

Terkos Havzası Sulak Alanları ve Civarının Hyperion EO-1 Görüntüsü ile Sınıflandırılması

Filiz BEKTAŞ BALÇIK¹, Çiğdem GÖKSEL²

Özet

220 bantlı hiperspektral Hyperion EO-1 uydü görüntüsü kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma ile Terkos havzası sulak alanları ve civarının arazi örtüsü ve arazi kullanımı özelliklerinin yüksek doğrulukta ortaya konması için çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma için üç farklı metodoloji izlenmiştir. Öncelikle Hyperion EO-1 görüntüsünün ön işleme gerçekleştirilmiştir. İlk uygulama ön işleme yapılan görüntünün spektral dört bölgeye ayrılması ve her bir bölgenin en çok benzerlik kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmasını içermektedir. İkinci uygulamada dört spektral bölgenin herbirine Ana Bileşen Dönüşümü (ABD) uygulanmış ve oluşturulan sekiz bantlı yeni görüntü en çok benzerlik yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Üçüncü analiz ise ön işleme yapılmış görüntüye ABD uygulanması ve ilk üç bileşenin kontrollü sınıflandırılmasını içermektedir. Genel doğruluk ve Kappa istatistikleri ile üç yöntemin doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Uzaktan algılama, Görüntü İşleme, Sınıflandırma, Hyperion EO-1, Sulak Alan.

Abstract

Classification of Terkos Basin Wetlands Environment Using Hyperion-EO-1 Image

In this study, different analyses were conducted to determine Terkos basin wetlands and surrounded land use and land cover with high accuracy by using Hyperion EO-1 data with 220 spectral bands. Three different methodologies were followed. Firstly, image pre-processing steps were applied to data. The first application included the segmentation of the pre-processed Hyperion data into four spectral regions and classification of each region using maximum likelihood supervised classification method. In the second application, Principal Component Analysis (PCA) was applied to each spectral region and eight different components were gathered from spectral regions. Supervised classification was applied to new data set. In the third analysis, PCA was implemented to pre-processed data and three components were selected for supervised classification. Overall accuracy and Kappa statistics were applied for the accuracy assessment of the three analyses.

Key Words

Remote Sensing, Image Processing, Classification, Hyperion EO-1, Wetlands.

1. Giriş

Sulak alanlar vahşi yaşam, sel suyu yönetimi ve su kalitesi geliştirme için önemli olduğu kadar insanlar için de eğitim ve dinlenme olanakları sağlamaktadır (Mitsch and Gosselink, 2000). Sulak alan ekosistemleri çevre kalitesini artırma, biyoçeşitliliği destekleme ve sosyo ekonomik kalkınmaya katkıları nedeniyle uluslararası düzeyde kıymetli ekosistemler olarak değerlendirilirler. RAMSAR sözleşmesinde “doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme evresinde 6 metre’yi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklık, sazlık, turbalık alanlar” sulak alan olarak tanımlanmıştır. Sulak alanların “Uluslararası öneme sahip sulak alan” olabilmesi için Ramsar sözleşmesine göre temsil niteliği taşıma, nadir ya da özgün sulak alan olma ve biyolojik çeşitliliğin uluslararası önem taşıması ölçütlerinden birine sahip olması gerekmektedir (RAMSAR CONVENTION BUREAU, 2002). Dünya genelinde sulak alanların doğal işlevlerinin ve ekonomik katkılarının öneminin fark edilmesiyle, bu bölgelerin korunması ve ekosistemlerinin belirlenmesi çalışmaları hız kazanmıştır (KINDSCHER vd. 1998).

Sulak alanlar küçük derelerden, bataklıklara ve turbalık alanlara kadar çok farklı coğrafi bölgelerde bulunurlar. Bu tür coğrafi alanlara ulaşılması yoğun bitki örtüsü ve sığ su nedeniyle oldukça güçtür; dolayısı ile de geleneksel yöntemler ile çalışılması zor alanlardır (JENSEN vd. 1986). Ayrıca bu bölgeler barındırdıkları tehlikeli canlılardan dolayı yersel çalışmaların yapılmasına imkan vermeyen yerler olarak değerlendirilirler. Bu nedenlerden dolayı sulak alan yönetimi için uzaktan algılama teknolojisi çok önemli bir alternatiftir (BUTERA 1983).

Sulak alanlar ve çevresi ile ilgili çok-spektrumlu ve çok zamanlı sayısal veri elde etme olanağının sağlanabilmesi açısından uzaktan algılama güçlü ve yararlı bir araç olarak tanımlanmaktadır (RUNDQUIST vd. 2001). Çok zamanlı veriler sulak alanların ve civarının arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimlerinin mevsimsel veya yıllık periyotlarda izlenmesine ve değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Standart veri toplama prosedürüne sahip uzaktan algılama teknolojisinin coğrafi bilgi sistemleri ile entegrasyonu özellikle izleme çalışmaları için büyük avantaj sağlamaktadır (OZESMİ ve BAUER 2002). Farklı özelliklere sahip uzaktan algılanmış görüntüler sulak alanların ve bu alanlarda ki değişimlerin belirlenmesi, sulak alan bitki örtüsünün ortaya konması, bitki örtüsünün tür ölçeğinde belirlenmesi çalışmalarında etkin olarak kullanılmaktadır (BEKTAŞ BALÇIK 2010; DECHKA vd. 2002; MUMBY ve EDWARDS

¹ Dr., ² Y. Doç. Dr., İTÜ, Geomatik Mühendisliği Bölümü. Maslak İstanbul

2002: SCHMIDT ve SKIDMORE 2003: GOODENOUGH vd. 2003: RAMSEY III vd. 2005: GALVAO vd. 2005: GUERSCHMAN vd. 2009). Sulak alana ait bitki örtüsü sulak alan ekosistemi içinde önemli bir bileşendir ve çevresel fonksiyonların yerine getirilmesinde hayati bir role sahiptir (KOKALY vd. 2003). Bu nedenle, bitki örtüsünün belirlenmesi ve izlenmesi sürdürülebilir sulak alan yönetimi için oldukça önemlidir (ADAM vd. 2010).

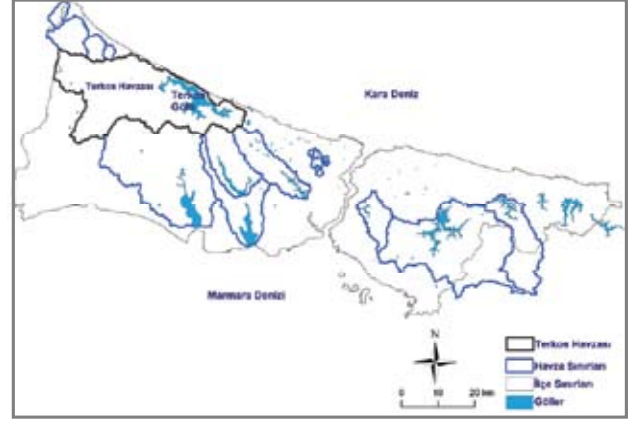
Bu çalışmada, hiperspektral uzaktan algılama verileri kullanılarak heterojen bitki örtüsüne sahip olan Terkos Gölü ve civarındaki sulak alanların ve diğer arazi örtüsü kategorilerinin yüksek doğruluklu olarak sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Ön işlemesi gerçekleştirilen Hyperion EO-1 görüntüsü spektral dört ayrı katmana ayrılmıştır. İlk olarak her bir bölgenin en çok benzerlik kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılması yapılmıştır. İkinci aşamada, her bir bölge için Ana Bileşen Dönüşümü (ABD) uygulanmış ve bu bölgelerin en çok bilgi içeren ABD elemanı kullanılarak sekiz bantlı yeni bir görüntü elde edilmiştir. Ayrıca ABD 108 bantlı ön işlemesi yapılmış görüntüye uygulanmış ve ilk üç bileşenden farklı yeni bir görüntü daha elde edilmiştir. Oluşturulan bu yeni görüntülere en çok benzerlik kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmış ve genel doğruluk ile kappa istatistik değerleri hesaplanmıştır.

2. Çalışma Bölgesi

İstanbul ili sınırları içerisinde yer alan Terkos Gölü ve civarında bulunan sulak alanlar çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. İstanbul nüfusunun yaklaşık olarak % 30'unun su ihtiyacını karşılayan ve bölgenin en büyük içme suyu kaynaklarından biri olan, Terkos Gölü İstanbul'un kuzeyinde 40°19'N ve 41°42'N enlem ve 28°29'E ve 28°32'E boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1).

Toplam havza alanı 619 km² ve su yüzey alanı 36 km² dir. Havza sınırları içerisinde Çatalca ilçesine bağlı toplam 18 yerleşme alanı bulunmaktadır ve yaklaşık nüfusu 2000 sayımlarına göre 22137 kişidir. Bölge flora ve fauna açısından oldukça zengindir. Türkiye'de bulunan 73 endemik bitki türünün 17'si Terkos havzası sınırları içinde yer almaktadır. Havza uluslararası antlaşmalar ile önemli bitki alanı, tabiatı koruma alanı, doğal sit alanı ve yaban hayatı koruma sahası olarak tanımlanmaktadır (ÖZHATAY vd. 2003).

Terkos Havzasındaki mevcut sulak alanlar, bölgedeki vahşi yaşam ve su kalitesi için büyük bir öneme sahiptir. Terkos havzasının şehir merkezinden uzak olması yapılaşma baskısını azaltmış olmakla beraber; havza ekolojisi yönünden değerlendirildiğinde, tarım faaliyetleri yapılaşmadan daha tehlikeli olarak görünmektedir. Mutlak ve kısa mesafeli koruma alanlarında yapılan tarım, hem erozyona neden olmakta hem de kullanılan gübreler nedeniyle su kirliliğine yol açmaktadır.



Şekil 1: İstanbul il sınırları ve Terkos Havzası

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Kullanılan Veriler

Çalışmada 30 m uzaysal çözünürlüğe sahip 08.07.2007 tarihli hiperspektral Hyperion EO-1 uydusu görüntüsü kullanılmıştır. Bu görüntüler ile ilgili detaylı bilgi Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1: Hyperion EO-1 görüntü özellikleri

Algılayıcı Yüksekliği	705 km	Sıra Sayısı	256
Uzaysal Çözünürlük	30 m	Kolon Sayısı	3129
Radyometrik Çözünürlük	16 Bit	VNIR aralığı (70 bant)	0.45-1.35 (µm)
Spektral Çözünürlük	0.01 (µm)	SWIR aralığı (172 bant)	1.40-2.48 (µm)
IFOV(mrad)	0.043	Şerit uzunluğu	7.2 km

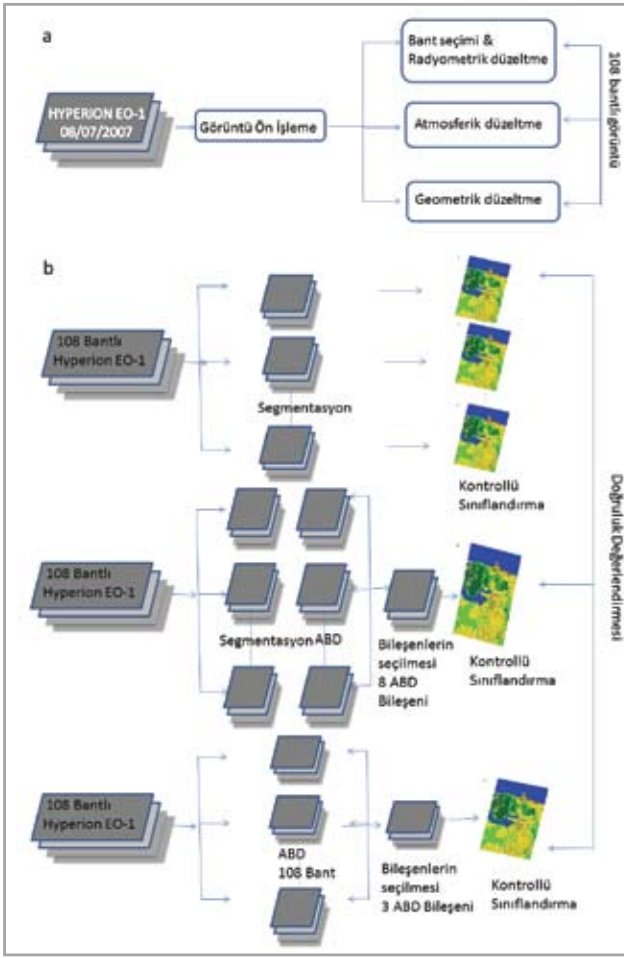
3.2. Yöntem

Hyperion EO-1 görüntüsü ile sulak alan ve civarının belirlenmesi için uygulanan işlem adımları Şekil 2a ve Şekil 2b ile verilmiştir.

3.2.1. Görüntü Ön İşleme

30 m uzaysal çözünürlüğe ve 242 spektral banda sahip Hyperion EO-1 görüntüsündeki sıfır değerine sahip kalibre edilmiş bantlar ile çok gürültülü bantlar ön işleme adımları ile elimine edilmiş ve çalışmada kullanılmak üzere 108 bant seçilmiştir. Şekil 3 de çalışmada kullanılan spektral bantlar gösterilmiştir.

Hyperion görüntüsündeki spektral ve radyometrik hatalar ENVI görüntü işleme sistemi içerisine eklenen CSIRO tarafından geliştirilen hiperspektral uzaktan algılama MMTG-A (*Mineral Mapping and Technologies Group*) modülü kullanılarak elimine edilmiştir (CUDACHY vd. 2001).



Şekil 2: Akış Şeması a) Ön işleme b) Diğer uygulama adımları

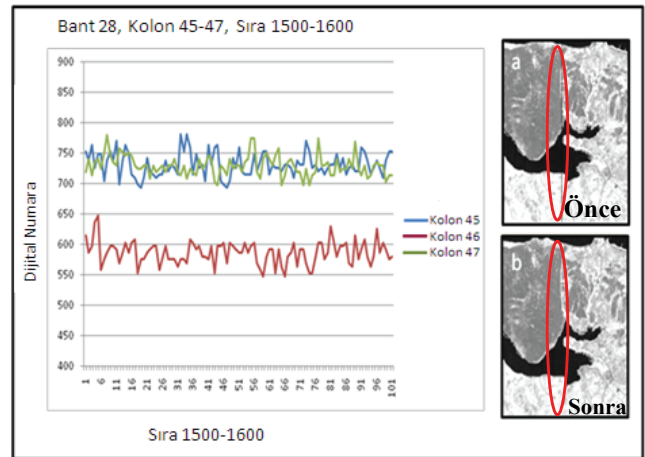
Görüntüde şerit tarama hataları tespit edilerek komşu piksellerin ortalaması alınarak düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Ayrıca, dedektörler arasındaki kalibrasyon hataları nedeniyle görüntüde oluşan spektral bant merkez kayıklıkları tespit edilerek düzeltme getirilmiştir (GOODENOUGH vd. 2003).

245.56	579.48	902.30	1006.61	1012.20	1225.27	1627.23	1679.23	1801.17	2122.34	2245.11
391.70	589.30	912.18	1016.98	1022.70	1235.30	1637.33	1689.33	1811.27	2132.34	2255.11
272.34	709.30	923.87	1027.42	1033.10	1245.42	1647.43	1700.43	1821.37	2143.44	2266.11
408.11	619.10	934.81	1037.11	1042.79	1254.79	1657.71	1710.71	1831.47	2154.74	2277.11
328.24	630.15	944.00	1047.34	1053.48	1263.64	1667.60	1720.60	1841.57	2165.48	2287.11
406.47	639.22	954.16	1057.46	1063.79	1273.76	1677.73	1730.73	1851.59	2176.39	2297.11
416.64	648.30	964.00	1067.34	1073.69	1283.66	1687.63	1740.69	1861.60	2187.33	2307.11
430.80	656.04	974.16	1077.01	1083.59	1293.59	1697.59	1750.59	1871.59	2198.19	2317.11
449.02	664.41	984.31	1086.74	1093.10	1303.10	1707.10	1760.10	1881.59	2209.19	2327.11
511.11	673.00	994.51	1096.14	1102.70	1312.70	1716.70	1770.70	1891.59	2220.19	2337.11
471.34	681.30	1004.70	1105.30	1112.10	1322.10	1726.10	1780.10	1901.59	2231.19	2347.11
467.51	691.37	1014.36	1114.36	1121.26	1331.26	1735.26	1790.26	1911.59	2242.19	2357.11
477.69	701.35	1024.06	1123.46	1130.26	1340.26	1744.26	1800.26	1921.59	2253.19	2367.11
187.37	711.72	1033.79	1132.71	1139.18	1349.18	1753.18	1810.26	1931.59	2264.19	2377.11
194.01	721.40	1043.31	1142.31	1148.18	1358.18	1762.18	1820.26	1941.59	2275.19	2387.11
306.22	731.07	1052.70	1151.70	1157.10	1367.10	1771.10	1830.26	1951.59	2286.19	2397.11
315.30	741.05	1062.36	1161.30	1166.77	1376.77	1780.77	1840.26	1961.59	2297.19	2407.11
325.57	751.40	1071.91	1170.91	1176.47	1386.47	1790.47	1850.26	1971.59	2308.19	2417.11
335.74	761.60	1081.11	1180.91	1186.47	1396.47	1800.47	1860.26	1981.59	2319.19	2427.11
345.91	771.76	1090.36	1190.06	1196.07	1406.07	1810.07	1870.26	1991.59	2330.19	2437.11
356.08	781.90	1099.36	1199.31	1205.71	1415.71	1819.71	1880.26	2001.59	2341.19	2447.11
366.25	791.11	1108.11	1208.11	1215.11	1425.11	1829.11	1890.26	2011.59	2352.19	2457.11

Şekil 3: Kullanılan ve kullanılmayan 242 Hyperion EO-1 bantları

242 bant arasında 355.6 nm - 416.61 nm, 915.23 nm - 983.08 nm ve 2445.99 nm - 2556.98 nm spektral bant aralıklarında görüntüde veri bulunmamaktadır. Kullanılabilecek nitelikte veri 426.82 nm - 905.05 nm, 993.17 nm - 1114.20 nm, 1164.68 nm - 1336.05nm, 1507.73 nm -1769.99 nm ve 2032.35 nm ve 2042.45nm spektral bölgelerinde tespit edilmiştir. 1124.28 nm - 1154.58 nm, 1346.25 nm -1497.63 nm, 1780.09 nm - 2022.23 nm, ve 2052.45 nm -2435.90 nm bölgelerinde ise daha düşük kalitede olan fakat bilgi çıkarımına uygun verinin mevcut olduğu gözlenmiştir.

Ön işleme adımları sonucunda seçilen 108 kanal ile diğer işlem adımlarına devam edilmiştir. FLAASH (Fast Line-of-Sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) atmosferik düzeltme yöntemi ile görüntüde mevcut atmosferik distorsiyonlar giderilmiştir. FLAASH Hava kuvvetleri Phillips Laboratuvarı (Air Force Phillips Laboratory, Hanscom AFB and Spectral Sciences, Inc (SSI) (ADLER-GOLDEN vd. 1999) tarafından geliştirilmiştir ve MODTRAN 4 tabanlı bir yazılım programıdır. Yüzey albedosu, yüzey yüksekliği, su buharı miktarı, aerosol ve bulut optik kalınlığı, yüzey ve atmosferik sıcaklıklar gibi atmosferik parametreleri türeterek yüzey yansıtım değerlerinin doğru olarak elde edilmesini sağlar. Bu model komşu piksellerden yayılan ışınlar için düzeltme getirme olanağına sahiptir. Bu özellik diğer MODTRAN tabanlı atmosferik düzeltme algoritmalarında bulunmamaktadır. Algoritma, diğer modeller ile karşılaştırıldığında daha esnek hesaplama olanağı sunmaktadır. Atmosferik ve radyometrik düzeltme işlemlerinden sonra uzaktan algılanmış görüntülerde ilk kaydedildikleri zaman oluşan sistematik ve sistematik olmayan hatalar geometrik düzeltme ile giderilmiştir. Geometrik düzeltme için bölgeye ait yüksek çözünürlüklü SPOT 5 (2.5 m) görüntüsü temel olarak alınmış ve 30 m` ye yeniden örneklenmiştir. Homojen olarak seçilen Yer Kontrol Noktaları (YKN) kullanılarak Karasel Ortalama Hata 0.5 pikselin altında hesaplanmıştır.



Şekil 4: Şerit tarama hataları ve düzeltilmiş görüntüler

3.2.2. Spektral Katmanlara Ayırma

Ön işleme tamamlandıktan sonra Hyperion EO-1 görüntüsü dört ayrı spektral katmana ayrılmıştır. Spektral gruplara bitki örtüsünün farklı dalga boylarında göstermiş olduğu yansıtım özellikleri dikkate alınarak karar verilmiştir. Çalışma için görünür bölgede 24 bant (427 nm -660 nm), kızıl ötesi bölgede 24

bant (671 nm -905 nm), kısa dalga kızıl ötesi I bölgesinde 31 bant (993 nm -1336 nm) ve kısa dalga kızıl ötesi II bölgesinde 29 bant (1507 nm -2042 nm) seçilmiştir.

3.2.3. Sınıflandırma ve Ana Bileşen Dönüşümü

İlk olarak her bir bölge en çok benzerlik kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmıştır. En çok benzerlik yöntemi Bayesian olasılık teorisine dayalı ve istatistiksel fonksiyonlara bağlı bir sınıflama yöntemidir. Sınıfların belirlenmesinde piksellerin varyans – kovaryans ve ortalama değerleri, kullanılmaktadır (EASTMAN 2001). Yöntemde, bantlar arası korelasyon ile sınıfların yansıma karakteristikleri ortaya konmaktadır. En çok benzerlik algoritmasında, her sınıfa ait olan ortalama değerler sınıflar arasındaki sınırları belirlemektedir ve her bir piksel, gri değerine göre, kendisine en yakın ortalamaya sahip sınıfa atanmaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasında, iki farklı veri grubuna Ana Bileşen Dönüşümü (ABD) uygulanmıştır. Bu dönüşüm yöntemi ile hiperspektral görüntüdeki yüksek veri hacmi, veri tekrarı ve bantlar arasındaki yüksek korelasyon probleminin azaltılması sağlanmıştır. Bu yöntem aralarında yüksek korelasyon bulunan çok değişkenli verileri, aralarında korelasyon olmayan yeni bir koordinat sistemine dönüştüren istatistiksel bir veri dönüşümü olarak tanımlanmaktadır (JACKSON 1983). Öncelikle her bir spektral grup için Ana Bileşen Dönüşümü (ABD) uygulanmıştır. Dönüşüm sonrası her bir bölgeden en çok bilgiyi içeren bileşenler öz değerlerine ve görsel analize göre bir araya getirilerek sekiz bantlı (3 görünür bölge, 2 yakın kızılötesi bölge, 2 kırsaldalga kızılötesi I ve 1 kırsaldalga kızılötesi II) yeni bir görüntü oluşturulmuştur. Bu aşamada, 242 bant arasından seçilen 108 bantlı Hyperion EO-1 görüntüsüne ABD uygulanmış ve ilk üç bileşenden yeni bir görüntü elde edilmiştir. Oluşturulan 8 bantlı ve 3 bantlı yeni görüntülere en çok benzerlik kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Terkos Gölü Durusu mevkiine ait test alanlarını içeren bölgede, Hyperion görüntüsü ile arazi örtüsü sınıflandırması CORINE (Coordination of Information on the Environment) lejantına göre yapılmıştır (YILMAZ 2010). Çalışmada kullanılan lejant ile ilgili ayrıntılı bilgi Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2: Çalışmada kullanılan CORINE lejantı

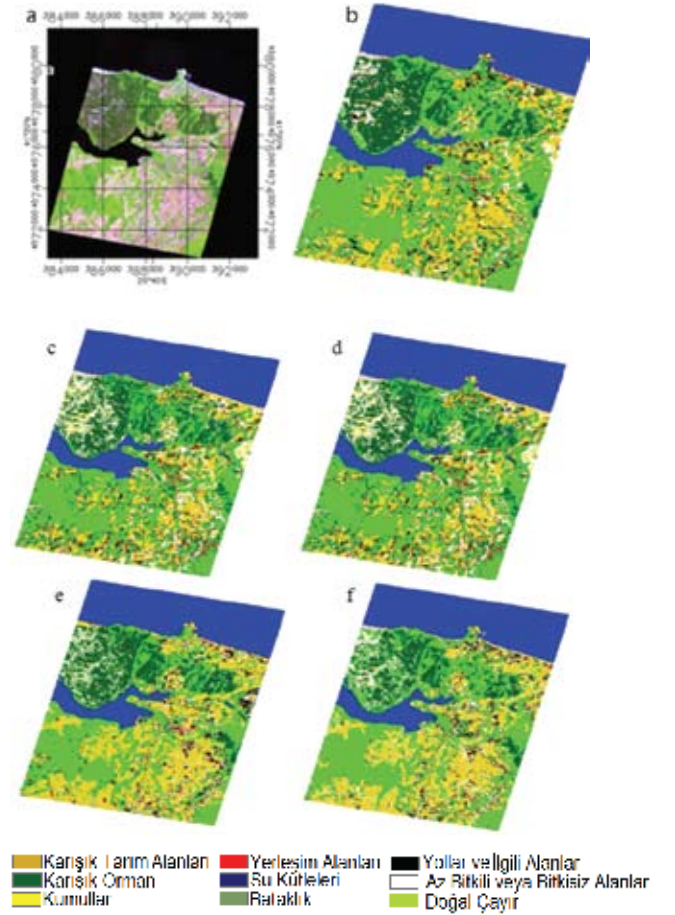
Seviye I	Seviye II	Seviye III
Yapay Yüzeyler	Şehir Yapıları	Sürekli Yapılar
Tarım Alanları	Heterojen tarım alanları	Karışık ürün tarlaları
Orman ve Yarı Doğal Alanlar	Ormanlar	Karışık Orman alanları
	Az bitki/bitkisiz açık alanlar	Az bitkili alanlar
		Doğal Çayırlar
Su Kütleleri	İç sular	Göl
Sulak Alan	İç Sulak Alanlar	İç su kamış

Sınıflandırma işlemi için öncelikle yer ölçmelerinden faydalanılarak görüntü üzerinde her sınıf için (en az 100 piksel

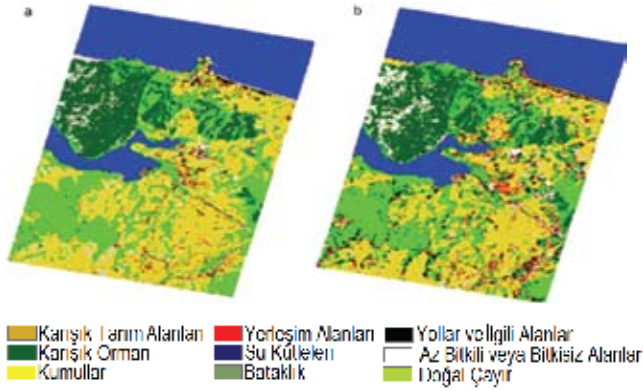
olacak şekilde) örnekleme alanları belirlenmiştir. Sınıflandırmada yüksek doğrulukta güvenilir sonuçlar elde etmek için çalışma bölgesi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index- Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi) hesaplanarak yeşil alanlar ve yeşil olmayan alanlar olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmıştır. İndeks için Hyperion görüntüsü bant 30 (650 nm) ve bant 50 (854 nm) seçilmiştir ve yüksek çözünürlüklü SPOT 5 verisi kullanılarak eşik değeri 0.25 olarak bulunmuştur. Sınıflandırmanın doğruluk değerlendirmesi hata matrisleri ile gerçekleştirilmiştir. Doğruluk analizinde, bağımsız olarak tanımlanmış kontrol alanları ile bu alanlara karşılık gelen sınıflandırma sonuçları, doğru sınıflandırılmış alan yüzdeleri (üretici doğruluğu) ile sınıflandırılmış alanların yeryüzünde var olma olasılıklarının yüzdeleri (kullanıcı doğruluğu) hesaplanmıştır. Bunlara ek olarak genel doğruluk ve Kappa istatistik değeri hesaplanmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

En çok benzerlik yöntemi ile elde edilen seçilen spektral aralıklara ve 108 bantlı görüntüye uygulanan kontrollü sınıflandırma sonuçları Şekil 5 de gösterilmiştir.



Şekil 5: a) Hyperion EO-1 (Kısa Dalga Kızılötesi II- 1648 nm; Yakın Kızıl Ötesi – 833 nm; Kırmızı – 660 nm), sınıflandırma sonuçları b) tüm bantlar (1–108 bands) c) Görünür Bölge d)–Yakın kızılötesi, e) Kısa dalga kızılötesi-I ve f) Kısa dalga kızılötesi - II. Dört spektral gruba ayrılarak uygulanan ABD sonrası üretilen sekiz bantlı yeni görüntünün sınıflandırılması ile heterojen doğal bir ortam olarak tanımlanan Terkos Havzası'nın sulak alanlarının ve civarının ortaya konması mümkün olmuştur (Şekil 6).



Şekil 6: En çok benzerlik ile Sınıflandırılmış Hyperion a) ABD (8 bantlı) b) ABD 3 bileşenli (108 bantlı)

Sınıflandırma genel doğruluğu diyagonal hücrelerde bulunan doğru sınıflandırılmış piksel sayılarının toplamının, doğruluk tablosunda değerlendirmeye katılan toplam piksel sayısına oranıdır. Sınıflandırmanın doğruluk analizi genel doğruluk ve kappa istatistiklerinin hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3: Genel doğruluk ve Kappa istatistik Değerleri

Spektral Bölgeler	Genel Doğruluk	Kappa İstatistik %
VIS (Görünür) bölge	% 74.28	0.71
NIR (Yakın Kızılötesi) bölge	% 76.65	0.74
SWIR I (Kısa Dalga Kızılötesi I) bölge	% 83.00	0.81
SWIR II (Kısa Dalga Kızılötesi II) bölge	% 81.65	0.79
ABD (108 bantlı)	% 72.42	0.69
ABD (8 bantlı)	% 78.62	0.76

Çalışmanın sonucunda dört farklı spektral bölgeye ayrılan 108 bantlı Hyperion EO-1 görüntüsü için her bir bölgeye ait (VIS, NIR, SWIR I ve SWIR II) genel doğruluk sırası ile % 74, % 76, % 83 ve % 81, kappa değerleri ise 0.71, 0.74, 0.81 ve 0.79 olarak hesaplanmıştır. Sekiz bantlı görüntü için genel doğruluk % 78 ve kappa değeri 0.76 bulunmuştur. Hata matrisi ve kappa istatistik analizleri sonucunda, üç bantlı görüntü için %72 toplam doğruluk ve 0.69 kappa değeri elde edilmiştir. Doğruluk analizi sonuçları değerlendirildiğinde en çok benzerlik yöntemi ile gerçekleştirilen sınıflandırmada en iyi sonuç, dört farklı bölgeye ayrılan 108 bantlı görüntünün SWIR I bölgesinde elde edilmiştir. Ana Bileşen Dönüşümü yöntemi ile gerçekleştirilen uygulamada dört ayrı spektral bölgeye uygulanan dönüşüm ile elde edilen sekiz bantlı görüntünün sınıflandırılması için yüksek doğruluk elde edilmiştir.

Elde edilen bir diğer sonuç 30 m mekansal çözünürlüğe sahip Hyperion görüntüsü ile Avrupa birliği ülkelerinin kullandığı ortak CORINE lejantı 3. Seviyesinde arazi örtüsü sınıflarının elde edilebilir olmasıdır. Ancak, bu sınıflardan

özellikle tarla, yerleşim ve açık alanlar sınıfları için karışma problemi söz konusu olmaktadır. Çalışmada sulak alan bitki türlerinin ayırt edilmesi mümkün olmamıştır. Sulak alanlar gibi diğer arazi örtülerine (orman ve tarla) göre daha kısıtlı alanlarda bulunan doğal yapıların dağılımlarının ve bitki türlerinin ortaya konmasında problemler mevcuttur. Bununla birlikte en temel sebebi hiperspektral özelliğe sahip olmasına rağmen Hyperion görüntüsünün 30 m mekansal çözünürlüğe sahip olmasıdır. Bu tip çalışmalarda uçağa takılı sistemlerden elde edilen hiperspektral görüntüler ile daha güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Maliyeti çok yüksek olan bu sistemlerin kullanımı ülkemizde kullanılması güvenlik ve gizlilik gibi nedenlerle henüz mümkün görünmemektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Filiz BEKTAŞ BALÇIK'ın doktora tezi kapsamında yapılan çalışmaların bir kısmını içermektedir. Kullanılan EO-1 Hyperion uydu görüntüsü İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi'nin verdiği araştırma desteği ile sağlanmıştır. Göl ve havza için yapılan tüm arazi ölçmeleri için destek İSKİ tarafından sağlanmıştır. SPOT 5 görüntüsü OASIS (Optimising Access to Spot Infrastructure for Science) projesi kapsamında elde edilmiştir. Hyperion EO-1 görüntüsü için kullanılan MMTG-A modülüne ITC (Faculty of Geo-information Science and Earth Observation) olanakları ile ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- Adam E, Mutanga O, Rugege D, 2010: **Multispectral and hyperspectral remote sensing for identification and mapping of wetland vegetation: a review**, Wetlands Ecology and Management, 18, 3, 281-296.
- Adler Golden M. S, Matthew M. W, Bernstein, L. S, Levine, R. Y, Berk A, Richtsmeier S. C, Acharya P. K, Anderson G. P, Felde G, Gardner J, Hoke M, Jeong L. S, Pukall B, Mello A, Ratkowski A, Burke H. H, 1999: **Atmospheric correction for shortwave spectral imagery based on MODTRAN4**, SPIE Proceeding, Imaging Spectrometry V, 3753.
- Bektaş Balçık F., 2010: **Mapping and Monitoring Wetland Environment by Analysis of Different Satellite Images and Field Spectroscopy**, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Butera M. K, 1983: **Remote Sensing of Wetlands**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 21, 3, 383-392.
- Cudahy T. J, Hewson R.D, Huntington J.F, Quigley, M.A, ve Barry P.S, 2001: **The performance of the satellite-borne Hyperion Hyperspectral VNIR-SWIR imaging system for mineral mapping at Mount Fitton, South Australia**, Proceedings, IEEE 2001 International Conference on Geoscience and Remote Sensing.
- Dechka J.A, Franklin S.E, Watmough M.D, Bennett R. P, Instrup, D.W, 2002: **Classification Of Wetland Habitat and Vegetation Communities Using Multi-Temporal Ikonos Imagery In Southern Saskatchewan**, Canadian Journal of Remote Sensing, 28, 5, 679-685.
- Eastman, R.J, 2001: **Guide to GIS and Image Processing Volume.2**, Clarke Lab. Clark University Worcester, MA USA, 57-74.

- Galvão L. S, Formaggio A. R, ve Tisot D. A, 2005: **Discrimination of sugarcane varieties in Southeastern Brazil with EO-1 Hyperion data**, Remote Sensing of Environment, 94, 4, 523-534.
- Goodenough D.G, Dyk A, Niemann K.O, Pealman J.S, Chen H, Han, T, Murdoch M, ve West C, 2003: **Preprocessing Hyperion and ALI for forest classification**, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 41, 6, 1321-1331.
- Guerschman J. P, Hill M. J, Renzullo L. J, Barrett D. J, Marks A. S, ve Botha E. J, 2009: **Estimating fractional cover of photosynthetic vegetation, non-photosynthetic vegetation and bare soil in the Australian tropical savanna region upscaling the EO-1 Hyperion and MODIS sensors**, Remote Sensing of Environment, 113, 5, 928-945.
- Jackson B. B, 1983: **Multivariate Data Analysis: An Introduction**, Irwin, Homewood, Illinois, USA.
- Jensen J.R, Hodgson M.E, Christensen E. Mackey, H. E, Tinney L.R., ve Sharitz R, 1986: **Remote sensing of Inland Wetlands: A Multispectral Approach**, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52, 1, 87-100
- Kindscher K, Fraser A, Jakubauskas M.E, ve Debinski D, 1998: **Identifying Wetland Meadows in Grand Teton National Park Using Remote Sensing and Average Wetland Values**, Wetlands Ecology and Management, 5, 265-273.
- Kokaly R. F, Clark R. N, 1999: **Spectroscopic determination of leaf biochemistry using band-depth analysis of absorption features and stepwise linear regression**, Remote Sensing of Environment, 67, 267-287.
- Mitsch W. J, ve Gosselink J. G, 2000: **Wetlands**, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Mumby P. J, ve Edwards A. J, 2002: **Mapping Marine Environments With Ikonos Imagery: Enhanced Spatial Resolution Can Deliver Greater Thematic Accuracy**, Remote sensing of Environment, 22, 12, 2377-2400.
- Özeşmi S. L, ve Bauer M. E, 2002: **Satellite Remote Sensing Of Wetlands**, Wetlands Ecology and Management, 10, 381-402.
- Özhatay N, Byfield. A, ve Atay, S, 2003: **Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları**, WWF Türkiye, MAS Press (in Turkish).
- Ramsar Convention Bureau, 2002: **The Ramsar Convention on Wetlands**, <http://www.ramsar.org>, 01.08.2010
- Rundquist D. C, Narumalani S, Narayanan, R, M, 2001: **A Review of Wetlands Remote Sensing and Defining New Considerations**, Remote Sensing Reviews, International Journal of Remote Sensing, 20, 3, 207-226
- Schmidt K. S, Skidmore A. K, 2003: **Spectral discrimination of vegetation types in a coastal wetland**, Remote Sensing of Environment, 85, 1, 92-108.
- Yılmaz R, 2010: **Monitoring land use/land cover changes using CORINE land cover data: a case study of Silivri coastal zone in Metropolitan Istanbul**, Environmental Monitoring and Assessment, 165, 1-4, 603-615