

AKŞEHİR GÖLÜ VE ÇEVRESİNİN ARAZİ KULLANIMI VE ZAMANSAL DEĞİŞİM ANALİZİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

Yrd. Doç. Dr. Uğur AVDAN^a, Yrd. Doç. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ^b, Ayşe DAĞLIYAR^{c,*}

^a Anadolu Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir/TÜRKİYE (uavdan@anadolu.edu.tr)

^b Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Türkiye
(nalandemircioglu25@hotmail.com)

^c **MTA Genel Müdürlüğü**, Jeoloji Etütleri Dairesi, **Uzaktan Algılama** ve CBS Koordinatörlüğü. 06520
Çankaya/Ankara (ayse.dagliyar@mta.gov.tr)

ANAHTAR KELİMELER: Zamansal Değişim, Arazi kullanımı, Uzaktan Algılama, Sınıflandırma

ÖZET:

Geniş yeryüzü alanlarına ait büyük çapta konumsal veri içermesi, arazi çalışmaları ile ulaşılamayacak alanlar hakkında bilgi edinilebilmesi, çalışmada istenilen detaya göre görüntü seçilebilmesi, geleneksel yöntemlere göre daha hızlı ve ekonomik olması ve periyodik olarak istenilen tüm bilgilerin alınabilmesi gibi sebeplerden ötürü günümüzde büyük bir aşama kaydeden uzaktan algılama uygulamaları sayesinde arazi kullanım haritaları üretilebilmekte ve bu bilgilere ait zamansal değişimler tespit edilebilmektedir. Yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin uydu sensörleri tarafından algılanarak çeşitli bantlara kaydedilmesi yoluyla elde edilen uydu görüntüleri yeryüzüne ait birçok bilgiyi içinde barındırmaktadır. Günümüzde hızlı ve dinamik olarak gerçekleşen zamansal değişimi tespit edebilmek amacıyla uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri geniş bir biçimde kullanılmakta ve buna bağlı olarak birçok değişim tespit metodları geliştirilebilmektedir. Arazi değişimlerinin belirlenmesinde uzaktan algılama ile gerçekleştirilen zamansal çözünürlük analizleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada farklı zamanlara ait uzaktan algılama verilerinin değerlendirilmesi ile seçilen ve Sultan Dağları ile Emir Dağı arasındaki çöküntü alanında yer alan Akşehir Gölü (37°47'0"K, 31°33'0"D) ve çevresinin arazi kullanımı ve arazi değişiminin belirlenerek buna bağlı olarak zamansal değişimin tespiti amaçlanmıştır. Bu amaçla 20 Ekim 1984 tarihli 30 x 30 m mekansal çözünürlüğe sahip LANDSAT TM5 ve 20 Eylül 2005 tarihli 15 x 15 m mekansal çözünürlüğe sahip Terra/ASTER uydu görüntülerinden yararlanılarak değişim tespit tekniklerinden olan görüntü farklılığı yöntemi ve sınıflandırma teknikleri kullanılarak çalışma alanına ait değişim yıllar bazında tespit edilmiştir. Her iki uydu görüntüsü de radyometrik olarak kalibre edilmiş olup atmosferik ve geometrik düzeltmeleri gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte yer-değişim tespiti çalışmaları için son derece önem arz eden koordinatlandırma işlemi hassas bir şekilde yapılarak koordinat sistemi olarak UTM-WGS84 projeksiyon sistemi kullanılmıştır. Ayrıca her iki uydu görüntüsünün de mekansal çözünürlükleri 15x15 m olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Çalışmada ayrıca 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan da yararlanılmıştır. Uydu görüntüleri yardımıyla arazi sınıfları tespit edilerek kontrolsüz sınıflandırma yöntemi uygulanmış ve buna ek olarak görüntü farklılığı yöntemi ile çalışma alanına ait 21 yıllık zamansal değişim tespit edilmiştir. Çalışma sonunda alan bazında her bir sınıfa ait değişim oranı belirlenmiştir. En büyük değişimin Akşehir Gölü'nde meydana geldiği tespit edilmiş ve 21 yıllık zaman farkında %27.21'lik bir azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Anahtar kelime: Alan kullanımı-alan değişimi, Sulak alan, Akşehir, Uzaktan algılama

* Sorumlu Yazar: Ayşe DAĞLIYAR (ayse.dagliyar@mta.gov.tr)

1. GİRİŞ

Sulak alanlar, yüz binlerce yıllık doğal süreçler sonucu meydana gelmiş, zengin bitki ve hayvan türlerine sahiptir. Bulundukları bölgenin su rejimini düzenlemesi ve iklimin dengelenmesinin yanı sıra, başta balıkçılık olmak üzere, tarım, hayvancılık, saz kesimi, turba çıkarılması ve rekreasyonel faaliyetlere sağladığı imkânlar nedeniyle yüksek bir ekonomik değere sahip oldukları için yıllardan beri bütün medeniyetler için cazibe noktası olmuşlardır.

20. yüzyılın başından itibaren, tüm dünyada başlayan endüstrileşme hareketleri nedeni ile başta sulak alanlar olmak üzere birçok ekosistem büyük zarar görmüştür. Buna bağlı olarak da bu ekosisteme bağımlı olan, burada yaşayan canlılar da zarar görmüş birçoğu tükenme tehdidi ile karşı karşıya kalmıştır. Özellikle Orta Anadolu'da sulak alanların kurutulmasıyla yeraltı suları azalmış, diğer taraftan da yeraltı su seviyesinin düşmesine bağlı olarak pek çok göl, özellikle de Akşehir gölü kuruma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Su rejimi bozulduğu için yakın gelecekte tüm Orta Anadolu'da çölleşme ve içme suyu sıkıntısının yaşanabileceği endişesi başlamıştır (Erdem, 2004; Erdem, 2009).

Eskiden 353 kilometrekare yüz ölçüme sahip Akşehir Gölü, kuraklık ve bilinçsiz tarımsal sulama sonucu 1997 yılından itibaren kurumaya başlamıştır. 2008 yılında ise tamamen kuruduğu için haritadan silinme noktasına gelmiştir (Anonim, 2011). Kaçak kuyular, ilkel sulama teknikleri, göletler ve gölü besleyen akarsuların üzerine inşa edilen yapıların tamamı Akşehir Gölü'nün kurummasının etkenleri arasındadır. Bu değişikliklerin izlenmesi, gelişim yönünün belirlenmesi, ekolojik planlama çalışmalarının gerçekçi ve güvenilir kararlar üretebilmesi açısından oldukça önemlidir. Akşehir gölünün sahip olduğu doğal kaynakların korunması, üzerinde sahip olduğu yüklerin azaltılması, kaynakların kendilerini yenileyebilme özelliğinin sağlanabilmesi amacıyla yapılan ekolojik planlama çalışmalarının en önemli bileşeni arazi kullanım haritalarının yapılmasıdır. Arazi kullanımı ve örtüsü değişiminin izlenmesi ve bu değişikliklerin tespit edilmesi son yıllarda hızla artan nüfus ve bunun sonucunda doğal kaynakların optimum kullanımı amacıyla önem kazanmıştır (Small ve Miller, 1999).

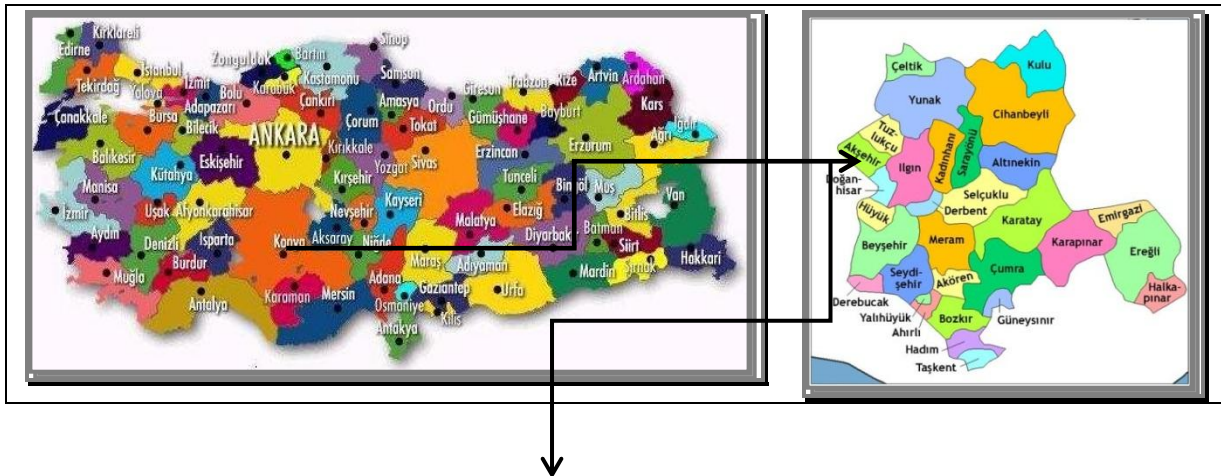
Kontrolsüz gerçekleşen gelişim ile birlikte küresel iklim değişikliklerinden kaynaklanan değişimler, geri kazanım alternatifleri olmayan kayıpların oluşmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle, plansız gelişimi önlemek ve izleyebilmek amacıyla zamansal değişim tespit edilmeli ve gerekli planlamalar yapılmalıdır (Karabulut ve ark., 2006). Farklı kullanımların etkisine ve ani değişimlere açık olan sulak alan ekosistemlerde, arazi örtüsü haritalarının, değişim izleme

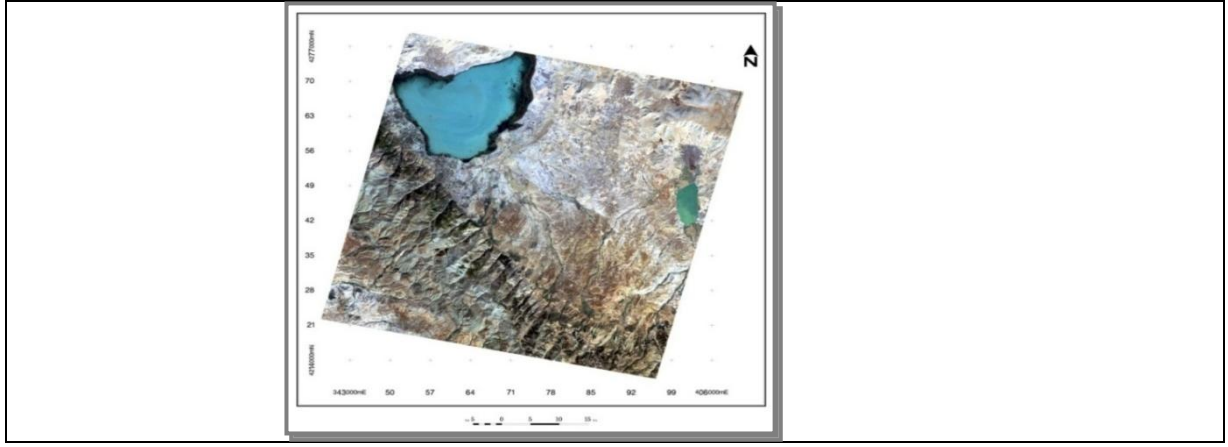
çalışmalarında kullanılması, hızlı ve doğru plan kararlarının alınmasında önemli rol oynamaktadır. Sayler et al. (1996), Taha Gölü, Erbek et al. (2000), Büyükçekmece Gölü, Dinç ve ark. (1995), Göksu Deltası, Orr (1997) Michigan gölü, Wasige et al. (2013) Victoria gölü, Were et al. (2013) Nakuru gölü, Wolter et al. (2006) Great Gölü örnekleri üzerinde farklı yıllara ait alan kullanım değişikliklerini belirlemeye çalışmışlardır. Zamansal değişimin tespiti konusunda günümüzde oldukça fazla kullanılan uydu görüntüleri sayesinde değişimin izlenmesi klasik yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar elde edilmesinin yanında kısa sürede sonuca ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Ülkelerin doğal kaynaklarının mevcut varlıklarının ve potansiyellerinin belirlenmesi, zamansal değişimlerinin izlenmesi, güncelleştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, yersel çalışma destekli, amaca uygun uzaktan algılama verilerinin kullanılması doğru, hızlı ve düşük maliyetli veri elde edilmesi açısından çok büyük önem taşımaktadır (Musaoğlu, 1999). Yalnız sorgulama değil aynı zamanda sürecin izlenmesine de olanak tanımasından dolayı uzaktan algılama teknikleri günümüzde arazi kullanımı değişimlerinin tespitinde ve rakamsal sorgulamalarında oldukça fazla kullanılmaya başlanmıştır. Uydu teknolojisinin gelişmesi ve mekansal çözünürlüklerin artması ile birlikte analiz ve sorgulamalar daha kolay ve hassas yapılabilmektedir. Uzaktan algılama ile zamansal değişimlerin belirlenmesi ve izlenmesi coğrafi mekana yönelik planlama ve yönetim stratejilerine kolaylık sağlamaktadır (Özdemir ve Bahadır, 2010). Bu çalışmada Arazi örtüsü/Arazi kullanım değişimlerinin (LULC) tespiti 1984 ve 2005 yıllarına ait Landsat TM5 ve Terra/ ASTER uydu görüntüleri kullanılarak tespit edilmiştir. Arazi kullanımında meydana gelen zamansal değişimler incelenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

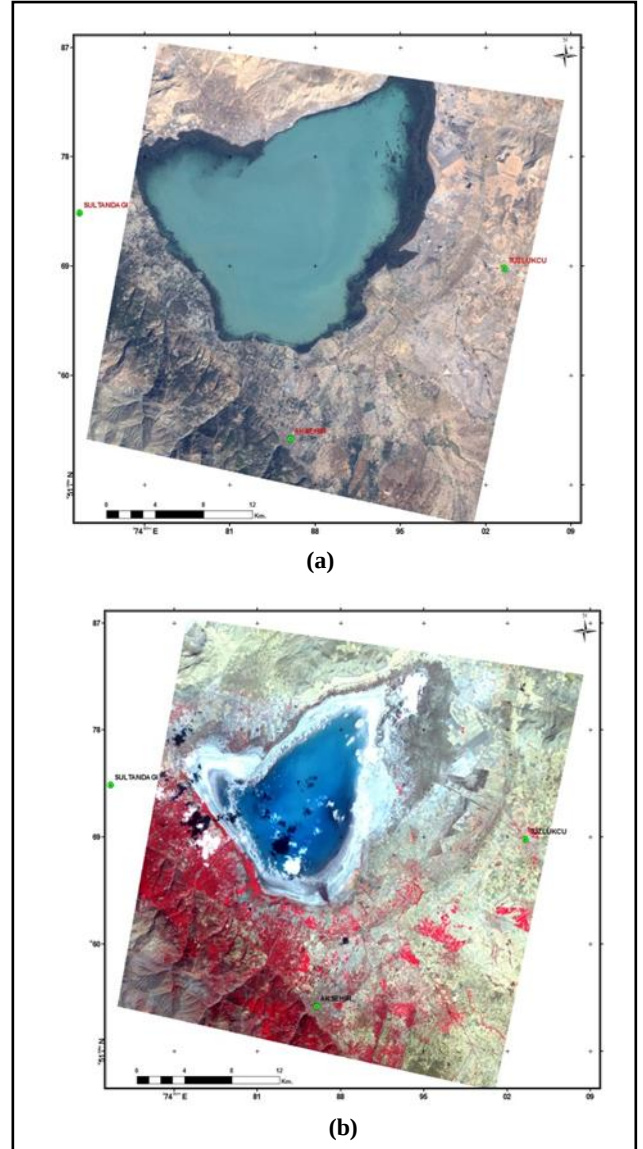
Çalışmaya konu olan Akşehir Gölü ve çevresi, ülkemizde Sultan Dağları ile Emir Dağı arasındaki çöküntü alanında, 37°47'0"K, 31°33'0"D koordinatlarında yer alan, Akşehir İlçe'sine 10,2 km uzaklıkta bulunan ve yaz aylarında sıcak ve kurak, kış aylarında ise soğuk ve yağışlı iklimin görüldüğü karasal iklimin egemen olduğu, Konya ve Afyonkarahisar il sınırları içerisinde yer alan ve küresel ısınmanın etkilerine bağlı olarak kuraklık derecesinin de etkili olduğu bir alanı oluşturmaktadır (Şekil 1) (Anonim, 2013). Akşehir Gölü kapalı bir havzada bulunduğu için dışarıya akıntısı olmayan ve bu sebeple küresel iklim değişimlerinden oldukça fazla etkilenen Türkiye'nin beşinci büyük gölü konumundadır. Sultan Dağları eteklerinde yer alan alüvyon yelpazeler tarafından meydana gelen düzlüklerin büyük bir bölümü tarım arazisi olarak kullanılmaktadır.





Şekil 1. Çalışma alanına ait konum haritası.

Bu çalışmada uzaktan algılama veri setlerinden olan dönemsel Landsat TM5 ve Terra/ASTER uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu veri setlerinden Landsat TM5 uydu görüntüsü 178/33 Path/Row ve 20 Ekim 1984 tarihli ve Terra/ASTER uydu görüntüsü ise AST3A1 0509200850230601040025 Granul ID'sine sahip olan 20 Eylül 2005 tarihli görüntülerdir (Şekil 2). Çalışmanın amaçlarından biri olan zamansal değişim göz önünde bulundurulduğunda kullanılan iki uydu görüntüsü arasındaki zamansal farkın 21 yıl olduğu görülmektedir. Bununla birlikte zamansal değişim analizlerinde kullanılan uydu görüntülerinin yakın mevsimlerde çekilmiş olması doğru analiz için son derece önemlidir. Bu sebeple çalışmada kullanılan görüntüler Eylül ve Ekim aylarında çekilen ve sonbahar döneminde olacak şekilde belirlenmiş olan görüntülerdir (Tablo 1).



Şekil 2. Analizlerde kullanılan (a) 20 Ekim 1984 tarihli Landsat TM5 uydu görüntüsü, RGB/321, (b) 20 Eylül 2005 tarihli Terra/ASTER uydu görüntüsü, RGB/321

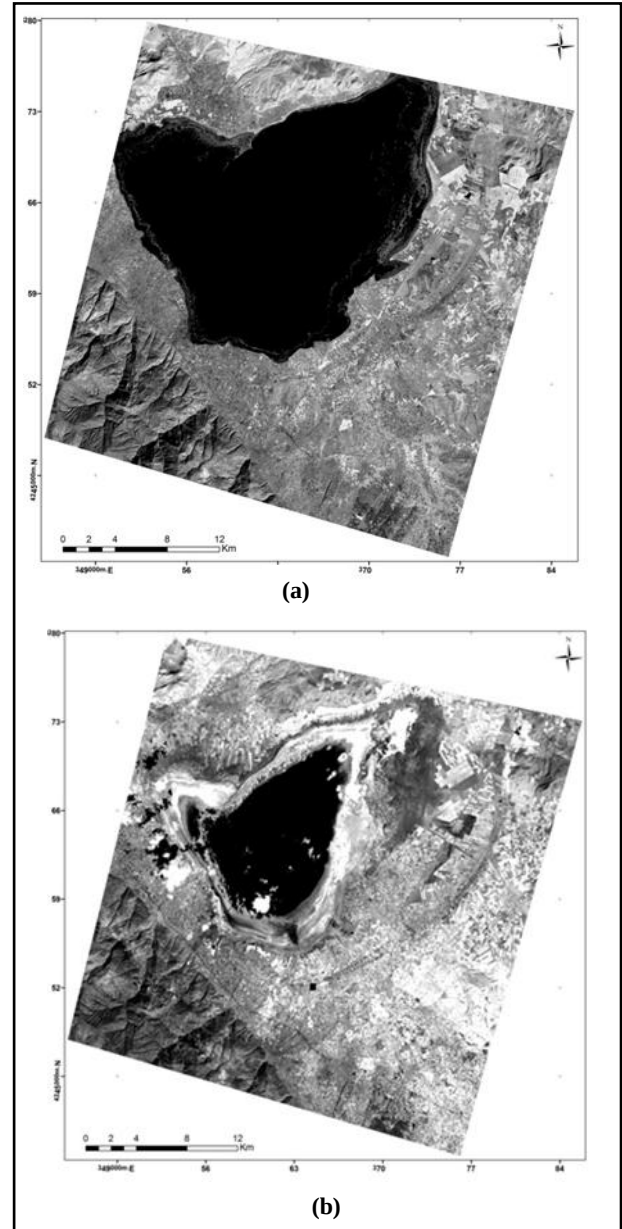
	LANDSAT TM5	Terra/ASTER
Görüntü ID	178/33	AST3A1 050920085023060 1040025
Görüntüleme Tarihi	20 Ekim 1984	20 Eylül 2005
Görüntü Bulut Oranı	%0	%5
Görüntü Mekansal Çözünürlüğü	30x30 m (15x15 m'ye yeniden örneklenmiştir)	15x15 m
Görüntü Radyometrik Çözünürlüğü	Orjinal 8 bit	Orjinal 8 bit

Tablo 1. Analizde kullanılan uydu görüntülerinin özellikleri.

2.2 Metod

Uzaktan algılama verilerinin değerlendirilmesinde, fazla sayıda bant ile çalışılması sınıflandırma, değerlendirme ve zaman açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Rogan ve Chen, 2004, Huang et al., 2010, Chen ve Wang, 2010.). Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ERDAS IMAGINE v.9.1. yazılımında WGS84, UTM Z36N koordinat sistemine göre 1/25.000 ölçekli standart topoğrafik haritalardan faydalanılarak hassas bir şekilde jeoreferanslandırılmıştır. Görüntüleri haritalarla veya coğrafi veri tabanları içerisindeki görüntüler ile karşılaştırmak için geometrik düzeltmelerin doğruluğu; görüntü çözünürlüğü, harita ölçeği, kontrol noktalarının sayısı gibi birçok faktöre bağlıdır. Zamansal değişimlerin tespitinde en önemli unsurlardan biri olan koordinatlandırma işleminde özellikle çok dikkat edilmiştir. Bu işlem sırasında hava fotoğraflarından elde edilen 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaların barındırdığı sistematik hatalar da göz önünde bulundurulmuştur. Her iki uydu görüntüsünden de yaklaşık 50 adet Yer Kontrol Noktası (YKN) toplanmış olup bu noktalara ait hata (RMSE) 0.082 değerine sahiptir. Coğrafi düzeltme işleminde, en doğru sonucu en az hata ile vermesinden dolayı Nearest Neighbour örnekleme metodu seçilmiştir (Köseoğlu ve Gündoğdu, 2004). Çalışmada kullanılan her iki uydu görüntüsünün de mekânsal çözünürlükleri 15x15 m olacak şekilde yeniden örneklenmiştir.

Farklı tarihli uzaktan algılama verileri kullanılarak değişim tespiti yapılırken, yaklaşık günün aynı saatinde alınmış olan görüntüler ile yılın aynı zamanında alınmış olan görüntüler olmak üzere iki önemli zamansal çözünürlüğün sabit kalması çalışmanın hassasiyetini artırmaktadır (Jensen, 1996). Mevcut uydu görüntülerinin her ikisi de sonbahar dönemine ait olup (Eylül ve Ekim) görüntülenme saatleri Landsat TM5 ve Terra/ASTER görüntüleri için sırasıyla 10:00 ile 09:15'dir (Şekil 3). Arada var olan bu zamansal farklılıkları minimum indirmek için ERDAS IMAGINE v9.1 ve PCI Geomatica 2012 yazılımları kullanılarak su indeksi, çok tarihli bileşke görüntülerinin oluşturulması ve sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması gibi farklı yöntemler kullanılmıştır. Landsat TM5 uydu görüntüsünün, yakın-kızılötesi bölgesi kara ve su arasındaki kontrast farkını ortaya çıkartarak su kütlelerinin ayırt edilmesinde kullanılmaktadır. Bunun yanında, su kütlelerinin tayininde ASTER uydu görüntülerinin görünür ve yakın-kızıl ötesi bandı net bir spektral yansıma vermektedir.



Şekil 3. Uydu görüntülerinde bulunan su alanları; (a) Landsat TM5 uydu görüntüsü Band:4, (b) Terra/ASTER uydu görüntüsü Band:3

Çalışma alanında yer alan su alanlarının değişimini izleyebilmek ve hesaplayabilmek için her iki uydu görüntüsüne de su indeksi uygulanmıştır. Belli bir indeks görüntüsü oluşturularak kullanılan tekniğin en önemli avantajı sadece ilgilenilen alanın vurgulanması, diğer arazi tiplerinin sınıflama şemasında ayrılmasını gerektirmemesidir (Jensen, 1996). Uydu görüntülerinde su, görünür spektrumda orta-düşük yansıma değerleri ve infrared dalga boylarında ise çok düşük yansıma değerleri göstermektedir (Angel et al., 2005). Landsat TM5 uydu görüntüsü için su indeksi, görünür bantların infrared bantlara oranlanmasıyla elde edilmiştir (Karabulut ve ark., 2006).

Su alanlarındaki değişim piksel bazında hesaplanmış ve 1984 – 2005 periyodu içerisindeki yıllık değişim oranını hesaplamak amacıyla aşağıdaki formül uygulanmıştır (Xu et al., 2000).,

$$\text{ArtışOranı}(\%/yıl) = \frac{U_1 - U_2/U_1}{N} * 100$$

U_1 = İlk tarihteki su alanı

U_2 = İkinci tarihteki su alanı

N = İzlenilen zaman periyodundaki yıl sayısıdır.

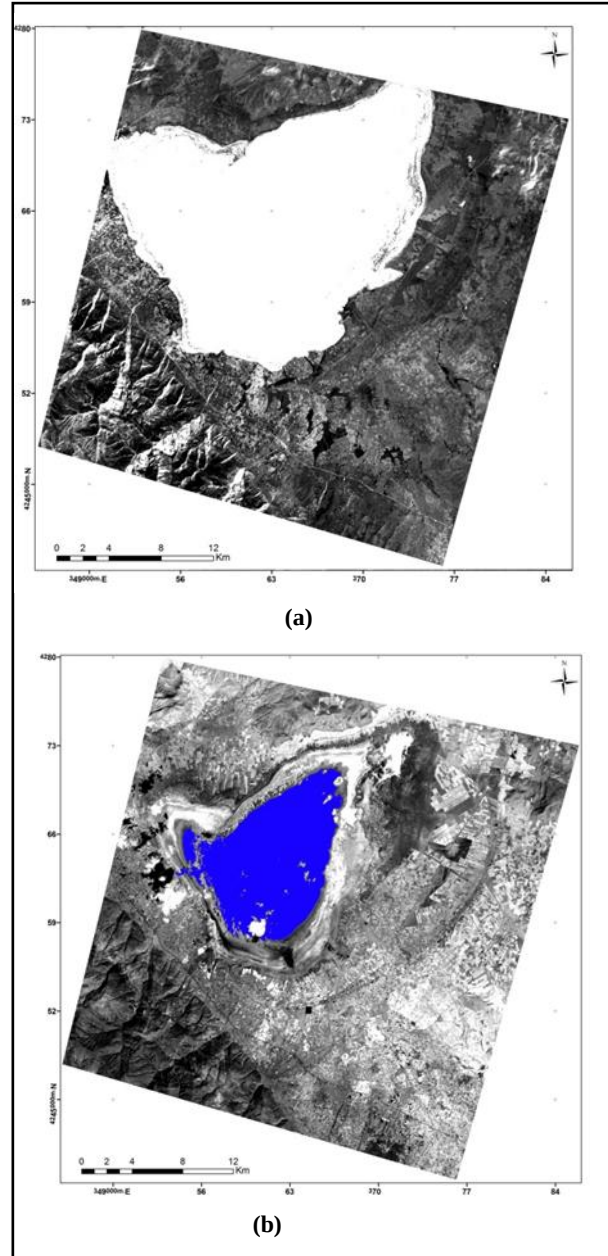
Arazi kullanım sınıflarının elde edilmesi amacıyla çalışmada kullanılan uydu görüntülerine kontrolsüz sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Uydu görüntülerine kontrolsüz sınıflandırma ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis) algoritması ayrı ayrı uygulanmış ve her veri için 20 adet spektral grup oluşturulmuştur. Elde edilen bu kullanımlar, sulak alan çevresinde yer alan mevcut alan kullanımları dikkate alınarak; su alanı, kıyı, tarım alanı, bitki alanı ve orman alanı olarak 5 ayrı sınıf altında toplanmıştır.

3. BULGULAR

Aster uydu görüntüsü üzerinde ise su alanları maskelenerek çalışma alanında yer alan su kütlesinin piksel bazında alanı ortaya çıkartılmıştır. Buna göre, Landsat TM5 uydu görüntüsüne uygulanan su indeksi ile hesaplanan su alanı 85385,2725 hektar, Terra/ASTER uydu görüntüsünde yer alan su kütlesine uygulanan su maskesi sonucunda elde edilen alan 62143,5375 hektar olarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda elde edilen geniş veri aralığına sahip görüntülerin görsel olarak yorumlanabilmesi amacıyla veri ölçeklendirilmesi yapılmıştır.

1984 ve 2005 yılları arasındaki 21 yıllık dönemde su alanındaki yıllık azalma oranı %27.21 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4).

Arazi kullanım haritaları, arazi planlama çalışmaları, yerleşime uygun yerlerin tespit edilmesi, orman envanterlerinin çıkartılması ve orman sağlığının incelenerek yaban hayatın korunması, heyelan ve erozyon alanlarının belirlenmesi gibi geniş kullanım alanları ile farklı disiplinlere hizmet etmektedir (Reis ve Yomralıoğlu, 2002). Arazinin ve doğal kaynakların optimum ve daha doğru şekilde kullanılması için, doğal kaynakların belirlenerek, arazi kullanım ve arazi örtüsünün sınıflandırılması, tarım topraklarının sınıflandırılması ve değerlendirilmesi, arazi değişim analizleri, sayısal arazi modelleri, ekolojik değişimlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi ve benzeri uygulamaların uzaktan algılama teknolojileri ile entegre bir şekilde yürütülmesi özellikle zaman açısından günümüzde uygulama alanının yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Landsat uydu görüntülerinin sahip olduğu spektral bant çeşitliliği sebebiyle arazi örtüsü türlerinin ayrılmasında etkin bir özelliğe sahip olmasından dolayı arazi kullanım haritalarının oluşturulmasında oldukça fazla kullanılmaktadır (Woodcock et al., 2001). Arazi kullanım sınıflarının elde edilmesi amacıyla çalışmada kullanılan uydu görüntülerine kontrolsüz sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır



Şekil 4. Landsat TM5 (a) ve Terra/ASTER (b) uydu görüntülerinden su kütlesinde hesaplanan zamansal değişim oranı.

Dijital görüntülerin sahip olduğu farklı özellikler nedeniyle doğal spektral yansıma ve yayma özelliklerine bağlı olarak farklı sayısal değerler içeren kombinasyonlar oluşturulmaktadır. Bu farklılıklardan yararlanılarak aynı spektral özellikleri taşıyan yeryüzündeki nesneler gruplandırılabilir. Kontrolsüz sınıflandırmanın temeli, farklı sınıf tiplerine ait verilerin birbirinden ayrılması için belirli bir örtü tipine ait olan dijital değerlerin ölçme uzayında birbirine yakın konumda olanların aynı grup altında toplanması mantığına dayanmaktadır. Bu yöntemde uydu görüntülerinde spektral olarak ayrılabilen sınıflar doğal gruplaşmalar veya kümelerle dayalı olarak belirlenebilir ve bilgi elde etme yoluna gidilir. Birbirinden iyi ayrılmış doğal kümeler bulunduğu durumlarda, eldeki ya da yeni bulunacak az sayıda örnekle sınıflandırma yapılabilir (Kansu, 2006). Kontrolsüz sınıflandırma sonucu oluşacak sınıflar, spektral sınıflardır (Lillesand ve Kiefer, 2000). Bu çalışmada, arazi sınıflarının elde edilmesi amacıyla 1984 yılına

ait Landsat TM ve 2005 yılına ait Terra/ASTER uydu görüntülerine kontrolsüz sınıflandırma ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis) algoritması ayrı ayrı uygulanmış ve her veri için 20 adet spektral grup oluşturulmuştur. Elde edilen bu kümeler; su alanı, kıyı, tarım alanı, bitki alanı ve orman alanı olarak 5 ayrı sınıf altında toplanmış ve her küme ait olduğu sınıf içerisine alınarak temsil ettiği renklere atanmıştır (Şekil5). Her bir sınıfa ait alanlar piksel bazında hesaplanmış ve zamansal değişim açısından değerlendirilmiştir (Tablo 2). Oluşan sınıfların özellikleri bölgeye ait topoğrafik haritalar ile karşılaştırılmıştır.

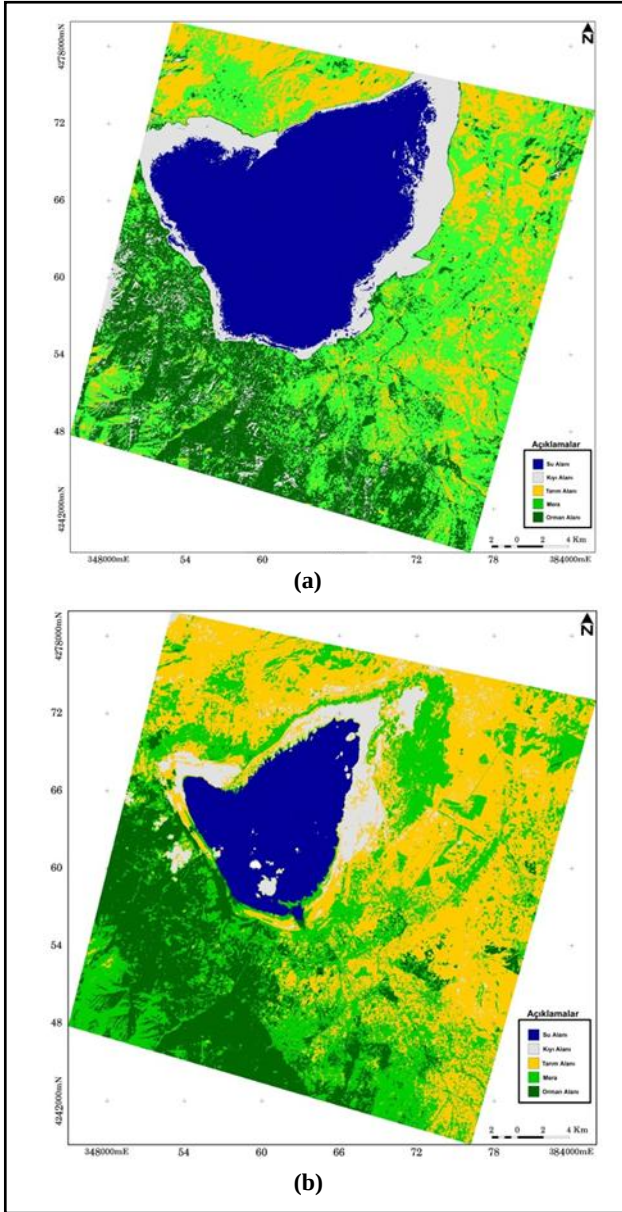
Yıl		1984 Yılı	2005 Yılı
Su	Alanı	27245.97	11675.7225
(Hektar)			
Kıyı	Alanı	14247.6750	6843.5775
(Hektar)			
Tarım	Alanı	18361.5075	42043.5225
(Hektar)			
Bitki	Alanı	33193.6875	32209.5375
(Hektar)			
Orman	Alanı	20654.9325	20886.66
(Hektar)			

Tablo 2. Arazi kullanım alan dağılımları.

Yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre, Akşehir Göl'ü ve çevresinde en geniş alanı 1984 yılı için %29 oranında bitki alanı, 2005 yılı için ise % 37 oranında tarım alanı kaplamaktadır. Su alanları incelendiğinde ise sonuçlar, 1984 yılı için 27245,97 hektar iken oranında iken, 2005 yılı için 11675,7225 hektar alana gerilemiştir. Aynı şekilde tarım alanlarına bakıldığında ise 31 yıllık zamansal değişimde kontrolsüz sınıflandırma tekniği sonuçlarına göre, 1984 yılında %16 oranında iken 2005 yılında bu oran %37'ye çıktığı görülmektedir. Bu çalışmada, ISODATA algoritmasına göre hesaplanarak uygulanan kontrolsüz sınıflandırma tekniği sonucunda elde edilen bilgilerin sonuçlarına göre tüm hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan kontrolsüz sınıflandırmada elde edilen veri kümelerinden çıkan sonuçlar herhangi bir arazi kontrolü yapılmaksızın değerlendirilmiştir.

4. SONUÇLAR

Sulak alanlarda yapılacak arazi örtüsü ve değişim izleme çalışmaları hem çevresel değişimlerin belirlenebilmesi hem de geleceğe dönük planlamalara kaynak veri oluşturulması açısından önemli çalışmalardır. Ekolojik planlama çalışmalarının, özellikle uydu görüntüsünden elde edilen bilgilerle desteklenmesinin planlama kararlarının doğruluğunu, güncelliğini ve güvenilirliğini olumlu yönde etkilemektedir. Bu çalışmada Akşehir Göl'ü ve çevresinin arazi kullanımı ve zamansal değişim analizi uzaktan algılama yöntemleri ile Landsat TM5 ve Terra/ASTER uydu görüntüleri kullanılarak incelenmiştir. Yapılan analizlerde özellikle arazi kullanım haritasının oluşturulmasında ISODATA kontrolsüz sınıflandırma tekniği uygulanarak beş ayrı sınıf oluşturulmuştur. Sınıflandırmada su alanı, kıyı, tarım alanı, bitki alanı ve orman alanı ile Akşehir Göl'ünün zamansal değişimi 21 yıllık süreç için analiz edilmiştir. Bu değişimlere göre su alanında 1984 yılında 27245.97 hektarlık alanın, 2005 yılında 11675.7225 hektar alana gerilemiş olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu alan için hem Landsat TM5 hem de Terra/ASTER uydu görüntülerinden su indeksleri hesaplanarak yıllık değişim oranı %27.21 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanında, kıyı alanlarında meydana gelen değişim, 1984 yılı için 14247.6750 hektar iken 2005 yılı için 6843.5775 hektar alana gerilediği hesaplanmıştır. Aynı şekilde tarım alanlarındaki değişim de, 1984 yılı için 18361,5075 hektar iken 2005 yılı için 42043.5225 hektar alana yükseldiği ve buna nazaran bitki alanlarında %1'lik bir değişimin olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmada özellikle arazi kullanımı hesaplamalarında kontrolsüz sınıflandırma tekniği kullanılmış ve hesaplamalar tamamen dijital ortamda kullanılan uydu görüntülerinden elde edilen sonuçlara göre değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırma sonuçlarında aynı spektral değere sahip farklı alanların da aynı gruba atanması sonucunda elde edilen sınıflandırma sonucunda bir takım hataların söz



Şekil 5. Akşehir Göl'ü ve çevresinin (a) Landsat TM5 ve (b) Terra/ASTER uydu görüntülerine ait arazi kullanım dağılımı.

konusu olduğu ve bu çalışmaların arazi kontrolü ile desteklenmesi gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır.

5. KAYNAKLAR

Angel, S., Sheppard, S. ve Civco, D., 2005. The dynamics of global urban expansion, Transport and Urban Development Department. The World Bank, Washington D.C., USA.

Anonim, 2011, http://www.dha.com.tr/aksehir-golu-yeniden-kurumaya-basladi_205214.html (14-05-2013)

Anonim, 2013, [http://www.turkiyesulakalanlari.com/aksehir-ve-eber-golleri/\(14-05-2013\)](http://www.turkiyesulakalanlari.com/aksehir-ve-eber-golleri/(14-05-2013))

Chen, Z. ve Wang, J. (2010). _Land Use And Land Cover Change Detection Using Satellite Remote Sensing Techniques in The Mountainous Three Gorges Area, China_, *International Journal Of Remote Sensing*, Vol. 31, No. 6, s. 1519–1542.

Dinç U, S. Şenol, İ. Yeğingil, M. A. Çullu., Göksu Deltası Arazi Kullanım Haritasının SPOT Uydu Verileri Kullanılarak Hazırlanması. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt 1. 1995

Erberk, F.S., Maktav, D., Taberner, M., Akgün, H., 2000. Monitoring The Changes At The Büyükçekmece Lake, İstanbul, Using Multitemporal Satellite, 2nd ICGESA International Conference on GIS for Earth Science Applications, 11-14 September 2000, Menemen-İzmir, Turkey.

Erdem, O., 2004. Sulak Alanlar, Önemi, Temel Sorunları, Türkiye'nin Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanları. Haber Ekspres Gazetesi, 28 Şubat 2004.

Erdem, O., 2009. Türkiye’de ki Sulak Alanların Sorunlar. OSİB (ed.) Sulak Alan Bilinçlendirme Alt Projesi Eğitim Materyali. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

Huang, Zhi Jia, Xiuping ve GE, Linkin (2010). _Sampling Approaches For One-Pass Land-Use/Land-Cover Change Mapping_, *International Journal Of Remote Sensing*, Vol. 31, No. 6, s. –1554.

Jensen, J. R., 1996. “Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. 2nd edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Kansu, O., 2006. “Uzaktan Algılamada Görüntü Sınıflandırma Yöntemleri Analizi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Karabulut, M., Küçükönder, M., Gürbüz, M., Sandal, E. K., 2006. “Kahramanmaraş Şehri ve Çevresinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak İncelenmesi”, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Köseoğlu, M., ve Gündoğdu, K. S., 2004. “Arazi Toplulaştırma Planlama Çalışmalarında Uzaktan Algılama Tekniklerinden Yararlanma Olanakları”, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi., s. 18, S. 45-56.

Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 2000. Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley&Sons Inc., New York

Musaoğlu, N., 1999, “Elektro-Optik ve Aktif Mükrodalga Algılayıcılardan Elde Edilen Uydu Verilerinden Orman Alanlarında Meşcere Tiplerinin ve Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Belirlenme Olanakları, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Orr, B. 1997. Land Use Change on Michigan's Lake Superior Shoreline: Integrating Land Tenure and Land Cover Type Data, *Journal of Great Lakes Research*, 23(3): 328-338

Özdemir, M. A., Bahadır, M., 2010, “Uzaktan Algılama ile Acıgöl Havzası’nda Arazi Kullanımının Zamansal Değişim Analizi (1975-2005)”, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, The Journal of International Social Research, Volume:3 Issue:12 Summer 2010.

Sayler, K., Dwyer, J., and Zylstra, G. 1996. Landsat Pathfinder Data Sets For Landscape Change Analysis. Proceedings of International Geoscience And Remote Sensing Symposium. Lincoln, Nebraska, May 27-31, 1996.

Small, C., ve R.B. Miller., 1999. “Monitoring the Urban Environment from Space”, The International Symposium on Digital Earth, Beijing.

Reis, S., Yomralıoğlu, T., 2002. “Landsat ETM+ Kullanılarak Trabzon İli Arazi Kullanım Haritasının Elde Edilmesi”, 8. ESRI ve ERDAS Kullanıcılar Grubu Toplantısı, Ankara

Rogan, John ve Chen, DongMei, 2004. “Remote Sensing Technology for Mapping and Monitoring Land-cover and Land-use change”, *Progress in Planning S.* 61, s. 301–325.

Wasige J. E., T. A. Groen, E. Smaling, V. Jetten, 2013. Monitoring basin-scale land cover changes in Kagera Basin of Lake Victoria using ancillary data and remote sensing *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21:32-42

Were K.O., Ø.B. Dick, B.R. Singh, 2013. Remotely sensing the spatial and temporal land cover changes in Eastern Mau forest reserve and Lake Nakuru drainage basin, Kenya *Applied Geography*, 41:75-86

Wolter P. T., C. A. Johnston, G. J. Niemi, 2006. Land Use Land Cover Change in the U.S. Great Lakes Basin 1992 to 2001, *Journal of Great Lakes Research*, 32 (3):607-628

Woodcock, C. E., Macomber, S. A., vd., 2001. “Monitoring Large Areas for Forest Change Using Landsat: Generalization Across Space Time and Landsat Sensor, Curtis E. Woodcock, Remote Sensing of Environment, vol. 78, p.194-203.

Xu, H., Wang, X. ve Xiao, G., 2000. “A remote sensing and GIS integrated study on urbanization with its impact on arable lands: Fuqing City, Fujian Province, China”. *Land Degradation & Development*, 11, 301-314.