

Uydu Görüntüleri Bilgi İçeriğinin Ormancılık Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi

Ayhan ATEŞOĞLU¹ Metin TUNAY² Hüseyin TOPAN³ Murat ORUÇ⁴

¹ Arş. Gör., ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın

² Prof. Dr., ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın

³ Arş. Gör., ZKÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi Fotog. Mühendisliği Böl., 67100, Zonguldak

⁴ Uzman, ZKÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi Fotog. Mühendisliği Bölümü, 67100, Zonguldak

Özet

İnsan yaşamının doğal bir parçası olan ormanların, ülkenin ekonomik gelişmişliği, su ve toprak koruması gibi konular üzerinde önemli bir yeri vardır. Doğal kaynakların başında gelen ormanların işletilmesinde uzaktan algılama verileri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Algılayıcıların geometrik, radyometrik ve spektral çözünürlüğündeki artış, detayların daha kolay ve doğru belirlenmesini sağladığı gibi, sınıflandırma doğruluğunu da arttırmaktadır. Uydu görüntülerinin geometrik çözünürlüğünden söz edilirken genellikle yer örnekleme aralığı (GSD: Ground Sampling Distance) değerinden bahsedilir. Görüntülerin etkin piksel büyüklüğü ve geometrisi, görüntülenen alandaki topografyanın durumu, gölgelerin boyu ve yönü bilgi içeriğini etkileyen diğer önemli etkenlerdir. Bu çalışma kapsamında, Bartın bölgesi orman alanlarına ait çeşitli çözünürlükteki uydu görüntülerinin (Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Spot 4 (level 1B), Bilsat ve Ikonos) bilgi içerikleri ormancılık uygulamaları yönünden incelenmiştir. İlk olarak uydu görüntülerinin bilgi içeriği bakımından en önemli etmenler olan geometrik çözünürlükleri ve radyometrik çözünürlükleri karşılaştırılmıştır. 4 bit radyometrik çözünürlüğe sahip Bilsat uydu verisinin bilgi içeriğinin diğerlerine oranla çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Her bir uydu görüntüsüne ait kıyı sınırı, orman sınırı, yollara ilişkin elle vektörleştirme sonucunda en iyi sonucu 20m GSD ye sahip SPOT 4 verirken, yine sahip olduğu düşük radyometri özelliğinden dolayı Bilsat görüntü verisinden yeterli sonuç alınamamıştır. Test alanına ilişkin Orta çözünürlüklü görüntüler üzerinden kontrollü sınıflandırma yapılarak sonuçları karşılaştırılmıştır. Test alanlarına ilişkin Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Spot 4, Bilsat görüntü verilerinin sınıflandırma genel doğrulukları sırasıyla %83, %86, %82, %69'dur. Test alanına ilişkin 1m GSD ye sahip IKONOS pan-sharpened yüksek çözünürlüklü görüntü verisi üzerinden elle vektörleştirme işlemi yapılarak elde edilen bilgi içeriğinin ormancılık çalışmalarında altlık olarak sıkça kullanılan 1:25000 ölçekli topoğrafik haritaların bilgi içeriğinden daha fazla olduğu da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uydu Görüntüleri, Geometrik Çözünürlük, Ormancılık

Investigation of the Information Content of Remote Sensing Images with Respect to Forestry

Abstract

Remote sensing data has been using effectively for management of forest which the primary natural resources. Resolution is a quality of any remote sensing image and can be referred to as the ability of the sensor system to acquire image data with specific characteristics. Detecting the shape of object is more easy and accurate thanks to the improving of geometric resolution of remote sensing images. By the means of satellite images resolution, generally meant Ground Sampling Distance value. So the extracted information content increases. Geometric resolution is

the projection of the detector element thought the sensor optics within the sensor instantaneous field of view. This is a measure of the smallest separation between objects that can be distinguished by the sensor. A remote sensing system at higher geometric resolution can detect smaller objects. Additionally, the radiometric and spectral resolutions are helpful for classification and detect of the objects. Spectral resolution is the number and dimension of specific wavelength intervals in the electromagnetic spectrum to which a sensor is sensitive. The sensitivity of the detector to differences in the signal strength of energy in specific wavelengths from the target is a measure of radiometric resolution. Greater radiometric resolution allows smaller differences in radiation signals to be discriminated. Besides, effective pixel size and geometry of the images, topography of imaged area, object contrast, length and direction of shadow, atmospheric condition are the other parameters which affects the information content.

With this study, the information contents of satellite images (Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Spot 4 (level 1 B), Bilsat and Ikonos) belonging to forest areas in Bartın region and having various resolutions have been examined in terms of forest practices. First of all, geometric and radiometric resolutions of satellite images which are the most important elements in terms of the information content have been compared. It has been discovered that the information content of the Bilsat satellite data which has 4 bit radiometric resolution is very low compared to others. Spot 4, which have 20m GSD (Ground Sampling Distance) has given the best as a result of manual vectorization concerning coastal boundary, forest boundary and roads belonging to each satellite image and because of the low radiometry, a satisfying result hasn't been obtained from Bilsat image data. Controlled classification has been made on images which have a medium resolution and which belong to test field and the results have been compared. The general classification accuracy of Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Spot 4 and Bilsat image data belonging to the test field have been 83%, 86%, 82% and 69% respectively. It has also been discovered that the information content obtained by vectoring manually on Ikonos pan-sharpened high resolution image data which have 1m GSD is much more than the information content of 1:25000 topographic maps which are frequently used in forestry operations as base map.

Keywords: Satellite Images, Geometric Resolution, Forestry

1. Giriş

Son yıllarda uydu teknolojisinin gelişimine paralel olarak uydu verilerinin geometrik ve radyometrik çözünürlüklerinin artmasıyla uydu verilerinin daha etkin kullanımı ortaya çıkmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte, farklı çözünürlüklere ait uydu görüntülerinden detaya ait bilgi çıkarımındaki gelişimde göz ardı edilemez. Özellikle yüksek çözünürlüklü görüntü verisine sahip uyduların sivil amaçlı kullanımının yaygınlaşması ile görüntü verisi üzerinden bilgi çıkarımı hususunda son derece önemli mesafeler alınmıştır. Sivil amaçlı uzaktan algılama uydularının kullanımı ve gelişimi, doğal kaynaklar ve vejetasyon üzerindeki çevresel değişimlerin gözlenmesi için daha hızlı ve düşük maliyetli haritalama olanağı sağlamıştır. Uygun nitelik ve nicelikte sağlanan bilgiler, sonraki çalışmalara yön verecek şekilde değerlendirilmeye başlanmıştır. Günümüzde yer örnekleme aralığı (GSD: Ground Sampling Distance), yüksek orta ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden vektörel harita üretiminde hızlı, doğru ve ekonomik bir veri kaynağı olmaktadır. Buna karşılık radyometrik çözünürlükleri yüksek uydu görüntü verilerinin de detaya ait bilgi çıkarımında oldukça etkin oldukları muhakkaktır. Uydu sistemlerinin radyometrik çözünürlükleri 3 bit ile 12 bit arasında değişmektedir. Yüksek radyometrik çözünürlük görüntü yorumlamayı kolaylaştırmaktadır. Yine bu özellik otomatik detay teşhisi, otomatik eşleme gibi algoritmalarından daha başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Eski uydu sistemleriyle çok

sayıda bantta düşük çözünürlüklerde görüntü alınırken, yeni uydularda genelde görünür ve infrared bantlarda yüksek çözünürlüklerde görüntü alınmaktadır (Akdeniz ve Erdoğan, 2005)

1.1. Geometrik çözünürlük

Çözünürlük, bir bütünü en küçük bileşenin büyüklüğüdür. Algılayıcı tarafından çözülebilen en küçük birimin büyüklüğüdür (Sesören, 1999; Lillesand et al., 2000). GSD, komşu piksellerin merkezlerinin yeryüzündeki fiziksel karşılıkları olarak tanımlanabilir. Uydu görüntülerinin geometrik çözünürlüklerinden bahsedilirken genellikle normal GSD değerlerinden bahsedilir. Oysa etkin GSD, görüntülerin asıl sahip oldukları geometrik çözünürlük değeridir. GSD değerinin küçülmesi, nesnelerin daha ayrıntılı görüntülenmesini sağlamaktadır. Görüntüleme sistemine ve atmosferik duruma bağlı olarak görüntülerin normal ve etkin GSD değerleri arasında fark olması muhtemeldir (Şahin ve ark., 2004). Ayrıca uydu görüntü verisinin radyometrik çözünürlüğünün düşük olması ilgili görüntünün normal ve etkin GSD değerleri arasında fark olmasına neden olur. Bu durum ise ilgili görüntü verisinde istenilen detay hakkında bilginin alınmasını engelleyici bir faktördür.

Günümüzün mevcut yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin geometrik doğruluğu, yer kontrol noktaları (YKN) kullanılarak yapılan çalışmalara göre, hem YKN'lerde hem de bağımsız denetim noktalarında (BDN) bir pikselin altında doğruluğa sahiptir (Topan ve ark., 2004). Dolayısıyla, örneğin 1m yer piksel büyüklüğüne sahip bir görüntü 1:5000 ölçekli bir haritanın sağladığı konum doğruluğuna sahipken bu ölçekteki bir haritanın bilgi içeriğine sahip değildir. Bunun nedeni, görüntü ile harita arasında 0.05-0.10 mm GSD ilişkisinin mevcut olmasıdır. Bu ilişki şöyle açıklanabilir: Harita üzerindeki bir nesne, örneğin çizgi ile gösterilen bir nesne, en az 0.25 mm kalınlığa sahiptir. Görüntü kalitesine bağlı olarak bir nesne görüntü üzerinde 2-5 piksel ile tanımlanabilir. Bu durumda harita yapımı için gereken GSD:

$$GSD = (2\sim 5) * 0.25 \text{ mm} * \text{ölçek} = (0.05\sim 0.10) \text{ mm} * \text{ölçek} \quad (1)$$

şeklinde belirlenebilir (Srivastava et al., 1996). Bu durumda 1:10000 ölçekli bir haritanın yapılabilmesi için gereken GSD değeri 1.0m'dir. Dolayısıyla 1.0m GSD değerine sahip bir görüntü 1:5000 ölçekli bir haritanın konum doğruluğunu verirken ancak 1:10000 ölçekli bir haritanın bilgi içeriğine sahiptir (Topan ve ark., 2006). Ormancılık uygulamalarında kullanılan 1:25000 ölçekli topoğrafik harita kullandığımız gerçeği düşünülürse, uydu görüntü verisinin 1:25000 ölçekli haritanın bilgi içeriğine sahip olması için gereken GSD değeri 2,5m'dir. Bu kural, GSD'ye göre oluşturulmuş yaklaşık bir kuraldır ve diğer pek çok etken bu kuralı olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. Bu etkenler, geometrik ve radyometrik çözünürlük, etkin GSD, görüntünün geometrisi, atmosferik durum, gölge boyları ve yönü, görüntülenen alanın topoğrafyası ve nesnelerin durumudur. Söz konusu ormanlar ve özellikle Türkiye ormanları olduğunda coğrafi bölgelere göre değişiklik gösteren atmosferik durum, güneş açısı ve yönü ve topoğrafya oldukça önemlidir.

1.2. Radyometrik çözünürlük

Yeryüzündeki her pikselden gelen ışıma, bilgisayarda saklanabilmek için tarayıcıdaki algılayıcılar yardımı ile ışmanın şiddetine bağlı olarak derecelere ayrılır. Buna radyometrik ya da termal ayırım adı verilir. Yeryüzüne gelen spesifik dalga boylarındaki enerjinin sinyal gücündeki farklılıkları belirleyen dedektörün hassaslığı radyometrik çözünürlüğün bir ölçüsüdür. Farklılıkları belirlemedeki derecelendirme ne kadar yüksek olması, en küçük farklılıkların ayırt edilmesine olanak sağlar (Franklin, 2001; Campbell, 2002). Bilgisayarların yapılarından dolayı

Uydu Görüntüleri Bilgi İçeriğinin Ormancılık Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi
Ayhan ATEŞOĞLU, Metin TUNAY, Hüseyin TOPAN, Murat ORUÇ

her değerın 1 byte'la ifade edilmesi çoğu kez uygun görüldüğünden ve bir byte, 8 bit'ten oluştuğu için ayırt edilebilen renk derinliği seviyesine $2^4, 2^8, 2^{11}$ gibi değerler almaktadır. Radyometrik çözünürlükteki artış detay hakkındaki bilgi artımını sağlamaktadır. Özellikle de ormanlık alanlara ilişkin bilgi çıkarımlarında görüntüye ilişkin önemli bir parametredir. Son yıllarda 8 bit görüntü verisinden ziyade geometrik çözünürlüğü de yüksek 11 bitlik görüntü verilerinin ormanlar üzerindeki etkinliği son derece önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle meşcere niteliği ve meşcere parametrelerine ilişkin sonuçların ortaya konulmasında yüksek GSD ve radyometrik çözünürlüğe sahip uydu verileri seğilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

2. Uygulama

Bartın ili kıyı şeridi ve iç kısmı kaplayan test alanına ilişkin uydu görüntüleri şekil 1'de görülmektedir. Bu çalışma kapsamında görüntülerin karşılaştırılması görsel yolla yapılmakta ve ormanlık alana ilişkin yol, orman sınırı ve kıyı sınırı detaylar elle vektörleştirilerek sonuçları karşılaştırılmıştır. Günümüzde vektörleştirme için nesne tabanlı yöntemler yarı otomatik ya da tam otomatik olarak uygulansa da elde ettiği başarılar elle vektörleştirmeye göre düşüktürler (Karakış ve ark., 2005). Bu nedenle bu çalışmada da elle vektörleştirme uygun görülmüştür.

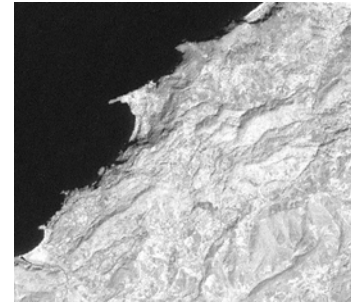
Görsel karşılaştırma sonrasında arazi yer örtü sınıflarının ayırımında Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM' nin band 3,2,1' den oluşan 30m GSD'li MSS (Multi Spektral Scanner) görüntüleri arasında fark olmadığı görülmüştür. Aynı şekilde pankromatik görüntünün orman alanlarına ilişkin bilgi içeriği ise 15m GSD'ye sahip olmasına karşı düşüküdür. Bunun nedeni, MSS görüntülerinin sahip olduğu renk bilgisidir. Özellikle deniz ve kara ayırımı noktasında 15 GSD sahip pankromatik görüntü verisinin daha net bir ayırım yaptığını söylemek mümkündür.



Landsat 5 MSS, 30m GSD



Landsat 7 MSS, 30m GSD



Landsat 7 Pan, 15m GSD



Bilsat, 27.6m GSD



Spot 4, 20m GSD

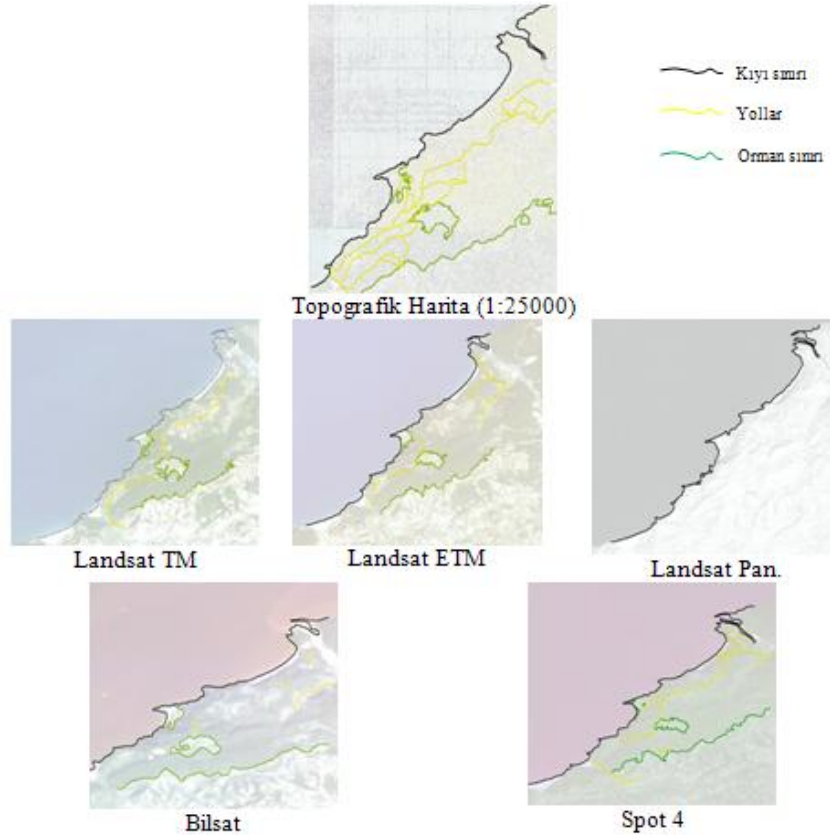
şekil 1. Bartın test alanına ilişkin orta çözünürlüklü uydu görüntüleri

Buna karşı Spot 4 görüntü verisi ile Landsat görüntü verileri arasında orman alanına ilişkin detaylar arasında farklar olduğu tespit edilmiştir. Özellikle orman yolları ve orman alanı

Uydu Görüntüleri Bilgi İçeriğinin Ormanlık Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi
Ayhan ATEŞOĞLU, Metin TUNAY, Hüseyin TOPAN, Murat ORUÇ

sınırlarına ilişkin ayrımlar özellikle Spot 4 görüntü verisinde rahatlıkla seçilebilmektedir. Spot 4 görüntü verisinin 20m GSD sahip olması bu avantajını ön plana çıkartmaktadır. Buna karşın 27,6 m GSD ye sahip BİLSAT görüntü verisi üzerinden detayların belirlenmesi oldukça zordur. Yaklaşık aynı GSD ye sahip 30m çözünürlüklü Landsat görüntü verisi üzerindeki detay ayrımı Bilsat görüntü verisine göre daha fazladır. Bunun nedeni, Bilsat görüntü verisi radyometrik bozukluğundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca bilsat görüntüsü 4 bit radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Görüntülerin radyometrik çözünürlükleri arasındaki fark kontrast farkına neden olmaktadır. Yol, orman alanı ve tarım alanları, yerleşim gibi detayların iç içe olduğu alanlarda kontrast farkı ön plana çıkmaktadır. Orman alanlarının içerisindeki yollar ve yerleşim alanlarına ilişkin detayların Bilsat görüntü verisi üzerinden ayırt edilmesi mümkün değildir. Verinin 8 bite örneklenip kullanıcıya sunulması da bu sorunu çözmekte başarısızdır. Özellikle meşcere içindeki orman yollarının mevcut ağaçlarla üzerinin belirli bir oranda örtülmesi ile ormanlık alanlar arasındaki kontrast farklılıkları yolların belirlenmesinde engel teşkil etmiştir. Mevcut görüntüler üzerinde yapılacak görüntü dönüşümlerinden çeşitli vejetasyon indeksleri bu tür ayrımlarda etkin olarak kullanılsa da, görüntülerin etkin GSD ve radyometrik çözünürlükleri ölçüsünde bu dönüşümlerden daha iyi sonuç almamıza yardımcı olacaktır.

Bartın test alanına ilişkin Landsat5 MSS, Landsat 7 MSS, Landsat 7 Pan, Spot 4, Bilsat görüntüleri üzerinden elle vektörleştirme işlemleri yapılmıştır. Vektörleştirme işlemleri sırasıyla kıyı sınırı, özellikle meşcere yoğunluğunu olduğu yollar ve orman dış sınırı çizgisinin belirlenmesi şekline yapılmıştır. Öncelikle kıyı sınırı, yollar ve orman dış sınırına ait vektörleştirme işlemi 1:25000 topoğrafik harita üzerinden yapılarak mevcut durum ortaya konulmuştur. Sonrasında uydu görüntüleri bilgi içeriğinden istenilen detaylara ilişkin vektörleştirme işlemleri yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Uydu görüntülerine ait vektörleştirme sonuçları

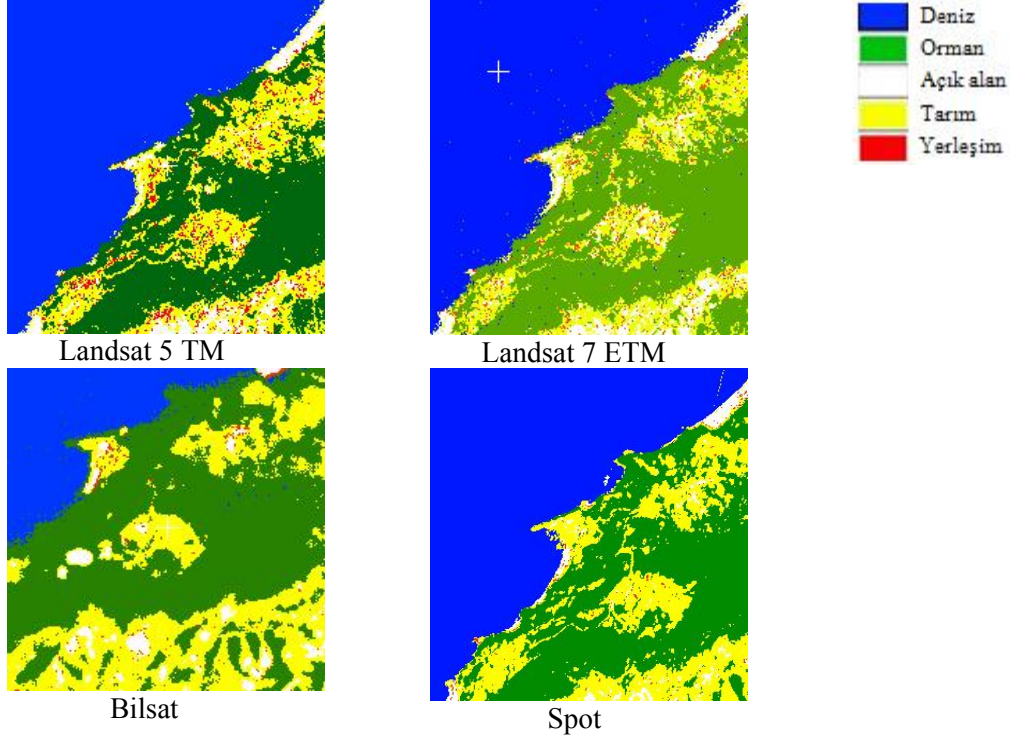
Kıyı sınırının vektörleşme işleminde GSD den bağımsız olarak orta çözünürlüklü tüm görüntülerde kıyı sınırı net olarak vektör olarak çıkartılmıştır. Lakin Landsat 7 Pan görüntüsünde kara deniz ayırımına ilişkin kıyı sınırı detayının çıkarımı daha ayrıntılı olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç itibariyle de bir Pan görüntüsünden beklenen ana performanslardan biride kuşkusuz kara ve su kütleleri ayırımını net olarak ortaya koyabilmesidir.

Geçmişte orman yolu statüsünde yapımı tamamlanmış, daha sonraki gereksinimler neticesinde biraz daha genişletilerek yerleşim bölgeleri arasındaki ulaşım için kullanılan yol detaylarına ilişkin vektörleştirme işlemlerinde ise GSD ve radyometrik çözünürlüğünün önemli olduğu görülmüştür. 30m GSD, 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahip Landsat görüntülerindeki yol detaylarının vektör olarak çıkarımı, 20m GSD, 8 bit radyometrik çözünürlüğüne sahip SPOT 4 görüntüsüne nazaran daha azdır. Bunun tek nedeni ise, sahip oldukları GSD değerlerinden kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde 27.6 GSD, 4 bit olarak üretilip 8 bite örneklenerek sunulan Bilsat görüntü verisi üzerinden yola ilişkin detayların belirlenmesi son derece zorluk yaşanmıştır. Bilsat görüntüsünün 4 bitlik radyometrik çözünürlüğünün sınırlayıcı özelliği ormanlık alanda yol güzergahının vektör olarak çıkarım uygulamasında kısıtlayıcı bir özellik olarak ortaya çıkmakta ve sadece meşcerenin yoğun olarak görülmediği açık alanlarda vektörleştirilmesi ile sınırlı kalmıştır.

Aynı şekilde orman sınırı ayırımındaki vektörleşme işleminde de bilsat görüntü verisinin radyometrisinden kaynaklanan kısıtlamalar görülmektedir. Özellikle yoğun orman alanı ve mera özelliği gösteren alanların yakın kontrasta sahip olmalarından dolayı ayırımında sıkıntılar yaşanmıştır.. Landsat görüntüleri ve Spot 4 görüntü verileri üzerinden yapılan orman sınırı ayırımı vektörleştirme işlemi ise yaklaşık aynı nitelikte sonuç vermiştir. Bilsat görüntü verisi üzerinden açık alanlar ile ormanlık alanlar arasındaki ayırım ise daha keskin olmayan sınırı hatlarından ibarettir. Sahip olduğu radyometri ince orman sınırı hattını ayırmaya olanak vermemiştir. Ancak yine de 20 GSD ye sahip Spot 4 görüntüsü sahip olduğu geometrisi ile öne çıkmaktadır. Ancak Landsat uydu verisinin termal band hariç toplam 6 banda sahip olması ile spektral çözünürlüğü diğer görüntülere nazaran fazladır. Farklı görüntü dönüşümlerine olanak tanınmasıyla, detaylara ilişkin bilgi düzeyinin artırılması yönelik avantajıyla öne çıkmaktadır. Eski uydu sistemleriyle çok sayıda bantta düşük çözünürlüklerde görüntü alınırken, yeni uydularda genelde görünür ve infrared bantlarda yüksek çözünürlüklerde görüntü alınmaktadır.

Her bir görüntüsüne arazi yer örtü sınıflarını temsil edecek şekilde kontrollü sınıflandırma prosedürlerinden maksimum benzerlik algoritması uygulanarak sonuçları görsel ve sayısal olarak verilmiştir. Deniz, Orman, Açık alan, Tarım alanı ve Yerleşim olmak üzere 5 sınıf altında 4 farklı sınıf oluşturulmuştur. (Şekil 3). Kumul, kumluk, taşlık vb. alanların içerdiği açık alan, yerleşim ve tarım alanı sınıfı oluşturulmasındaki amaç kontrast farkı az olan bu gruplar arasında ayırımın ne kadar doğru olarak sınıflandırıldığına tespiti içindir. Görüntülerin sınıflandırılmasındaki üretici ve kullanıcı doğruluğu Tablo 1’de verilmiştir.

Uydu Görüntüleri Bilgi İçeriğinin Ormancılık Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi
Ayhan ATEŞOĞLU, Metin TUNAY, Hüseyin TOPAN, Murat ORUÇ



Şekil 3. Uydu görüntüleri sınıflandırma sonuçları

Tablo 1. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk değerlendirme sonuçları

Sınıflar	Landsat 5 TM		Landsat 7 ETM		Bilsat		Spot 4	
	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)
Deniz	85	100	90	100	100	100	100	100
Orman	80	100	81	75	79	73	100	92
Açık Alan	100	57	100	100	60	75	80	80
Tarım	80	50	80	57	50	50	62	71
Yerleşim	50	50	50	50	0,00	0,00	50	50

Genel olarak orman sınıfının net olarak sınıflandırılmıştır. Landsat MSS görüntülerinin sınıflandırma doğruluğundaki ortak sorun yerleşim sınıfındaki doğruluk değerlerinin düşmesidir. Yerleşim alanlarından alınan kontrol alanlarının yetersizliğinden kaynaklanan bu durumun en belirgin diğer bir unsuru, yerleşim alanlarına ait alınan kontrol alanlarının çevresindeki açık alan ve tarım alanına ait kontrol alanlarının verdiği spektral yansıma değerine yakın yansıma değerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Kırsal alan yapılaşmasının bir sonucu olan geniş yeşil alan içerisindeki ev olgusu, yerleşim alanına ait kontrol alanlarının spektral yansıma değerlerinin tarım alanı ve açık alan yansıma değerlerine yaklaştırmıştır. Bunun sonucunda yerleşim alanına ait sınıflandırma doğruluğu da doğal olarak düşmektedir. Aynı şekilde GSD değeri yüksek Spot 4 görüntüsünde de yerleşim sınıfındaki düşük doğruluk değeri göze çarpmaktadır. Üretici ve kullanıcı doğruluğu en düşük görüntü ise Bilsat görüntü verisi olmuştur ki, yapılacak sınıflandırmada da radyometri ve etkin GSD'nin önemi sınıflandırmada kendisini göstermiştir. Yerleşim alanına ilişkin 0.00 doğruluk değeri radyometriden kaynaklanan kontrast farkına dayalı detaya ilişkin bilgi çıkarımı ve sonucundaki sınıflandırma işlemine ilişkin beklenen bir sonuçtur. Genel doğruluk değerlerine bakıldığında ise Bilsat görüntüsüne ait sınıflandırma doğruluğunun

Uydu Görüntüleri Bilgi İçeriğinin Ormancılık Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi
Ayhan ATEŞOĞLU, Metin TUNAY, Hüseyin TOPAN, Murat ORUÇ

%69'la en düşük değer olduğu görülmektedir (Tablo 2). Sınıflandırma görüntüsü incelendiğinde de sınıflandırma sonucu oluşan görüntünün diğerlerine göre daha smut bir görüntü olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Sınıflandırma sonuçlarına ait genel doğruluk değerlendirme sonuçları

	Landsat 5 TM	Landsat 7 ETM	Bilsat	Spot 4
Genel Doğruluk (%)	83	86	69	82

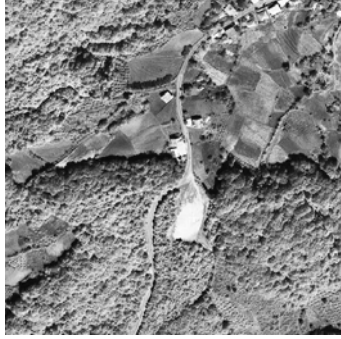
Orman alanlarına ilişkin sınıflandırma sonuçlarının yüzdelik değerleri oldukça yüksektir. Orman alanlarına ilişkin spektral yansıma değerleri, yoğun bitki örtüsü varlığından dolayı etrafındaki diğer sınıflar ile belirkin bir kontrast farkı göstermektedir. Ancak söz konusu orman varlığının niteliği, türü vb. gibi detay ise orta çözünürlüklü görüntü verileri için daha kapsamlı çalışmaları gerektirmektedir. Bu bağlamda görüntü dönüşümleri kapsamsındaki bitki indeksleri gibi farklı zenginleştirme teknikleri yararlı bilgiler sağlamaktadır. Özellikle yersel çalışma destekli veriler ile spektral yansıma değerleri (DN; Digital Number) arasındaki korelasyonu içeren çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak yapılan sınıflandırmalarda ortak sorun olarak gördüğümüz diğer bir sorun açık alan olarak sınıflandırılması gereken yolların tarım sınıfında yer aldığı görülmektedir. Bunun en büyük nedeni 20 ve 30m arasında GSD değerlerine sahip görüntü verisi üzerinde meşcere içerisinde yer alan yolların meşcerenin etkisiyle tarım sınıfına ait yansıma vermelerinden kaynaklanmaktadır. Yol kenarındaki ağaç türlerinin kısmen yolu kapatarak, yola ait parlak yansıma değerini düşürerek tarım sınıfına ait yansıma değerine yaklaştırmasından kaynaklanmaktadır. Tarım alanlarına ait alınan kontrol alanlarının ortalama parlaklık değeri yol detaylarına yakın olduğundan sınıflandırma sonucunda yollar tarım alanı sınıfında yer almaktadır. Son on yılda, GSD'leri 1m ve daha küçük olan optik görüntüler bilgi çıkarımında büyük yarar sağlamıştır. Bu görüntülere IKONOS, Quicbird ve Orbview-3 uydularına ait pankromatik görüntüler (sırası ile 1m, 0,6m ve 1m değerine sahip) örnek verilebilir. Bu uydulardan IKONOS görünür ve yakın kızılötesi bantlarda renkli görüntülere sahiptir. Ancak bu görüntülerin GSD değerleri, pankromatik görüntülerin GSD değerlerinin yaklaşık dört katıdır. Yeryüzündeki objeleri detaylı bir şekilde tanımlamak için yüksek çözünürlüklü görüntülere ihtiyaç vardır. Çok bantlı görüntüler düşük mekânsal çözünürlük sağlamalarına rağmen farklı objelerin fiziksel özelliklerinin ayırt edilmesine olanak sağlamaktadır. Pankromatik olarak kaydedilen görüntüler ise spektral çözünürlükleri düşük olmasına rağmen sağladıkları yüksek mekânsal çözünürlükle objelerin detaylı geometri bilgisini verirler. Çok bantlı ve pankromatik görüntülerin tek tek değerlendirilmesiyle elde edilecek bilgi düzeyini arttırmak amacıyla her iki veriden, her iki verinin de avantajlarını birleştiren yeni bir veri seti oluşturma yoluna gidilmiştir (Çetin ve Musaoğlu, 2006). Pankromatik görüntülerin küçük GSD değerine sahip olması nesnelerin gerçek boyutlarıyla anlaşılmasını sağlarken, nesnelerin renkleri aracılığıyla sınıflandırılması ve tanınması ise renkli görüntülerle olmaktadır. Bu iki özellik tek bir görüntüde, “pan-sharpened” görüntülerde birleştirilerek hem pankromatik görüntünün yüksek geometrik çözünürlüğüne, hem de renkli görüntünün renk bilgisine sahip bir görüntü üretilebilir. Ancak pan-sharpened görüntülerin elde edilebilmesi için pankromatik ve renkli görüntünün aynı anda alınmış olması gerekmektedir. Test alanına ait 4m çözünürlüklü IKONOS renkli görüntüsü, pankromatik görüntüsü ve pan-sharpened görüntüleri Şekil 4'de verilmiştir. Pan-sharpened görüntü verisi

Uydu Görüntüleri Bilgi İçeriğinin Ormanlık Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi
Ayhan ATEŞOĞLU, Metin TUNAY, Hüseyin TOPAN, Murat ORUÇ

üzerinden yol, açık alan ve orman sınırına ait vektörleştirme sonuçları, 1:25000 ölçekli topoğrafik harita üzerinden vektörleştirme sonuçları da Şekil 5’de verilmiştir.



IKONOS RGB, 4m GSD

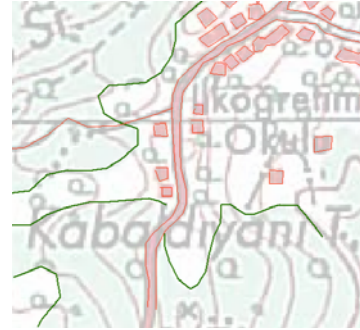


IKONOS Pan, 1m GSD



IKONOS Pansharpened, 4m GSD

Şekil 4. Test alanına ilişkin IKONOS uydu görüntü verisi



Şekil 5. IKONOS (1m) pan-sharpened görüntüsü ve 1:25000 ölçekli topoğrafik haritadan üretilen vektörel haritalar

1:25000 ölçekli harita ile karşılaştırıldığında pan-sharpened görüntüsünden binaların tamamı vektörleştirilmiştir. 1.0m GSD değerine sahip test alanına ilişkin görüntü 1:5000 ölçekli bir haritanın konum doğruluğunu verirken ancak 1:10000 ölçekli bir haritanın bilgi içeriğine sahip olmaktadır. Ormanlık çalışmalarında yoğun olarak kullanılan 1:25000 ölçekli haritanın bilgi içeriğine göre 1m GSD, 11 bit radyometrik çözünürlüğe sahip IKONOS Pan-sharpened uydu görüntü verisi üzerinde yaklaşık 2,5 kat daha fazla detay çıkarılmaktadır. Pan-sharpened görüntülerin sahip olduğu renk bilgisi sayesinde nesnelerin tanımlaması daha kolay ve doğru yapılabilmektedir. Yolların poligon şeklinde kapladığı alanlar vektörleştirme sırasında meşcere kenarı ağaçların gölgelerinden kaynaklanan yol kenarlarının bütünüyle vektörleştirilmesi mümkün olamamıştır. Eğer görüntüler nadirden çekilse ve güneş yükseklik açısı daha yüksek olsa yol kenarları daha rahatlıkla belirlenebilir. Aynı şekilde binaların geometrik şeklide kısmen çıkartılabilmektedir. Orta çözünürlüklü görüntülerde orman sınıfında yer alan meşcere kenarı fındıklık alanlar vektörleştirme esnasında orman sınırı içerisinde ormanlık alana dahil olurken, sınıflandırma sonrasında da orman sınıfı içerisinde yer almışlardır. IKONOS görüntü verisi üzerinde bu tür alanların yeksenak geometriye sahip olması da orman sınırı dışında bırakılmasında yardımcı olmaktadır. Eğer görüntüler nadirden çekilse ve güneş yükseklik açısı daha yüksek olsa yol kenarları ve gölgede kalan orman sınırı da rahatlıkla belirlenebilir.

3. Sonuç ve öneriler

Herhangi bir uydu görüntü verisi üzerinden bilgi içeriğinin araştırılmasında bazı etkenlerin olduğuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Özellikle GSD ve radyometrik çözünürlüğün detaya ait bilgi düzeyini arttırdığı bir gerçektir. Orta çözünürlük bir görüntü üzerinden yer arazi örtü sınıflarının belirlenmesine yönelik genel bir sınıflandırma çalışmaları için yeterli görülmektedir. Burada en önemli faktör radyometrik çözünürlük olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaklaşık aynı GSD ye sahip iki uydu görüntüsü arasında düşük radyometriye sahip görüntü verisi üzerinden alınan vektörel bilgi azalırken, yapılan sınıflandırma sonucunda ki genel doğruluk düzeyi de hayli düşük olmaktadır. Eski uydu sistemleriyle çok sayıda bantta düşük çözünürlüklerde görüntü alınırken, yeni uydularda genelde görünür ve infrared bantlarda yüksek çözünürlüklerde görüntü alınmaktadır. Ama farklı dönüşümler kullanılarak yapılan çeşitli zenginleştirme işlemleri ile görüntü üzerinden alınan bilgi düzeyinde artış sağlanabilmektedir. Bu nedenle özellikle Landsat gibi spektral çözünürlüğü yüksek orta çözünürlüklü görüntü verileri üzerinden detaya ilişkin bilgi düzeyi arttırılabilmektedir. IKONOS gibi yüksek çözünürlüklü uydu verileri yardımı ile çok daha fazla bilgiye ulaşılabilmektedir. Ülkemiz ormancılığımızda sıkça kullanılan 1:25000 ölçekli topoğrafik haritaların bilgi içerinden yaklaşık 2.5 kat yüksek bilgi içeriği içermektedir. Ayrıca meşcere niteliği, yerleşim, yol gibi detaylara ilişkin bilgilerin daha net olarak belirlenebilmektedir. 1m GSD ye sahip Pankromatik görüntü verisinin mekansal çözünürlüğüne ve 4m GSD ye sahip MSS görüntü verisinin renk bilgisi sahip Pan-Sharpned görüntü verileri kullanılması bilgi içeriği düzeyi açısından tercih edilmelidir.

Orman varlığına ilişkin orta çözünürlüklü veriler üzerinden alınabilecek bilgi görüntünün geometrik ve radyometrik çözünürlük ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle orman alanlarının mevcut durumu ile ilgili genel yer arazi örtü sınıflarının ayrılmasında uygun düşen bu tür görüntülerin kullanılması uygundur. Orman alanlarına ilişkin daha fazla detayın istenmesi durumunda daha yüksek GSD ye radyometrik çözünürlüğe ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemiz ormancılığında en çok kullanılan 1:25000 ölçekli topoğrafik haritaların bilgi içeriğinden fazla bilgi düzeyine sahip bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemiz ormancılığında yoğun olarak kullanılan 1:25000 ölçekli haritaların yerine daha büyük ölçekli haritaların kullanılması yarar sağlayacaktır. Teknolojinin geldiği bu noktada büyük ölçekli harita kullanmak alınan bilgi kalitesini de yükseltecektir. Son yıllarda amenajman planların hazırlanmasında 1:10000 ölçekli haritaların kullanımı bu bakıma son derece uygundur. Birim olarak en küçük olan İşletme şefliği sınırlarının büyük olması nedeni ile ergonomik olarak uygun olmadığı düşünülerek 1:25000 ölçekli haritaların kullanılmak istenmesi son derece yanlıştır. Tüm bunların bir orman bilgi sistemi içerisinde düşünülerek bir plan dahilinde şekillendirilmesi gerekmektedir. Son olarak uydu görüntülerinin bilgi içeriklerinin değerlendirilmelerinde unutulmaması gereken bir durum, görüntülerin geometrik, radyometrik ve spektral çözünürlüklerine ek olarak dış etkenlerin, yani atmosferik şartların, güneş yükseklik açısı ve yönünün, topoğrafyanın durumunun ve nesnelerin durumunun (planlı ve plansız yapılaşma, yollar vb.) elde edilecek bilgi içeriğini doğrudan etkilediğidir.

4. Kaynaklar

Akdeniz, H., M. Erdoğan, 2005. Uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarındaki gelişmelerin harita üretim sürecine yansımaları. In: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Kitabı. 28 Mart-1 Nisan, Ankara.

Cample J. B., 2002. Introduction to Remote Sensing (Third edition). Taylor&Francis, New York.

Çetin, M., N. Musaoglu, 2006. Hiperspektral ve Pankromatik Uydu Görüntülerinin Birleştirilmesi: Görsel ve İstatistiksel Analiz. In: 1. Uzaktan Algılama-CBS Çalıştay ve paneli Bildiriler Kitabı. 27-29 Kasım, İstanbul.

Franklin S. E., 2001. Remote Sensing for Sustainable Management. Lewis Publish., Washington.

Karakış, S., A.M. Marangoz, G. Büyüksalih, 2005. Quickbird pan-sharpened görüntüsü üzerinden otomatik detay çıkarımı ve coğrafi bilgi sistemlerine uygunluğunun analizi. In: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Kitabı. 28 Mart-1 Nisan, Ankara.

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

Sesören A., 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. Mart Matbaacılık, İstanbul.

Srivastava, P. K., B. Gopala Krishna, K. L. Majumder, 1996. Cartography and terrain mapping using IRS-1C data, *National Natural Resources Management System, Current Science*.70 (7): 562-567..

Şahin, H., H. Topan, S. Karakış, A. M. Marangoz, 2004. Comparison of object oriented image analysis and manual digitizing for feature extraction. ISPRS XX. Kongresi, 12-23 Temmuz, İstanbul.

Topan H., D. Maktav, G. Büyüksalih, 2006. Uydu görüntülerinin bilgi içeriğinin topoğrafik harita yapımı açısından incelenmesi. In: 1. Uzaktan Algılama-CBS Çalıştay ve Paneli Bildiriler Kitabı. 27-29 Kasım, İstanbul.

Yomralıoğlu T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Seçil ofset, İstanbul.