

[1150]

SULTAN SAZLIĞI VE ÇEVRESİNDE ARAZİ KULLANIMI/ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMLERİNİN LANDSAT GÖRÜNTÜLERİ İLE BELİRLENMESİ

Nada JOUMA¹, Filiz DADAŞER ÇELİK²

¹ Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri, nada.jouma@yahoo.com

² Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri, fdadaser@erciyes.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada ülkemizin uluslararası öneme sahip sulak alanlarından biri olan Sultan Sazlığı'nda ve çevresinde 1987-2013 döneminde gözlenen değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sultan Sazlığı İç Anadolu Bölgesi'nde Kayseri ili sınırları içinde yer almaktadır. Son 25 yıllık dönemde iklimsel ve hidrolojik değişimler sonucu Sultan Sazlığı'nda önemli değişimler yaşanmıştır. Bu çalışmada Sultan Sazlığı ve Develi Ovası'nın güncel arazi kullanımı/razi örtüsü haritası ortaya çıkarılmış, 1987-2013 döneminde gerçekleşen değişimler belirlenmiş ve bu değişimlerin nedenleri irdelenmiştir. Çalışma kapsamında 1987 ve 2013 yıllarına ait Landsat-5 (TM) ve Landsat-8 (OLI) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu yıllar için 2 tam çerçeve Landsat görüntüleri kullanılarak mozaik uydu görüntüleri elde edilmiştir. Görüntülerden çalışma alanı çıkarılmış ve görüntüler geometrik ve radyometrik olarak düzeltilmiştir. Sınıflandırma için danışmanlı ve danışmansız sınıflandırma algoritmalarını birleştiren hibrid bir sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. Sınıflandırma başarısını değerlendirmek için her görüntü için Standart hata matrisi (Standard error matrix) ve kappa şans düzeltme (kappa chance correction) istatistiği hesaplanmıştır. Son aşamada, değişim tespiti için iki yıla ait görüntülerin karşılaştırılması ile yıllar itibarıyla arazi kullanımı/örtüsünde meydana gelen değişimler ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sonuçları gerek Sultan Sazlığı'nda gerekse çevresinde önemli değişimler olduğunu göstermiştir. Sultan Sazlığı'nın kapladığı alan ve özelliklerinde farklılıklar oluşmuş ve çevresinde tarımsal faaliyetlerde artışlar gözlenmiştir. Bu değişimler Sultan Sazlığı'nın hidrolojik, ekolojik ve çevresel sürdürülebilirliği açısından tehditler oluşturmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Arazi Kullanımı, Arazi Örtüsü, Değişim analizi, Landsat TM, Landsat 8, Sultan Marshes

ABSTRACT

LAND USE/COVER CHANGE DETECTION AT SULTAN MARSHES AND ITS WATERSHED USING LANDSAT IMAGES

This study aims to determine the land use/land cover changes at the Sultan Marshes and its watershed during the 1987-2013 period. Sultan Marshes is one of the internationally important wetlands of Turkey. Sultan Marshes is located at the Kayseri province, in the Anatolia region. Sultan Marshes has undergone a rapid change due to the climatic and hydrological changes over a 25-year period. In this study, up to date land use/land cover maps of the Sultan Marshes and Develi Basin were generated. The changes over 1987-2013 period were identified and the reasons for these changes were evaluated. In this study, Landsat 5 (TM) and Landsat-8 (OLI) images were used. For every year, two Landsat scenes were required as the study area is located in their intersection. The two images were mosaicked and the study area was extracted from the output image. The images were geometrically and radiometrically corrected. A hybrid classification method which integrates the supervised and unsupervised approaches was used for classification. A standard error matrix and kappa chance correction statistic were used to determine the accuracy of the classifications. Finally, the changes from 1987 to 2013 were determined. The results of the study shows that important changes were seen both in the Sultan Marshes or its surrounding. The changes were identified both in the area that Sultan Marshes cover and its properties and in the agriculture activities in the basin. These changes threaten the hydrological, ecological and environmental sustainability of the Sultan Marshes.

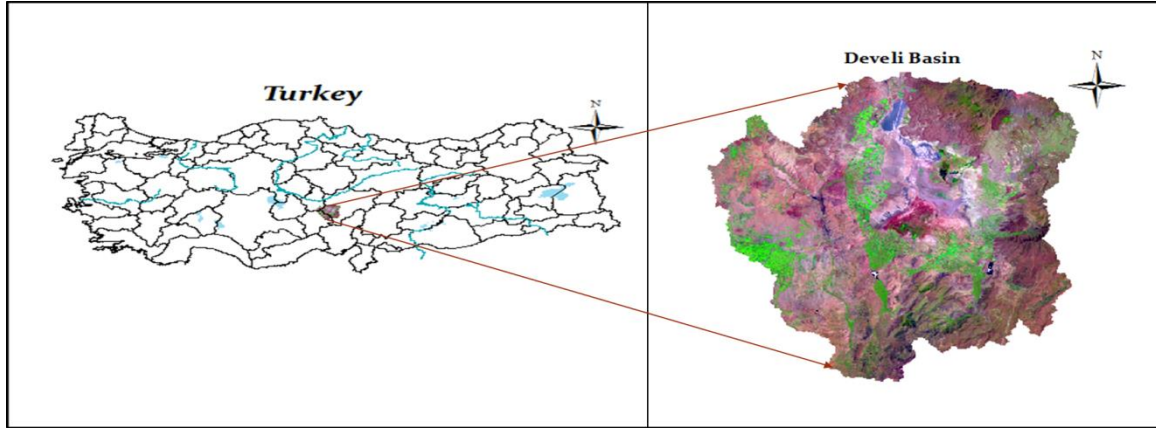
Keywords: Land Use, Land Cover, Change Detection, Landsat TM, Landsat 8, Sultan Marshes

1.GİRİŞ

Türkiye'nin en önemli sulak alanlarından biri olan Sultan Sazlığı, İç Anadolu Bölgesi'nde, Develi Ovası'nda yer almaktadır (Şekil 1). Kayseri'nin güneybatısında yer alan Develi Ovası 800 km²'lik yüzey alanı ve 3045 km²'lik drenaj alanı ile Türkiye'nin büyük ölçekli ovaları arasındadır (DSİ, 1970). Develi Ovası karasal iklim özelliklerini göstermektedir. Yıllık ortalama yağış 363 mm ve yıllık ortalama tava buharlaşması 1530 mm'dir. Yağış ve buharlaşma arasındaki bu fark dolayısıyla tarımsal verimliliğin artırılması büyük oranda sulamayla ilişkilidir. Develi Ovası'nda sulu tarım Develi Sulama Projesi'nin Ağcaşar ve Kovalı barajlarının inşasını içeren 1. aşamasının 1988 yılında tamamlanmasından sonra artış göstermiştir. Projenin ilk aşaması kapsamında 18.000 ha'ı yüzey suyu ve 9.000

ha'ı ise yeraltı suyu ile olmak üzere yaklaşık 27.000 ha alan sulanmaktadır. Develi Sulama Projesi'nin 2. aşaması kapsamında 12 km'lik tünel ile Zamantı Nehri'nden Develi Ovası'na getirilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Develi Ovası'nda mevcut arazi kullanım özelliklerinin belirlenmesi ve yıllar itibariyle arazi örtüsünde meydana gelen değişimlerin tespit edilmesidir. Elde edilen veriler özellikle tarım alanlarında yıllar itibariyle meydana gelen değişimleri ortaya çıkartacaktır ve Sultan Sazlığı'nın bu değişimlerden etkilenme düzeyini ortaya çıkaracaktır. Arazi sınıflandırması ve değişim tespiti uzaktan algılama teknikleri ile yapılmıştır.



Şekil 1. Develi Ovası'nın konumu

2.YÖNTEM

2.1.Görüntü Temini ve Ön Hazırlıklar

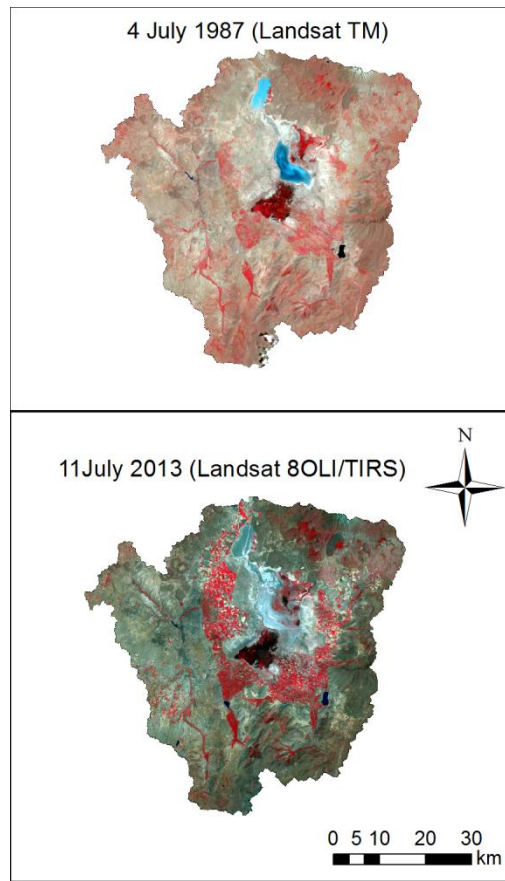
Çalışmada kullanılacak uydu görüntüleri Landsat uyduları tarafından toplanan verilerden oluşmaktadır ve veriler USGS Eros Veri Merkezi'nden (<http://eros.usgs.gov>) temin edilmiştir. Landsat sistemi 1970'li yıllardan beri görüntü sağlayan en eski uydu sistemlerinden biridir. Bu nedenle geçmişe dönük analizlerde sıklıkla tercih edilmektedir.

Proje kapsamında Eros Veri Merkezi web sayfasından arşiv taraması yapılmış olup, 4 Temmuz 1987 (Landsat TM), 8 Temmuz 1998 (Landsat TM), 11 Temmuz 2007 (Landsat TM) ve 11 Temmuz 2013 (Landsat 8) tarihlerine ait görüntüler seçilmiştir (Çizelge 1, Şekil 2). Görüntülerin seçilmesinde görüntünün ait olduğu zaman ve görüntü kalitesi dikkate alınmıştır. Mümkün olduğunda bulutsuz ve yüksek kaliteli görüntüler tercih edilmiştir. Ayrıca değişim tespiti açısından görüntülerin yılın aynı dönemine ait olması sağlanmıştır.

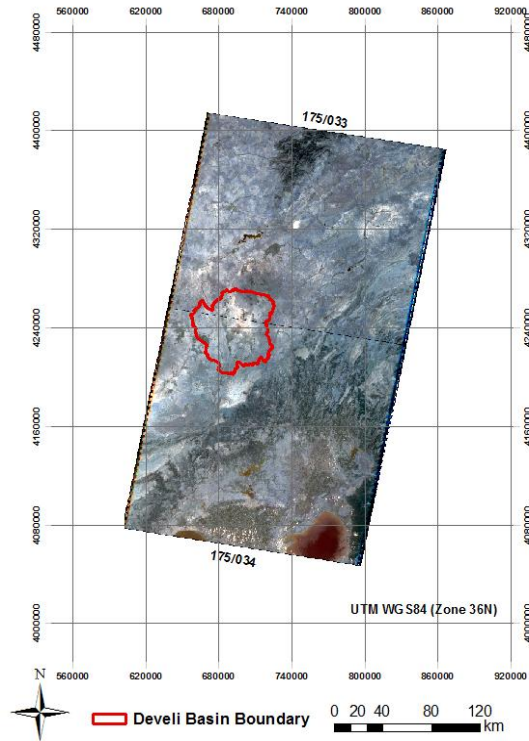
Çizelge 1. Çalışma kapsamında kullanılan uydu görüntülerin özellikleri

Tarih	1987	1998	2007	2013
Sensör	TM	TM	TM	OLI
Path/Row	175_33	175_33	175_33	175_33
	175_34	175_34	175_34	175_34
Tarih	4/7/1987	8/7/1998	11/7/2007	11/7/2013

Develi Ovası'nı tamamen içermek için iki adet Landsat görüntüsünün (row/path 175/34 ve 175/35) birleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada incelenecek yıllar için havzaı kapsayan iki görüntü temin edilmiş ve mozaik görüntüler oluşturulmuştur. Şekil 2'de 2007 yılına ait görüntü üzerinde Landsat görüntülerinin ve Develi Ovası'nın kapsamı gösterilmektedir. Mozaik görüntüler oluşturulduktan sonra havza alanı görüntülerden kesilerek çıkarılmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Çalışma kapsamında kullanılan uydu görüntüleri



Şekil 3. Mozaik görüntünün oluşturulması

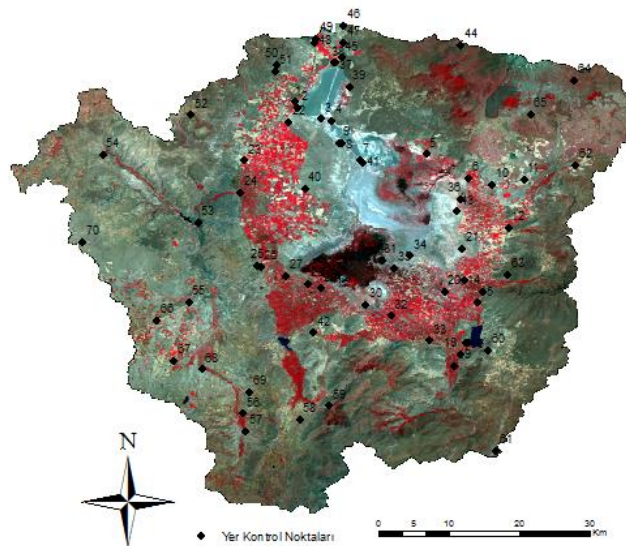
2.2. Geometrik Düzeltme

Ham uydu görüntüleri sistematik veya sistematik olmayan geometrik hatalar içerebilirler. Bu hatalar yükseklik, konum ve algılayıcı platformun hızındaki değişimler, yeryüzü eğriliği ve atmosferik kırılma gibi birçok nedenden kaynaklanabilir. Analizlerden önce bu tür hataların düzeltilmesi oldukça önemlidir.

Geometrik düzeltmenin amacı görüntülerdeki geometrik hataları gidermektedir. Geometrik düzeltme görüntüde homojen dağılmış konumu belirgin yer kontrol noktaları ile bu noktaların harita karşılıkları arasında matematiksel bağıntı kurularak gerçekleştirilir. Yer kontrol noktaları, hem görüntü koordinatları (sıra ve sütun) hem de yer koordinatları (haritadan ölçülmüş koordinatlar veya enlem/boylam değerleri) bilinen noktalardır. Yer kontrol noktaları ile görüntü koordinatları arasında matematiksel ilişkiler (polinomlar) geliştirilerek dönüşüm sağlanır. Çalışma kapsamında havza genelinde 70 yer kontrol noktası seçilmiştir (Şekil 4).

Bu noktaların koordinatları arazide GPS ile yapılan ölçümlerle ve Google Earth görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Seçilen noktaların yol ve kanal kesişim noktaları gibi hem arazide hem de görüntüler üzerinde kolayca ayrılabilen yapıda olmasına önem verilmiştir. Gerçekleştirilen dönüşümün doğruluğunu test etmek için karesel ortalama hata kullanılmıştır. Bu hatanın 0,5 pikselin (15 metre) altında olması geometrik düzeltme için yeterli görülmektedir. Proje kapsamında analiz edilecek dört görüntü için RMS hatası en fazla 3 metre olacak şekilde geometrik olarak düzeltilmiş ve görüntüler UTM Zone 36N projeksiyon sistemine dönüştürülmüştür.

Geometrik düzeltme işleminde ayrıca geometrik olarak dönüştürülen piksellerin uygun değerlerle doldurulması gereklidir. Bu prosese yeniden örnekleme adı verilir. Sıklıkla kullanılan üç yeniden örnekleme yöntemi mevcuttur. Bunlar en yakın komşuluk, bilinear enterpolasyon ve kübik katlama yöntemleridir (Campbell, 2002). Geometrik olarak düzeltilmiş görüntünün piksel parlaklık değerleri, en yakın komşuluk yönteminde orijinal görüntüdeki en yakın pikselin atanmasıyla, bilinear enterpolasyon yönteminde en yakın dört pikselin ağırlıklı ortalamasının atanmasıyla, kübik katlama yönteminde en yakın on altı pikselin ağırlıklı ortalamasının atanmasıyla elde edilir. Araştırma kapsamında radyometrik kaybın olmaması için en yakın komşuluk yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 4. Geometrik düzeltme için seçilmiş olan yer kontrol noktaları

2.3 Radyometrik Düzeltme

Radyometrik düzeltmeler, bilgilerdeki düzensiz ve yanlış algılamalara neden olan atmosferik etkilerin giderilmesini ve algılayıcılar tarafından algılanan radyasyondan, objeleri tam olarak temsil etmeyen yansımaların düzeltilmesi ya da kaldırılmasını içerir. Radyometrik düzeltmeler farklı yöntemlerle yapılması mümkündür. Bu amaç ile kullanılan yöntemler koyu obje çıkarma (dark object subtraction), histogram eşleştirme (histogram matching), değişme obje yöntemi (Invariant Object Method), kontrast azaltma (contrast reduction) yöntemleridir (Jensen, 2005). Bu çalışmada koyu obje çıkarma yöntemi kullanılmıştır.

Koyu obje çıkarma yaklaşım homojen bir atmosfer varsayımı ile görüntü içerisindeki sayısal değerlere sahip objelerin en küçük koyu objeler olduğunu ortaya koyar. Görüntü histogram içerisinde yer alan minimum sayısal değerleri atmosferik etkiyle ifade etmekte ve bu minimum değerler tüm piksel değerlerinden çıkarılmaktadır (Jensen 2005). Bazı karmaşık algoritmalar görüntü içerisinde koyu objelerden atmosferik optical özellikleri elde eder ve elde edilen bilgilerle görüntüler düzeltilir. Landsat 8 görüntüsü için 2,3,4,5,6 ve 7 bandları kullanarak önce ENVI 5.3 Programıyla radiometrik düzeltme sonra diğer ön hazırlama aşamaları yapılmıştır.

2.4 Görüntü Sınıflandırma

2.4.1 Sınıflandırma yöntemi

Sınıflandırma işleminin amacı, görüntüdeki bütün pikselleri yer, örtü sınıflarına veya temalarına göre kategorize etmektir. Sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesinde, çalışmada kullanılacak dalga boyunun seçilmesi, yeterli doğruluk ve sayıda kontrol alanlarının (yer referans bilgileri) belirlenmesi, amaca uygun sınıflandırma algoritmasının seçilmesi ile sınıflandırılmış görüntülerde doğruluk değerlendirilmesinin yapılması önem taşımaktadır.

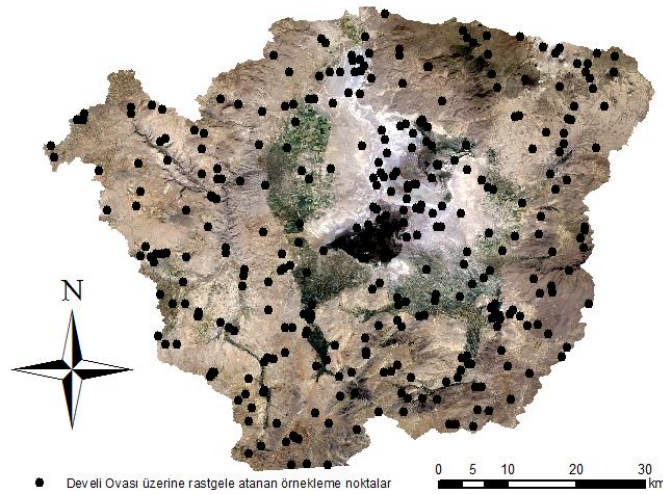
Sınıflandırma için hibrid sınıflandırma algoritması tercih edilmiştir. Bu algorithmada görüntü danışmansız sınıflandırma ve danışmanlı maksimum olasılık sınıflandırması (maximum likelihood classification) birlikte kullanılmıştır. Görüntülerden öncelikle yerleşim alanları kesilerek çıkarılmıştır. Daha sonra danışmanlı sınıflandırma ile görüntüler 5 sınıfa (su, step, tarım, sazlık, kuru göl) ayrılmıştır. Daha sonra tarım olarak sınıflandırılan bölge danışmansız olarak 20 sınıfa ayrılarak tarım alanları ve çalılık alanlar şeklinde iki sınıf oluşturulmuştur. Bütün sınıflar birleştirilerek sınıflandırılmış görüntü oluşturulmuştur. Son olarak çalılık ve step sınıflarının benzer özellik taşıması nedeniyle bu iki sınıfın birlikte sınıflandırmasına karar verilmiştir. Çizelge 2’de yedi bilgi sınıfının özellikleri açıklanmıştır.

Çizelge 2. Bilgi sınıfları ve tanımları.

No	Bilgi Sınıfı	Açıklama
1	Su	Göl, sazlık ve barajlardaki su kitleleri
2	Sazlık	Baskın tür olarak <i>Phragmites</i> , <i>Juncus</i> ve <i>Scirpus</i> içeren alanlar ve ıslak çayırlar
3	Tarım	Sulu ve kuru tarım alanları
4	Yerleşim	Yerleşim yerleri (ilçeler ve köyler)
5	Çalı	Doğal çalılık bitki örtüsü
6	Kuru göl	Göl suyunun tamamen çekildiği göl alanları
7	Step	Çok seyrek bitki örtüsüne sahip alanlar

2.4.2 Doğruluk Analizi

Sınıflandırma başarısını değerlendirmek için her görüntü için Standart hata matrisi ve kappa şans düzeltme istatistiği hesaplanmıştır. Doğruluk değerlendirmesi tespitinde örnekleme alanlarının oluşturulması için ayrılan veri setinden farklı 350 adet nokta kullanılmıştır (Şekil 5). Bu noktalar ERDAS programı yardımı ile Develi Ovası sınırları içerisinde homojen olacak şekilde rastgele ve her bir eğitim sınıfına en az her 30 nokta gelecek şekilde rastgele atanmıştır. 2013 sınıflandırılmış görüntünün doğruluğunu belirleyebilmek için rastgele atanan bu noktalara karşılık gelen sınıflar Develi Ovası’nda ait Google Earth görüntüsünün ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Aynı işlem geri kalan 1987 uydu görüntüsü için de benzer şekilde tekrar edilmiştir ama aynı Landsat görüntüsünü kullanarak sınıflandırma doğrulanmıştır.



Şekil 5. Develi Ovası üzerine rastgele atanan doğrulama noktaları

2.4.3 Değişim Tespiti

Farklı yıllara ait görüntülerin karşılaştırılması ile yıllar itibarıyla arazi örtüsünde meydana gelen değişimler ortaya çıkarılmıştır. Görüntü sınıflandırma işlemi ve doğruluk değerlendirmesinin ardından yıllar bazında arazi kullanımında meydana gelen değişimi ortaya koyabilmek adına her bir görüntüde farklı bilgi sınıfları için belirlenmiş alanlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Arazi kullanımındaki değişikliği tespit etmek için iki yıllara ait sınıflandırılmış görüntülerin (1987 ve 2013) piksel bazında karşılaştırılmasına olanak tanıyan ERDAS programının sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması (post classification comparison) metodu ile arazi kullanımındaki değişiklikler tespit edilmiştir.

3. BULGULAR

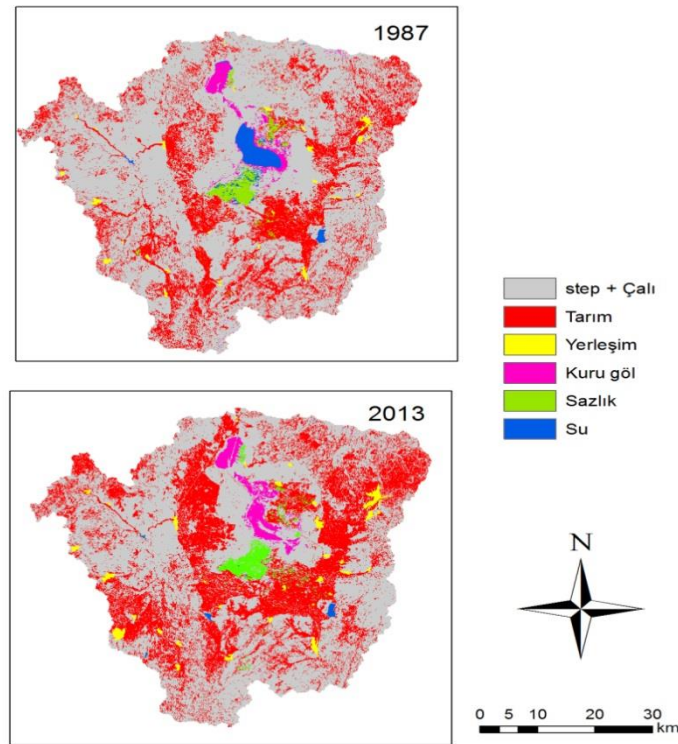
Şekil 6'da sınıflandırılmış görüntüler yer almaktadır. Aynı görüntüler için doğruluk analizi sonuçları ise Çizelge 3'te sunulmaktadır. Sınıflandırma sonrasında elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te gösterilmektedir.

Sınıflandırılmış görüntülerde toplam hata 1987 ve 2013 yılları için %87 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 3'te detayları verilen doğruluk analizi sonuçları her bir sınıf için kullanıcı ve işlemci doğruluklarının %72 ile %100 arasında değiştiğini göstermektedir. Ayrıca sınıflandırılmış görüntülerin Kappa istatistik sonuçları 1987 ve 2013 yılları için 0,82 olarak bulunmuştur.

Genel olarak her iki görüntüde de su, sazlık, yerleşim yeri ve kuru göl sınıflarının doğruluk oranları diğer sınıflara göre daha yüksektir. Tarım, çalı ve step sınıflarının doğrulukları nispeten düşüktür. Bu durumun bu sınıfların spektral özelliklerinin benzer olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3. İşlemci, kullanıcı, toplam doğruluk ve kappa istatistiği sonuçları

Sınıflar	1987		2013	
	İşlemci	Kullanıcı	İşlemci	Kullanıcı
Su	100	91	100	100
Sazlık	88	90	100	84
Tarım	73	83	72	83
Yerleşim	100	93	100	90
Kuru göl	100	84	100	97
Step + Çalı	87	87	86	84
Toplam Hata	87		87	
Kappa İstatistiği	0,82		0,82	



Şekil 6. Develi Ovası'na ait sınıflandırılmış uydu görüntüleri.

Şekil 5'de gösterildiği gibi 1987-2013 yılları arasında alan açısından en büyük değişiklik tarım alanlarında olmuştur. Tarım alanı 310 km^2 (42%) civarında artmıştır. Bu artışın büyük bir kısmının step-çalı alanlarının tarıma dönüştürülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü 1987-2013 döneminde step-çalı sınıfının kapladığı alan 302 km^2 azalmıştır. Develi Ovası'nda görülen diğer önemli değişim yerleşim yerlerinin kapladığı alanda olmuştur. Yerleşim yerleri 1987'den 2013'e kadar yaklaşık iki kat büyümüştür. Son olarak Sultan Sazlığı ekosisteminde bazı değişiklikler olduğu görülmektedir. Sultan Sazlığı sazlıklar, göller ve çalılık alanlardan oluşan karmaşık bir yapıdır. Develi Ovası'nda su alanları azalmış, kuru göl alanları artmış, sazlık alanlarında ise çok büyük bir değişim yaşanmamıştır. Bu değişim en önemli nedeni tarım alanlarındaki artışa bağlı olarak tarımda su kullanımının artması ve bu nedenle Sultan Sazlığı'na ulaşan yüzey ve yer altı suyu miktarlarının azalmasıdır.

Çizelge 4. Develi Ovası için 1987 ve 2013 yıllarına ait arazi kullanım durumu.

Yıllar	1987		2013		2013-1987	
	Alan	Alan (%)	Alan	Alan (%)	Değişim	Değişim (%)
Step + Çalı	2149	71	1840	60	-308	-14
Tarım	734	24	1044	34	310	42
Yerleşim	18	0,6	38	1,3	21	113
Kuru Göl	47	1,6	64	2,1	17	37
Sazlık	47	1,6	53	1,7	4,7	9,9
Su	49	1,6	5,4	0,2	-44	-89
Total	3045	100	3045	100		

4. SONUÇ

Bu çalışma sonucunda Develi Ovası'nda mevcut arazi kullanımı/arazi örtüsü durumu tespit edilmiş ve havzaya ait 1987 ve 2013 uydu görüntüleri kullanılarak bu dönemde meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. Yapılan çalışma

neticesinde Develi Ovası, step ve çalı, tarım, yerleşim, kuru göl, sazlık ve su olacak şekilde 6 sınıfa ayrılmıştır. Sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analizleri yapılarak 1987 ve 2013 yılları için doğruluk değerleri %87 bulunmuştur. 1987-2013 periyodunda geçen 26 yılda Develi Ovası'nın özellikle tarım faaliyetlerinin ciddi derecede arttığı gözlenmiştir. Buna karşın step-çalı olarak belirtilen doğal bitki örtüsü alanları ve su alanları azalmıştır. Tarımsal faaliyetlerdeki artışlar halihazırda Sultan Sazlığı'nı etkilemiştir. Bu faaliyetlerin gelecekte artmaya devam etmesi Sultan Sazlığı açısından bir tehdit oluşturmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (Proje No: ÇAYDAG 114Y595) ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: FDK-2016-6649) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- DSI**, 1970. Develi Projesi Planlama Raporu. Devlet Su İşleri Yayınları, Ankara.
- Campbell, J.B.**, 2002. Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press, New York.
- Jensen, J. R.**, 2005. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, Third Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, United Statesm.