BARAJ GÖLLERİNDE SU SEVİYELERİNİN UZAKTAN ALGILAMA VE CBS İLE TAHMİNİ VE İZLENMESİ: ADANA SEYHAN BARAJ GÖLÜ ÖRNEĞİ

Mehmet Akif ERDOĞAN [1], Fizyon SÖNMEZ[2], Süha BERBEROĞLU[3]

[1]Ögr. Dr., Çukurova Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı, 01310, Sarıçam, Adana, maerdogan@cu.edu.tr
[2]Doktora Öğrencisi, Çukurova Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, fizyonsonmez@gmail.com
[3]Prof.Dr. Süha BERBEROĞLU, Çukurova Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, suha@cu.edu.tr

ÖZET

Son yıllarda iklim değişiminin neden olduğu kuraklık tehdidi su kaynaklarının daha etkin yönetimi konusu gündeme getirmektedir. Su kaynaklarının daha etkin kullanımının sağlanması ise sörvey ve analizlerin klasik yöntemlere oranla çok daha hızlı, ekonomik ve yüksek doğrulukta gerçekleştirilmesi ve bu bilgilerin su yönetim planlama ve politikalarına aktarılmasına bağlıdır.

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) birçok yüzey şeklinin algılanması ve analiz edilerek tematik bilgilere dönüştürülmesini sağlamaktadır. Gelişen teknolojiye paralel etkinliği giderek artan UA ve CBS teknolojileri nehir, göl gibi su kaynaklarının da daha etkin, doğru ve ekonomik tespiti, analizi ve izlenmesini sağlayacak karar destek sistemlerinin başında gelmektedir.

Yer aldığı orta iklim kuşağı ile Doğu Akdeniz Bölgesi, etkileri giderek artan iklim değişiminin neden olduğu kuraklık ile karşı karşıyadır. Kuraklığa bağlı olarak Türkiye'nin önde gelen tarım alanlarından olan Çukurova bölgesinin tarımsal üretkenliğinin de azalacağı ön görülmektedir. Sonuç olarak Çukurova Bölgesi'nde tarımsal sulamanın temel kaynağı olan Seyhan Baraj Gölü'ndeki su seviyesinin daha ekonomik ve hızlı yollardan tespit ederek izlenmesinin, bölgedeki su yönetiminin daha etkin yapılmasına katkı göstereceği kaçınılmaz bir gerçektir.

Tüm bunlardan yola çıkarak bu çalışmada Seyhan Baraj gölü ve çevresine ait 12 adet LANDSAT 7 ve LANDSAT 8 görüntüsünün eğitimsiz sınıflaması ile aylık yüzey alanları hesaplanıp, yüzey alanları ile DSİ'den temin edilen aynı dönemlere ait su seviyesi ve doluluk oranı arasındaki ilişki ortaya koyulacaktır. Elde edilecek ilişkilendirme ile barajdaki su seviye ve miktarının ölçüm yapmaksızın tahmin edilme olanakları ortaya konmuş olacaktır.

Anahtar kelimeler: Su kaynakları yönetimi, Seyhan Baraj Gölü, LANDSAT, İzleme.

ABSTRACT

THE ESTIMATION AND MONITORING OF DAM LAKE WATER LEVEL WITH THE SUPPORT OF REMOTE SENSING AND GIS: IN THE CASE OF ADANA SEYHAN DAM LAKE

The drought threat which is caused by climate change in recent years has brought the subject of much more efficient water management to the agenda. Much more efficient usage of water resources need much more rapid, cost efficient and accurate survey and analysis than conventional methods and depend on transferring these outputs to the water management plans and politics.

Remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) maintain identification, analyzing and transformation of earth surface to thematic data. Remote sensing and GIS that are getting more efficient with the developing technology are the key decision support systems which maintain more efficient, accurate and economical detection, analysis and monitoring of water resources like river, lake etc.

Eastern Mediterrenean Region of Tukey which take place in Moderate Climate Region is facing with drought which is caused by climate change. Depending on this drought the decrease on productivity of Çukurova which is one of the major agricultural region of turkey have been estimated. As a result more economical and rapid estimation and monitoring of water level of Seyhan Dam Lake which is the major irrigation resource of Çukurova Region is going to support the water usage management in much more efficient way.

In this study the relationship between surface area and fullness of the Seyhan dam lake is investigated with monthly lake surface area estimation using unsupervised classification of 12 LANDSAT 7 and LANDSAT 8 images and lake level data from DSI. The potential of estimation of water level and amount depending on dam fulness rate with out manual measuremetsis is tested with the study output relationship results.

Keywords: Water resource management, Seyhan Dam Lale, LANDSAT, monitoring

1. GİRİŞ

Su kaynakları canlı yaşamı için olduğu kadar diğer kaynakların devamlılığı açısından da önem taşımaktadır. Küresel ısınma tüm kaynaklar gibi özellikle de su kaynaklarının yönetimini daha önemli hale getirmektedir. Son zamanlardaki hızlı nüfus artışı, kaynakların hızlı ve bilinçsizce kullanımı ve küresel ısınma sonucu azalan su kaynakları su yönetimi konusunu gündeme getirmektedir.

Dünyadaki değişimler incelendiğinde en fazla gündeme gelen ve etkilerinin tartışıldığı konuların başında küresel iklim değişimleri gelmektedir. Bu konuda çeşitli senaryolar üretilmekte, birçok öngörü ortaya atılmaktadır. Bu öngörülerden bazılarında küresel anlamda sıcaklıklarda artış olacağı, bazılarında ise küresel anlamda sıcaklıklarda azalmanın olacağı savunulmaktadır (Türkeş, 1996; Türkeş vd., 2000; Kadıoğlu, 1997; Öztürk, 2002). Son yıllarda etkilerini arttırarak varlığını hissettiren Küresel İklim Değişikliğinden en çok etkilenecek bölgelerin başında Akdeniz havzası ülkeleri gelmektedir

Küresel iklim değişikliğinin etki boyutlarının bölgesel incelemesi yapıldığında ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz Havzası ve Akdeniz iklim sahalarında sıcaklıklarda artış, yağışta azalma, buharlaşmada ise artış eğilimlerinin olduğu görülmektedir (Türkeş vd., 2000). Bu iklimsel değişimlere bağlı olarak özellikle ülkemiz göllerini kapsayan su kaynakları değişimleri bazı göllerin eğilim ve harmonik analizlerini yapılmış ve ülkemizin kuzey yarısında yer alan göllerde seviyede artış, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'ndeki göllerde azalma, Marmara Bölgesindeki göllerde ise eğilimin olmadığı belirtilmiştir (Cengiz ve Kahya, 2006).

Küresel ve ülkemiz dahilinde süregelen iklim değişimi etkilerine bağlı olarak azalan su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanmasında geçmiş ve mevcut durumun zamansal, mekânsal, niceliksel ve niteliksel olarak tespit edilmesi ve izlenmesi ve bunlara bağlı olarak da gelecek projeksiyonlarının yapılması daha etkin planlama ve politikaların geliştirilmesine altlık olacaktır. Fakat ülke çapında yapılacak envanter, izleme ve projeksiyon çalışmaları ise geleneksel yöntemlerle çok yüksek zaman, maliyet ve işgücü gerektirmektedir. Bu kapsamda Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) sürekli ve kolay veri sağlama, verilerin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde daha yüksek doğrulukta ve detayda bilgiye çok daha hızlı, ekonomik ve etkin bir şekilde ulaşılmasını sağlayacaktır.

Günümüzde dünyada UA ve CBS katkısıyla mevcut su kaynaklarının belirlenen amaç doğrultusunda izlenerek veri envanteri oluşturulması ve meydana gelen değişim gerek zamansal ve gerekse niteliksel olarak ortaya koyulması çok daha hızlı ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Uzaktan Algılama ve CBS ile su kaynakları yönetimi çalışmalarında; zamansal ve mekânsal değişim çok daha kolay tespit edilebilmekte, sonuçlar değişim haritaları ve grafikler ile ortaya koyulmakta ve geleceğe yönelik tahmin ve modeller oluşturulup sonuçlara bağlı olarak alınacak koruma planları hazırlanabilmektedir.

Uydu görüntüleri, özellikle uzaktan algılama teknikleri yardımıyla geniş alanlarda sürekli algılama yapma özellikleriyle su kaynaklarının yönetim planlarının oluşturulmasında, mevcut durumun ortaya koyulması ve sonuçların izlenmesinde en etkili kaynaklardan biridir. Uzaktan algılama yöntemi arazi çalışmalarına gerek duyulmadan su kaynaklarının mevcut durumunu sürekli ve en doğru şekilde ortaya koyulmasını sağlamaktadır. Son zamanlarda su kaynakları için büyük bir tehdit unsuru olan küresel ısınma ile su kaynaklarının yönetimi daha önemli bir hal almış ve su kaynaklarının izlenmesi ve meydana gelen değişimin ortaya koyularak geleceğe yönelik tahminlerin yapılması etkin bir su yönetimi için büyük önem taşımaktadır.

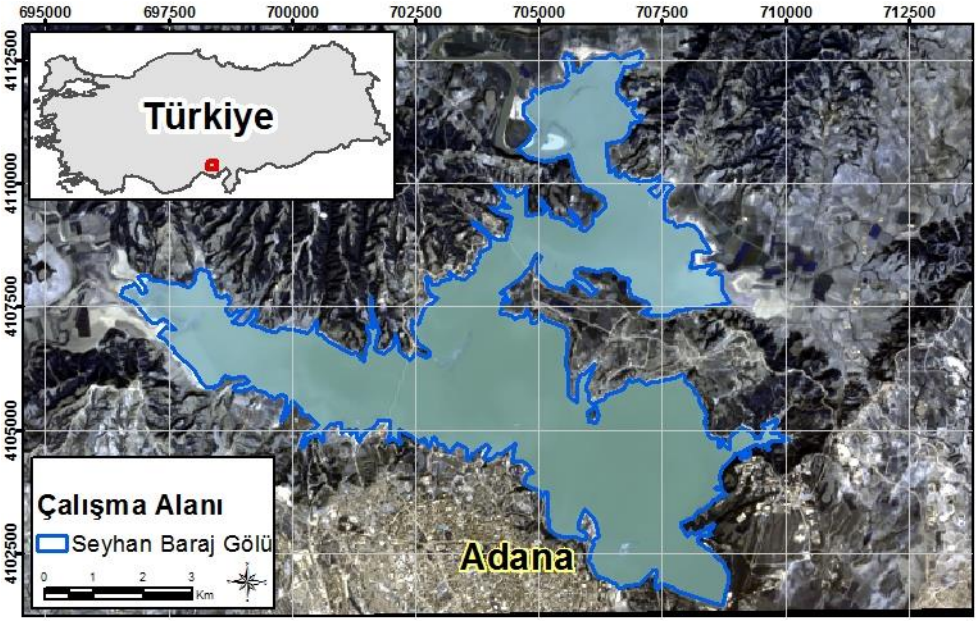
Yer aldığı orta iklim kuşağı ile ülkemiz ve özellikle de Doğu Akdeniz Bölgesi, etkileri giderek artan iklim değişiminin neden olduğu kuraklık ile karşı karşıyadır. Kuraklığa bağlı olarak Türkiye'nin önde gelen tarım alanlarından olan Çukurova bölgesinin tarımsal üretkenliğinin de azalacağı ön görülmektedir. Sonuç olarak Çukurova Bölgesi'nde tarımsal sulamanın temel kaynağı olan Seyhan Baraj Gölü'ndeki su seviyesinin daha ekonomik ve hızlı yollardan tespit edilerek izlenmesinin, bölgedeki su yönetiminin daha etkin yapılmasına katkı göstereceği kaçınılmaz bir gerçektir.

Tüm bunlardan yola çıkarak bu çalışmada Seyhan Baraj gölü ve çevresine ait her biri bir ayı temsilen 12 adet LANDSAT 7 ve LANDSAT 8 görüntüsünün eğitimsiz sınıflaması yapılarak aylık yüzey alanları hesaplanmış, yüzey alanları ile DSİ'den temin edilen aynı dönemlere ait doluluk oranı arasındaki ilişkinin ortaya koyulması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Seyhan Barajı, eski Adana'nın 15 km yukarısında 850.000 dönüm araziyi ve Adana'yı Seyhan Nehri'nin sebep olabileceği su baskınından kurtarmak ve Çukurova tarım alanlarını sulamak amacı ile yapılan toprak dolgu tipi barajdır. 8 Nisan 1956'da hizmete açılmıştır. Barajın gövde hacmi 7.500.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 53,20 m, normal su kotunda göl hacmi 1200,00 hm³, normal su kotunda gölalanı 67,82 km²'dir. Baraj sayesinde 174.000 hektar arazi sulanabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Seyhan Baraj Gölü

2.2. Materyal

Çalışmanın temel materyalini LANDSAT 7 ve LANDSAT 8 uydu görüntüleri (Çizelge 1) ve DSİ'den temin edilen baraj doluluk oranı verileri oluşturmaktadır.

Çizelge 1. LANDSAT 7 ve LANDSAT 8 uydu görüntüleri özellikleri (Li vd., 2014)

Landsat-8 OLI and TIRS		Landsat-7 ETM+		Çözünürlük (m)
Bandlar	**Dalgaboyu (µm)**	**Bandlar**	**Dalgaboyu (µm)**	
Band 1—Kıyısal aerosol	0.43–0.45	NA	--	30
Band 2—Mavi	0.45–0.51	Band 1	0.45–0.52	30
Band 3—Yeşil	0.53–0.59	Band 2	0.52–0.60	30
Band 4—Kırmızı	0.64–0.67	Band 3	0.63–0.69	30
Band 5—Yakın Kızılötesi (NIR)	0.85–0.88	Band 4	0.77–0.90	30
Band 6—Orta Kızılötesi (SWIR 1)	1.57–1.65	Band 5	1.55–1.75	30
Band 7— Orta Kızılötesi (SWIR 2)	2.11–2.29	Band 7	2.09–2.35	30
Band 8—Pankromatik	0.50–0.68	Band 8	0.52–0.90	15
Band 9—Cirrus	1.36–1.38	NA	--	30
Band 10—Thermal Kızılötesi (TIRS) 1	10.60–11.19	Band 6	10.40–12.50	TIRS/ETM+: 100/60 * (30)
Band 11—Thermal Kızılötesi (TIRS) 2	11.50–12.51			

2.3. Yöntem

Çalışmanın yöntemi veri temini, ön işleme, sınıflama ve analiz ve değerlendirme olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır.

Veri temini aşaması amaca uygun uydu görüntüleri özellikleri üzerinden değerlendirme yapılarak uygun bulunan platform için tarihleri tespiti ve görüntülerin teminini içermektedir.

Ön işleme aşaması ise temin edilen görüntüleri sıkıştırılmış dosya formatından çıkartma, band birleştirme ve tanımlı sınır dahilinde kesilmesi gibi işlemleri barındırarak bu aşamada bir sonraki aşama olan sınıflama aşamasına görüntülerin uygun hale getirmesi sağlanmaktadır.

Bir yılı temsilen her ay için baraj alanının tespit edilmesi için temin edilip ön işleme sürecinden geçen görüntüler eğitimsiz olarak sınıflanmıştır. Eğitimsiz sınıflama sürecinde ENVI paket programı kapsamında yer alan K-Means yöntemi kullanılmıştır. K-Means eğitimsiz sınıflama algoritması çok boyutlu ölçü uzayındaki küme merkezleri keyfi olarak konumlandırılır ve görüntüdeki her bir piksel daha sonra keyfi ortalama vektörüne en yakın olan kümeye atanır. Bütün pikseller bu tarzda sınıflandırıldıktan sonra, kümelerin her biri için ortalama vektörler tekrar hesaplanır. Hesaplanmış ortalamalar görüntü verisini tekrar sınıflandırmak için kullanılır. İşlem, tekrarlar arasındaki ortalama sınıf vektörleri konumlarındaki değişim önemsiz olana kadar devam eder. Bu aşamaya ulaşıldığında, her bir spektral sınıfın arazi karşılığı tanımlanmaktadır (Tou ve ark., 1974).

Çalışmanın son aşamasında ise her bir aya ait eğitimsiz sınıflama sonuçlarından gölü temsil eden alanları çıkarılarak vektörel olarak tanımlama, sınıflama hatalarının düzeltilme ve de her ay için baraj gölüne ait alansal büyüklüğün hesaplanması işlemlerini içermektedir. Bu aşamada son olarak elde edilen alansal büyüklükler ay bazında doluluk oranlarıyla karşılaştırılarak alansal büyüklük ve doluluk oranı arasındaki ilişki ortaya konulmaktadır.

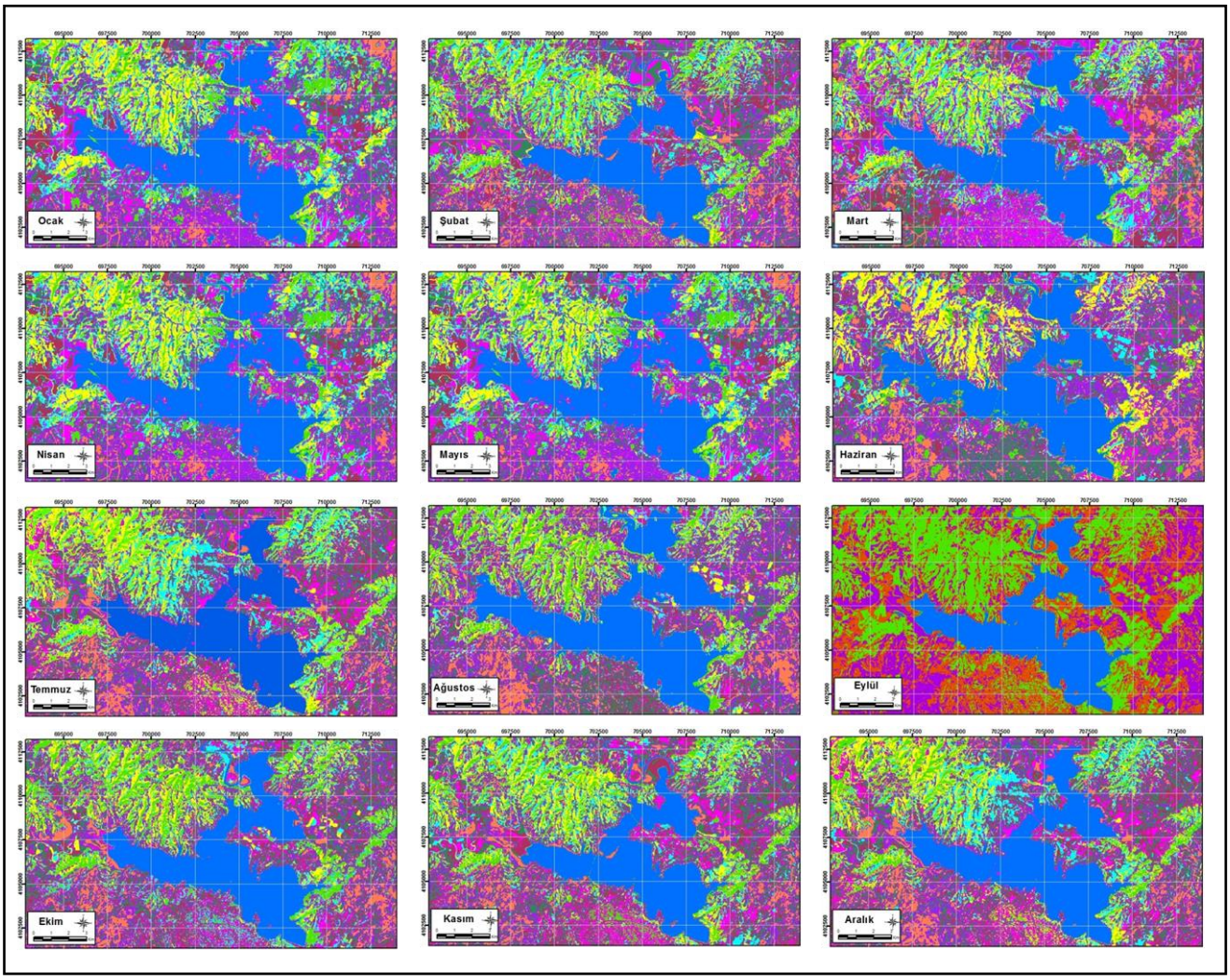
3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma kapsamında gölün bir yılda her aya ait alanı temsilen en güncel görüntülerin tespiti amaçlanmıştır. Bu kapsamda veri kaynakları olarak her ayı temsilen alanın içinde yer aldığı 175/034 satır sütün numaralı çerçeveye ait 12 adet LANDSAT uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bu görüntüler web tabanlı olarak LANSAT arşivine ulaşım sağlayan USGS Global Visualization Viewer (GLOVIS) üzerinden taranarak en güncel ve temiz görüntüler tespit edilerek indirilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. LANDSAT uydu görüntü tarihleri ve türü

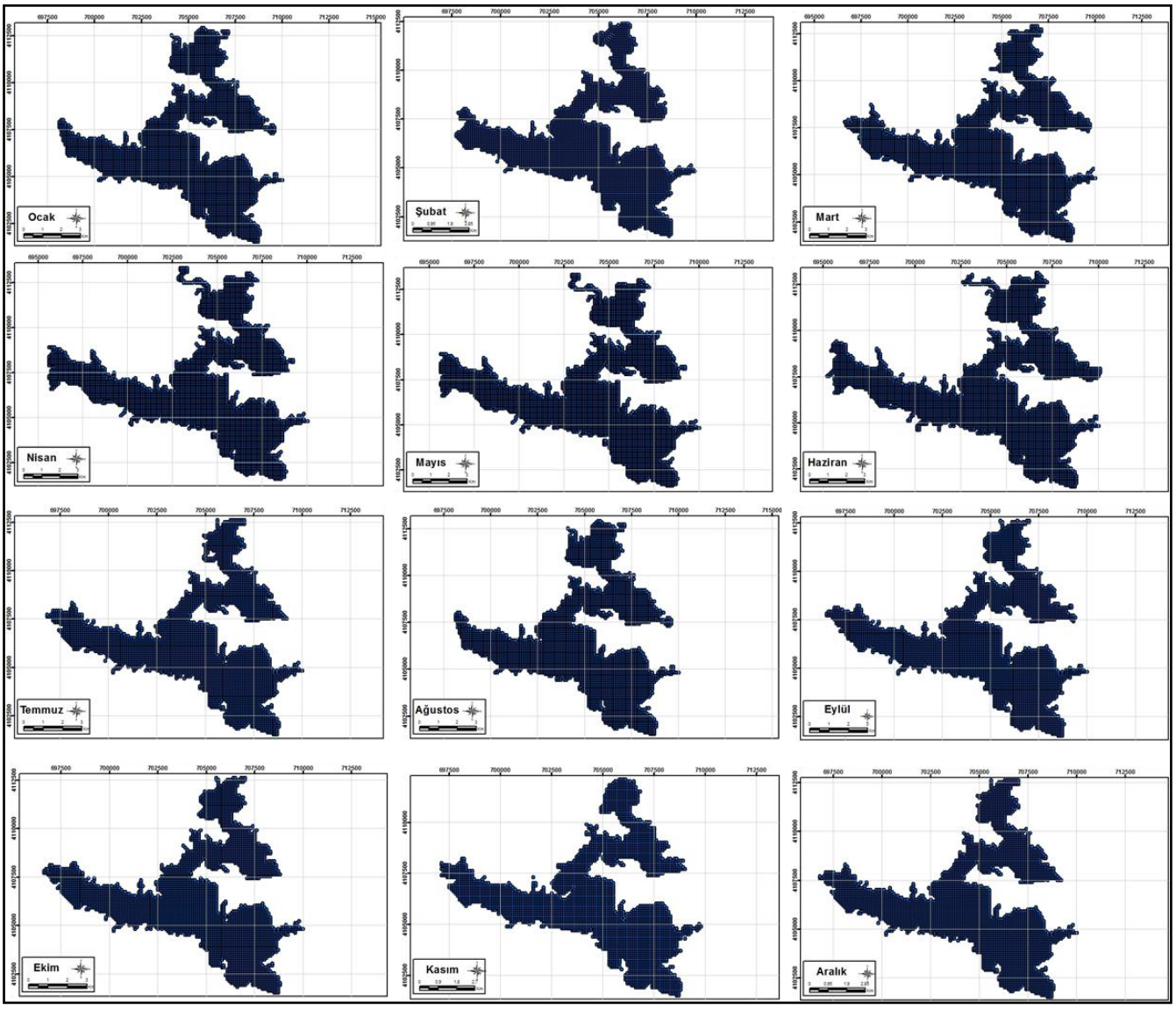
Ay	Yıl	Gün	Algılayıcı
1	2011	19	LANDSAT 7
2	2013	25	LANDSAT 7
3	2014	24	LANDSAT 8
4	2014	1	LANDSAT 7
5	2012	29	LANDSAT 7
6	2013	9	LANDSAT 8
7	2013	27	LANDSAT 8
8	2011	7	LANDSAT 7
9	2013	13	LANDSAT 8
10	2013	15	LANDSAT 8
11	2013	16	LANDSAT 8
12	2013	18	LANDSAT 8

Temin edilen görüntüler ERDAS IMAGINE paket programı kapsamında sıkıştırılmış dosya formatından çıkartılarak layer stack (band birleştirme) işlemi yapılmıştır. Her aya ait bandları bir araya getirilmiş görüntüler çalışma alanı dikkate alınarak extract (kesilme) işlemi gerçekleştirilmiştir. Kesilerek hazır hale gelen görüntüler ENVI paket programı kapsamında yer alan K-Means eğitimsiz sınıflandırma algoritması kullanılarak eğitimsiz sınıflamaya tabi tutulmuştur. Yapılan denemeler sonucunda göl alanının en iyi ortaya koyan K-Means tekniği parametreleri olarak sınıf sayısı 10, değişim eşiği % 2.0 ve en fazla tekrar sayısı ise beş olarak alınmıştır. Bu parametreler her görüntü için uygulanarak her ay için eğitimsiz sınıflama işlemi tamamlanmıştır (Şekil 2)



Şekil 2. Eğitimsiz sınıflama sonuçları

Her aya ait sınıflama sonuç görüntüsünde diğer sınıflar göz ardı edilip gölalanı temsil eden bölgeler çıkartılarak göl yüzey alanı vektörel olarak tanımlanmıştır. Göl alanına ait vektörel katmanlarda, uydu görüntüleri altlık olarak kullanılarak sınıflama sürecinden kaynaklı hatlar görsel olarak tespit edilerek el ile düzeltilmiş ve göl yüzey alanlarına ait katmanlara son halleri verilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Aylık gölalanı yüzey katmanları

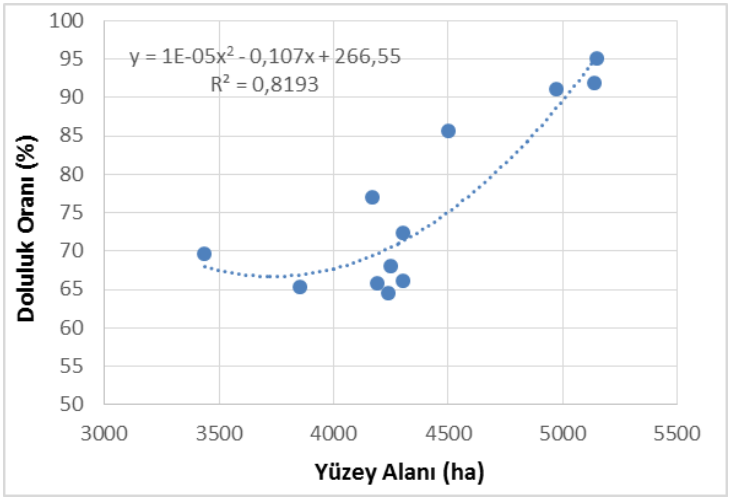
Her ay için elde edilen göl alanları yüzey ölçümü olarak hesaplanmış ve görüntü tarihlerindeki baraj doluluk oranları DSİ'den temin edilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen her ay için aynı tarihlerdeki göl yüzey alanı ve doluluk noktasal dağılım tipinde grafiklenmiştir. Elde edilen dağılım grafiğinde yüzey alanı ve doluluk oranı arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan eğilim çizgisi araştırılmıştır (Çizelge 4). Buna göre 0,82 ile en yüksek R^2 değerine ikinci dereceden polinomal eğilim türünde ulaşıldığı görülmüştür (Şekil 4).

Çizelge 3. Aylık göl alanları ve doluluk oranları tablosu

Ay	Gün	Yıl	Alan (ha)	Doluluk Oranı (%)
1	19	2011	4303,79	72,28
2	25	2013	3438,88	69,61
3	24	2014	4501,60	85,54
4	1	2014	5140,27	91,80
5	29	2012	4976,37	91,07
6	9	2013	5149,05	95,08
7	27	2013	4169,53	76,91
8	7	2011	4304,09	65,99
9	13	2013	4248,73	67,95
10	15	2013	4238,40	64,44
11	16	2013	3854,82	65,29
12	18	2013	4190,84	65,67

Çizelge 4. Göl Alanı ve doluluk oranları eğilim çizgisi türleri detayları

Eğilim Türü	R^2	Denklem
Üstel	0,66	$y = 26{,}358e^{0{,}0002x}$
Doğrusal	0,68	$y = 0{,}0191x - 7{,}485$
Logaritmik	0,63	$y = 79{,}887\ln(x) - 593{,}3$
Polinomal (2. Der.)	0,82	$y = 1E\text{-}05x^2 - 0{,}107x + 266{,}55$
Üs	0,62	$y = 0{,}0168x^{1{,}0034}$



Şekil 4. Göl alanı ve doluluk oranı dağılım grafiği

4. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında Seyhan Baraj Gölü'nün bir yıl içinde yüzey ölçümü olarak değişimi aylık bazda LANDSAT uydu görüntülerinin eğitimsiz sınıflandırması ile tespit edilmiş ve bu tarihlerdeki doluluk oranlarıyla yüzey ölçümleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda Seyhan Baraj Gölü'nün doluluk oranının sadece yüzey ölçümleriyle %82 gibi bir doğrulukta tahmin edilebileceği ortaya koyulmuştur. Bunlara ek olarak çalışma kapsamında şu sonuçlara da ulaşılmıştır:

- LANDSAT uydu görüntüleri arşivinin tek bir arazi örtüsünün tespit çalışmalarında özellikle kolay ve ücretsiz ulaşım özellikleriyle çok değerli bir kaynak veri olduğu görülmüştür.
- LANDSAT uydu görüntülerinin temin edilmesinden sınıflanıp hedef nesnelerin tespit edilmesinde kadar geçen süreçte kullanılan araçların paket programlar kapsamında yeteri kadar gelişmiş olduğu vurgulanmıştır.
- Özellikle su yüzeylerinin tespitinde eğitimsiz sınıflama tekniklerinden K-Means yönteminin başarılı sonuçlar verdiği ortaya koyulmuştur.
- Su yüzey alanı ve doluluk oranı arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında özellikle polinomal bir eşitliğin daha anlamlı ve doğru tahminlere ulaşılmasında daha etkin sonuçlar verdiği görülmüştür.

Son olarak tüm bu sonuçlar doğrultusunda özellikle dağlık ve karlı alanlar gibi topografik ve iklimsel ekstrem koşulların insan erişimini ve ölçüm imkanlarını zorlaştırdığı bölgelerde uzaktan algılanmış veriler, uzaktan algılama ve CBS teknikleri yardımıyla suni ve doğal göl yapılarının niceliksel su özelliklerinin tespitinde yardımcı bir araç olarak kullanılabileceği ortaya koyulmuştur.

KAYNAKLAR

Cengiz, T.M., Kahya, E., 2006, Türkiye Göl Su Seviyelerinin Eğilim ve Harmonik Analizi, *İTÜ. Dergisi*, Cilt 5, Sayı 3, Kısım 2, İstanbul.

Kadıoğlu, M., 1997, Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey, *International Journal of Climatology*, S. 17 s. 511-520.

Li, P., Jiang, L., Feng, Z., 2014, Cross-Comparison of Vegetation Indices Derived from Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) Sensors, *Remote Sens.* 2014, 6, 310-329.

Öztürk K., 2002, Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri, *Gazi Üni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, S. I, s. 47-65.

Tou, J.T., Gonzalez, R.C., 1974, *Pattern Recognition Principles, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.*

Türkeş, M., 1996, Spatial and Temporal analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of. Climatology* 16:1057–1076.

Türkeş, M., Sümer, M.U., Çetiner, G., 2000, Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, s. 7-24.