

SPOT UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN TOPOGRAFIK HARİTA ÜRETİMİNDE
KULLANILABİLİRLİĞİ

Mustafa ÖNDER

ÖZET

Orta ölçekli topografik haritaların (1/50 000 - 1/100 000 gibi) üretimi için, SPOT uydu görüntüleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. SPOT uydu görüntülerinin ayırma güçlerinin yüksek olması (10 m.), stereo görüntü sağlama olanağı ve özellikle iki bant bütünleşmesi (P/XS) yapıldığında oldukça iyi sonuçlar vermesi gibi avantajları vardır. Pek çok detaylar (orman, deniz kıyısı, nehirler, ana yollar gibi) kolayca yorumlanabilmesine karşın, bazı detayların yorumunda hâlâ güçlüklerle karşılaşmaktadır. Ancak, yakın bir gelecekte, daha yüksek ayırma güçlerine sahip SPOT uydularından sağlanan görüntülerle, özellikle yorumlama, planimetrik ve yükseklik doğrulukları açısından oldukça iyi sonuçların elde edilebileceği beklenmektedir.

ABSTRACT

SPOT satellite images have commonly been used to produce middle scale topographic maps such as at the scale of 1/50 000 & 1/100 000. High resolution (10 m. in panchromatic mode), stereo viewing capability and obtaining a good result when combining two bands (P/XS) are mentioned as advantages of spot satellites images.

Although a lot of features such as forests, coast lines, rivers and main roads can be interpreted, there are still some problems in the interpretation of some other features. But it is expected that better results will be obtained in interpretation and accuracy of planimetry and height by using SPOT images which have the high resolution in the near future.

1. GİRİŞ

İlki 1986, ikincisi ise 1990 yılında uzaya fırlatılan ve halen görev yapmakta olan SPOT uyduları, kartografik amaçlı bir uzaktan algılama sistemidir. Yüksek ayırma gücünde görüntü elde etmesinin yanında stereo gözleme yeteneği, uzaktan algılama amaçlı diğer uydular arasında kendine özel bir yer ayrılmasına neden olmuştur. Şu anda da, beklenen doğrulukta topografik uygulamalara olanak sağlayan başlıca uydu olma özelliğini korumaya devam etmektedir /8/.

SPOT uydu görüntüleri, özellikle topografik uygulamalara yönelik kullanımda yüksek bir performans göstermekteyse de bu performansın belirli bir sınırının olması doğaldır. Sözkonusu performans, fırlatılışından bu yana elde edilen görüntüler üzerinde yapılan çeşitli uygulama çalışmaları ile belirlenmeye ve sınırlamaların ortaya konulmasına çalışılmıştır.

Bu yazıda; topografik haritaların içerdiği detayların fiziksel ve kültürel özelliklerinin yorumlanmasında SPOT uydu görüntülerinin potansiyelini sergileme düşüncesi yatmaktadır. Bu düşünce ışığında; Türkiye'nin de üyesi olduğu CERCO (Comité Europeen des Responsables de la Cartographie Officielle) ve OEEPE (Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Experimentales) gibi kuruluşların çatısı altında gerçekleştirilen bu yöndeki araştırma çalışmalarının yanısıra, 1989 yılından itibaren Harita Genel Komutanlığına, plânlı bir üretim çerçevesinde yürütülen, SPOT uydu görüntülerini kullanarak topografik harita yapımı ve güncelleştirme faaliyetleri sırasında kazanılan deneyimin, sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

2. SPOT GÖRÜNTÜLERİNİN TOPOGRAFİK HARİTA ÜRETİMİNDEKİ ETKİNLİĞİ

a. Genel

SPOT uydu görüntülerinin topografik harita üretiminde kullanılabilirliğini olabildiğince gerçeğe yakın boyutlarda ortaya koyabilmek için konunun çok yönlü ele alınması, etkileyici faktörlerin her birinin ayrıntılı araştırılması ve tüm bu çalışmaların yeterli düzeyde bir üretim faaliyetinin kazandırdığı deneyim ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu düşünce ile yola çıkıldığında, "yeterlilik" değerlendirmesinin kesin bir sınır ile belirlenmesi zorluğu ortaya çıkmaktadır. Tüm bu zorluklara karşın, konunun genel bir yaklaşım içerisinde ele alınması halinde, mevcut olanaklar ve sorunlara koşut bazı sonuçlara varılması da olasıdır. Konu, bu perspektif çerçevesinde incelenecek ve değerlendirmeler bu düzeyde yapılmaya çalışılacaktır.

b. Konu Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Gözden Geçirilmesi

(1) Bölgesel Detay Zenginliği:

Görüntülerin kapsadığı bölgelerdeki bitki örtüsü (orman, tarım alanları, mera vs.), hidrografya (akarsu, göl, deniz vs.), insan yapısı tesisler (yerleşim alanları, hafriyat alanları, yollar vs.) gibi bir topografik haritanın temel yapısını oluşturan detaylardaki cins ve tür çeşitliliğinin yanı sıra bu detayların boyutları, yorumlamada büyük önem taşımaktadır.

(2) Uydu Verileri:

Algılayıcı sistemin kayıt hataları (striping vs.) nedeniyle ortaya çıkan görüntü bozuklukları yorumlamayı az da olsa etkilemektedir. Ayrıca görüntünün pankromatik (P) veya çok bantlı (XS) olmasının yanısıra tek ya da stereo çift oluşturan görüntülerle yorumlama yapılmasında önemli etkiler söz konusudur. Diğer taraftan stereo görüntülerdeki Baz/Yükseklik (B/H) oranının küçük olması topografik yükseltilerin algılanmasında zorluklar ortaya çıkarmakta ve yükseklik duyarlılığını düşürmektedir.

Yorumlamada kullanılan görüntülerin sayısal veya film kopya olması, düzey farklılıkları (Level 1A, 1B, 2 vs.), değişik renk kompozitlerine dönüştürülmüş çeşitli ölçeklerdeki kart baskılar üzerinde çalışılması ya da P/XS kombinasyonlarının birlikte kullanılması, detay tanımlamalarındaki kuşku- ları gidermede oldukça yardımcı rol oynamaktadır /6/.

(3) Yardımcı Veriler:

Görüntünün kapsadığı bölgeye ait orta ölçekli (1/25000 - 1/100000) topografik haritalar, küçük veya orta ölçekli hava fotoğrafları (pankromatik, renkli veya kızılötesi) ve bunların büyütme- leri, tematik haritalar (orman, jeoloji vs.) ve yer doğruluğu ölçüm bilgileri, yorumlamayı kolaylaştırmasının yanında duyarlılığını artırmada son derece önemli bir yer tutmaktadır.

(4) Donanım/Yazılım:

Görüntülerin yorumlanmasında kullanılan sayısal görüntü işleme sistemlerinin veya analitik kıymetlendirme aletlerinin kapasite ve kalitesiyle birlikte yazılım yetenekleri de son derece etkili olmaktadır. Ayrıca bu donanım yanında yer alan yardımcı çevre birimlerinin (sayısallaştırıcı, kayıt edici/yazıcı, görüntü çıktı birimleri) işlemleri hızlandırıcı, kolaylaştırıcı ve düzenleyici etkisinin de gözardı edilmemesi gerekmektedir.

(5) Yorumlama Sonuçlarının Analiz Yöntemleri:

Yorumlama farklılıklarının söz konusu olduğu durumlarda duyarlılığı kestirebilmek için mevcut yer doğruluğu verilerinden yararlanılır. Bu yararlanma sırasında alanların sınıflandırılması ve hesaplarının yapılmasında manuel (grafik) ya da sayısal sistemler devreye sokulabilir. Uygulanan yöntem- e göre duyarlılık kestirimine esas olan ölçütler ortaya konulmalı ve analizler bu ölçütler çerçevesinde yapılmalıdır. Yapılan analiz ve buna koşut istatistiksel kestirimler sonucu, yorumlama ve konum hatalarını sayısal olarak belirlemek mümkün olabilecektir /6/.

c. Geometrik Modelleme

SPOT görüntüsü, hava fotoğrafı ile kıyaslandığında; daha geniş bir alanı kapsamayı yanında, yörünge üzerindeki hareketi sırasında oldukça düzenli durum değişimi nedeniyle, kayıt edilen pikseller ve bunların kartografik izdüşüm sistemindeki koordinatları arasında doğru ilişkiye olanak sağlayan son derece iyi bir geometrik duyarlılığa sahip olduğu görülür. Yörünge ve uydunun konumu çok iyi bilindiğinden SPOT verilerinin sayısal doğası bu ilişkiyi bilgisayarda modellendirmeye olanak tanımaktadır.

Geometrik modelleme, kartografik koordinatlar (X, Y, Z) ve görüntü koordinatları arasındaki (p,q) ilişkiyi tanımlar (buradaki p satır indeksi, q ise sütun indeksidir). Bu ilişkileri oluşturmada birçok koordinat sistemi kullanılmaktadır. Bu koordinat sistemleri arasında Yerel Yörünge Sistemi, Uydular Referans Sistemi, Alet (HRV) Sistemi, Görüntü Koordinat Sistemi ve Kartografik İzdüşüm Sistemleri sıralanabilir.

Koordinat sistemlerinden de anlaşılacağı üzere, HRV algılayıcısının geometrik özelliklerinin ve görüntü pikselinden yer noktası karşılığın uzanan geometrik izdüşümün ayrıntılarının bilinmesi gerekmektedir. Söz konusu izdüşüm işlemlerini gerçekleştirirken değişik geometrik modelleme yöntemleri kullanılmaktadır. "Fotogrametrik Nirengi Tekniği" adını da verebileceğimiz bu yöntemler yörünge parametrelerinden, doğrudanlık (Colinearity) modelinden veya ek parametrelerden yararlanmalarına göre değişik isimler altında anılırlar /4/.

Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın sonuçta yer kontrol noktasına gereksinimi vardır. Yer kontrol noktası, kartografik koordinatları yüksek doğrulukla bilinen bir noktadır. Bunlar sayısallaştırma masasındaki bir haritadan veya arazide ölçülerek elde edilebilir. Bu noktaların görüntü koordinatları da bilinmek zorunda olup görüntü üzerinde doğrudan ölçülür. Bu nedenle görüntüde kolayca tanımlanabilen noktalar olmaları gerekir. Mevcut harita üzerinde yol kesim noktaları, köprü gibi detaylar bu iş için seçilir. Haritanın olmadığı durumlarda, büyütülmüş kağıt baskı görüntü ile araziye gidip GPS gibi tekniklerle ölçüm işlemi gerçekleştirilebilir. Gereksinim duyulan yer kontrol noktası sayısı kullanılan yöntemlere göre değişmektedir (her model için 6-20 nokta) /5/.

Dönüşüm işlemi içerisine sokulan parametrelere bağlı olarak erişilen geometrik düzeltmeler, çıktıklarına göre değişik düzeylere ayrılır ve isimlendirilirler (Level 1A, 2, S vs.). Yörünge'nin kesinliği nedeniyle, geometrik olarak düzeltilmiş görüntünün geometrik kalitesi mevcut eski haritadan daha iyidir /3/.

d. Topografik Harita Üretimi

SPOT görüntülerinin topografik uygulama amaçlı kullanımlarda sağladığı olanakların başında stereo görüş yeteneği gelmektedir. Stereo görüntü; aynı ya da farklı HRV aleti ile, istenen alan üzerinden en az bir günlük geçişler ile elde edilen iki ayrı görüntüyü içerir. Stereo görüntüyü oluşturan çiftlerin seçiminde 4 ana etmen gözönünde bulundurulur. Bunlar;

- (1) B/H oranı
- (2) İki gözlem tarihi arasındaki fark
- (3) Her görüntü için bulutluluk oranı
- (4) İki görüntü arasındaki bindirme değeri

Yukarıda sıralanan özelliklere uygun stereo görüntüler, arşiv kataloglarının incelenmesi suretiyle bulunur. Beklentileri karşılayamayan ya da mevcudu olmayan stereo görüntülerin eldesi için sipariş verilmesi gerekmektedir/1/.

SPOT stereo görüntülerinin geometrik yapısı, normal hava fotoğraflarından son derece farklı olduğundan, klasik analog aletlerle kıymetlendirilerek topografik harita üretimini gerçekleştirmeyi olanaksız kılmıştır. Analitik veya sayısal (digital) aletlerle kıymetlendirilmesinde ise operatör açısından fazla bir eğitime gerek duyulmamaktadır. Klasik stereo kıymetlendirme aletlerini bilen operatörler kendilerini kısa sürede bu yeni aletlere uyumlandırabilmekte ve aynı bilgi ve deneyimlerinden yararlanabilmektedirler /7/.

Geometrik açıdan planimetri ve yükseklikte 10 m'nin altında elde edilen doğruluk son derece yeterli olmaktadır. Detay tanımlanmasında aşağıda da belirtilecek bir takım zorluklara karşın SPOT görüntülerinden topografik harita üretimi, özellikle yükseklik verilerinin eldesi ve doğruluk yönünden oldukça başarılı bir uygulama alanı olarak kendini göstermektedir. Diğer taraftan, uydu görüntülerinden ortofoto harita üretimi, diğer topografik uygulama alanları arasında yer almaktadır. Ayrıca sayısal yükseklik bilgilerinin (DTM) otomatik korelasyon tekniği kullanılarak stereo çiftlerden eldesi yönündeki çalışmaların eriştiği başarı düzeyi, bu bağlamda kendini kanıtlamış etkinlikler olarak göze batmaktadır /2/.

3. SPOT VERİLERİNDEN DETAYLARIN YORUMLANABİLİRLİĞİ

Bu başlık altında, 1:50000 ölçekli bir topografik haritanın kenar bilgileri (legend) esas alınarak SPOT uydu görüntülerinden (fotografik, sayısal) çeşitli yöntemlerle yorumlama yapıldığında gerek CERCO gerekse OEEPE araştırmalarının yanısıra Harita Genel Komutanlığındaki plânlı üretim faaliyetleri çerçevesinde erişilen sonuçlar ve etkinlik düzeyi sergilenmeye çalışılacaktır.

Genelde, detay biçimi (yollar ve nehirler) veya dokusu (yerleşim alanları) aracılığı ile tanımlanabilen objelerin, sayısal yöntemlere kıyasla, manuel olarak daha iyi belirlendiği gözlenmektedir. Diğer taraftan, spektral izleri bir diğerinden çok az farkla ayırt edilebilen (orman cinsleri) sınıfların, bilgisayar sınıflandırma yöntemleri kullanılarak belirlenmesinde daha iyi sonuç alındığı görülmüştür.

Aşağıda, ana detayların yorumlanma sonuçlarına ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

a. Hidrografya

Deniz, göl, gölet ve havuzlar % 99 doğrulukla sınıflandırılabilir. Ancak kıyı hatlarının sazlık ve sedimentlerle kaplı olması veya dar geçitlerin bulunması durumunda, bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Değişik görüntü verilerinin duyarlık üzerine etkisi çok azdır. Sadece pankromatik veriler kullanılarak, kıyı hatlarının belirlenmesi ve bazı küçük iç denizlerin araştırılması, XS verilerinin kullanılmasına kıyasla daha zor olmaktadır. Kızılötesi bilgi eksikliği söz konusuysa, bazı yoğun kozalaklı orman alanları iç deniz gibi yorumlanabilmektedir.

Suyla kaplı alanların sınır çizgilerinin yorumlanmasında manuel yöntemler otomatik yöntemlere göre daha başarılı olmaktadır.

Nehirlerin bir kısmı görsel olarak yorumlanabilmektedir. Pankromatik stereo çiftler veya P/XS kombinasyonu veriler kullanıldığında 5 m'den daha geniş nehirlerde hata oranı % 6'dan % 29'a kadar değişmektedir. En iyi sonuca, analitik kıymetlendirme aletleri ile yorumlama yapıldığında erişilmiştir. Daha küçük nehirlerin yorumlanmasında duyarlık düşmektedir. XS verilerinin ayrıma gücü, karşılaşılan dar nehirleri duyarlı bir biçimde sınıflandırmak için yeterli olmamaktadır /6/.

b. Tarım Alanları / ayırklar

Genellikle tarım alanları duyarlı olarak yorumlanabilmektedir. Tarım alanlarının belirlenmesinde görüntülerin kayıt zamanı (ürünün gelişim dönemi) etkili olmaktadır. Bu nedenle çoğu kez tarım alanları tek sınıf olarak değerlendirilmekte ve çayırklarla birleştirilme durumuyla karşılaşılmaktadır. Böylece bu sınıfın ortalama duyarlılığı % 85'den % 97'ye değişmekte, görsel yorumlamalardaki hatanın büyük kısmı, tarım alanlarının belirlenememesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle ormanla çevrili küçük tarlalar, fidanlık veya açıklıklarla karıştırılabilmektedir. Bazı alanlarda, mozaik türü modelleri yerleşim alanlarından, yeni sürülmüş tarlaları ise hafriyat alanlarından ayırmak zor olabilmektedir. Geniş fidanlıklar seyrek dokudaki yaprak dökene ya da iğne yapraklı ormanlar veya ağaçlıklı bataklıklar, tarım alanı gibi tanımlanabilmektedir.

Tarım alanları ile ilgili olarak çok bantlı görüntüler, tek pankromatik görüntülerden daha fazla bilgi içermekle birlikte, bu bilgiler topografik haritanın içeriği yönünden fazla bir anlam taşımamaktadır. Stereo pankromatik görüntüler kullanılması durumundaki zaman farklılığı, üç boyutlu görüş oluşturma ve sağlıklı tanımlama yapmada zorluklar çıkarmaktadır.

Sınır çizgilerinin belirlenmesinde en iyi sonuçlara, XS/P kombinasyonlu görüntüler kullanılması ve ekranda manuel yorumlama yapılması ile erişilmektedir. Örneğin 1:50000 ölçeğe büyütülmüş kağıt baskı görüntüler üzerinde yorumlanan aynı veriler daha az duyarlı sonuç vermiştir /6/.

c. Orman Alanları

Ormanı oluşturan ağaçların kalınlık, yaş, seyreklik gibi özelliklerinin yanısıra toprak tipi, toprak nemi ve türlerin kombinasyonlarındaki çeşitliliğin yansımada ortaya çıkardığı spektral değişimler topografik harita üretiminde her zaman anlamlı olmamaktadır. Bu nedenle görüntü içerisinde yer alan ormanlar tek sınıf altında toplandığında duyarlı sonuca erişilmektedir.

Farklı orman alt sınıflarının spektral izleri SPOT ile kayıt edilen spektrum bölgelerinde yüksek dereceden korelasyonlu olmaktadır. Eğitimli(supervised) sınıflandırma yöntemleri kullanılarak ayrı ayrı yorumlama yapıldığında, duyarlıklar çok düşük kalmaktadır. Bazı yaprak dökene ormanların fidanlık, tarla veya karışık ormanlardan ayrılamaması durumu ile de karşılaşılabilmektedir.

Tek orman sınıfı kullanıldığında duyarlıklar, % 83'den % 92'ye değişmektedir. Kullanılan görsel ve otomatik yöntemler arasındaki ortalama duyarlıklarda sistematik bir fark bulunmamaktadır. Sadece pankromatik veriler kullanıldığında elde edilen sonuçlar ise XS verilerinininkine benzerlik göstermektedir.

Hatalı yorumlamalar açısından konuya bakıldığında, P ve XS görüntülerinin her ikisi için de bu oranda yükseklik görülmektedir. Özellikle çam ormanları bazı kez bataklık olarak sınıflandırılmakta, seyrek yaprak döken ormanlar ise fidanlık veya tarla şeklinde ya da hiç sınıflandırılmamaktadır. Diğer taraftan orman sınırlarının doğru olarak ortaya çıkarılmasında da zorluklarla karşılaşılmaktadır. Buna en büyük neden, özellikle görsel yorumlamalar için kontrastlık yetersizliğidir (örneğin yeşil ürünlü tarla yanında yer alan orman alanı).

d. Fidanlıklar / Açık Alanlar

Fidanlıklar ve açık alanları birbirinden ayırmak zordur. Çünkü genç ormanlar spektral olarak açıklıklara oldukça benzerdir. Sınıflandırmanın diğer bir zorluğu da, yaşlı fidanlıkların yavaş yavaş genç ormanlara dönüştürülmesinden kaynaklanmaktadır.

Buradaki fidanlık terimi, iki metreden daha kısa ağaç yüksekliğine sahip tüm genç ormanları kapsamakta olup, bu sınıf için duyarlık oranı en iyi koşullarda % 65 civarında kalmaktadır.

e. Bataklıklar

İçerisinde orman bilgisi taşımayan açık bataklıkların yorumlanmasında duyarlık oranı yüksektir. Ancak bu sınıfın spektral izleri, ormanları bunlardan ayırt etmek için yeterli farklılıkta değildir.

f. Yerleşim Alanları

Yerleşim alanlarına ait görsel yorumlamanın temel özelliği ton (hue). detay (pattern), biçim, yer (site) ve birliktelik (association) noktalarında toplanmaktadır. Büyük yerleşim alanlarının tanımlanmasında bir zorluk olmamakla birlikte, içerisinden geçen yol ağının genişliğine bağlı olarak ada ve parselleri ayırt etmek mümkün olabilmektedir. Ancak küçük ve heterojen yapıdaki yerleşim alanlarının belirlenmesinde duyarlılık düşmekte, sınıflandırılmaları ise oldukça zorlaşmaktadır.

g. Hafriyat Alanları

Kum ve çakıl yığınlarını yorumlamada fazla zorlukla karşılaşılmamakta, büyük taş ocakları ise son derece duyarlı tanımlanabilmektedir, Bunlar için ortalama duyarlık değeri % 94'tür. Ancak bu sınıfa giren detaylar toplam görüntü alanı içerisinde çok küçük bölgeleri kapsadığından, genel detay değerlendirilmesi yönünden etkisi az olmaktadır.

Diğer taraftan sürülmüş kıraç tarla veya küçük yerleşim alanlarının bazı durumlarda hafriyat alanı gibi değerlendirildiği de olmaktadır. Bitki örtüsü ile kaplanmış taş ocaklarının ormanlık alan gibi yorumlandığına da rastlanmıştır.

h. Yollar / Enerji Nakil Hatları

10 m ayırma gücünde veriler kullanıldığında yollar duyarlık olarak yorumlanabilmekte ve 5 m'den geniş tüm yollar görüntü üzerinde belirlenebilmektedir. Tek şeritli yolların (3-5 m) yaklaşık % 90'ı da yorumlanabilmektedir. Pankromatik stereo çift kullanıldığında ise ham yolların % 54'den fazlası tanımlanabilmektedir.

XS verileri yalnız başına kullanıldığında, motorlu taşıt yolları ve 2-3 şeritli (7 m'den geniş) yollar iyi yorumlanabilmektedir. 2 şeritli ve 5-7 m genişliğindeki yol sınıfı için hata oranı % 16-20 arasında değişmektedir.

Gerçekte yolların sınıflandırılması, onları yol olarak tanımlamaktan daha zor olup, yorumlanabilirlikleri önemli derecede yaşlarına ve çevresine bağlıdır. XS verileri kullanıldığında, yeni sürülmüş tarla veya yerleşim alanı ile çevrili yolların sık sık belirlenememesi durumu ile karşılaşılacaktır. Yeni yollar eskilerinden daha kolay görülebildiğinden daha iyi yorumlanmakta ve çoğu kez haritadakinden daha yüksek sınıfa konulmaktadır. Bazı durumlarda ise küçük nehirler, ırmaklar veya enerji nakil hatları yol olarak yorumlanabilmektedir.

Enerji nakil hatları, ormanlık alanlarla çevrili olduklarında çok iyi tanımlanabilmekte, başka türlü nadiren görülebilmektedirler /6/.

Yukarıda belirtilen arazi sınıfları için değişik türdeki SPOT görüntülerinden elde edilen duyarlıklara ilişkin özet,çizelge-1'de sunulmuştur.

ARAZİ SINIFI	X S (Renkli)	2 x P (Stereo)	XS+P (Renkli_Pank)	P (Pankromatik)
1_ SU	98.5	98.5	99.5	99.2
2_ TARIM ALANI	88.3	95.0	95.0	87.0
3_ ÇAM ORMANI	52.5	-	-	-
4_ LADİN ORMANI	57.5	-	-	-
5_ KARIŞIK	18.9	-	-	-
6_ YAPRAĞINI DÖKEN ORMAN	29.9	-	17.0	-
7_ FİDANLIK / AÇIK ALAN	54.1	38.9	59.2	36.9
8_ YAPRAĞINI DÖKMEYEN ORMAN	80.2	-	87.7	-
9_ BATAKLIK	18.4	-	-	-
10_ YERLEŞİM ALANI	71.2	53.5	53.3	-
11_ HAFRİYAT ALANI	70.2	73.4	-	-
12_ ORMAN	90.2	88.2	83.4	90.3
13_ TARIM ALANI / MERA	93.7	-	-	-

Çizelge-1: Yorumlamada değişik arazi sınıflarının duyarlılıkları

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda açıklanan deneyimler ışığında, değişik SPOT görüntüleri ve çeşitli yorumlama yöntemlerinden yararlanılarak, bir topografik haritanın içeriğinde bulunan fiziksel ve kültürel detayların kıymetlendirilebilmesine ilişkin sonuç değerlendirmeler aşağıda sıralanmıştır.

a. SPOT görüntüleri tek başlarına bir topografik harita için gerekli arazi örtü bilgisinin tümünü sağlayamamaktadır. Bölgesel detaylardan genelde suyla kaplı alanlar, tarım alanları ve orman alanları, alt sınıf ayrımına gitmeksizin duyarlı olarak yorumlanabilmekte, doğrusal detaylar kolayca görülebilmektedir.

b. En iyi sonuçlar, görsel yorumlama yöntemleri veya görsel ve otomatik yorumlama yöntemlerinin birlikte kullanılması durumunda elde edilmektedir.

c. Araziyi örten sınıf sayısının az olması, alansal detayların yorumlanmasında, pankromatik veya XS görüntüsü kullanımı arasında önemli bir fark göstermemektedir. Doğrusal detaylar için 10 m ayırma gücündeki verilerin üstünlüğü açıkça gözlenmektedir.

d. Orijinal görüntü, uydü görüntüsünün sınıflandırma güvenilirliği gözönüne alındığında, en önemli etmendir. Ancak gerçekte XS verilerinin bilgi içeriği pratikte üç bantla sınırlıdır. Bu üç bant ise farklı spektral izlere sahip bazı arazi örtüsü sınıflarını ayırt etmek için yeterli olmamaktadır. Bu durum, sayısal sınıflandırmalarda XS verilerinin kullanılabilirliğini sınırlamaktadır. P verilerinin daha yüksek ayırma gücüne sahip olması ise arazi örtü sınıflarının belirlenmesinde iyileştirici bir rol oynamamaktadır.

e. Tek görüntüyle kıyaslandığında stereo görüntü ile çalışmanın kolaylığı oldukça fazladır. Ancak sözkonusu bölge için, her an uygun nitelikte (B/H, bulutluluk, zaman aralığı) ve güncel görüntü çifti bulamama durumunda sipariş verilmesi zorunluluğu ve ek süre gerekliliği ile karşılaşılmaktadır.

f. Görüntü kalitesine, yorumlayıcının beceri ve deneyiminin katkısı oldukça fazladır. Diğer taraftan yorumlamalardaki hata oranı, dayanak verisi eksikliğine bağlı olarak artmaktadır.

g. Yorumlamanın güvenilirliğini arttırmak için görsel ve otomatik sistemlerin birlikte kullanımı, güncel veri isteğini karşılamak için sipariş

verilmesi, yer kontrol noktası ihtiyacı için GPS ölçüleri, zaman ve maliyet unsurlarını olumsuz etkileyen faktörlerdir.

h. Yorumlayıcının deneyimi, işin hassasiyeti, yorumlanan en küçük detayın boyutu, çalışılan alanın büyüklüğü, yöntemin çalışılabilirliği gibi çeşitli etmenler, yorumlamada harcanan insan gücü süresi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Harcanan zaman, çeşitli yöntemlerin etkinliği hakkında çok genel bir fikir vermekle birlikte, her km^2 için 10 ilâ 46 dakika arasında değişmektedir. Yorumlamalar sayısal yapıldığında bir km^2 için sınıflandırma, 0.4 ile 1.4 CPU dakikasına gereksinim duymaktadır /6/.

Sonuç olarak SPOT uydusu yukarıda sözü edilen tüm olumsuzluklarına karşın şu anda, gerek stereo görüş yeteneği gerekse elde ettiği görüntülerdeki yüksek ayırma gücü nedeniyle uzaktan algılama amaçlı uydular arasında topografik çalışmalara oldukça uygun uydu olma özelliğini korumaktadır. Özellikle yeryüzünün büyük ölçüde gereksinim duyduğu 1/50000 ve 1/100000 gibi orta ölçekli topografik harita üretimi ve bunların güncelleştirilmesine tartışılmaz bir kolaylık getirmiştir. Topografik harita üretimi dışında, ortofoto, kontrollü mozaik, sayısal yükseklik modeli gibi diğer kartografik ürünler elde ediminde de beklenen doğruluğu vermektedir.

SPOT 1 ve 2'nin ardından gelecek olan 3,4 ve 5 projeleri, ayırma gücünü artırıcı, gerekli kontrol noktası sayısını azaltıcı ve çok bantlı görüntülerde bant sayısını çoğaltıcı yenilikleri de beraberinde getirmesi durumunda, kullanıcı ve kullanım alanında gittikçe genişleyen bir potansiyele kavuşacaktır.

K A Y N A K L A R

- /1/ CNES, SPOT IMAGE : SPOT User's Handbook, Vol:1 References Manual, Vol:2 SPOT Handbook, FRANSA, 1988.
- /2/ Dowman, I, J. : "Automatic Correlation Applied to SPOT" The SPOT System and Its Cartographic Applications, Saint-Mande, FRANSA, 1988.
- /3/ Galtier, B. : "Topographic Applications of SPOT" IGN France International, Asian Institute of Technology, 1988.
- /4/ Konecny : "Geometric Evaluation of SPOT Imagery" The SPOT System and Its Cartographic Applications, Saint-Mande, Fransa, 1988.
- /5/ Rivereau, J.C., Pousse, M. : "SPOT After Two Years in Operation, an Appraisal of Results and Review of Selected Applications" The SPOT System and Its Cartographic Applications, Saint-Mande, Fransa, 1988.
- /6/ Oeepe : "Interpretability of SPOT Data for General Mapping" Official Publication No.:24, 1990.
- /7/ Önder, M. : "Uzaktan Algılama Ders Notları" Harita Genel Komutanlığı, Harita Yüksek Teknik Okulu Yayınları, Ankara, 1990.
- /8/ Önder, M. : "SPOT Uydu Görüntülerinden Topografik Uygulamalar" 1 nci Uzaktan Algılama Semineri, Ankara, 1989.