

## **1/50.000 ÖLÇEKLİ HARİTA ÜRETİMİNDE ALAN DETAYLARIN ASTER UYDU GÖRÜNTÜSÜNDEN SINIFLANDIRMA İLE TESPİTİ**

D. Boyacı <sup>a</sup>, M. Erdoğan <sup>a</sup>, F. Yıldız <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Harita Genel Komutanlığı, Ankara - (dijle.baysal, mustafa.erdogan)@hgk.msb.gov.tr

<sup>b</sup> Selçuk Üniversitesi, Konya (fyildiz@selcuk.edu.tr)

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Detay çıkarımı, Doğruluk analizi, Sınıflandırma, Uydu görüntüsü, Uzaktan algılama.

### **ÖZET:**

Harita üretim süreci, hem zaman alan hem de yoğun emek isteyen bir süreçtir. Uydu görüntüleri ya da hava fotoğrafları gibi temel altlıkların yanı sıra raster haritalar ve detay bilgisi gibi elde mevcut diğer yardımcı kaynakların da kullanımı ile başlayan ve çeşitli adımlar içeren bu süreç içerisinde en çok zaman alan detay tanımlama işlemidir. Bu işlem sırasında operatör genellikle mevcut materyaller çerçevesinde kendi kişisel deneyimini kullanarak göz ile karar vermektedir. Bu nedenle detay tanımlama adımı kişisel detay yorumlama farklılıklarına açık olan bir süreçtir. Ancak, detay tespiti üzerine yapılan araştırmalar, uydu görüntüsü ya da hava fotoğrafı gibi materyallerdeki detaya ilişkin farklı bantlardaki yansıma değerlerinin çeşitli analiz yöntemleri ile analiz edilebileceğini, böylece çıplak göz ile elde edilemeyecek birçok bilginin tespit edilebileceğini göstermiştir.

Bu çalışmada, uydu görüntülerinden detay ve bu detaylara ilişkin özneliklerin tespit edilmesinde kullanılacak sınıflandırma ve bazı karar yöntemleri araştırılmıştır. Böylece harita üretiminde en çok zaman alan karar verme sürecine yardımcı olabilecek detay çıkarım yöntemleri ve bunların doğrulukları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, 1/50.000 ölçekli harita üretiminde değerlendirilen alan detaylar dikkate alınarak 9 farklı detay sınıfı belirlenmiştir. ASTER uydu görüntüsü kullanılarak piksel tabanlı ve nesne tabanlı sınıflandırma yapılmış ve sınıf doğrulukları araştırılmıştır. Piksel tabanlı sınıflandırma için en büyük olasılık, en kısa mesafe ve paralel hatlar yöntemleri, nesne tabanlı sınıflandırma için en yakın komşuluk ve fuzzy sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Doğruluk araştırması için bölgenin 45 cm çözünürlüklü ortofotoları kullanılmış ve belirlenen 300 farklı noktada sınıflandırma doğruluğu değerlendirilmiştir. Böylece, her bir detay sınıfının elde edilmesinde en uygun sınıflandırma tekniğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, uydu görüntüsünden kısa sürede elde edilebilen ve harita üretim sürecinde referans veri olarak kullanılarak operatöre yardımcı olacak bir veri seti oluşturmak hedeflenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen araştırma bulguları yorumlanmış ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır.

### **1. GİRİŞ**

Yüksek çözünürlüklü görüntü elde edebilen yeni uydu algılayıcılarının varlığı, bilim dünyasını bu algılayıcıların büyük ölçekli harita yapımında nasıl kullanılacağı konusunda çalışma yapmaya teşvik etmiştir (Holland ve ark., 2006). Çünkü arazi yüzeyine ait bir harita, doğal afet değerlendirme projelerinde, küresel değişim tespit çalışmalarında, çevre ve mühendislik çalışmalarında karar vermede çok önemli olabilir (Sellers ve ark., 1995; Süzen, 2002; Süzen ve Doyuran, 2004a, b). Uzaktan algılamada görüntü sınıflandırması, uydu görüntülerinden arazi örtüsüne yönelik bilgi çıkarımında en sık kullanılan yöntemlerden biridir (Borak ve Strahler, 1999; Chintan ve ark., 2004; Quattara ve ark., 2004). Farklı yöntemler kullanarak arazi yüzeyine ilişkin veri çıkarımı, bu verilerin analizi, yorumlanması, bu işlemlerin güncel ve çok kısa süreler içinde yapılabilirliğinin sağlanması ise uzaktan algılama verileri ile görüntü sınıflandırmanın temel konuları arasındadır.

Görüntü sınıflandırmada temel kabul yeryüzünün belli bir parçasının belli bir sınıfa karşılık geldiğidir. Bu nedenle, sınıflandırma işlemi için öncelikle belirlenmek istenen sınıflar tanımlanmalıdır. Daha sonra görüntüdeki her piksel tanımlanan sınıflar ile karşılaştırılarak en uygun sınıfa atanır.

Sınıflandırmada kullanılan temel birim ve yapı göz önüne alındığında, piksel tabanlı sınıflandırma ve nesne tabanlı sınıflandırma olmak üzere 2 çeşit sınıflandırma yapısından söz etmek mümkündür.

Piksel tabanlı sınıflandırma, görüntüdeki her bir pikselin atama yapılacak sınıf ile olan spektral yakınlığını karşılaştırarak sınıflandıran multispektral sınıflandırma tekniklerini kullanan sınıflandırma yöntemidir (Casals-Carrasco ve ark., 2000). Görüntüdeki tüm pikseller tek tek ele alınır ve ait olduğu sınıfın belirlenmesi sağlanır. Bu işlemde her bir piksel sadece bir sınıfa dâhil edilebilir. Ayrıca seçilen matematiksel algoritmaya göre hiçbir sınıfa atanamayan piksellerin de olması mümkündür. Piksel tabanlı sınıflandırma algoritmaları özellikle daha düşük çözünürlüklü görüntülerde daha avantajlı olup, yüksek çözünürlüklü görüntülerde sınırlı bir yeteneğe sahiptir (Gao ve Mas, 2008; Jenson, 1996; Davis ve Wang, 2002).

Nesneleri sınıflandırma fikri, birçok görüntü verisinin geleneksel sınıflandırma yöntemlerinde olmayan karakteristik dokusal bilgiye sahip olduğu gerçeğinden ortaya çıkmıştır (Blaschke ve Strobl, 2001). Geleneksel piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri, her piksel için n-boyutlu veri vektörünü her sınıfın prototip vektörü ile karşılaştırarak, görüntüdeki her pikselin sınıfını tanımlar. Veri vektörü genellikle piksellerin bantlardan gelen gri değerlerinden ya da bunlardan hesaplanan dokusal ya da içeriksel değerlerden oluşur. Dokusal ya da içeriksel değerler bant içindeki değişimlerin dağılımları hakkında bilgi içerir. Nesne tabanlı yöntemler direk olarak bireysel pikseller üzerinde çalışmazlar. Bu yöntemler, görüntü segmentasyonu ile oluşturulmuş ve anlamlı bir şekilde gruplanmış, birçok pikselden oluşan nesnelere üzerinde çalışırlar. Daha sonra sınıflandırma birimi olarak pikseller yerine bu nesnelere kullanırlar (Carleer ve Wolff, 2006; Blaschke, 2010). Ayrıca piksel tabanlı sınıflandırma

yöntemlerinde kullanılan spektral ve dokusal bilginin yanında şekil karakteristiklerini ve komşuluk ilişkilerini kullanırlar (Shackelford ve Davis, 2003). Nesne tabanlı analizler yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde özellikle farklı fiziksel özelliklere sahip küçük parçaların mozaikli alanlarda daha yüksek doğrulukta sınıflandırma sağlamaktadır (Mathieu ve ark., 2007).

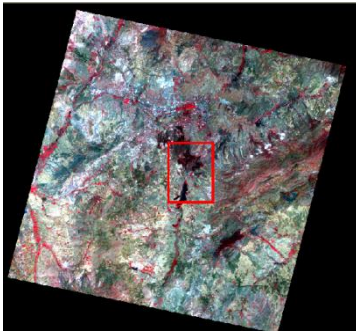
Nesne tabanlı yöntemler klasik piksel tabanlı yöntemlerden farklı olarak bulanık mantık sınıflandırmaya olanak sağlar. Bu durumda her bir nesne birden fazla sınıf üyeliğine sahip olabilir. Sınıf üyelikleri 0 ile 1 arasında değişebilen bir rakam ile ifade edilir. Bu değer skalasında 1 değeri pikselin o sınıfa ait tam üyeliği temsil ederken, 0 değeri hiçbir üyeliğin olmadığı durumu temsil eder. Aradaki değerler ise büyüklükleri oranında üyeliğin olacağını gösterir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, sınıflandırma ile detay ve öznelik tespiti yapılabilmesi amacı ile 15 m çözünürlüklü Aster (14 bant) uydu görüntüsü kullanılarak piksel tabanlı ve nesne tabanlı sınıflandırma yapılmıştır. Piksel tabanlı sınıflandırma için en büyük olasılık, en kısa mesafe ve paralel hatlar yöntemleri, nesne tabanlı sınıflandırma için çok çözünürlüklü segmentasyon, en yakın komşuluk sınıflandırması ve fuzzy sınıflandırma yöntemleri test edilmiştir. Fuzzy sınıflandırma için görüntüye bağımlı olmayan kurallar tanımlanmış, böylece görüntüdeki atmosferik koşulların sınıflandırmaya etkisinin minimuma indirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen sınıflandırma sonuçları 300 farklı noktada değerlendirilerek doğruluk araştırması yapılmıştır. Son olarak elde edilen sonuçlar neticesinde bazı detay sınıfları için raster veriden vektöre dönüşüm yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

### 2.1 Çalışma Alanı

Çalışma bölgesi olarak Ankara'nın güneyinde Gölbaşı bölgesinde (32° 45'-32° 52' 30" doğu boylamı ve 39° 45'-39° 52' 30" kuzey enlemi) yer alan I29-b4 paftası seçilmiştir. Yaklaşık 150 km<sup>2</sup> alanı kapsayan bölge, detay çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Bölgede özellikle büyük yerleşim alanları, tarım alanları ve iki adet göl detayı dikkati çekmektedir. Bölgenin, sınıflandırma ile tespit edilecek detay çeşitliliği açısından uygun olduğu değerlendirilmektedir. Bölgede yükseklik 893 m ile 1292 m arasında değişmekte olup, bölge için ortalama deniz seviyesi yüksekliği 1100 m'dir. Çalışma alanı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma bölgesinin Aster uydu görüntüsü

### 2.2 Kullanılan Veri ve Programlar

**Aster uydu görüntüsü:** Uygulamada kullanılmak üzere 15 m çözünürlüklü VNIR (3 bant), 30 m çözünürlüklü SWIR (6 bant) ve 90 m çözünürlüklü TIR (5 bant) bantlarından oluşan Aster uydu görüntüsü seviye 1B olarak temin edilmiştir. Bu nedenle öncelikle verinin geometrik düzeltilmesi yapılarak koordinatlandırılmıştır. Uygulamada veriye ait tüm bantlar kullanılmıştır. Görüntü, sadece uygulama çalışmasında kullanılmak üzere Aster uydusunun Türkiye temsilcisi olan NİK Sistem firmasından ücretsiz olarak temin edilmiş olup, görüntü alım tarihi 26 Temmuz 2002'dir.

**Hava Fotoğrafı:** Doğruluk araştırması yapmak amacı ile sayısal hava fotoğrafları kullanılmıştır. 100,5 mm. odak uzaklığına sahip Vexcel UltracamX kamera ile elde edilen 1/60.000 ölçekli hava fotoğrafları renkli ve 45 cm çözünürlüğe sahiptir. Görüntü Harita Genel Komutanlığından ücretsiz temin edilmiş olup, görüntü alım tarihi 26 Haziran 2008'dir.

**ERDAS Imagine 9.2 Yazılımı:** Uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının görüntülenmesi, işlenmesi, zenginleştirilmesi ve analiz edilmesi işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan bir görüntü işleme yazılımıdır. Çalışmada yazılımın piksel tabanlı sınıflandırma ve doğruluk araştırması modülleri kullanılmıştır.

**eCognition Developer 8 Yazılımı:** Geleneksel görüntü sınıflandırma yöntemlerindeki zayıflık ve sınırlamaları azaltmak amacı geliştirilen yazılım, literatürde en çok kullanılan nesne tabanlı sınıflandırma yazılımıdır. Yazılım, farklı seviyelerde segmentasyon yapma, bunları farklı seviyelerde aynı anda kullanma, görüntü bant değerlerine ağırlık verme, fuzzy kurallar oluşturmak için kural nesnelere sahip olma gibi imkânlarla sahiptir. Ayrıca, yazılımın vektöre dönüşüm modülü kullanılarak elde edilen sınıflandırma sonuçlarından vektör veriye dönüşüm yapılmıştır.

### 2.3 Sınıflandırma ile Detay Tespiti

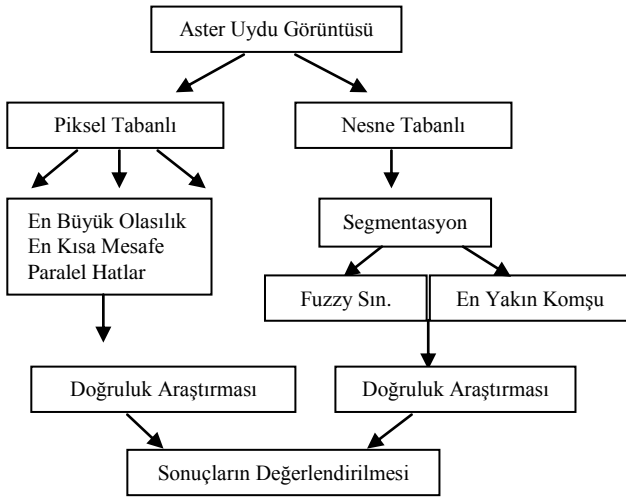
Sınıflandırma ile detay tespitinde en önemli konulardan bir tanesi uygun detay sınıflarının belirlenmesidir. Bu kapsamda, çalışma alanı ve 1/50.000 ölçekli harita üretiminde kullanılan alan detaylar dikkate alınarak Tablo 1'de yer alan sınıflar belirlenmiştir.

Burada, örneğin orman detay sınıfında hem ağaç cinsleri hem de ağaçların alan içindeki yoğunluğu tespit edilmeye çalışılırken, su detayı sadece detay bazında tespit edilmeye çalışılmıştır. Böylece 5 detayın farklı öznelik kombinasyonları ile toplam 9 sınıf belirlenmiştir.

Sıra	Detay Kodu	Detay Adı	Öznelik
1	AL020	Yerleşim	-
2	EA010	Tarım Alanı	Ekili Boş
3	EC030	Orman	İğne yapraklı Geniş yapraklı Yoğun Az yoğun
4	DA010	Açık Arazi	-
5	BH080, BH130, BH140	Su Alanı	-

Tablo 1. Sınıflar ve öznelikleri

Belirlenen sınıfların tespit edilmesi amacıyla piksel tabanlı sınıflandırma için en büyük olasılık, en kısa mesafe ve paralel hatlar algoritmaları seçilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma için öncelikle çok çözünürlüklü segmentasyon yapılmış, daha sonra en yakın komşuluk ve fuzzy sınıflandırma yöntemleri ile sınıflandırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çalışma bölgesine rastgele dağılmış 300 farklı noktada değerlendirilmiştir. Bu noktalardan bazıları için hava fotoğrafı üzerinden değerlendirme yapılırken, bazı noktalarda arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Uygulamada kullanılan iş akışı Şekil 2'de gösterilmiştir.

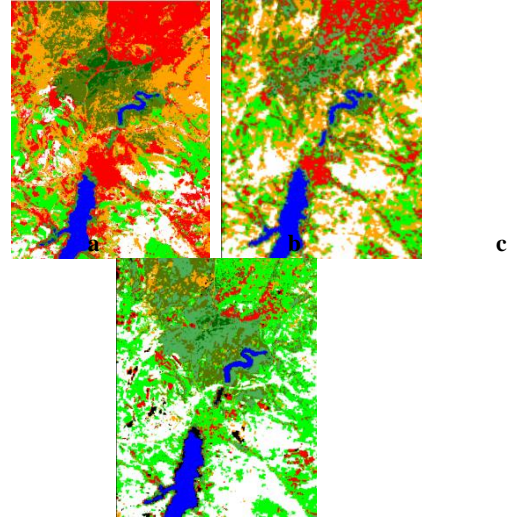


Şekil 2. İş akışı

Piksel tabanlı sınıflandırma için ilk işlem adımı uydu görüntüsü üzerinden eğitim alanlarının toplanmasıdır. Erdas Imagine 9.2 yazılımının "Classifier Modülü" kullanılarak 9 detay sınıfı için Aster uydu görüntüsü üzerinden eğitim alanları toplanmıştır. Bu işlemde detayların tespit edilmesinde 45 cm çözünürlüklü hava fotoğraflarından da yararlanılmıştır.

Daha kabul edilebilir sınıflandırma sonuçları elde edebilmek için toplanacak eğitim alanlarının tüm görüntüye dağılmış olmasına ve belirleyeceği sınıfları temsil etmesine dikkat edilmelidir. Bu nedenle eğitim alanları toplanırken sadece bir tek bölgeden değil, arazideki birçok bölgeden küçük parçalar halinde toplanmış, daha sonra bunlar birleştirilerek sınıfa ait eğitim alanı oluşturulmuştur.

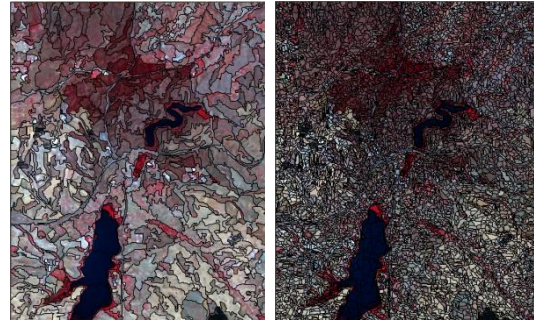
Toplanan eğitim alanları girdi veri olarak kullanılmış ve Erdas Imagine 9.2 yazılımının "Classifier Modülü" kullanılarak görüntülerin sınıflandırması yapılmıştır. Elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Sınıflandırma sonuçları a. En büyük olasılık b. En kısa mesafe c. Paralel hatlar sınıflandırma sonucu

Nesne tabanlı sınıflandırma için temel adım görüntü segmentasyonudur. Bunun yanı sıra nesne tabanlı yöntemlerin başarısı büyük oranda görüntü segmentasyonunun kalitesine bağlıdır. Sadece iyi segmentasyon yapılarak oluşturulan nesne tabanlı sınıflandırma piksel tabanlı sınıflandırmaya göre daha iyi sonuçlar verir (Yan ve ark., 2006).

Segmentasyon için çok çözünürlüklü segmentasyon yöntemi (multiresolution segmentation) seçilmiştir. Burada 3 parametre (ölçek, şekil, bütünlük) için farklı değerler seçilerek Şekil 4'de görüldüğü gibi birbirlerinden çok farklı nesnelere oluşturmak mümkündür. 12 farklı seviyede yapılan segmentasyon sonucunda oluşan nesnelere boyut ve şekilleri dikkate alınarak en iyi segmentasyon sonucunun (Ölçek: 10, Şekil: 0,2, Bütünlük: 0,5) parametreleri ile elde edildiği tespit edilmiştir.



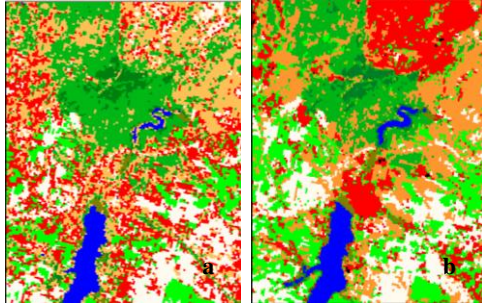
Şekil 4. Farklı parametrelerle segmentasyon sonucu

Nesne tabanlı sınıflandırma için fuzzy ve en yakın komşuluk sınıflandırması olmak üzere iki farklı yöntem seçilmiştir. Öncelikle sınıflar tanımlanmış ve görüntü üzerinden örnek alanları toplanmıştır. Fuzzy sınıflandırmada her bir sınıf için görüntüdeki çok sayıdaki bant oranları kullanılarak kurallar tanımlanmıştır. Fuzzy kuralları oluşturulurken görüntü yansıma değerleri direkt olarak kullanılmamıştır. Çünkü görüntü yansıma değerleri atmosferik koşullara bağlıdır ve kullanılması durumunda mutlaka atmosferik düzeltme yapılmalıdır. Atmosferik koşullar tüm yansıma değerlerini aynı şekilde etkileyeceğinden oran değerlerinde bu etken ortadan kaldırılır.

Örneğin, su detayı yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi batta diğer detaylara göre çok düşük yansıma verir. Ayrıca

görüntüdeki yeşil ve yakın kızılötesi bantların oranları ile elde edilen su indeksi de su detayının tespit edilmesinde kullanılabilir. Bu gibi çok sayıdaki kural tanımlanarak detay sınıflarının tespiti yapılmıştır.

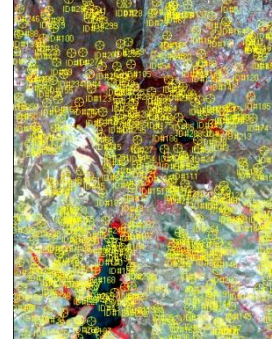
En yakın komşuluk sınıflandırması için en yakın komşuluk yönteminin matematiksel algoritması tanımlanmış ve sınıflandırma yapılmıştır. Elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Fuzzy (a) ve en yakın komşuluk (b) sınıflandırması

## 2.4 Doğruluk Araştırması

Elde edilen sınıflandırma sonuçlarının doğruluğu Şekil 6'da gösterilen araziye rastgele dağılmış 300 noktada test edilmiştir. Yapılan tüm doğruluk araştırmalarında burada belirlenen 300 nokta kullanıldığından farklı noktalara bağlı olarak yapılabilecek değerlendirme farklarının minimuma indirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 6. Doğruluk araştırması için kullanılan noktalar

Tablo 2 ve Tablo 3'de piksel ve nesne tabanlı sınıflandırma için elde edilen doğruluk araştırması sonuçları verilmiştir.

Sınıflar	En Büyük Olasılık		En Kısa Mesafe		Paralel Hatlar	
	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)
Yerleşim Alanı	81.03	68.12	32.76	51.35	18.97	57.89
Tarım Alanı (Ekili)	89.47	73.91	42.11	30.77	65.79	28.41
Tarım Alanı (Boş)	76.67	63.89	60.0	31.58	63.33	26.03
Orman Az Yoğ. İğne Yap.	76.0	48.72	60.0	42.86	60.0	50.0
Orman Yoğun İğne Yap.	54.55	100	18.18	100	13.64	75.0
Orman Az Yoğ. Geniş Yap.	14.29	25.0	14.29	4.17	28.57	4.76
Orman Yoğun Geniş Yap.	72.73	53.33	36.36	44.44	18.18	20.0
Açık Arazi Toprak	51.06	75.0	35.11	50.00	12.77	80.0
Su	100	100	93.75	83.33	100	100
Genel Doğruluk (%)	69.10		41.53		34.88	
Kapa	0.6320		0.3133		0.2722	

Tablo 2. Piksel tabanlı sınıflandırma için doğruluk araştırması

Sınıflar	En yakın komşuluk		Fuzzy sınıflandırma	
	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)
Yerleşim Alanı	76.92	75.47	20.69	22.22
Tarım Alanı (Ekili)	77.55	66.67	73.68	80.00
Tarım Alanı (Boş)	80.68	64.29	70.0	46.67
Orman Az Yoğ. İğne Yap.	87.88	59.18	90.63	42.03
Orman Yoğun İğne Yap.	65.00	100	73.33	61.11
Orman Az Yoğ. Geniş Yap.	0	0	0	0
Orman Yoğun Geniş Yap.	60.00	66.67	63.64	70.00
Açık Arazi Toprak	62.79	85.71	24.47	40.35
Su	100	100	81.25	100
Genel Doğruluk (%)	74.42		47.84	
Kapa	0.7014		0.3833	

Tablo 2. Nesne tabanlı sınıflandırma için doğruluk araştırması



Piksel tabanlı sınıflandırma için seçilen 3 yöntemden en büyük olasılık sınıflandırması yönteminin %69 genel doğruluk ve 0,63 kapa değeri ile diğer iki yönetime göre daha iyi olduğu görülmektedir. Yöntem, geniş yapraklı orman detay sınıfı dışındaki tüm sınıfların tespiti için %70'in üzerinde doğruluğa ulaşmıştır. Geniş yapraklı orman (az yoğun) detay sınıfının iğne yapraklı ormana göre doğruluk değeri düşüktür. Çalışma bölgesinde yer alan ormanlık alanların geneli iğne yapraklı ormanlardır. Geniş yapraklı orman olarak nitelendirilen bölgeler bahçe tarzındaki küçük ağaçlık alanlardır. Bu alanlar 15 m çözünürlüklü görüntüde diğer sınıfların içinde kaybolmaktadır.

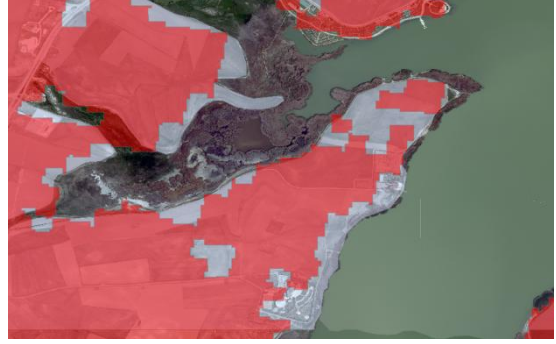
En kısa mesafe ve paralel hatlar yöntemi belirlenen 9 detay sınıfından 8 adedi için yetersiz kalmıştır. Bu iki yöntem sadece su detay sınıfı için yeterli doğruluğa ulaşabilmiştir.

Tablo 3'de yer alan nesne tabanlı sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, en yakın komşuluk yönteminin %74 genel doğruluk ve 0.70 kapa değeri ile diğer tüm yöntemlere göre daha yüksek doğruluğa ulaştığı görülmektedir. Her bir detay sınıfının iç doğruluğu da diğer yöntemlere göre daha iyidir. Fuzzy sınıflandırma yöntemi de en kısa mesafe ve paralel hatlar yöntemine göre daha başarılı bir yöntemdir. Geniş yapraklı az yoğun orman detayı nesne tabanlı yöntemler ile tespit edilememiştir. Piksel tabanlı yöntemlerde olduğu gibi su detay sınıfı her iki yöntemle de kolaylıkla tespit edilebilmektedir.

### 3. SONUÇLAR

Yukarıda 1/50.000 ölçekli harita üretiminde değerlendirilen alan detaylar dikkate alınarak belirlenen 9 farklı detay sınıfı için gerçekleştirilen sınıflandırma sonuçları verilmiştir. Elde edilen sınıflar ayrıca vektör veriye çevrilmiş ve operatör tarafından hava fotoğrafı üzerinden toplanan gerçek verilerle de karşılaştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; nesne tabanlı yöntemlerin piksel tabanlı yöntemlere göre az yoğun iğne yapraklı orman detay sınıfı dışında araziyi temsil etmede daha iyi olduğu görülmektedir. En yakın komşuluk sınıflandırması yöntemi diğer yöntemlere göre daha yüksek doğruluğa (%74 genel doğruluk, 0.70 kapa) ulaşmıştır. Piksel tabanlı bir yöntem olan en büyük olasılık sınıflandırması da diğer piksel tabanlı yöntemlere göre daha yüksek sınıf doğruluklarına ulaşmıştır.

Şekil 7'de tarım alanı detayı için fotogrametrik kıymetlendirme ve en yakın komşuluk sınıflandırması ile elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Tarım alanı detayı ekili ve boş olmak üzere iki farklı şekilde değerlendirilmiştir. Ancak, çalışma için kullanılan uydu görüntüsü Temmuz tarihlidir. Bölgede bulunan tarım alanlarının geneli ise buğday tarlalarıdır. Buğdaylar bu tarihte sararmış durumda (hasata hazır) olduğundan boş olan tarım alanları ve açık arazi detayı ile karışmaktadır. Bu nedenle, tarım alanı bölgelerinin tek olarak sınıflandırılması durumunda doğruluğun artacağı değerlendirilmektedir.



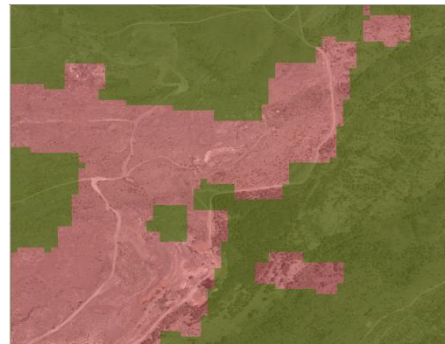
Şekil 7. Tarım alanı detayı için gerçek veriler, sınıflandırma sonucu ve farklar

Şekil 8'de iğne yapraklı orman detayı için fotogrametrik kıymetlendirme ve en yakın komşuluk sınıflandırması ile elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Sonuçların genel anlamda uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 8. Orman detayı için gerçek veriler, sınıflandırma sonucu ve farklar

Alan detayların kıymetlendirilmesinde operatör yorumu büyük önem arz etmektedir. Aynı detayın sınırlarına ilişkin farklı operatörler arasında yorum farkı olabileceği gibi, aynı operatör tarafından farklı zamanlarda yapılan kıymetlendirmelerde de fark olacaktır. Aynı operatörün iki kıymetlendirmesi hiçbir zaman detayın aynı noktalarından olamaz.



Şekil 9. Detaylar için operatör yorumu

Şekil 9'da görüldüğü gibi operatör ormanlık alan içinde yer alan toprak kısmı ayrıca değerlendirmemiş ve ormanlık alana dâhil etmiştir. Bu durum başka bir operatör tarafından daha farklı şekillerde yorumlanabilir. Bu nedenle alan detayların kesin sınırlarını çizmek çok zordur. Operatörün ormanlık

alana dâhil ettiği toprak kısımlar sınıflandırmada gerçek sınıfı olan toprak sınıfına atanmıştır. Bu durum diğer alan detaylar için de geçerlidir. Bu nedenle bu tarz farklılıkların olduğu alanlar yanlışlık olarak değerlendirilmemelidir. Sınıflandırma sonuçlarının kıymetlendirme esasında referans veri olarak kullanılmasındaki amaç, operatöre yardımcı olmak ve bölgenin genel yapısı hakkında bilgi vermektir.

Sonuç olarak, elde edilen bilgiler ışığında sınıflandırma ile elde edilen verilerin referans veri olarak harita üretim sürecinde kullanılabilmesi, böylece harita üretim sürecinin kısaltılabileceği ve üretim doğruluğu ve kalitesinin artırılmasında faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

#### KAYNAKÇA

Blaschke, T., 2010, Object Based Image Analysis for Remote Sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 2–16.

Blaschke, T. and Strobl, J., 2001, What's Wrong with Pixels? *Some Recent Development Interfacing Remote Sensing and GIS*, *GeoBIT/GIS* 14 (6), 12–17.

Borak, J.S. and Strahler, A.H., 1999, Feature Selection and Land Cover Classification of a MODIS-like Dataset for a Semi-arid Environment, *International Journal of Remote Sensing*, 20, 919-938.

Carleer, A.P. and Wolff, E., 2006, Region-Based Classification Potential for Land-Cover Classification with Very High Spatial Resolution Satellite Data, in *Proceedings of 1st International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA 2006)*, Salzburg University, Austria, July 4-5, 2006. Vol. XXXVI, ISSN 1682-1777.

Casals-Carrasco, P., Kubo, S., Babu Madhavan, B., 2000, Application of Spectral Mixture Analysis for Terrain Evaluation Studies, *International Journal of Remote Sensing*, 21 (16), 3039-3055.

Chintan, A.S., Arora, M.K., Paramod, K.V., 2004, Unsupervised Classification of Hyperspectral Data : an ICA Mixture Model Based Approach, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 481-487.

Davis, C. H. and Wang, X., 2002, Urban Land Cover Classification from High Resolution Multi-Spectral IKONOS imagery, in Proc. *IGARSS*, vol. 2, Toronto, ON, Canada, 1204–1206.

Gao, Y., and Mas, J.F., 2008, A Comparison of the Performance of Pixel Based and Object Based Classifications over Images with Various Spatial Resolutions, *Journal of Earth Sciences*, 2 (1), 27-35, ISSN:1991-7708.

Holland, D. A., Boyd, D. S., Marshall, P., 2006, Updating Topographic Mapping in Great Britain Using Imagery from High-Resolution Satellite Sensors, *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 60 (3), 212–223.

Jenson, J.R., 1996, Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, 2<sup>nd</sup> ed., *Upper Saddle River*, NJ: Prentice–Hall.

Mathieu, R., Aryal, J., Chong, A.K., 2007, Object-Based Classification of Ikonos Imagery for Mapping Large-Scale

Vegetation Communities in Urban Areas, *Sensors*, 7, 2860-2880.

Sellers, P.J., Meeson, B.W., Hall, F.G., Asrar, G., Murphy, R.E., Schiffer, R.A. and Bretherton, F.P., 1995, Remote Sensing of the Land Surface for Studies of Global Change: Models–Algorithms–Experiments, *Remote Sensing of Environment*, 51, 3–26.

Süzen, M.L., 2002, Data Driven Landslide Hazard Assessment Using Geographical Information Systems and Remote Sensing, PhD thesis, *Middle East Technical University*, Ankara.

Süzen, M.L. and Doyuran, V., 2004a, A Comparison of the GIS Based Landslide Susceptibility Assessment Methods: Multivariate Versus Bivariate, *Environmental Geology*, 45, 665–679.

Süzen, M.L. and Doyuran, V., 2004b, Data Driven Bivariate Landslide Susceptibility Assessment Using Geographical Information Systems: a Method and Application to Asarsuyu Catchment, Turkey. *Engineering Geology*, 71, 303–321.

Quattara, T., Gwyn, Q.H.J., Dubois, J.-M.M., 2004, Evaluation of the Runoff Potential in High Relief Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Data: Application to Bolivia, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 423-435.

Shackelford, A. K. and Davis, C. H., 2003, A Combined Fuzzy Pixel-Based and Object-Based Approach for Classification of High-Resolution Multispectral Data Over Urban Areas, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41 (10), 2354-2364.

Yan, G., Mas, J. F., Maathuis, B. H. P., Zhang, X., Van Dijk, P. M., 2006, Comparison of Pixel-Based and Object-oriented Image Classification Approaches - a Case Study in a Coal Fire Area, Wuda, Inner Mongolia, China, *International Journal of Remote Sensing*, 27 (18), 4039-4055.