

GÖL YÜZEYİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİNDE FARKLI DİJİTAL GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI

İrfan AKAR*

Okyanus Kolejleri, Sancaktepe
Kampüsü, Coğrafya Bölümü,
Sancaktepe, İstanbul
irfanakar@gmail.com

Derya MAKTAV

İTÜ, İnşaat Fakültesi, Geomatik
Mühendisliği Bölümü,
Maslak, İstanbul.
maktavd@itu.edu.tr

Nurten GÜNAL

Marmara Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya
Bölümü, Göztepe İstanbul
nurtengunal@marmara.edu.tr

Geliş Tarihi: 01 Mayıs 2012, **Kabul Tarihi:** 10 Temmuz 2012

ÖZET

Su kaynaklarının izlenmesi, korunması ve optimum kullanım koşullarının değerlendirilmesi çalışmalarında klasik hidrojeolojik ve hidrolojik yöntemlerin yanısıra uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknolojilerinden de yararlanılmaktadır. Bu teknolojiler, su kaynakları ile ilgili araştırmalarda karar verme ve yönetim konularında önemli altlık oluşturmaktadır. Ayrıca, su kaynaklarındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması aşamasında da uzaktan algılama ve CBS çok önemli avantajlar sağlamaktadır.

Bu çalışmada, yaklaşık aynı coğrafi enlemde yer alan Acıgöl (Türkiye) ve Urmîye Gölü (İran) zamansal yüzey değişimleri incelenmiştir. Çalışmada çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak Türkiye'nin önemli ekolojik alanlarından biri olan Akdeniz Bölgesi'ndeki Acıgöl'ün ve İran'ın Batı Azerbaycan Eyaleti'nde bulunan Urmîye Gölü'nün 1975-2010 yılları arasındaki yüzey değişimleri farklı dijital görüntü işleme teknikleri ve yazılımları kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan uygulamalarda ArcInfo 10 ile manuel vektörleştirme, ERDAS Imagine 2010 yazılımı ile kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma, MATLAB yazılımı ile kod geliştirme ve eCognition Definiens yazılımı ile nesne tabanlı sınıflandırma (kural dizisi geliştirme) işlemleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada iklimsel veriler, göl yüzeyi verileri, LANDSAT MSS, TM ve ETM verileri kullanılmıştır. Ayrıca göl yüzeyi değişimlerinin belirlenmesi için bir algoritma geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Acıgöl, Urmîye Gölü, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Göl Yüzeyi Değişimleri, Kural Dizisi.

DETERMINATION OF CHANGES IN LAKE SURFACE USING DIFFERENT DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

ABSTRACT

For monitoring and conservation of water resources and evaluation of optimum operating conditions, not only classical hydrogeological and hydrological methods but also remote sensing and geographic information systems (GIS) are exploited. These technologies provide a basis for managing and decision making opportunities in research related to water resources. Besides, remote sensing and GIS have provided very important advantages for determination of temporal changes in water resources and taking necessary measures. In this study, water surface changes were determined using multi-temporal satellite imageries of two lakes (having similar geographic latitudes) between the years 1975-2010. One of these lakes is Urmia located in the western Azarbaijan Province of Iran and the other lake is Acıgöl in the Mediterranean Region which is one of the Turkey's most important ecological areas. ERDAS Imagine 2010, ArcInfo 10, MATLAB and eCognition Definiens software were used for GIS and remote sensing applications. At the study, long-time climatic data, lake surface data, LANDSAT MSS, TM and ETM imageries were used. In the study area, lake surfaces changes were determined by using supervised, unsupervised and object based classification methods and lake surface changes were determined by using manual digitalization and semi-automatical vectorization. Furthermore, an algorithm was developed to determine water surface changes of the lakes.

Keywords: Acıgöl Lake, Lake Urmia, Remote Sensing, Geographic Information Systems, Lake Surface Changes, Rule Set.

* Sorumlu Yazar

1. GİRİŞ

Göllerdeki ve barajlardaki su rezervlerinin araştırılması yerel ve küresel ölçekte yıllardır en önemli konulardan biri olmuştur. Bu rezervler, iklim koşullarının değişimine ve gittikçe artan dünya nüfusuna paralel olarak artan gereksinimler nedeniyle gelecekte daha da büyük önem kazanacaktır. Ayrıca, göller yaşam için çok önemli bir su kaynağı olduğu gibi, ülkelerin gelirlerine katkı sağlayan önemli bir doğal kaynaktır. Acıgöl ve Urmiye Gölü bu önemli kaynaklardan ikisi olup, önemli ekolojik alanlar arasında yer almaktadır. Ortadoğu'nun coğrafi özellikleri dikkate alındığında, bu tür sulak alanlar ve su kaynakları bu bölge için son derece önemlidir. Bu çalışmada bu iki gölde farklı zamanlarda meydana gelen yüzey değişimleri çok zamanlı uydu görüntüleri ve CBS ile belirlenmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANI

Bu çalışmada coğrafi konumları ve özellikleri benzerlik taşıyan Acıgöl ve Urmiye Gölü çalışma alanları olarak seçilmiştir.

Acıgöl, Akdeniz Bölgesi'nde deniz etkisinin çok fazla olmadığı bir bölgede yer almakta olup coğrafi koordinatları 37°46'19"-37°53'53" Kuzey 29°59'34"-29°41'47" Doğu'dur (Şekil 1). Acıgöl havzası ise 1609 km² alana sahip ve içerisinde sürekli akarsu bulunmayan bir kapalı havzadır. Havzanın merkezinde kaynağını karstik kaynakların oluşturduğu Acıgöl yer almaktadır. Gölün denizden yüksekliği 836 m, havzanın en yüksek noktası ise 2033 metre ile Yandağ'dır. Derinliği 160-210 cm arasında değişen Acıgöl'ün yüzey alanı ise, değişken olmakla birlikte, ortalama 41,5 km²'dir. Acıgöl, doğal ve temiz sodyum sülfat açısından Dünya'da ikinci, Türkiye'de ise yegane göldür [5,7]. Nitekim, ülkemizin doğal sodyum sülfat gereksiniminin %90'ı bu gölden karşılanmaktadır. Acıgöl B Sınıfı sulak alan olarak koruma altına alınmıştır [10].

İran'ın en büyük gölü olan ve milli park olarak korunan Urmiye Gölü ise, İran'ın kuzeybatısında bulunan Batı ve Doğu Azerbaycan eyaletleri içerisinde 5220 km² alana sahip kapalı bir havzada yer almaktadır (Şekil 1). Bu gölün coğrafi koordinatları 37°06'27"-38°15'16" Kuzey 45°02'10"-45°49'38" Doğu'dur. Urmiye Gölü UNESCO tarafından biosfer rezerv alanı kapsamına alınmıştır [12]. Kapalı havza özelliğindeki çalışma alanının batı sınırı aynı zamanda Türkiye-İran sınırını da oluşturmaktadır. Bu alanın 462 km²'si (%0.8) Türkiye sınırları içerisinde kalmaktadır. Denizden 1274 m yükseklikte olan Urmiye Gölü'nün yüzeyi ortalama 5200 km²'dir, en derin yeri ise 16 m'dir. Gölün doğu-batı uzunluğu 55

km, kuzey-güney uzunluğu ise 140 km'dir. Havza içerisinde son derece önemli akarsular ve bu akarsular üzerinde önemli barajlar yer almaktadır.

3. VERİLER VE YÖNTEMLER

Kullanılan veriler Şekil 2'de özetlenmiştir: analog ve dijital veriler. Göl yüzeyi değişimlerinin LANDSAT görüntüleri kullanılarak belirlenmesinde ise, manuel vektörleştirme yöntemi (bir yöntem) ve otomatik/yarı otomatik (dört yöntem) olmak üzere toplam beş farklı yöntem kullanılmıştır (Şekil 3, 4).

Ofis ortamında yapılan çalışmaların doğruluğunun ve güvenilirliğinin analiz edilmesi için gerekli yersel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda GPS ölçümleri için Trimble GeoXT kullanılmıştır. Yapılan ölçümler ve aynı anda çekilen dijital fotoğraflar CBS ortamında ilişkilendirilmiştir. Koordinat sistemi WGS 84 UTM Z35N olarak belirlenmiştir.

Uygulamalara geçmeden önce görüntülere dijital ön işleme adımları sırasıyla uygulanmıştır. Görüntü ön işleme ve sınıflandırma (kontrollü ve kontrolsüz) ERDAS Imagine yazılımı ile, manuel vektörleştirme işlemleri ise Arcinfo-10 yazılımı ile yapılmıştır. Ayrıca nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak göl yüzeyi değişimlerinin belirlenmesi için kural dizisi geliştirilmiştir. Kural dizisi işlemleri için Definiens eCognition Developer 8 yazılımı

kullanılmıştır (Şekil 2). Kural dizisi geliştirilirken, çok zamanlı LANDSAT görüntülerinin tümünde optimum düzeyde sonuç elde edilmesi hedeflenmiştir.

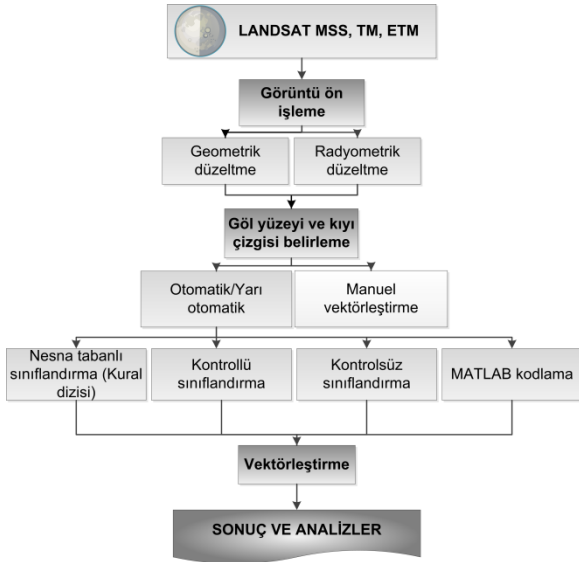
Çalışmada diğer bir uygulama ise göl yüzeyi değişimleri için MATLAB kullanılarak kodlama işlemlerinin gerçekleştirilmesidir. Kodlama işlemlerinde 'region growing segmentation' yöntemi temel alınmıştır (Şekil 17).

ASTER-GDEM, DEM, SRTM verileri üç boyutlu görüntülerin oluşturulmasında kullanılmıştır. TOPEX/Poseidon yükseklik verileri ise sadece Urmiye Gölü için temin edilebilmiştir (Acıgöl için bu veriler bulunmamaktadır). Buradaki amaç bu verilerin yapılan yüzey değişimi analizleri ile ne kadar örtüştüğünün belirlenmesidir.

Bu çalışmada optik uydu verileri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılmıştır. Su yüzeyi ve kıyı çizgisi değişim sürecinin izlenmesinde belirli zaman dilimleri esas alınmaktadır. Bunlar uzun dönemli (10-100 yıl), kısa dönemli (5-10 yıl) ve epizodik değişimler olarak tanımlanmaktadır. Epizodik değişimler ise fırtınalar gibi ani hava olaylarına bağlı olarak gerçekleşen ani değişimlerdir [3] (Tablo 1).

Tablo 1. Su yüzeyi ve kıyı çizgisi değişimleri dönemleri ve etkilenme alanları.

Dönemler	Değişim süreci (Yıl)	Etkilenme alanı
Uzun	10-100	Bütün su yüzeyi ve kıyı çizgisi
Kısa	5-10	Bölgesel su yüzeyi ve kıyı çizgisi
Epizodik	Ani değişimler	Bölgesel, bütün su yüzeyi ve kıyı çizgisi



Şekil 4. Göl yüzeyi değişimlerinin LANDSAT verileri ile belirlenmesinde kullanılan yöntemler.

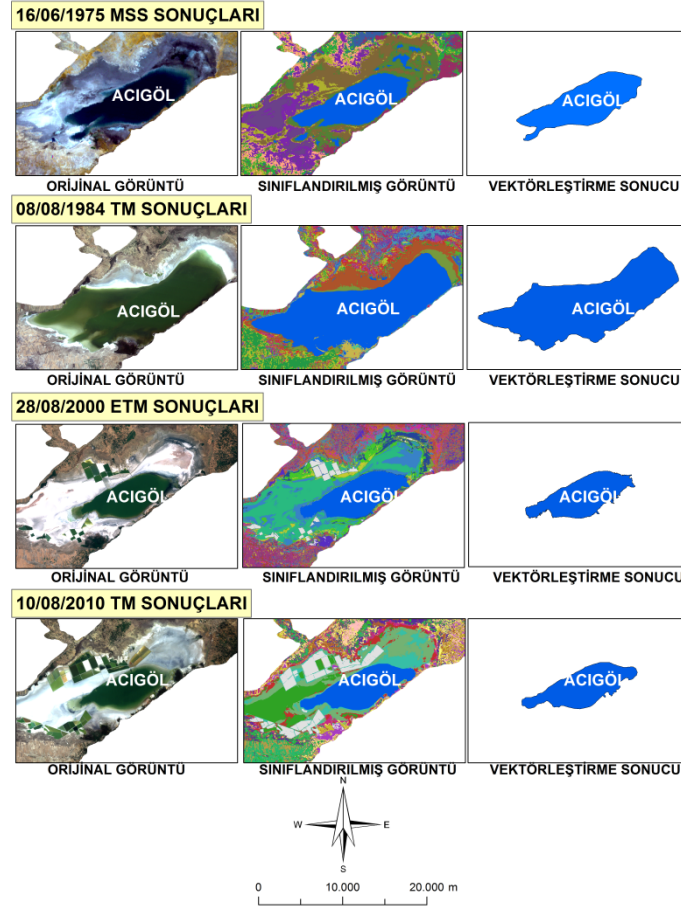
4. UYGULAMA

Çalışmada farklı yazılımlar ve yöntemler ile uygulamalar yapılırken yazılımların farklı algoritmaları esas alması nedeniyle bazı zorluklarla karşılaşıldığından temel doğru olarak manuel vektörleştirme yöntemi kabul edilmiştir. Yapılan uygulamalar ve sonuçları aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Uygulamalarda grafiksel işlemler için, uydu görüntüleri kullanılırken, sınıflandırma için uygun belirli zaman aralıkları tespit edilmiştir.

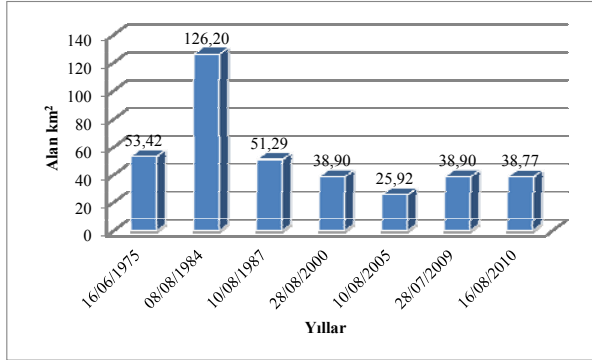
4.1 Kontrolsüz Sınıflandırma

ERDAS Imagine ile gerçekleştirilen piksel tabanlı bu yöntemde doğruluk oranının yüksek olmasının nedeni görüntülerin ön işleme adımlarının doğru yapılmış olmasıdır. Kontrolsüz sınıflandırma işlemi için yapılan uygulamalar sonucunda parametre olarak arazi kullanımı/örtüsü sınıf sayısı 10, maksimum iterasyon oranı 6, yaklaşma eşiği (convergence threshold) oranı 0,950 dir. MSS görüntüleri için 4,3,2, TM ve ETM için ise 7,4,3 bant kombinasyonları seçilmiştir. Sonuç görüntü, sığ su ortamları hariç, amaçlanan uygulama için yeterli düzeyde olmuştur (Şekil 5). Görüntülerin homojenlik oranı da sonuç görüntüleri olumlu ya da olumsuz etkilemektedir.

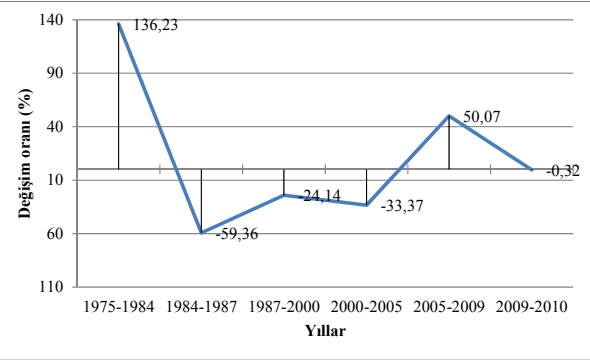
Kontrolsüz sınıflandırma sonucu Acıgöl'de belirlenen göl yüzeyi değişimleri incelendiğinde 1975 ile 1984 arasındaki 9 yıllık süreç içerisinde önemli yüzey değişimleri olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5). Nitekim elde edilen sonuçlara göre 1975 yılında 53,42 km² olan göl yüzeyi 1984 yılında genişleyerek 126,20 km² olmuştur. Ekolojik açıdan önemli ve olumlu olan bu artışın oranı %136 dır (Şekil 6, Şekil 7). Şekil 8'den de anlaşılacağı gibi alansal değerler önceki yıllara göre sürekli azalma göstermektedir. Bir önceki yıla göre artış olan tarihler 1984 ve 2009'dur. Ancak 1984'ten itibaren göl yüzeyi hiçbir zaman 1984'teki değerine ulaşamamıştır. 1984 yılında 126,20 km² olan göl yüzeyi 2000 yılında 38,90 km² değerle % 224 oranında azalmıştır.



Şekil 5. Acıgöl yüzeyi değişimleri (kontROLSÜZ sınıflandırma).



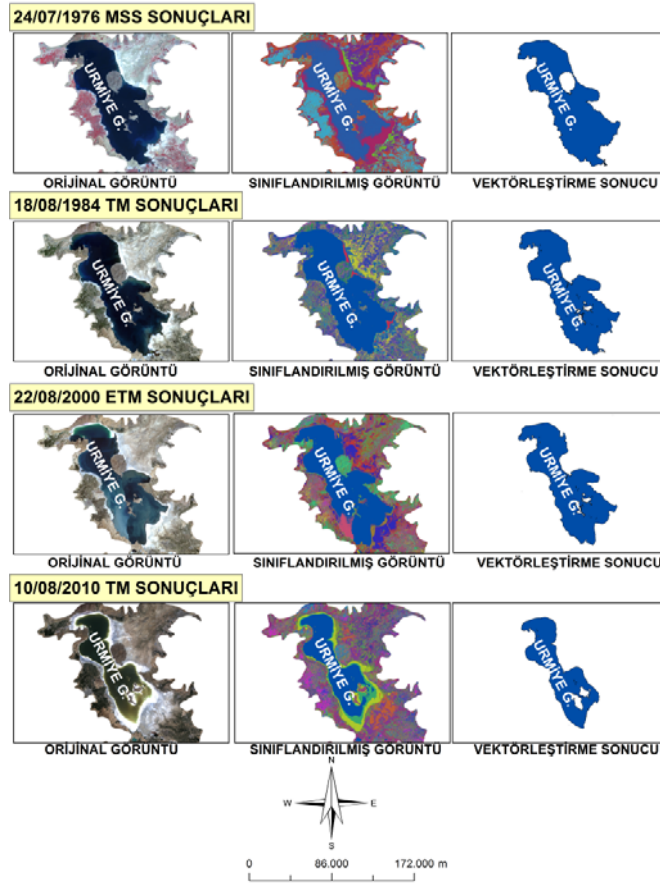
Şekil 6. Acıgöl yüzeyi alansal değişimler (kontROLSÜZ sınıflandırma).



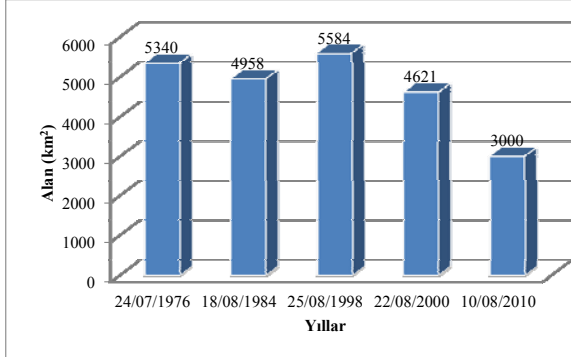
Şekil 7. Acıgöl yüzeyi oransal değişimler (kontROLSÜZ sınıflandırma).

Gerek Urmiye Gölü için, gerekse Acıgöl için yapılan kontROLSÜZ sınıflandırmada aynı parametreler alınmıştır. Burada amaç, görüntüler üzerindeki kullanıcı etkisinin en aza indirgenmesidir. KontROLSÜZ sınıflandırma sonucunda bu gölde de Acıgöl'deki yüzey değişimlerine benzer bir eğilim olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Nitekim, 1976 yılında 5340 km² olan göl yüzeyi 1984 yılında %7,15 daralarak 4958 km² olmuştur (Şekil 9, Şekil 10). Göl yüzeyi,

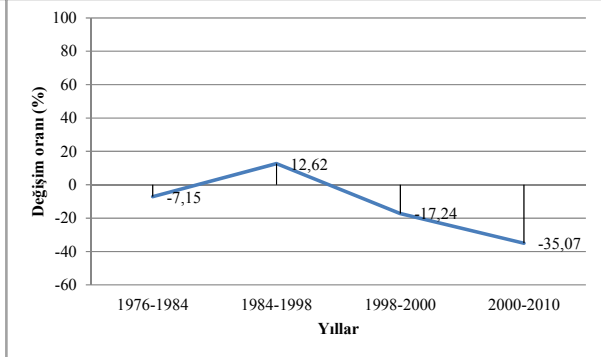
araştırma yapılan yıllar içerisinde en yüksek alansal değere 1984'e oranla %12,62 genişlemeyle 1998'de (5584 km²) ulaşmıştır. Ancak daha sonraki yıllarda sürekli daralmıştır. 2000'de 1998'e göre %17,24 daralma oranı ile 4621 km² ye gerilemiş, 2010'da ise 2000'e göre %35,07 daralma oranıyla 3000 km² ye gerilemiştir. Sonuçlar en büyük daralmanın 2000 ile 2010 arasındaki 10 yıllık süreçte gerçekleştiğini göstermektedir.



Şekil 8. Urmıye Gölü yüzey değişimleri (kontROLSÜZ sınıflandırma).



Şekil 9. Urmıye Gölü alansal yüzey değişimleri (kontROLSÜZ sınıflandırma).



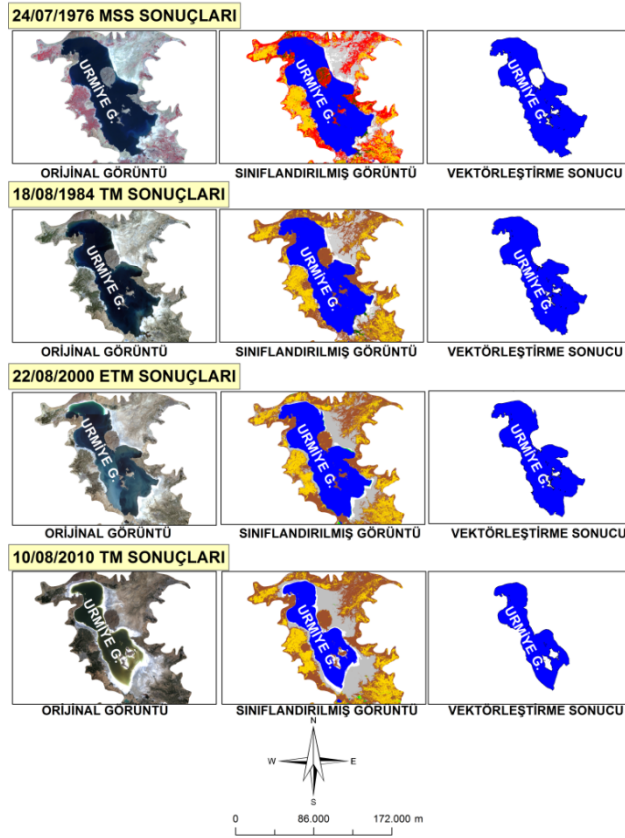
Şekil 10. Urmıye Gölü oransal yüzey değişimleri (kontROLSÜZ sınıflandırma).

4.2 Kontrollü Sınıflandırma

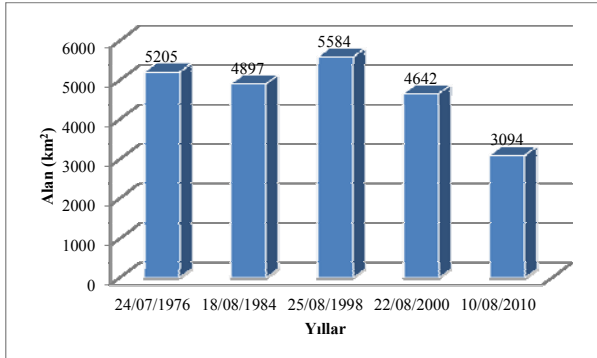
Kontrollü sınıflandırma için çalışma alanında 11 farklı sınıf belirlenmiş, ancak bu çalışmada sadece su sınıfı ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Sınıflandırmada su sınıfı kolay ayırt edilebildiğinden, sınıflandırma doğruluğu yüksek çıkmıştır (Tablo 2).

Kontrollü sınıflandırma sonucunda Urmıye Gölü yüzeyindeki daralmaların özellikle 1998'den sonra

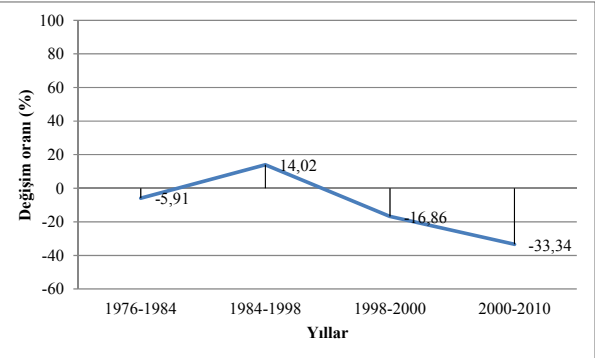
hızlandığı görülmektedir. 1976'da 5205 km² olan su yüzeyi %5,91 daralma ile 1984'te 4897 km² ye gerilemiş (Şekil 11,12,13), 1998'de ise %14,02 oranında artış ile 5584 km²ye ulaşmıştır. Göl yüzeyindeki en büyük daralma ise 2000-2010 yılları arasında %33,34 oranla gerçekleşmiştir.



Şekil 11. Urmıye Gölü yüzey değişimleri (kontrollü sınıflandırma).



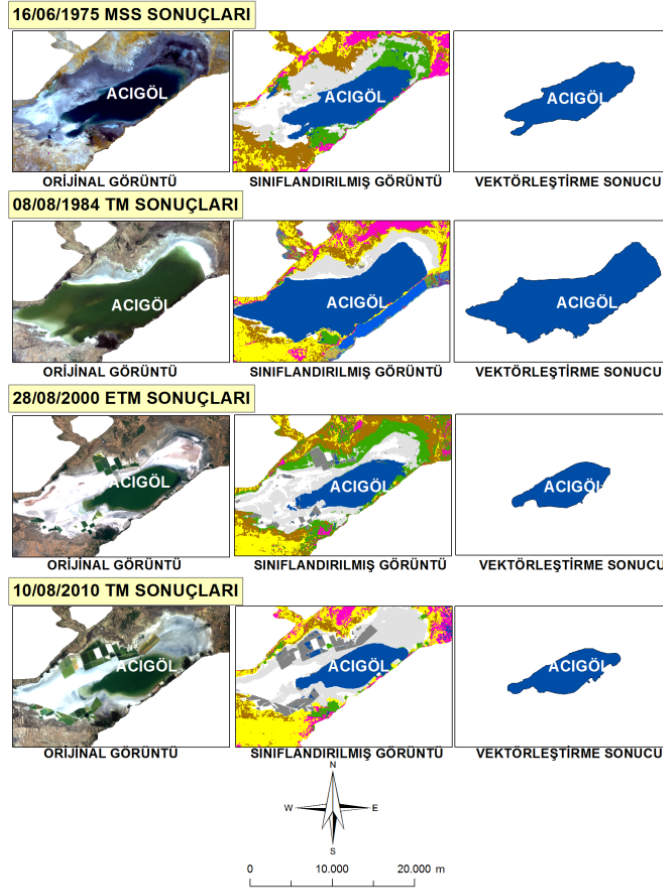
Şekil 12. Urmıye Gölü alansal yüzey değişimleri (kontrollü sınıflandırma).



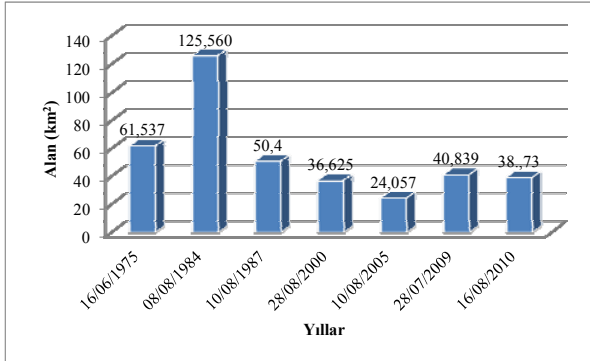
Şekil 13. Urmıye Gölü oransal yüzey değişimleri (kontrollü sınıflandırma).

Acıgöl için gerçekleştirilen kontrollü sınıflandırmada ise en büyük sorun, Acıgöl'ün, Urmıye Gölü'ne oranla daha sığ bir göl olmasıdır. Bu özelliği nedeniyle Acıgöl'de sınıflandırma yapılırken, çok sığ olan ve toprak yüzeyine benzer spektral özelliklere sahip alanlar zor ayırt edilebilmiştir. Bu nedenle, kontrol noktaları daha net ve belirgin su özelliklerinin bulunduğu alanlardan seçilmiştir. Sonuçlar analiz edildiğinde Acıgöl'deki en önemli değişimin 1984'ten sonra sürekli bir yüzey daralması şeklinde olduğu

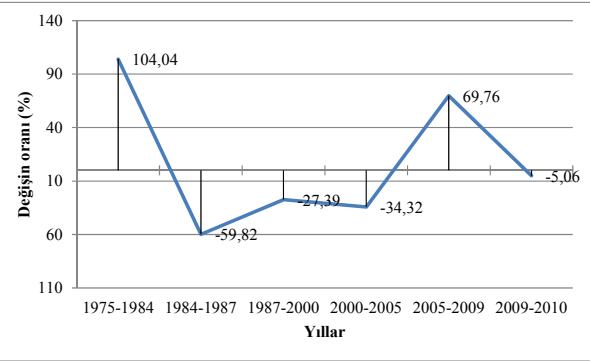
görülmektedir (Şekil 14). 1975-1984 arasında göl yüzeyi %104 genişlerken 1987'de %59 oranında daralmıştır (Şekil 15, 16). 1984'te 125,60 km² olan göl yüzeyi 2000'de 36,62 km² ye gerilemiş, yani 88,98 km² daralmıştır. Bu daralma 2005'e kadar devam etmiş, 2005'ten sonra ise az bir genişleme ile 2009'a kadar olumlu bir artış eğilimi söz konusu olmuştur. Acıgöl'deki kontrollü sınıflandırma doğruluğu sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.



Şekil 14. Acıgöl yüzey değişimleri (kontrollü sınıflandırma).



Şekil 15. Acıgöl alansal yüzey değişimleri (kontrollü sınıflandırma).



Şekil 16. Acıgöl oransal yüzey değişimleri (kontrollü sınıflandırma).

Tablo 2. Urmیه Gölü sınıflandırma doğrulukları.

Tarih	Algılayıcı	Toplam Referans	Doğru sayısı	Doğruluk Üretici	Doğruluk Kullanıcı	Kappa
24.07.1976	LANDSAT MSS	30	29	96	100	0,98
18.08.1984	LANDSAT TM	30	29	98	100	0,99
22.08.2000	LANDSAT ETM	30	29	98	100	0,99
10.08.2010	LANDSAT TM	30	29	98	100	0,99
	Toplam	120	116	97,5	100	0,988

Tablo 3. Acıgöl sınıflandırma doğrulukları.

Tarih	Algılayıcı	Toplam Referans	Doğru sayısı	Doğruluk Üretici	Doğruluk Kullanıcı	Kappa
16.06.1975	LANDSAT MSS	15	15	100	100	1
08.08.1984	LANDSAT TM	15	15	100	100	1
28.08.2000	LANDSAT ETM	15	15	100	100	1
10.08.2010	LANDSAT TM	15	15	100	100	1
	Toplam	60	60	100	100	1

4.3 Matlab

Bu bölümde su yüzeyi değişimlerinin belirlenmesi amacıyla farklı bir uygulama geliştirilmiştir. MATLAB Image Processing Toolbox (görüntü işleme aracı) birçok görüntü işleme fonksiyonunu ve filtrelerini içermektedir, böylece görüntülerden bilgi çıkarımı için bu şekilde birçok araç geliştirilebilir [9,11]. Burada, MATLAB ortamında uydu görüntüleri kullanılarak su yüzeyi değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Uydu görüntülerinden yararlanılarak su yüzeylerinin belirlenmesi; ekran dijitalleştirilmesi, piksel tabanlı sınıflandırma, nesne tabanlı segmentasyon gibi çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir. Bu çalışmada ise üretilen aracın esnekliği için bir kodlama geliştirilmiştir. Kodlamanın temelini 'region growing segmentation' oluşturmaktadır (Şekil 17). Bu yöntemde, algoritma, merkez (seed point) değere bağlı olarak komşu pikselleri tanımlayarak eşik değeri dahilinde alan belirlemektedir [4]. Bu segmentasyondaki temel amaç, hedef bölgeyi ana görüntüden ayrı şekilde bölmektir. Piksellerin gri değerlerini veya renk özelliklerini temel alarak süreksizliklere dayalı bölgeler arasındaki sınırları eşik değere bağlı olarak belirlemektedir [8]. Region growing segmentation formülü aşağıda verilmiştir (1):

(1)

$$(a) \bigcup_{i=1}^n R_i = R.$$

(b) R_i is a connected region, $i=1, 2, \dots, n$

$$(c) R_i \cap R_j = \emptyset \text{ for all } i=1,2,\dots,n.$$

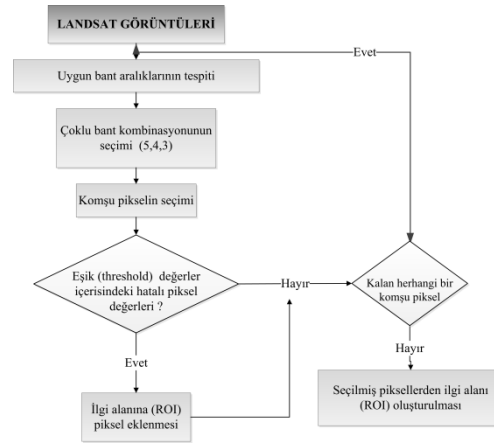
(d) $P(R_i)=TRUE$ for $i= 1,2,\dots,n$.

(e) $P(R_i \cup R_j)= FALSE$ for any adjacent region R_i and R_j

[4]

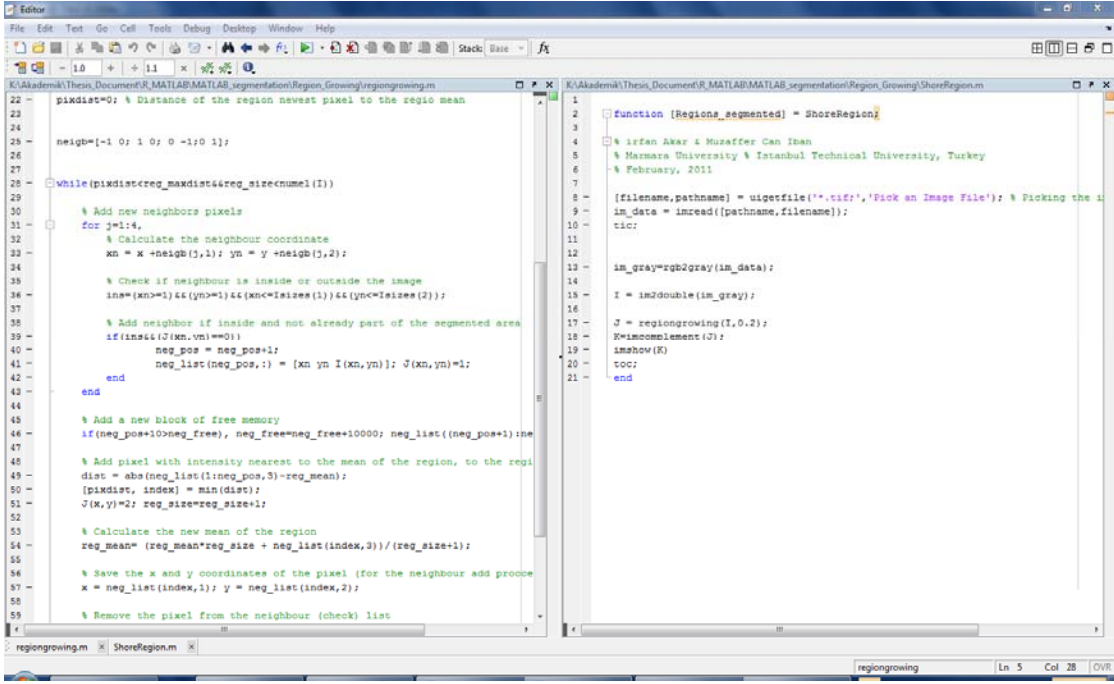
$P(R_i)$ değeri, boş küme olan değeri ve $P(R_i)$ parametrelerini esas alarak elde edilen kestirim değerleridir.

- (a) Segmentasyon tam olmalıdır, yani her piksel bir bölgede olmalıdır.
- (b) Bir bölgedeki noktalar önceden tanımlanmış biçimde bağlı olmalıdır.
- (c) Bölgeler ayrı olmalıdır.
- (d) Segmente edilmiş bir bölgedeki piksellerin sağlaması gereken özellikler R_i 'deki bütün pikseller aynı gri değere sahip ise örn. $P(R_i) = TRUE$.
- (e) R_i ve R_j bölgelerinin P'den farklı olduğu anlamını vermektedir.



Şekil 17. 'Region growing segmentation' yöntemi temel alınarak su yüzeyi belirlenmesi için geliştirilen kodlamanın akış şeması.

Bu çalışmada, üretilen kodlama LANDSAT verilerine uygulanabilecek biçimde oluşturulmuştur. Söz konusu kodlamada en iyi ayırt etmeyi sağlayabilmek amacıyla çok bantlı (5,4,3) görüntüler kullanılmıştır. Bu bantların kullanılmasındaki amaç, özellikle heterojen arazi örtüsüne sahip alanlarda daha iyi sonuçlar üretmektir. Ayrıca, bu bant kombinasyonu su yüzeylerinin ayırt edilmesinde son derece uygundur. Kodlama uygulanırken 8 bitlik görüntülerde piksellerin spektral yansıtım özelliklerine bağlı olarak eşik (threshold) değeri belirlenmiştir. Örneğin, 8 bitlik bir görüntüde piksellerin spektral yansıtım değeri su için eşik değeri olarak 0 belirlenmiştir (Şekil 18). Burada eşik değerden büyük piksellere 1, eşik değeri içerisinde kalan piksellere ise 0 değeri atanmıştır. Sonuç görüntü raster veri olarak üretilmiş ve



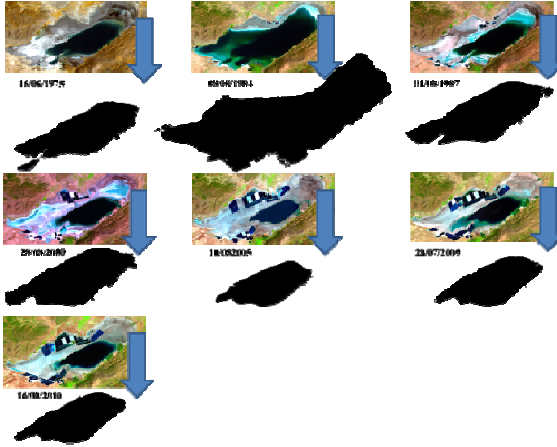
Şekil 18. Su yüzeyi için oluşturulan MATLAB dosyası.

orijinal görüntüdeki her bir pikselin mekansal çözünürlüğü temel alınarak su yüzeyinin alanı yine MATLAB ile hesaplanmıştır (Şekil 19).

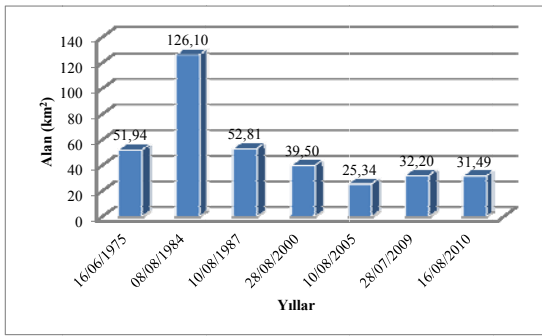
MATLAB'ta geliştirilen kodlama ile belirlenen su yüzeylerinin alansal değişimleri yine aynı yazılım ile belirlenmiştir. Hem dijital, hem de görsel olarak elde edilen sonuçlar, daha önce elde edilen kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma sonuçlarına çok yakındır. Kodlama ile Urmiye Gölü içerisindeki adalar da çok net olarak ayırt edilebilmektedir. Ayrıca, geliştirilen kodlamanın, hem Acıgöl'de, hem de Urmiye Gölü'nde benzer sonuçlar vermesi kodlamanın esnekliğini de göstermektedir.

Acıgöl'deki su yüzeyi alansal dağılım değerleri açısından en önemli tespit 1984 yılından sonra önemli bir azalma olduğudur (Şekil 19, 20). Bu gölde 1975 yılında 51,94 km² olan su yüzeyi alanı yaklaşık iki kat artışla 1984 yılında 126,10 km² olmuştur. Su yüzeyi

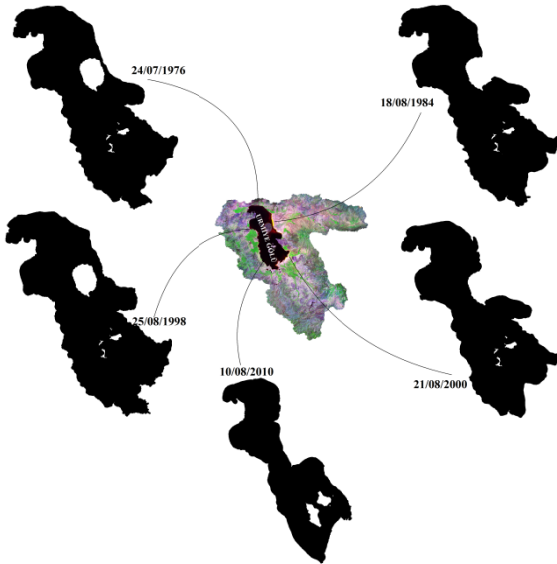
alanındaki bu artış 1984 yılına göre yaklaşık iki kat bir azalma ile 1987'de 52,81 km² olmuştur. Su yüzeyindeki alansal daralma 2005'e kadar devam etmiş, daha sonra 2010'a kadar genişlemiştir. Kodlamanın uygulamasıyla ulaşılan sonuçlar incelendiğinde, 24 Temmuz 1976 tarihinde göl yüzey alanının 5200 km² olduğu görülmektedir (Şekil 21, 22). 18 Ağustos 1984 tarihinde ise göl yüzeyinde %5,75 oranında daralma gerçekleşmiş ve 4901 km² olmuştur (Şekil 22). 25 Ağustos 1998 yılında göl yüzeyi %12,67 oranında genişleşmiş ve 5502 km² ye ulaşmıştır. 22 Ağustos 2000'de ise göl yüzeyinde önemli değişimler yaşanmış, su yüzeyi alanı %16,33 daralmayla 4603 km²'ye gerilemiştir. Son olarak 10 Ağustos 2010'da göl yüzeyindeki en büyük daralma gerçekleşmiş ve %31,93 daralma ile göl yüzeyi alanı 3133 km²'ye gerilemiştir. Yukarıdaki değerler analiz edildiğinde dijital sonuçların, manuel vektörleştirme ile belirlenen sonuçlara çok yakın olduğu görülmektedir.



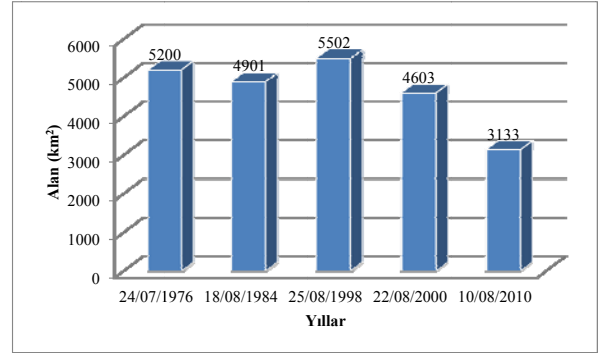
Şekil 19. Acıgöl yüzey değişimleri için geliştirilen kodlama sonuçları.



Şekil 20. Acıgöl alansal yüzey değişimleri (MATLAB kodlama sonucu).



Şekil 21. Urmıye Gölü yüzey değişimi (MATLAB kodlama sonucu).



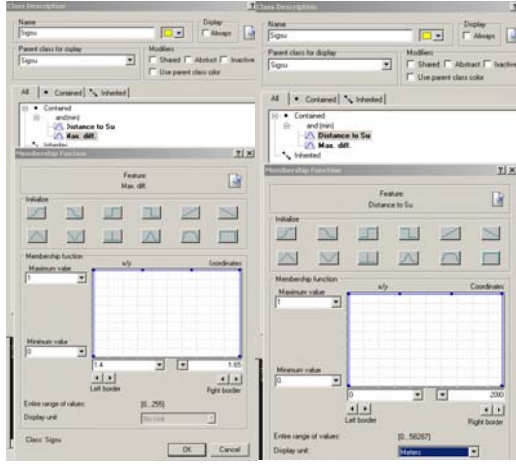
Şekil 22. Urmıye Gölü alansal yüzey değişimi (MATLAB kodlama sonucu).

4.4 Nesne Tabanlı Sınıflandırma (Kural Dizisi Geliştirilmesi)

Acıgöl ve Urmıye Gölü yüzey değişimlerinin belirlenmesi amacıyla nesne tabanlı görüntü işleme yazılımı olan eCognition Developer kullanılarak bir kural dizisi geliştirilmiştir. Bu kural dizisinde, diğer yöntemlerde olduğu gibi, LANDSAT görüntüleri kullanılmıştır. Otomatik uygulamalar içerisinde yer alan bu kural dizisi geliştirme aşaması dikkatli bir şekilde birçok deneme yapılarak belirlenmiştir. Özellikle ölçek parametreleri bu anlamda çok önemlidir. Bu kural dizisi belirlenirken 'sığ su' ve 'derin su' olarak iki ayrı sınıf belirlenmiş, daha sonra bu iki dosyanın shp formatına dönüştürülmesi için de eCognition Definiens yazılımında kural dizisi geliştirilmiştir. 'Sığ su' ve 'derin su' dosyaları Arcinfo ortamında birleştirilmiştir. Suyun iki ayrı sınıf olarak değerlendirilmesindeki amaç, doğruluk değerini arttırmaktır. Nesne tabanlı sınıflandırma işlemi için segmentasyon parametreleri olarak 'ölçek parametresi=10', 'shape=0.5' ve 'compactness=1' seçilmiştir. Her ne kadar bu parametreler segmentasyon aşaması için önem taşımakta ise de yeterli olmamaktadır. Bu nedenle 'sığ su' ve 'derin su' sınıfları için farklı fonksiyonlar uygulanmıştır.

Özellikle 'sığ su' için bulanık mantık (fuzzy logic) fonksiyonları uygulanmıştır. Bu fonksiyonların kural setleri aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir. Doğru sonuca ulaşmak amacıyla eCognition Definiens içerisindeki bulanık mantık üyelik fonksiyonları uygulanmıştır. Bulanık mantık, bir nesnenin tanımlanan bir sınıfa ait olup olmadığını denetlemekte kullanılmaktadır. Üyelik değeri 0.0 ile 1.0 arasında değişmektedir. 0.0 sınıfa kesinlikle üye olmadığını, 1.0 ise sınıfa kesin olarak üye olduğunu ifade etmektedir [14]. Üyelik derecesi, nesnenin sınıflandırma için tarif edilen özellikleri ile tam anlamıyla örtüşüp örtüşmediğine bağlıdır [6,13]. Bunun avantajı nesnenin ne kadar olasılıkla bir sınıfa dahil olabileceğinin belirlenebilmesidir. Bu işlemlerin ardından, daha önceden tanımlanan parametreler kullanılarak yazılım yardımıyla görüntü analizine başlanabilir. Çıkan sonuçlar bu parametrelerin değiştirilmesi ile kullanıcı tarafından yeniden

değerlendirilerek analiz işlemleri tekrarlanabilir. Örneğin 'sığ su' için suya uzaklık fonksiyonu olarak 2000 metre belirlenmiştir. Böylece 'derin su' kenarından itibaren 0-2000 metre uzaklıkta olan bölgelerin 'sığ su' olarak segmente edilmesi için kural dizisi oluşturulmuştur (Şekil 23). Ayrıca maximum difference fonksiyonu da 'sığ su' ile ilgili segmentasyon kural dizisinde uygulanmıştır.



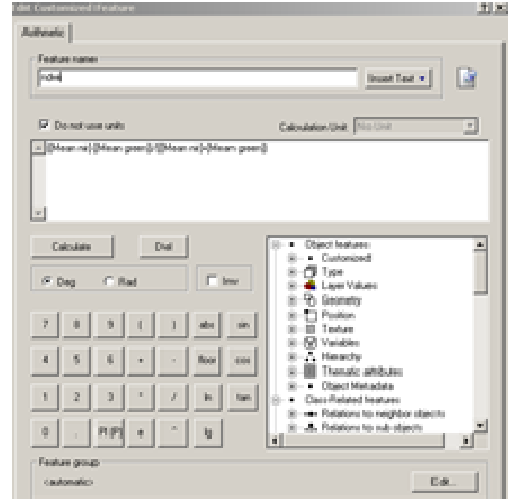
Şekil 23. Sığ su için belirlenen bulanık mantık fonksiyonları.

Diğer bir sınıf olan 'derin su' için ise NDWI (Normalized Difference Water Index) bu segmentasyon aşamasında kural dizisi içerisinde uygulanmıştır (Şekil 24, 25). NDWI, yakın kızılötesi (NIR) ve orta kızılötesi (MIR) bant oranlamasını kullanan bir indekstir [2]. NIR; su içeriği, yaprak özellikleri ve kuru yüzeyler ile ilgili yansıtım özelliklerini içerirken; MIR ise; hem su özellikleri, hem de bitki özellikleri ile ilgili yansıtım içermektedir. MIR ve NIR bant kombinasyonları bitki örtüsü ve kuru yüzeylerin yansıtım özelliklerini elimine etmektedir (2). Bu bant kombinasyonu, su içeriği yansıtım özelliklerinin doğruluğunu artırmaktadır [1].

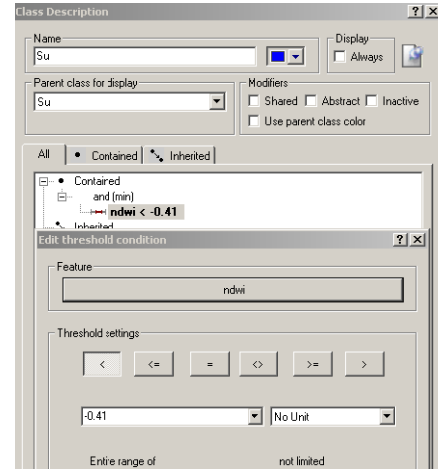
$$NDWI = \frac{(NIR - MIR)}{(NIR + MIR)} \quad (2)$$

$$NDWI = \frac{(\text{bant 4} - \text{bant 5})}{(\text{bant 4} + \text{bant 5})}$$

Burada eşik değeri belirlenirken yansıtım değeri <0.41 olan bölgeler 'derin su' olarak segmente edilmiştir. Bu uygulama, özellikle suyun bataklık ve sazlık gibi diğer arazi örtüsü özelliklerinden ayırt edilmesinde önem taşımaktadır. Su yüzeyinin belirlenmesi için geliştirilen kural dizisi iki çalışma alanı için de mantıklı sonuçlar vermiştir. Burada uydu görüntülerinin spektral yansıtım değerlerinin ve nesne özelliklerinin birbirlerine çok yakın olması bu sonuca ulaşılmasında etkili olmuştur. Uydu verilerinin elde edilme tarihlerinin ve diğer özelliklerin de yakın dönemler içerisinde olması diğer olumlu etken olarak belirlenmiştir. Kural dizisi kullanılarak elde edilen su yüzeyi sonuçları, temel doğru olarak kabul edilen manuel dijitalleştirme sonuçlarına çok yakındır.

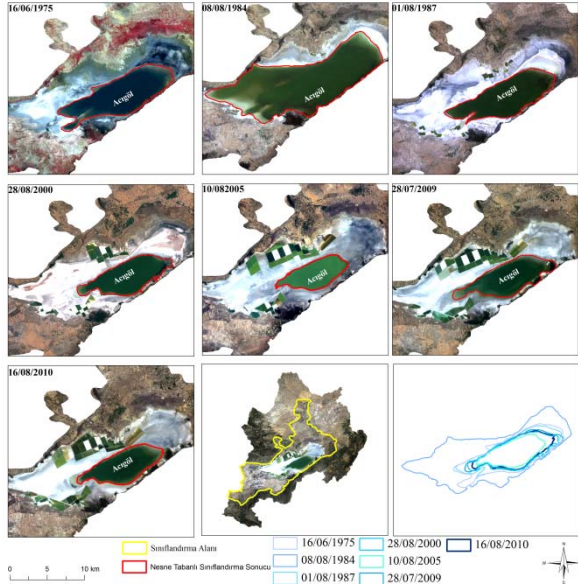


Şekil 24. Kural dizisi için tanımlanan NDWI uygulaması.

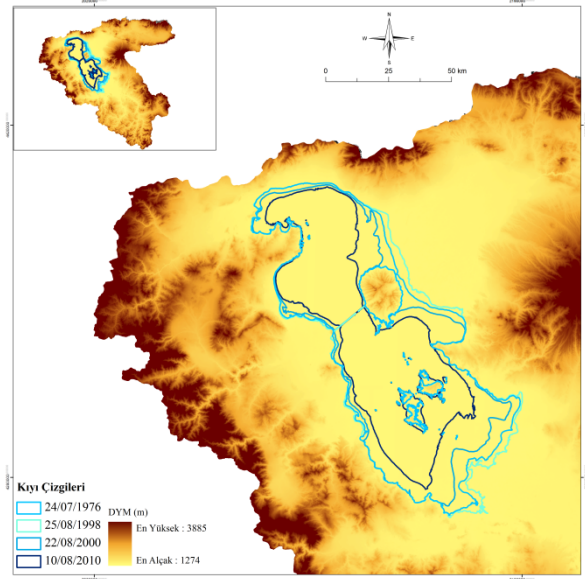


Şekil 25. Su segmentasyonu için belirlenen NDWI eşik değeri.

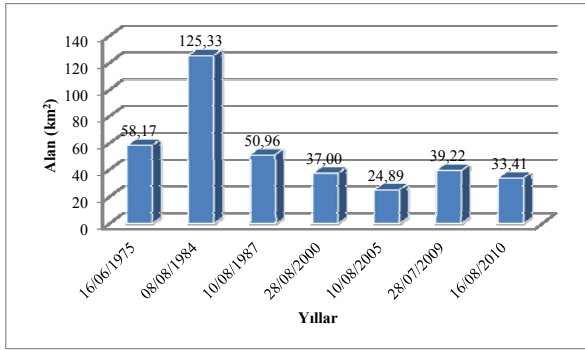
Yapılan uygulama sonucu Acıgöl'de özellikle 1984 yılı, göl yüzeyinde en önemli genişlemenin olduğu tarih olarak belirlenmiştir. 8 Ağustos 1984 tarihinde göl yüzeyi alanı 125,33 km² olarak belirlenirken, 10 Ağustos 1987'de %59.34 azalmayla 50,96 km² olmuştur (Şekil 27). Göl yüzeyi 8 Ağustos 1984'ten itibaren sürekli daralmış (Şekil 26) ve bu tarihteki seviyeye tekrar ulaşamamıştır.



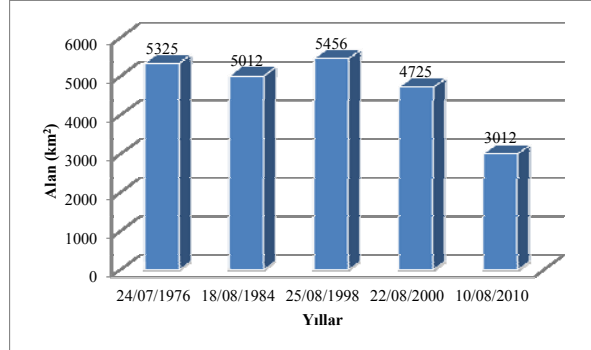
Şekil 26. Acıgöl yüzey değişimi (nesne tabanlı sınıflandırma kural dizisi sonucu).



Şekil 28. Urmiye Gölü yüzey değişimi (nesne tabanlı sınıflandırma kural dizisi sonucu).



Şekil 27. Acıgöl alansal yüzey değişimi (nesne tabanlı sınıflandırma kural dizisi sonucu).



Şekil 29. Urmiye Gölü alansal yüzey değişimi (nesne tabanlı sınıflandırma kural dizisi sonucu).

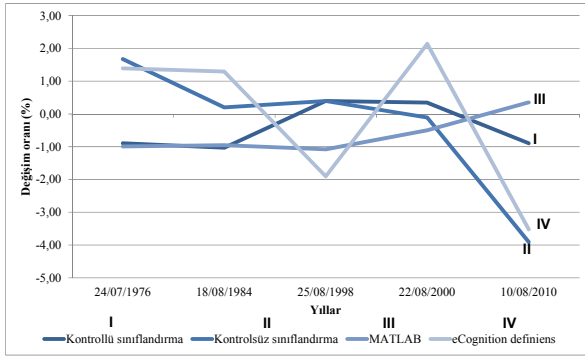
Urmiye Gölü için yapılan analizler de, kural dizisi ile yapılan uygulamalarla, manuel vektörleştirme uygulamalarının birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiğini göstermektedir. Urmiye Gölü'ndeki en önemli değişim 25 Ağustos 2000 tarihinde başlamıştır. Bu tarihten sonra göl yüzeyi sürekli daralmıştır. 24 Temmuz 1976'da 5325 km² olan göl yüzeyi 25 Ağustos 1998'de genişleyerek 5456 km² olmuştur. 22 Ağustos 2000'de ise %13,4 azalarak 4725 km² ye gerilemiştir (Şekil 29). En büyük değişim ise 22 Ağustos 2000 ile 10 Ağustos 2010 arasında %36,30 daralma olarak gerçekleşmiştir (Şekil 28).

4.5 Yöntemlerin Karşılaştırılması

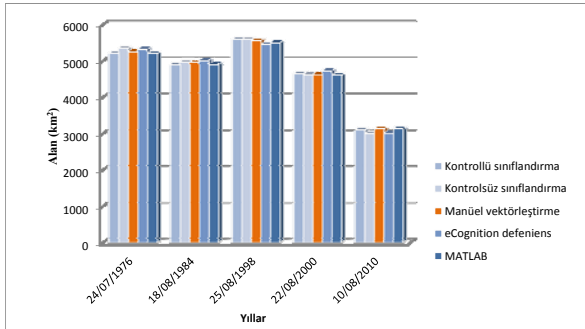
Su yüzeyi değişimlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntemler arasında manuel vektörleştirme yöntemi en doğru ve güvenilir yöntemdir. Bunun nedeni, havza ve göl özelliklerinin yersel olarak bilinmesi nedeniyle, üretilen verilerin kullanıcının direkt kontrolünde olması ve böylece, yapılan yanlış uygulamaların kullanıcı tarafından elimine edilebilmesidir. Ancak otomatik/yarı otomatik yöntemlerde ise durum farklıdır. Manuel vektörleştirme yönteminde ekran dijitalleştirilmesi (ArcInfo) yöntemi kullanılmıştır. Ölçek farklılıkları görsel yanılgılara neden olduğundan ölçek oranının bütün görüntülerde aynı olmasına özen gösterilmiştir. Kullanılan diğer yöntemlerde kullanıcının parametreleri uygulama özelliklerine bağlı başka bir müdahale yapmaması gerekmektedir. Bu durum özellikle heterojen arazi örtüsü/kullanımının bulunduğu alanlarda olumsuz sonuçlar vermektedir. Yapılan uygulamalarda temel doğru olarak manuel vektörleştirme kabul edildiğinden bu bölümdeki

analizler ve oluşturulan grafiksel karşılaştırmalar bu temele dayandırılmıştır.

Yapılan analizler Urmiye Gölü için MATLAB yazılımında geliştirilen kodlamanın manuel vektörleştirme ile en yakın sonuçları verdiğini göstermektedir (Şekil 30, 31). En fazla uyumsuzluk ise geliştirilen kural dizisinde ortaya çıkmıştır. Kontrollü sınıflandırma yöntemi, kodlamadan sonra manuel vektörleştirme yöntemine en yakın sonuçları vermiştir (Şekil 31). Burada kural dizisi ile manuel vektörleştirme sonucu arasındaki farkın en fazla olarak belirlenmiş olması, kural dizisi özellikleri ile ilgilidir. Kural dizisi geliştirilirken Acıgöl uyu görüntüleri temel alınmış, Urmiye Gölü'ne uygulanan kural dizisinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır, çünkü burada önemli olan, aynı kural dizisinin birden fazla alana değiştirilmeden uygulanabilirliğidir. Yöntemlerin birbirlerine yakın sonuçlar vermesi sonuçların da doğruluğunu göstermektedir.



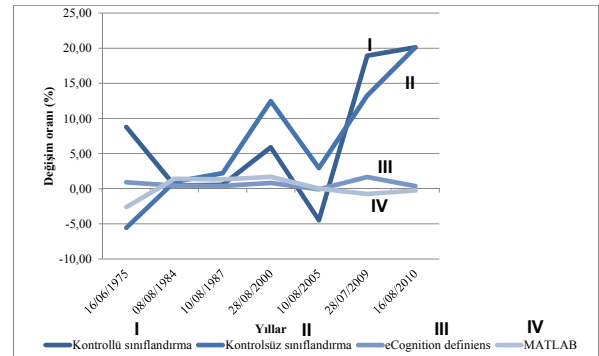
Şekil 30. Urmiye Gölü yüzey değişimleri için kullanılan yöntemlerin manuel vektörleştirmeye göre doğruluk oranları.



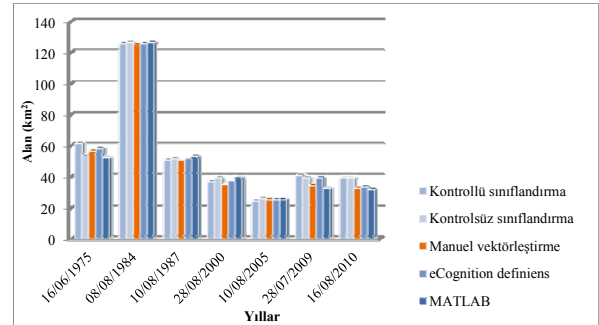
Şekil 31. Urmiye Gölü yüzey değişimi için kullanılan yöntemlerin manuel vektörleştirmeye göre alansal değerleri.

Diğer taraftan, Acıgöl için yapılan grafiksel ve sayısal analizler, manuel vektörleştirme sonucuna en yakın değerlerin, geliştirilen nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi içerisinde geliştirilen kural dizisine ait olduğunu göstermektedir (Şekil 32, 33). En büyük fark kontrollü sınıflandırma yöntemiyle, en büyük ikinci fark ise kontrolsüz sınıflandırma yöntemiyledir.

Bu sonuçlara göre, geliştirilen kodlama daha başarılı sonuçlar vermiştir. Çalışma alanları ile ilgili olarak, bilinen coğrafi parametrelere bağlı kalınarak geliştirilen kodlama, otomatik olarak uygulanan yöntemlerden daha başarılı olmuştur. Ancak burada belirtmek gerekir ki, kullanılan yazılımlar arasındaki kodlama farklılıkları da sonuçların karşılaştırılmasını etkilemiştir. Ancak çalışma kapsamında yapılan uygulamaların, objektiflik özelliğini taşıyabilmesi için bu uygulamaların belirli niteliksel ve niceliksel özelliklere bağlı kalınarak karşılaştırılması gerekmektedir. Acıgöl ve Urmiye Gölü için uygulanan yöntemlerin, sonuçlar dikkate alınarak değerlendirildiğinde iyi sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür.



Şekil 32. Acıgöl yüzey değişimi için kullanılan yöntemlerin manuel vektörleştirmeye göre doğruluk oranları.



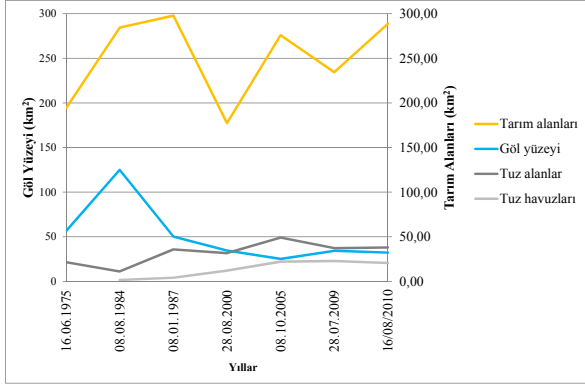
Şekil 33. Acıgöl yüzey değişimi için kullanılan yöntemlerin manuel vektörleştirmeye göre alansal değerleri.

4.6 Göl Yüzeyi Değişimleri ve Coğrafi Parametrelerin Değerlendirilmesi

Bu başlık içerisinde temin edilen coğrafi parametreler uzaktan algılama işlemleri ile entegre edilerek değerlendirilmiştir.

Özellikle sodyum sülfat üretimine bağlı olarak artan tuz ön buharlaştırma havuzları ile göl yüzeyi değişimleri arasında doğru orantı olduğu tespit edilmiştir. Şekil 34'ten de anlaşılacağı üzere Acıgöl

yüzeyi ile sodyum sülfat üretimi arasında ters orantı söz konusudur.



Şekil 34. Acıgöl yüzey değişimleri, tarım alanları, tuz havuzları ve Tuz alanları arasındaki ilişki.

İklim özellikleri açısından ise göl yüzeyi değişimleri bu kadar belirgin bir durum seğilememektedir. Buna örnek olacak en güzel ilişki 2000'deki yağışın 1975'teki yağışa oranla neredeyse iki kat fazla olmasına rağmen göl yüzeyinin asla 1975'teki değerine ulaşamamasıdır. Aynı durum sıcaklık ve buharlaşma için de geçerlidir (Tablo 4).

Tablo 4: Sıcaklık, yağış ve buharlaşma (Acıgöl).

Yıllar	Ortalama sıcaklık (°C)	Toplam yağış (mm)	Ortalama buharlaşma (mm)
1975	13	266	200
1984	12,04	326	170
2000	13	400	195,7
2010	12,50	350	175,3

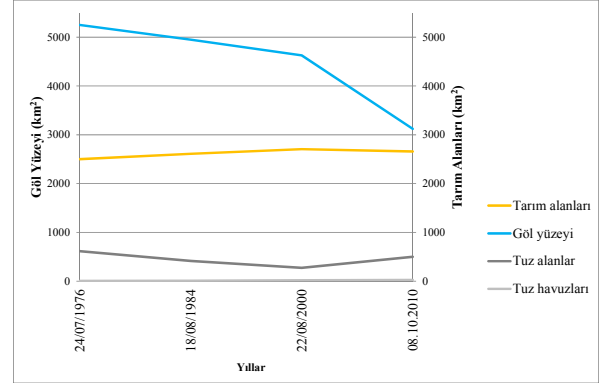
Ancak Urmiye Gölü'ndeki yüzey değişimlerinde ise özellikle yağış en önemli faktör olarak tespit edilmiştir. Özellikle 1984'ten itibaren yağış oranında azalma sıcaklık değerlerinde ise yüksel görmektedir. Urmiye Gölü bu iklim özelliklerinin farklılıklarından çok fazla etkilenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Sıcaklık, yağış ve buharlaşma (Urmiye Gölü).

Yıllar	Ortalama sıcaklık (°C)	Toplam yağış (mm)	Ortalama buharlaşma (mm)
1976	11,04	3094	680
1984	11,08	3020	690
2000	11,98	2240	725
2010	12,20	2092	755

Urmiye Gölü yüzey değişimlerinin diğer parametrelerle de ilişkisi söz konusudur. Tarım

alanlarıyla ters orantılı bir eğilim söz konusudur. Bu durum Urmiye Gölü havzasında özellikle yeraltı suyunun fazla kullanıldığını ve yüzey suları ile ilgili yanlış uygulamaların gerçekleştirildiğini göstermektedir (Şekil 35).



Şekil 35. Yüzey değişimleri, tarım alanları, tuz havuzları ve tuz alanları arasındaki ilişki (Urmiye Gölü).

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada yapılan uygulamalar birbirinden farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Ancak bütün uygulamaların ortak sonucu, gerek Acıgöl, gerekse Urmiye Gölü yüzeylerinin sürekli olarak daralma eğiliminde olduğudur. Uygulamalarda farklı sonuçlar ortaya çıkmasının temel nedeni kullanılan yazılımların farklı algoritmalarla çalışmasıdır. Bu anlamda temel doğru olarak kabul edilen manuel dijitalleştirmeye en yakın olan uygulama en güvenilir dijital görüntü işleme yöntemi olarak kabul edilmiştir. Uygulamalar gerçekleştirilirken kullanıcı etkisi en aza indirgenmiştir. Çalışmada ortaya çıkan en önemli sonuç; su kaynakları ile ilgili araştırmaların, uzaktan algılama ve CBS teknolojileri için son derece iyi ve güvenilir bir potansiyele sahip olduğudur.

Özellikle her iki göl için de çok önemli ve ne yazık ki olumsuz sonuçların ortaya çıkması araştırmanın bir diğer önemli sonucudur. İki göl de buldukları ekosistem bölgeleri için çok önemli sulak alanlardır. Çalışmadaki bir diğer amaç olan iki gölün karşılaştırılması ise farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Özellikle Urmiye Gölü, iklim parametrelerinden Acıgöl'e oranla daha fazla etkilenmiştir. Acıgöl'de ise özellikle insan aktivitelerinin göl yüzeyi değişimi üzerinde oldukça olumsuz etkisi söz konusudur.

6. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nce desteklenmiştir (SOS-C-YLP-171209-0344).

7. KAYNAKLAR

- [1] Ceccato, P., Flasse, S., Tarantola, S., Jacquemond, S., and Gregoire, J.M. 2001. Detecting Vegetation Water Content Using Reflectance in The Optical Domain. *Remote Sensing of Environment* 77: 22-33.
- [2] Gao, B.-C. 1996. NDWI-A Normalized Difference Water Index For Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space. *Remote Sensing of Environment* 58: 257-266.
- [3] Gibeaut, J.C., Hepner, T., Waldinger, R., Andrews, J., Gutierrez, R., Tremblay, T. A., Smyth, R., ve Xu, L., 2001, Changes in Gulf Shoreline Position, Mustang, and North Padre Islands, Texas. A Report of the Texas Coastal Coordination Council Pursuant to National Oceanic and Atmospheric Administration Award No. NA97OZ0179, GLO Contract Number 00-002R, The University of Texas at Austin Austin, Texas.
- [4] Gonzalez, W. C., R.E. Woods, 2002. *Digital Image Processing*, 2nd Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Gündoğan, İ., Mordoğan, H., Helvacı, C., 1995. Türkiye'deki Acı Göllerden Sodyum Sülfat Üretimi Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Köse ve Kızıl (eds) © izmir, 21-22 Nisan 1995, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bornova, İzmir.
- [6] Fritz, S., And See, L. 2005. Comparison of Land Cover Maps Using Fuzzy Agreement. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(7), pp. 797-807.
- [7] İçözü, T., 1991. The Geochemical of Acıgöl (Denizli) And The Future of Sodium Sulfate Production, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [8] Jian-Jiun D., 2007. The Class of "Time-Frequency Analysis And Wavelet Transform", The Department of Electrical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- [9] Kalkan, K., Mercan, O.Y., Maktav, D., 2010. Kıyı Çizgisinin Otomatik Olarak Belirlenmesi Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Entegrasyonu (MATLAB Uygulaması), 3. UZAL-CBS 2010, Gebze, Kocaeli.
- [10] Karadeniz, N., Tırlı, A., Baylan, E., 2009. Wetland Management In Turkey: Problems, Achievements And Perspectives, *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (11), pp. 1106-1119, November.
- [11] MATLAB 2009. Kullanıcı Kılavuzu. The Mathworks Inc.
- [12] UNESCO, 1976. United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biore_s.asp?mode=gen&code=IRA+07
- [13] Steeb, Willi-Hans, 2008. *The Nonlinear Workbook: Chaos, Fractals, Cellular Automata, Neural Networks, Genetic Algorithms, Gene Expression Programming, Support Vector Machine, Wavelets, Hidden Markov Models, Fuzzy Logic With C++, Java And Dymbolice++ Programs*. 4. Edition. World Scientific. ISBN 981-281-852-9.
- [14] Zadeh, L.A., 1968. "Fuzzy Algorithms". *Information And Control* 12 (2): 94-102. Doi:10.1016/S0019-9958(68)90211-8. ISSN 0019-9958.

ÖZGEÇMİŞLER

Coğr. Öğr. İrfan AKAR

İrfan Akar, 1 Temmuz 1982'de Kiğı'da (Bingöl) doğdu. İlkokul 3. Sınıfa kadar eğitimini Kiğı'da aldıktan sonra sırasıyla ilk ve orta öğrenimini İstanbul Kartal Yavuz Selim ilköğretim okulunda, Lise eğitimini ise 1996-1999 yılları arasında İstanbul Kartal Süleyman Demirel Lisesinde tamamladı. 2003'te İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümünde öğrenime başladı ve 2007'de jeomorfolojik ünvanı alarak mezun oldu. Bu 4 yıllık süre içerisinde, Coğrafya Bölümünde öğrenciler tarafından ilk kez gerçekleştirilen ve TÜBİTAK tarafından desteklenen bir projede yardımcı araştırmacı olarak görev yaptı. 2006'da Fatih Üniversitesinde düzenlenen 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bilişim Günlerinde en iyi poster Ödülünü yine 2006'da İstanbul Teknik Üniversitesinde (İTÜ) düzenlenen I. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumunda en iyi poster ödülünü kazandı. 2009'da *International Journal of Remote Sensing* dergisindeki yayını nedeniyle TÜBİTAK'TAN yayın teşvik ödülü kazandı. Çin'de düzenlenen XXI kongresine sözlü sunum yapmak amacıyla International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) kuruluşundan burs kazandı. Aynı zamanda *International Journal of Digital Earth* dergisinde hakemlik yapmaktadır. 2008-2011 tarihleri arasında Marmara Üniversitesi Ortadoğu Araştırmaları Enstitüsünde yüksek lisansını tamamladı. 2007-2011 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü Uzaktan Algılama Proje Araştırma

Laboratuvarında İngiliz Arkeoloji Enstitüsü-TÜBİTAK-Edinburgh-İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) tarafından yürütülen bir proje ile Alman Milli Eğitim Bakanlığı-TÜBİTAK-Bochum-Heilderberg üniversiteleri ile İTÜ tarafından yürütülen diğer bir projede TÜBİTAK yüksek lisans bursiyer öğrencisi olarak görev yaptı. Şu anda ise Okyanus Kolejlerinde Coğrafya Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

Prof.Dr. Derya MAKTAV

Prof. Dr. Derya Maktav orta ve lise eğitimini 1962-70 yıllarında İstanbul Alman Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini 1970-75 yıllarında İTÜ, İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği (JFM) Bölümü'nde tamamladı. 1975-1976 yıllarında İngiltere, University College London, Dept. Of Photogrammetry and Surveying'den sertifika aldı ve 1977-1979 yıllarında Almanya, Karlsruhe Teknik Üniversitesi, Fakultat für Bauingenieur und Vermessungskunde'den yüksek lisans diploması aldı. 1985'de İTÜ, JFM Bölümü'nden doktor ünvanı aldı. 1985'de ABD, Purdue Üniversitesi'nde, 'Digital Analysis of Thematic Mapper Data' kursuna katılarak sertifika aldı. 1985'de doçent, 1996'da İTÜ, JFM Bölümü, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı'nda profesör oldu. 1983-84 yıllarında Almanya Karlsruhe Teknik Üniversitesi, Fak. für Bauingenieur und Vermessungskunde'de doktora çalışmaları, 1993'de Avustralya RMIT'de davetli olarak bilimsel araştırmalarda bulundu. Yürüttüğü 'International Mediterranean Project' ile Council of Europe, World Heritage ve Ford tarafından ortaklaşa verilen 'Henry Ford European Conservation

Awards 1998, National Award' ödülünü kazandı. Uluslararası akademik atamalarda jüri üyeliği, uluslararası ve ulusal dergilerde/sempozyumlarda hakemlik, IJRS ve J-STARS dergilerinde G.Editör, çok sayıda ulusal ve uluslararası sempozyum organizatörlüğü, direktörlük, eş direktörlük, uluslararası ve ulusal sempozyumlarda organizasyon/bilim komitesi üyelikleri, ulusal ve uluslararası proje hakemliği, gibi çeşitli görevlerde bulundu. 2007 yılında European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL) konsey üyeliğine, 2010 yılında NASA-LCLUC hakem komitesine seçildi. New York Academy of Sciences, EARSeL, TUFUAB, HKMO, DGPF üyeliği yapmıştır. Ayrıca, İTÜ Uzaktan Algılama Anabilim Dalı Başkanı (2005-2008), (ISPRS)-WG VIII/1 direktörü (2002-2008), the GeoUnions Joint Science Program Team-Cities and Megacities ISPRS

temsilcisi (2002-2008), EARSeL SIG-URS eş direktörü ve UDMS Türkiye temsilcisidir.

Prof. Dr. Nurten GÜNAL

Prof. Dr. Nurten Günal, ilkokul, ortaokul ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. Lisans eğitimini 1974-1978 yıllarında İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü'nde yaptı. 1981 yılında başladığı doktora çalışmalarını 1986 yılında tamamlayarak "Gediz-Büyük Menderes Irmakları Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası" adlı tezle İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü'nden doktor ünvanı aldı.1988 yılında yardımcı doçent, 1997'de Fiziki Coğrafya alanında doçent, 2003 yılında yine aynı alanda profesör oldu. 2000-2010 yılları arasında Marmara Üniversitesi Ortadoğu Araştırmaları Enstitüsü'nde Müdür vekili ve Müdür olarak görev yaptı. Marmara Üniversitesi Senato üyeliğini sürdürdü. Ortadoğu Araştırmaları Enstitüsü Ortadoğu Coğrafyası Anabilim Başkanlığı görevinde bulundu.1997'den beri M.Ü. Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Türk Dünyası Coğrafyası Anabilim Başkanlığı görevini, 2003 yılından beri M.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölüm Başkanlığını görevini yürütmektedir. Çok sayıda lisansüstü çalışmalarda danışman olarak görev yapan, akademik atamalarda jüri üyeliği, uluslararası ve ulusal dergilerde/sempozyumlarda hakemlik, uluslararası ve ulusal sempozyumlarda bilim komitesi üyeliği, bilimsel araştırma projeleri komisyonu üyeliği gibi çeşitli görevlerde bulunan Prof. Dr. Nurten Günal'ın, Klimatoloji, Kartografya, Biyocoğrafya ,Turizm Coğrafyası, Türk Dünyası Coğrafyası ve Ortadoğu Coğrafyası alanlarında eserleri bulunmaktadır. Prof. Dr. Nurten GÜNAL Türkiye'de önemli Biyocoğrafya çalışmaları gerçekleştirmiş ve bu alanda uzman olmuş bir bilim insanıdır. Kendisi şu an Marmara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölüm Başkanlığı görevini yürütmektedir.