meinel G., Neubert M.,2004, A Comparison of Segmentation Programs for High Resolution Remote Sensing Data Commission VI on Proceeding of 20th ISPRSCongress in Istanbul, www.isprs.org/istanbul2004/comm4/papers/506.pdf, [Ziyaret tarihi: 19 Aralık 2012].

NATO, 1998, STANAG 3769 Minimum Resolved Object Sizes and Scales for Imagery Interpretation.

Neubert M, Herold H, Meinel G., 2006, Evaluation of Remote Sensing Image Segmentation Quality, Further Results and Concepts, Salzburg University Austria, http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/4-42/Papers/10_Adaption%20and%20further%20development%20II/OBIA2006_Neubert_Herold_Meinel.pdf, [Ziyaret tarihi: 14 Aralık 2012]

Navulur K., 2007, Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm, *CRC Press*, USA

Nobrega R.A. A., Hara C. G. O., Quintanilha J. A., 2008, An Object-based Approach to Detect Road Features for Informal Settlements Near Sao Paulo Brazil, In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G.Hay (Eds.), *Springer*, 589-607

Ohlhof T., 2006, Comparison Study Between eCognition and ERDAS Imagine for the Classification of High and Moderate Resolution Satellite Imagery, *4th ESA-EUSC Conference on Image Information Mining for Security and Intelligence*, Madrid

Oruç M., MARANGOZ A.M., Karakış S., 2004, Comparisonof Pixel-based and Object-Oriented Classification Approaches Using Landsat-7 ETM Spectral Bands, http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm4/papers/510.pdf, [Ziyaret tarihi: 05 Aralık 2012].

Öztemel E., 2003, Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2003.

Pal R., Pal K., 1993. A Review on Image Segmentation Techniques, *Pattern Recognition*, 26, 1277-1294.

Pu R., Gong, P., Tian, Y., Miao, X., Carrthers, R.I., Anderson, G.L., 2008, Using Classification and NDVI Differencing Methods for Monitoring Sparse Vegetation Coverage: a Case Study of Saltcedar in Nevada, USA, *International Journal of Remote Sensing*, 29, 3987-4011.

Robertson, L.D., King, D.J., 2011, Comparison of Pixel- and Object-BasedClassification in Land Cover Change Mapping, *International Journal of Remote Sensing*, 32 (6), 1505–1529.

Schiewe J., 2002, Segmentation of High-resolution Remotely Sensed Data Concepts, Applications and Problems, http://www.isprs.org/proceedings/xxxiv/part4/pdfpapers/358.pdf [Ziyaret tarihi: 04 Aralık 2012]

Schiewe J., Gähler M., 2008, Modelling Uncertainty in High Resolution Remotely Sensed Scenes Using a Fuzzy Logic Approach, In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G.Hay (Eds.), *Springer*, 755-768

Sivanandam S. N., Sumathi S., Deepa S. N., 2007, Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB, *Springer, Berlin*, 172-190

Skackelford A. K., Davis C. H., 2003, A Combined Fuzzy Pixel-based and Object-based Approach for Classification of High Resolution Multispectral Data Over Urban Areas, *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*, 41, 2354-2363

Şen Z., 2009, Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri, *Su Vakfi Yayınları*, İstanbul

Tizhoosh H.R., 1999, Fuzzy Image Processing, In Computer Vision and Applications, Jähne B., Haußecker H**.,** *Springer*, USA, 541-571

Tou J.T., Gonzalez R.C., 1974, Patern Recognition Principles, *Addison Wesley Publishing*, London, 97-109

Trimble Germany GmbH, 2011, eCognition Developer 8.7 User Guide, Munich

Tuxen K., Kelly M., 2008, Multi-scale Functional Mapping of Tidal Marsh Vegetation Using Object-based Image Analysis, In Object-Based Image Analysis, T. Blaschke, S. Lang and G.Hay (Eds.), *Springer*, Berlin, 415-442

Walter, V., 2004, Object-based Classification of Remote Sensing Data for Change Detection, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58, 225–238.

Xiaoxia, S., Jixian, Z., Zhengjun, L. 2005. A Comparison of Object-oriented and Pixel-based Classification Approaches Using QuickBird Imagery, *3rd International Symposium on Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas*, 152-154

Yan G., Mas J.F, Maathuis B.H.P, Xiangmin Z, Van Dijk P.M.,2006, Comparison of Pixel-based and Object-oriented Image Classification Approaches–A Case Study in a Coal Fire Area, Wuda, Inner Mongolia, China. *International Journal of Remote Sensing*, 27, 4039–4055.

Zabala A., Cea C., Pons X., 2012, Segmentation and Thematic Classification of Color Orthophotos Over Non-Compressed and Jpeg2000 Compressed Images, http://www.isprs.org/proceedings/xxxviii/4-c7/pdf/Zabala_135.pdf, [Ziyaret tarihi: 22 Aralık 2012]

Zadeh L.A., Fu K., Tanaka K., Shimura M., 1975, Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes, *Academic Press, Inc.*, London

Zhang Y., Maxwell T., 2006, A Fuzzy Logic Approach to Supervised Segmentation for Object-orientedClassification, ftp://ftp.ecn.purdue.edu/jshan/proceedings/asprs2006/files/0183.pdf, [Ziyaret tarihi: 24 Ocak 2013]

Zhou W., Troy A., Grove M.A., 2008, Comparison ofObject-based With Pixel-based Land Cover Change Detection in the Baltimore Metropolitan Area Using Multitemporal High Resolution Remote Sensing Data, *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Boston, 683-686.

İnternet Kaynakları

URL1 : http://www.eCognition.com/ [Ziyaret tarihi 22 Aralık 2012]

URL2 : http://geospatial.intergraph.com/Homepage.aspx [Ziyaret tarihi 15 Kasım 2012]

URL3 : http://www.qgis.org/ [Ziyaret tarihi: 10 Ekim 2012]

URL4 :

http://www.azimuthproject.org/azimuth/show/Normalized+difference+water+index

[Ziyaret tarihi: 20 Ekim 20129].

URL5 : http://www.academia.edu/722991/Detection_of_bridges_in_SAR_images [Ziyaret tarihi: 20 Aralık 2012]

URL6 : http://tr.wikipedia.org/wiki/Bilim [Ziyaret tarihi: 30 Aralık 2012].

URL 7 :http://digitalglobe.com [Ziyaret tarihi: 19 Nisan 2011]

URL8 : http://www.reocities.com/gutef01/arastirma/flc/03.htm [Ziyaret tarihi: 19 Şubat 2013]

URL9 : http://wing.comp.nus.edu.sg/pris/FuzzyLogic/DescriptionDetailed1.html [Ziyaret tarihi: 02 Ocak 2013]

URL10: http://www.cs.iusb.edu/~danav/teach/c463/10_knowledge.html [Ziyaret tarihi: 02 Ocak 2013]

URL11: http://purvag.com/blog/?cat=6 [Ziyaret tarihi 02 Ocak 2013]

URL12: http://www.calvin.edu/~pribeiro/othrlnks/Fuzzy/fuzzysets.htm [Ziyaret tarihi: 02 Ocak 2013]

URL14: http://www.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html [Ziyaret tarihi: 02 Ocak 2013]

URL15: http://en.wikipedia.org/wiki/Ground_truth#Military_usage [Ziyaret tarihi: 19 Şubat 2013]

URL16: http://webdocs.cs.ualberta.ca/~eisner/measures.html [Ziyaret tarihi: 02 Aralık 2012]

URL17: http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geography-boundary/remote-sensing/fundamentals/1430 [Ziyaret tarihi: 30 Ağustos 2013]

URL18: http://tr.wikipedia.org/wiki/Sanat [Ziyaret tarihi: 30 Ağustos 2013]

URL19: http://en.wikipedia.org/wiki/Image_segmentation [Ziyaret tarihi: 27 Ağustos 2013]

URL20: http://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_sinir_a%C4%9Flar%C4%B1 [30 Ağustos 2013]

URL21: (http://www.slideshare.net/ahmetkakici/yapay-sinir-aglari) [Ziyaret tarihi 26 Ağustos 2013]

7. EKLER

EK-1 : Çalışmaların ve testlerin gerçekleştirildiği köprü nesneleri koordinatları

	X	Y	Enlem	Boylam	
Eskişehir	286348.474	4408444.149	39° 47' 56.9287"	30° 30' 16.1471"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	286363.759	4410729.809	39° 49' 11.0105"	30° 30' 14.1093"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	284369.928	4406535.535	39° 46' 53.2830"	30° 28' 55.2830"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	283942.579	4406227.868	39° 46' 42.9230"	30° 28' 37.6986"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	283522.087	4405874.459	39° 46' 31.0863"	30° 28' 20.4580"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	287932.287	4405709.118	39° 46' 29.7234"	30° 31' 25.8661"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	287457.444	4405882.000	39° 46' 34.8997"	30° 31' 5.7226"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	287412.651	4405928.299	39° 46' 36.3598"	30° 31' 3.7874"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	286236.497	4405713.388	39° 46' 28.3354"	30° 30' 14.6430"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	285946.047	4405619.099	39° 46' 25.0172"	30° 30' 2.5557"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	285778.745	4405263.969	39° 46' 13.3576"	30° 29' 55.9464"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	284953.592	4404812.385	39° 45' 57.9752"	30° 29' 21.8271"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	286091.314	4404114.963	39° 45' 36.4060"	30° 30' 10.4185"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	285733.493	4404091.475	39° 45' 35.3212"	30° 29' 55.4219"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	284548.265	4403532.780	39° 45' 16.1404"	30° 29' 6.3165"	Bulanık mantık bulunan
Eskişehir	284146.667	4403912.502	39° 45' 28.0796"	30° 28' 49.0073"	Bulanık mantık bulunamayan
Eskişehir	288432.190	4405619.751	39° 46' 27.2751"	30° 31' 46.9644"	Bulanık mantık bulunamayan, hibrid yöntemle bulunan
İzmir	502502.859	4268946.740	38° 34' 8.2874"	27° 01' 43.4302"	Test
İzmir	502620.581	4269272.889	38° 34' 18.8675"	27° 01' 48.2995"	Test
İzmit	749576.93	4513545.37	40° 43' 23.0549"	29° 59' 34.0242"	Test
İzmit	752763.46	4512327.08	40° 44' 6.1698"	29° 57' 19.9401"	Test

EK-2 Bütün köprülere ait hibrit eğitim verisi

Asimetri	Bütünlük	Poligon Bütünlüğü	Yoğunluk	Uzunluk/ Genişlik	Şekil indeksi	ndvi (Çıplak toprak)	ndwi	band 1 oranı	ndvi (Bitki)	Band 7 oranı
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500

0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,9800	0,2300	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,8500	0,4200	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,5900	0,6000	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,2800	0,8100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,1100	0,9100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0000	0,0000	1,0000	0,3000	0,5100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1400	0,3600	0,9700	0,3000	0,5100	0,1500	0,3400	0,1700	0,3000	0,1600	0,0800
0,3400	0,5700	0,9300	0,3000	0,5100	0,4000	0,6800	0,3400	0,6400	0,3600	0,1600
0,6400	0,7800	0,7800	0,3000	0,5100	0,6800	1,0000	0,5100	0,8200	0,6600	0,5100
0,8500	0,9200	0,5500	0,3000	0,5100	0,8800	0,6800	0,6700	0,9300	0,8500	0,8500
0,9700	0,9800	0,2900	0,3000	0,5100	0,9700	0,3400	0,8400	0,9700	0,9800	0,9700
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,5100	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Ek-3. Köprü nesnesinin çıkarılmasına ilişkin doğruluk değerlendirmesi

Ölçü	**Formül**	**Açıklama**	Sonuç	
			Nesne Yönelimli	Hibrit yöntem ile Nesne Yönelimli
Yer Gerçekliği (Ground Truth)	GT	Görüntüdeki gerçek durum	17	17
Doğru Pozitif (True Positive)	TP	Gerçekte var olup doğru olarak belirlenen köprülerin sayısı	15	16
Yanlış Pozitif (False Negative)	TN	Gerçekte köprü olup ta, başka nesneler olarak belirlenenlerin sayısı	0	0
Yanlış Negatif (False Negative)	FN	Başka nesneler olup ta köprü olarak belirlenenler	0	0
Doğruluk(accuracy)	TP/(TP+FN)	Köprü olarak belirlenenlerden yer gerçekliğinde köprü olarak bulunanlar.	15/17 = 0.8823	16/17 = 0.9412
Geri getirme oranı(recall)	TP/GT	Yer gerçekliğinde bulunup da köprü olarak tespit edilenlerin oranı	15/17 = 0.8823	16/17 = 0.9412
Hassasiyet (Precision)	(TP / GT) / (TP + TN)	Geri getirme oranının doğru pozitif ve doğru negatife toplamına oranı	0.8823/0.8823=1	0.9412/09412 = 1

8. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Mehmet ÖZDEMİR
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Karaman / 21.05.1974
Telefon	**:**	05058076308
Faks	**:**	
e-mail	**:**	mhmtozdemir@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Tapu ve Kadastro Mes.Lisesi ANKARA	1994
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi	1999
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi	2005
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi	2013

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
1994-2002	Tapu ve Kadastro Gn.Md.	Kadastro Tek.
2002-2013	Hv.K.K.lığı	

UZMANLIK ALANI

Uzaktan algılama

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR