

Harita Dergisi



Temmuz 2015
Sayı 154

ISSN 1300-5790

Alkan R M, Ozulu İ M, İlçi V: **Deniz Uygulamalarında Hassas Nokta Konumlama Tekniğinin (PPP) Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma** (A Study on the Usability of Precise Point Positioning Technique (PPP) in Marine Applications)

Gökçeşen J, Yoncalıoğlu T, Kavzoğlu T: **Obje Tabanlı Sınıflandırmada Bölgeleme Esasına Dayalı Ölçek Parametresi Tespiti: WorldView-2 Uydu Görüntüsü Örneği** (Scale Parameter Determination Based on Zoning Principle in Object Based Classification: A case study of Worldview-2 Imagery)

Canıberk M: **Hiperspektral Görüntülerin Eğitimsiz Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması** (Comparison of Hyperspectral Images Unsupervised Classification Results)

Çabuk S, Erdoğan M, Onal E: **Open Street Map Verilerinden Yararlanılarak 1/50K Ölçekli Harita Üretilebilirliğinin Araştırılması** (Researching Of 1/50k Scaled Map Producibility Using Open Street Map Data)

Araşan G, Erdoğan M: **MrSID Görüntü Sıkıştırma Formatının Sınıflandırma Doğruluğuna Etkisi** (The Impact of MrSID Image Compression Format on Accuracy of Classification)



HARİTA DERGİSİ

Temmuz 2015

Yıl : 81 Sayı : 154

ALTI AYDA BİR YAYIMLANIR.
HAKEMLİ DERGİDİR.
YEREL SÜRELİ YAYINDIR.

Sahibi

Harita Genel Komutanlığı Adına
Tümgeneral Burhanettin AKTI

Sorumlu Müdür

Harita Yük.Tek.Ok.K.İği Adına
Dr. Mühendis Albay Mustafa KURT

Editör

Mühendis Yarbay İ.Mert ELMAS
Öğretim ve Araştırma Sekreteri

Yönetim Kurulu

Dr.Müh.Alb. Osman ALP
Dr.Müh.Alb.Mustafa ATA
Dr.Müh.Alb.Mustafa KURT (Bşk.)
Doç.Dr.Müh.Alb.Hasan YILDIZ
Müh.Yb.İ.Mert ELMAS

Yönetim Yeri Adresi

Harita Genel Komutanlığı
Harita Yüksek Teknik Okulu
Harita Dergisi Yönetim Kurulu
Başkanlığı
06100 Cebeci / ANKARA

Tel : (312) 5952120

Faks: (312) 3201495

e-posta: haritadergisi@hgk.msb.gov.tr

Basım Yeri

Harita Genel Komutanlığı Matbaası
ANKARA

ISSN 1300 – 5790

Bu dergide yayımlanan makaleler,
yazarlarının özel fikirlerini yansıtır.
Türk Silahlı Kuvvetlerinin resmi
görüşünü ifade etmez.

TÜBİTAK-ULAKBİM Mühendislik ve
Temel Bilimler Veri Tabanında
(TÜBİTAK MTBVT) taranmaktadır.

İ Ç İ N D E K İ L E R

**Deniz Uygulamalarında Hassas Nokta Konumlama
Tekniğinin (PPP) Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma**
(A Study on the Usability of Precise Point Positioning
Technique (PPP) in Marine Applications)

Reha Metin ALKAN
İbrahim Murat OZULU
Veli İLÇİ

1 - 8

**Obje Tabanlı Sınıflandırmada Bölgeleme Esasına Dayalı
Ölçek Parametresi Tespiti: WorldView-2 Uydu Görüntüsü
Örneği**

(Scale Parameter Determination Based on Zoning Principle
in Object Based Classification: A case study of Worldview-2
Imagery)

İsmail ÇÖLKESEN
Tahsin YOMRALIOĞLU
Taşkın KAVZOĞLU

9 - 18

**Hiperspektral Görüntülerin Eğitimsiz Sınıflandırma
Sonuçlarının Karşılaştırılması**

(Comparison of Hyperspectral Images Unsupervised
Classification Results)

Mustafa CANIBERK

19 - 25

**Open Street Map Verilerinden Yararlanılarak 1/50K Ölçekli
Harita Üretilirliğinin Araştırılması**

(Researching of 1/50K Scaled Map Producibility Using Open
Street Map Data)

Serhat ÇABUK
Mustafa ERDOĞAN
Erdal ÖNAL

26 - 34

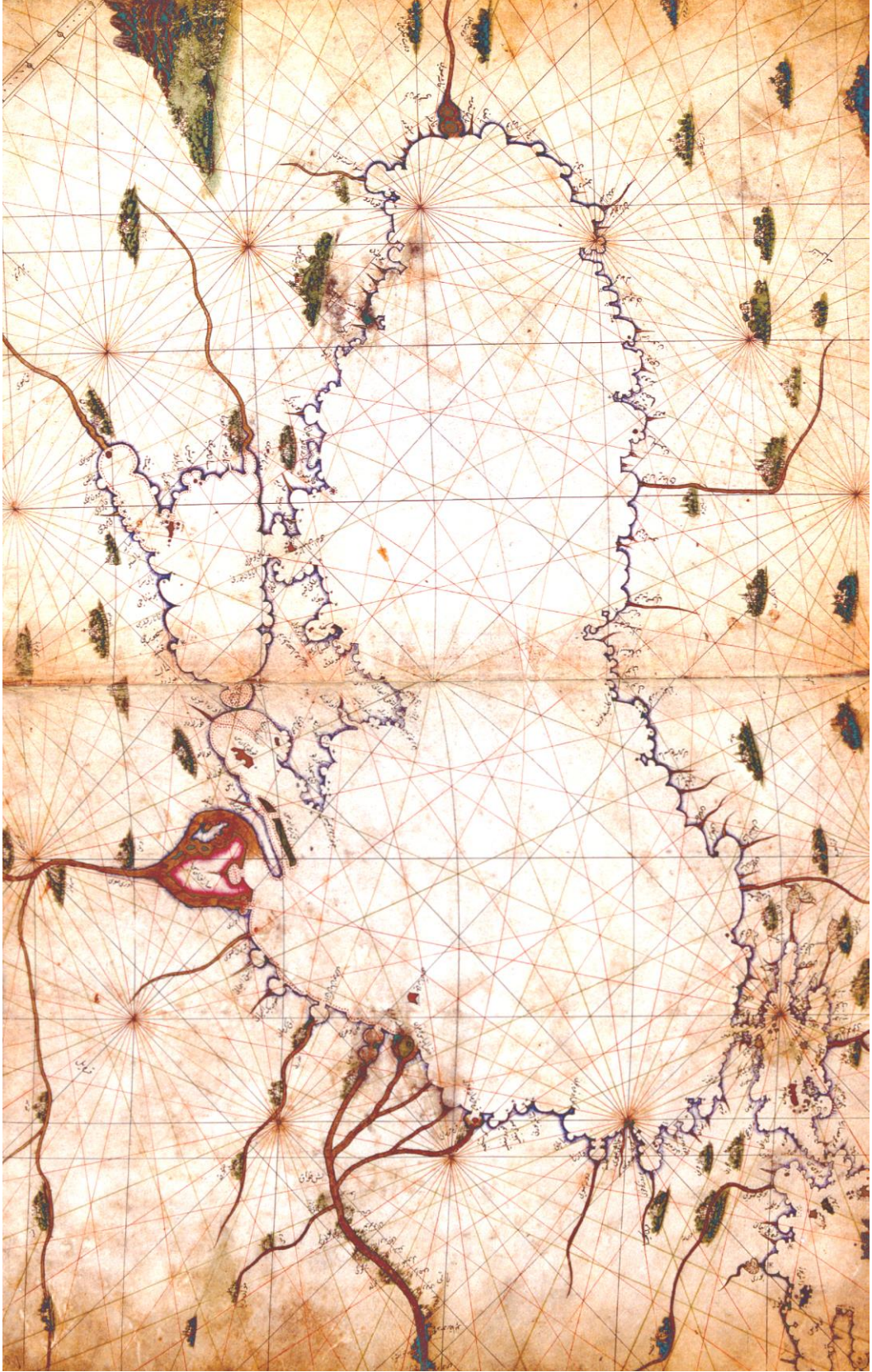
**MrSID Görüntü Sıkıştırma Formatının Sınıflandırma
Doğruluğuna Etkisi**

(The Impact of MrSID Image Compression Format on
Accuracy of Classification)

Gökhan ARASAN
Mustafa ERDOĞAN

35 - 42

<u>Bilim Kurulu</u>	<u>Bu Sayıda Hakem Olarak Görev Alan Bilim Kurulu Üyeleri</u>
Prof.Dr.Bahadır AKTUĞ (AÜ) Prof.Dr.Ayhan ALKIŞ Prof.Dr.Zübeyde ALKIŞ (YTÜ) Prof.Dr.Orhan ALTAN Prof.Dr.Ahmet Tuğrul BAŞOKUR (AÜ) Prof.Dr.Öztuğ BİLDİRİCİ (SÜ) Prof.Dr.Çetin CÖMERT (KTÜ) Prof.Dr.Rahmi Nurhan ÇELİK (İTÜ) Prof.Dr.Uğur DOĞAN (YTÜ) Prof.Dr.Semih ERGİNTAV (BÜ) Prof.Dr.Şerif HEKİMOĞLU Prof.Dr.Cevat İNAL (SÜ) Prof.Dr.M.Onur KARSLIOĞLU (ODTÜ) Prof.Dr.Taşkın KAVZOĞLU (GTÜ) Prof.Dr.Ahmet KAYA (KTÜ) Prof.Dr.Fatmagül KILIÇ (YTÜ) Prof.Dr.Ali KOÇYİĞİT (ODTÜ) Prof.Dr.Hakan Şenol KUTOĞLU Prof.Dr.Sıtkı KÜLÜR (İTÜ) Prof.Dr.Nebiye MUSAOĞLU (İTÜ) Prof.Dr.Cankut ÖRMECİ (İTÜ) Prof.Dr.Haluk ÖZENER (BÜ) Prof.Dr.Filiz SUNAR (İTÜ) Prof.Dr.Dursun Zafer ŞEKER (İTÜ) Prof.Dr.Gönül TOZ (İTÜ) Prof.Dr.Mustafa TÜRKER (HÜ) Prof.Dr.Necla ULUĞTEKİN (İTÜ) Prof.Dr.Naci YASTIKLI (YTÜ) Prof.Dr.Ferruh YILDIZ (SÜ) Doç.Dr.Melih BAŞARANER (YTÜ) Doç.Dr.Hande DEMİREL (İTÜ) Doç.Dr.Fevzi KARSLI (KTÜ) Doç.Dr.Ali KILIÇOĞLU Doç.Dr.Onur LENK Doç.Dr.Hakan MARAŞ (ÇÜ) Doç.Dr.Uğur ŞANLI (YTÜ) Doç.Dr.Aydın ÜSTÜN (KÜ) Doç.Dr.Cemal Özer YİĞİT (GTÜ) Doç.Dr.Müh.Alb.Hasan YILDIZ (HGK) Yrd.Doç.Dr.Hakan AKÇİN (BEÜ) Yrd.Doç.Dr.Ali ERDİ (SÜ) Dr.Coşkun DEMİR Dr.Müh.Alb.Osman ALP (HGK) Dr.Müh.Alb.Mustafa KURT (HGK) Dr.Müh.Alb.Mustafa ATA (HGK) Dr.Müh.Yb.Oktay EKER (HGK) Dr.Müh.Yb.Mustafa ERDOĞAN (HGK) Dr.Müh.Yb.Yavuz Selim ŞENGÜN (HGK) Dr.Müh.Yb.Altan YILMAZ (HGK)	Prof.Dr.Orhan ALTAN Prof.Dr.Cevat İNAL (SÜ) Prof.Dr.Taşkın KAVZOĞLU (GTÜ) Prof.Dr.Sıtkı KÜLÜR (İTÜ) Prof.Dr.Nebiye MUSAOĞLU (İTÜ) Prof.Dr.Gönül TOZ (İTÜ) Prof.Dr.Dursun Zafer ŞEKER (İTÜ) Prof.Dr.Naci YASTIKLI (YTÜ) Prof.Dr.Ferruh YILDIZ (SÜ) Doç.Dr.Hande DEMİREL (İTÜ) Doç.Dr.Cemal Özer YİĞİT (GTÜ) Yrd.Doç.Dr.Hakan AKÇİN (BEÜ) Dr.Müh.Alb.Oktay EKER (HGK) Dr.Müh.Yb.Mustafa ERDOĞAN (HGK) Dr.Müh.Yb.Altan YILMAZ (HGK)



Ali Macar Reis ve Atlası, Karadeniz Haritası ¹

¹Kemal Özdemir, Osmanlı Haritaları, s.108-109

Ali Macar Reis ve Atlası, Karadeniz Haritası¹

ALİ MACAR REİS ve ATLASI

16'ncı yüzyıl Osmanlı Haritacılığının doruk noktalarından olan Ali Macar Reis Atlası, adından da anlaşılacağı gibi levend reisi bir denizcinin eseridir. Daha açık deyişle Ali Macar, Akdenizi kasıp kavuran Osmanlı korsan reislerinden biridir. Osmanlı ülkesinin en mahir denizcileri korsanlardı. Savaşçılıklarının yanı sıra, deniz bilimlerinde de üstün bilgilere sahiptiler. Osmanlı denizciliği ve kartografyasının öncüsü oldular.

Topkapı Sarayı Müzesi Kütüphanesi Hazine Kitaplığı 644 numarada kayıtlı bulunan Ali Macar Reis Atlası, yedi haritadan oluşur. Atlas, dönemin cildindendir.; cilt kapakları kahverengidir. Ön ve arka kapaklarının ortasında, Osmanlı cilt sanatının süsleme ögesi şemse bulunur. Kapakların kenarı ayrıca altın yıldız zencerek ve cetvelle çerçevelenmiştir. Yılların etkisi ile bu yıldızlar silinmeye yüz tutmuştur. 18 sayfadan oluşan atlasla, haritalar yedi çift sayfa üzerinde 31x43 santimlik alanı kaplar. Deri parşömen üzerine çizilmiştir. Atlasla yer alan ilk altı harita(Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Ege Haritası, İtalya Haritası, Batı Akdeniz ve İber Yarımadası, Britanya Adaları ve Avrupanın Atlantik Kıyıları, Ege Deniz-Batı Anadolu ve Yunanistan Haritası), XVI. Yüzyıl Osmanlı deniz haritalarının tipik örneğidir. Sonuncusu bir Dünya haritasıdır.

Atlasla bulunan ilk altı harita, portolonların tipik özelliklerini taşır ve tamamında on yedi adet rüzgârgülü bulunur. Rüzgârgüllerinden ayrılan otuz iki yön çizgisi belli renklerde.

Sekiz ana yön siyah ile, ana yönlerin ortaları kırmızı ile, kerte adı verilen ara yönler yeşil renkle çizilmiştir. Bütün haritaların altında mil ölçeği bulunmaktadır. Limanlar abartılı girinti ve çıkıntılarla belirtilmiştir. Karaların denizle birleştiği yerler lacivertle gölgelendirilmiş, böylece kıyıların göze çarpması amaçlanmıştır. Portolonlarda yer alan adalar altın yıldız, sarı, yeşil, pembe, kırmızı gibi göze çarpan renklerle boyanmıştır. Portolonlarda adet olduğu üzere sığlık yerler kırmızı noktalarla, gizli kayalıklar (+) ile gösterilmiştir. Nehirler altın yaldıza boyanmıştır. Bazı büyük nehirlerin deltaları abartılı çizilmiş, göz alıcı şekilde renklendirilmiştir.

Dünya haritası ve ikinci Ege Haritası dışında, önemli kentler ve kaleler, renkli basit minyatürlerle gösterilmiştir. Kentlerin adları siyahla yazılmış ve böylece portolonlarda önemli limanların kırmızı ile yazılması kuralının dışına çıkmıştır. Haritaların tamamı kuzeye yönlendirilmiş ve siyasi sınırlarla ilgili hiç bir bilgi verilmemiştir.

¹Kemal Özdemir, Osmanlı Haritaları, s.104-105-108-109

Deniz Uygulamalarında Hassas Nokta Konumlama Tekniğinin (PPP) Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma (A Study on the Usability of Precise Point Positioning Technique (PPP) in Marine Applications)

Reha Metin ALKAN^{1,2}, İ. Murat OZULU¹, Veli İLÇİ¹

¹ Hitit Üniversitesi, Kuzey Kampüs, 19030, Çorum ²İTÜ İnşaat Fakültesi, 34469, Maslak, İstanbul
alkan@hitit.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, tek bir GNSS alıcısı ile toplanan veriden başka bir veriye ihtiyaç duymadan konum belirlemeyi mümkün kılan Hassas Nokta Konumlama (Precise Point Positioning-PPP) tekniğinin deniz uygulamalarında (dinamik ortamlarda) kullanılabilirliği ve doğruluk performansı araştırılmıştır. Bunun için Çorum ilinde sulama ve elektrik üretimi amacıyla inşa edilmiş olan Obruk Baraj gölünde tekne ile iki ayrı kinematik uygulama yapılmıştır. Kinematik ölçmelerdeki her bir ölçme epokunun bilinen koordinatlarını belirleyebilmek için kıyıda tesis edilen ve koordinatı bilinen bir noktaya da bir başka jeodezik GNSS alıcısı kurulmuş ve statik modda veri toplanmıştır. Kıyıda sabit noktadaki ve teknedeki GNSS alıcıları ile toplanan verilerden yararlanarak gezici antenin konumu, her bir ölçme epoku için –rölatif yöntemle– cm doğrulukla belirlenmiştir. Teknede yapılan ölçmelerde toplanan GNSS verileri, dünyada çok yaygın olarak kullanılan iki web-tabanlı GNSS değerlendirme servisi olan CSRS-PPP ve magicGNSS'e gönderilerek, her bir ölçme epokunun PPP yöntemi ile koordinatı hesaplanmış ve rölatif yöntemden elde edilen ve doğru olarak kabul edilen koordinatlarla karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmadan elde edilen 1-2 dm'lik doğruluk değeri, yöntemin birçok hidrografik ölçme uygulaması başta olmak üzere, deniz haritacılığı, navigasyon, okyanus bilimi, kıyı kaynak yönetimi ve kıyı haritalarının hazırlanması gibi uygulamalarda kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: GNSS, PPP, Web-tabanlı PPP Değerlendirme Servisi, Denizcilik uygulamaları.

ABSTRACT

In this study, the technique known as Precise Point Positioning (PPP), which enables the positioning by using the GNSS data collected in stand-alone mode, is investigated considering its accuracy performance and its utility in marine applications (in dynamic environments). Hence, two kinematic test measurements were carried out in Obruk Dam Lake, which was built for irrigation and production of electricity in Çorum province. During the kinematic measurement, another geodetic-grade GNSS receiver was occupied on a known point on the shore and data were collected in static mode in order to estimate the reference trajectory, i.e. known coordinates of each measurement epoch. The position of the antenna was determined as cm level of accuracy with relative method by using the data collected with the GNSS receivers located both on the boat and on the shore.

The GNSS data which were collected only through the measurements carried out on the boat were sent to CSRS-PPP and magicGNSS services, which are commonly used as world-wide web-based on-line GNSS processing services. Thus, coordinates of each measurement epoch were calculated by PPP technique and these, i.e. PPP-derived, coordinates were compared with those of relative method to be assumed as known coordinates. The obtained accuracy level of 1-2 dm has indicated that PPP can be used in many marine applications such as marine mapping, navigation, oceanography, coastal resource management, and particularly in many hydrographic surveying.

Keywords: GNSS, PPP, Web-based on-line PPP Processing Service, Marine applications.

1. GİRİŞ

Uydu bazlı konum belirleme sistemlerinin dünyada en yaygın bilineni ve kullanılanı olan Global Positioning System (GPS), başlangıçta askeri amaçlar için geliştirilmiş olmasına rağmen, günümüzde hemen her alanda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Aktif olarak hizmet vermekte olan Rusya'nın GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS), yakın zamanda tamamen kullanıma başlanılacak olan Avrupa Birliğine ait GALILEO, Çin Halk Cumhuriyeti tarafından işletilen Beidou-2 olarak da bilinen COMPASS, Japonya'nın Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) ve Hindistan'ın Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS) gibi diğer sistemlerin de devreye girmesiyle, Global Navigation Satellite System (GNSS) pazarı dünyadaki büyük sektörlerden biri haline gelecektir. Günümüzde kullanılmakta olan GNSS alıcılarının sayısı 2 milyarı geçmiş olup, 2022 yılında bu sayının 7 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu, nüfusu yaklaşık 7 milyar olan dünyamızda, neredeyse herkese ait bir GNSS alıcısı olacağı anlamına gelmektedir (Attia, 2014).

Uydu-bazlı konum belirleme sistemlerinde mutlak ve bağıl (rölatif) konum belirleme olmak üzere temelde iki yöntem kullanılmaktadır. Tek Nokta Konum Belirleme yöntemi ile (SPP-Single Point Positioning) metreler mertebesinde, son derece kolay ve sürekli olarak konum belirlemek

mümkün olmakla birlikte, bu doğruluk pek çok ölçme uygulamasının gerektirdiği doğruluğun çok altındadır. Bu düşük doğruluğu artırmak için en yaygın olarak başvuru yapılan yaklaşım, ölçmelerin rölatif yöntem ile yapılması olmuştur. Söz konusu yöntem ile mm-cm doğrulukla konum belirlenebilmekle birlikte, yöntemin uygulanabilmesi için en az bir referans noktasında daha eş zamanlı olarak toplanan veriye ve toplanan verilerin değerlendirilebilmesi için bir GNSS veri değerlendirme yazılımına gereksinim duyulmaktadır. Real-Time Kinematic (RTK) yönteminin kullanılması durumunda ise, alıcı ile referans arasındaki mesafe kısıtı olması ve veri iletilişiminde yaşanabilecek olası sorunlara bağlı olarak ölçme yapılamaması da, bu yöntemin eksikliklerindendir. Son zamanlarda Ağ-RTK olarak adlandırılan yöntem (örn. ülkemizde TUSAGA-Aktif ağı), klasik rölatif yöntemle farklı bir bakış açısı getirmiş ve uygulanagelen yöntemdeki pek çok dezavantajı ortadan kaldırmıştır. Ancak Ağ-RTK yönteminin GSM hattına ihtiyaç duyması ve dolayısıyla servis sağlayıcının kapsama alanı ile ölçme sınırının ilintili olması, sabit istasyondan itibaren en fazla 80-100 km'ye kadarlık bir alan içerisinde ölçmelerin yapılabilmesi (uzun da olsa, mesafe bağımlı olması) ve bu ölçmelerin yapılması için kullanılacak olan GNSS alıcılarının göreceli olarak daha pahalı olması da, bu yöntemin dezavantajlarındandır.

Tüm bu zorlukları ortadan kaldırmak üzere, sadece tek bir alıcı ile toplanan verilerin değerlendirilmesi suretiyle, daha yüksek doğruluklara ulaşılması için pek çok çalışma yapılmıştır. Örneğin 1980'li yıllarda, bazı araştırmacılar smoothing (düzgünleştirme veya yumuşatma) adı verilen bir yöntemle Tek Nokta Konum Belirleme (SPP) yönteminden elde edilene göre kıyaslanamayacak kadar yüksek ama hala pek çok ölçme uygulamasına yetemeyecek kadar da düşük doğrulukla (metre/metre-altı) konum belirleyebilmiştir (Lachapelle vd., 1987; Ashkenazi vd., 1990; Cannon ve Lachapelle, 1992; Lachapelle vd., 1995; Rizos, 1999).

Son yıllarda uydu jeodezisi, veri analiz ve işleme tekniklerindeki gelişmeler, sadece tek bir alıcı ile toplanan veriler kullanılarak, yüksek doğrulukla (cm-dm) konum belirlemeyi mümkün kılan pek çok algoritma ve yaklaşımın araştırmacılar tarafından geliştirilmesini sağlamıştır. Özellikle başta International GNSS Service (IGS) olmak üzere, Jet Propulsion Laboratory (JPL), Center for Orbit Determination

in Europe (CODE) gibi kuruluşların başarılı ve yaygın çalışmaları ile hizmete sunulan hassas yörünge ve saat bilgileri (ve başka veriler) (Tablo 1), bu konuda hızlı yol katedilmesini ve oldukça başarılı sonuçlar alınmasını sağlamıştır. Söz konusu bu hassas ürünler kullanılarak geliştirilen tekniklerden en çok bilineni ve her geçen gün pek çok farklı uygulamaya konu olarak yaygın bir şekilde tüm dünyada kullanılmaya başlanılan Hassas Nokta Konumlama (Precise Point Positioning-PPP) adı verilen tekniktir. Sıfır-fark alma (zero-difference) işleminin özel bir hali olan PPP'de, tek bir GNSS alıcısıyla toplanan veriden başka eş zamanlı ölçülen GNSS verisine ihtiyaç duyulmaksızın hassas uydu yörünge ve saat bilgileri kullanılarak ve bazı düzeltmeler (taşıyıcı dalga faz dönüklüğü, uydu anten faz merkezi, katı yeryüzü gel-git ve okyanus yüklemesi vb) uygulanarak, cm-dm doğruluğunda, statik/kinematik modlarda konum belirlemek mümkündür (Zumberge vd., 1997; Kouba ve Héroux, 2001; Kouba, 2003; Choy vd., 2007; Alkan, 2008; Huber vd., 2010; Martín vd., 2011; Martín vd., 2012; Afifi ve El-Rabbany, 2013; Alkan ve Öcalan, 2013; Junping vd., 2013; Liu vd., 2013). PPP'nin uygulama kolaylığı, düşük maliyeti, global bir datumda konum bilgisine ulaşılabilmesi en önemli avantajları iken, yüksek doğruluk için uzun yakınsama süresi gereksinimi, hassas ürünlerin elde edilebilmesi için gerekli olan veri edinim süresinin uzun olması (nihai-final ürünlerde 12-18 gün), yaygın kullanılan ticari GNSS değerlendirme yazılımlarında –henüz- PPP çözüm seçeneğinin olmaması, tekniğin kullanımını kısıtlayan bazı hususlardır. PPP yöntemi ile değerlendirme yapmak için, izleyen bölümlerde kısaca verilecek olan çözüm yaklaşımları bulunmakla birlikte, son zamanlarda kullanıcıya pek çok avantaj sağlayan, kolay kullanıma sahip web-tabanlı değerlendirme servisleri kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, Çorum ili Obruk Baraj Gölü'nde, bir tekne ile iki farklı kinematik ölçme uygulaması yapılmış, uygulamalarda toplanan veriler, PPP yöntemi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar rölatif yöntem ile belirlenen ve doğru olarak kabul edilen koordinatlarla karşılaştırılmıştır. PPP koordinatlarının hesaplanmasında, dünyada oldukça yaygın olarak tercih edilen Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning (CSRS-PPP) ve *magicGNSS* değerlendirme servisleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında, PPP tekniğinin deniz uygulamalarındaki kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Tablo 1. IGS Ürün Tablosu (URL 1)

		Doğruluk	Sunum Süreci	Güncelleme	Örnekleme Aralığı
GPS Uydu Efemerisleri / Uydu & İstasyon Saatleri					
Yayın Eferemerisi (Broadcast)	Yörüngeler	~100 cm	gerçek zamanlı (real time)	--	günlük
	Uydu Saatleri	~5 ns RMS ~2.5 ns SDev			
Ultra-Hızlı (Ultra-Rapid-predicted half)	Yörüngeler	~5 cm	gerçek zamanlı (real time)	saat 03, 09, 15 ve 21'de (UTC)	15 dakika
	Uydu Saatleri	~3 ns RMS ~1.5 ns SDev			
Ultra-Hızlı (Ultra-Rapid-observed half)	Yörüngeler	~3 cm	3-9 saat	saat 03, 09, 15 ve 21'de (UTC)	15 dakika
	Uydu Saatleri	~150 ps RMS ~50 ps SDev			
Rapid (Hızlı)	Yörüngeler	~2.5 cm	17-41 saat	saat 17'de (UTC), günlük	15 dakika
	Uydu ve İst. Saatleri	~75 ps RMS ~25 ps SDev			5 dakika
Nihai (Final)	Yörüngeler	~2.5 cm	12-18 gün	her perşembe günü	15 dakika
	Uydu ve İst. Saatleri	~75 ps RMS ~20 ps SDev			Uydu: 30s İst.: 5 dakika
GLONASS Uydu Efemerisleri					
Nihai (Final)		~3 cm	12-18 gün	her perşembe günü	15 dakika

2. WEB-TABANLI PPP DEĞERLENDİRME SERVİSLERİ

PPP yöntemi ile konum belirleyebilmek için yakın zamana kadar ya Bernese, GIPSY-OASIS gibi bilimsel GNSS değerlendirme yazılımları; ya da üniversite, enstitü veya araştırma merkezlerindeki araştırmacılar tarafından hazırlanan PPP yazılım paketleri kullanılmıştır. Ancak bilimsel GNSS değerlendirme yazılımlarının kullanılması için yeterli teorik GNSS bilgisine gereksinim duyulmakta ve bazı yazılımlar (örneğin Bernese) için yazılım ücretinin de ödenmesi gerekmektedir. İkinci grupta anılan programlar ise, çoğunlukla kodlayan araştırmacının gereksinimine göre hazırlanmış olup, onların konuya yaklaşımı, bilgi birikimi ve tecrübesi ile doğru orantılı olarak sonuçların alındığı, çoğunlukla da kullanımı çok pratik olmayan yazılımlardır. Bu tür yazılımlarda kodlayan kişinin belirlediği eksiklik veya daha sonra eklenen yeniliklerden sistematik olarak haberdar olmak da pek kolay olmamaktadır.

Bilişim ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan, kullanıcılarının çok daha kolay işlem yapmalarını sağlayan ve yukarıda sıralanan olumsuzlukları da önemli ölçüde ortadan kaldıran web-tabanlı GNSS veri değerlendirme servisleri hizmete sunulmuştur. Bunlardan PPP modunda değerlendirme yapmaya imkân tanıyan ve dünyada oldukça yaygın olarak kullanılanlardan bazıları şunlardır:

- Natural Resources Canada tarafından işletilen Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning (CSRS-PPP),
- University of New Brunswick tarafından işletilen GPS Analysis and Positioning Software (GAPS),
- *magicGNSS*.

Bu servisleri kullanmak isteyen ve sadece çok temel düzeyde GNSS bilgisine sahip olan kullanıcıların yapması gereken, toplamış oldukları verileri, çoğunlukla RINEX formatına dönüştürdükten sonra, servislerin kolay kullanımlı web sayfaları, ftp servisleri veya e-posta aracılığıyla değerlendirmek üzere göndermekten/yüklemekten ibarettir. Limitsiz ve çoğunlukla üyelik sistemi ile ücretsiz olarak kullanım imkânı sunan bu servisler, veriler ulaştırıldıktan sonra hemen otomatik olarak değerlendirmeye başlayıp, internet hızına ve diğer kullanıcılar tarafından gönderilmiş veri yoğunluğuna bağlı olarak (genelde oldukça kısa bir zamanda) kullanıcılarına sonuçları ulaştırmaktadır. Bu tür servislerin en büyük dezavantajı, veri işlemenin otomatik olarak yapılması ve bu sürece hemen hiç bir şekilde müdahil olunamamasıdır. Veri iletişimindeki aksaklıklar, internet hızı, kesintisi, servisin bakım vb. sebeplerden dolayı hizmet dışı kalması gibi hususlar da, bu tür sistemlerin önemli eksikliklerindendir.

Bu çalışmada kullanılan CSRS-PPP ve *magicGNSS* servisleri ile ilgili öne çıkan bazı özellikleri kısaca aşağıda verilmiştir.

- Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning (CSRS-PPP) Servisi:

Ücretsiz olarak hizmet veren bu servisten yararlanmak isteyen kullanıcıların sadece üye olmaları yeterlidir. GPS ve GLONASS uydularından statik/kinematik modda toplanan verilerin değerlendirilmesine imkân veren servis ile oldukça hızlı sayılabilecek bir sürede değerlendirme yapıp, sonuçlar veri yüklerken kullanıcının belirttiği e-posta adresine gönderilmektedir. CSRS-PPP, verinin toplandığı güne ait en uygun hassas uydu yörünge efemeris (Ultra-rapid, Rapid veya Final) ve saat bilgisini kullanmaktadır. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar ölçme epokunda olmaktadır. Hesaplanan koordinatlar, kullanıcının tercihiyle bağlı olarak Kuzey Amerika Datumu 1983 (NAD83) veya The International Terrestrial Reference Frame (ITRF) datumlarından birinde elde edilebilmektedir. Okyanus gel-git yüklemesi (ocean tidal loading) ve düşey datum seçimi imkânı da sunan servis ile ilgili detaylı bilgiler URL-2'de yer almaktadır.

- *magicGNSS*-PPP Değerlendirme Servisi:

Bu servis, İspanyol GMV Uzay ve Savunma firması tarafından geliştirilmiş bir uygulamadır. Servisten, bazı kısıtlarla ücretsiz olarak yararlanma imkânı olmakla birlikte, profesyonel uygulamalar için geliştirilmiş olan ve daha gelişmiş özelliklere sahip *pro* kullanıcı seçeneği ile de yararlanmak mümkündür. Ancak *magicGNSS* *pro* hesabı almak için yıllık bir

lisans ücreti ödenmek zorunda olup, araştırma ve eğitim kurumlarına indirimli fiyatlarla hizmet verilmektedir. GPS ve GLONASS verileri ayrı ayrı veya GPS+GLONASS seçeneği ile değerlendirme yapan servis, statik/kinematik modlarda, ama yalnızca çift frekanslı alıcılarla toplanan verileri değerlendirmektedir. Kullanıcılar servisin web sayfası aracılığıyla veya e-posta ile verilerini gönderip, sonuçlarını e-posta ile (PPP koordinatları, analiz raporları ve grafikleri ile birlikte) elde etmektedir. Sistemden elde edilebilecek konum doğrulukları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *magicGNSS* ile Elde Edilebilecek Konum Doğrulukları (URL 3)

Yöntem	Doğruluk
Gerçek Zamanlı (real-time)	< 10 cm (30 dakika sonra)
Büroda Hesaplama (post-process)	cm-altı @ 1 gün
	2-3 cm @ 2 saat
	< 10 cm @ 1 saat

Servis ile ilgili detaylı bilgiler, URL-3'de yer almaktadır.

3. UYGULAMA

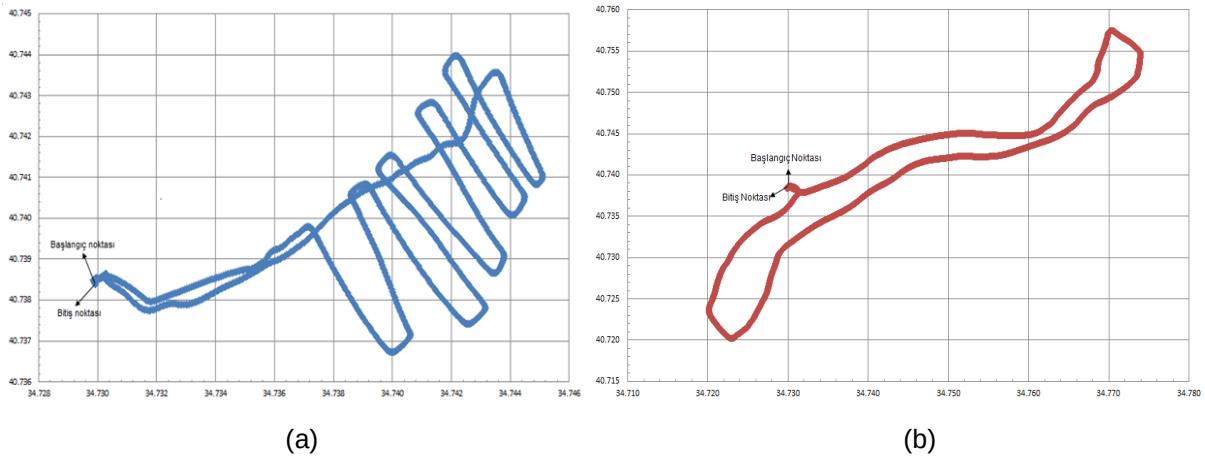
PPP yönteminin dinamik ortamlardaki kullanılabilirliği ve doğru analiz yapabilmek için Çorum İli'nde yer alan Obruk Baraj Gölünde, 16 Kasım 2013 tarihinde, aynı günde iki bağımsız kinematik ölçme yapılmıştır. Obruk Barajı, Kızılırmak üzerinde sulama ve enerji üretmek amacıyla inşa edilmiş, normal su kotunda yaklaşık 50.2 km²'lik alana sahiptir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmaların Yapıldığı Obruk Barajı (Çorum)

Gölde yapılan kinematik ölçmelerde Spectra Precision Promark 500 alıcıları kullanılmıştır. Sahilde, daha önce koordinatı belirlenen bir noktada kinematik ölçmeler için başlangıç tam sayı belirsizliğini çözmek –initialization- için kısa

bir süre statik ölçme yapılmış, ardından alıcı tekneye taşınarak sabitlenmiş ve yaklaşık 1'er saatlik sürelerle kinematik ölçmeler yapılmıştır (Şekil 2). Ölçmelerde veriler 1 saniye aralıklarla ve 10 derece yükseklik açısında toplanmıştır.



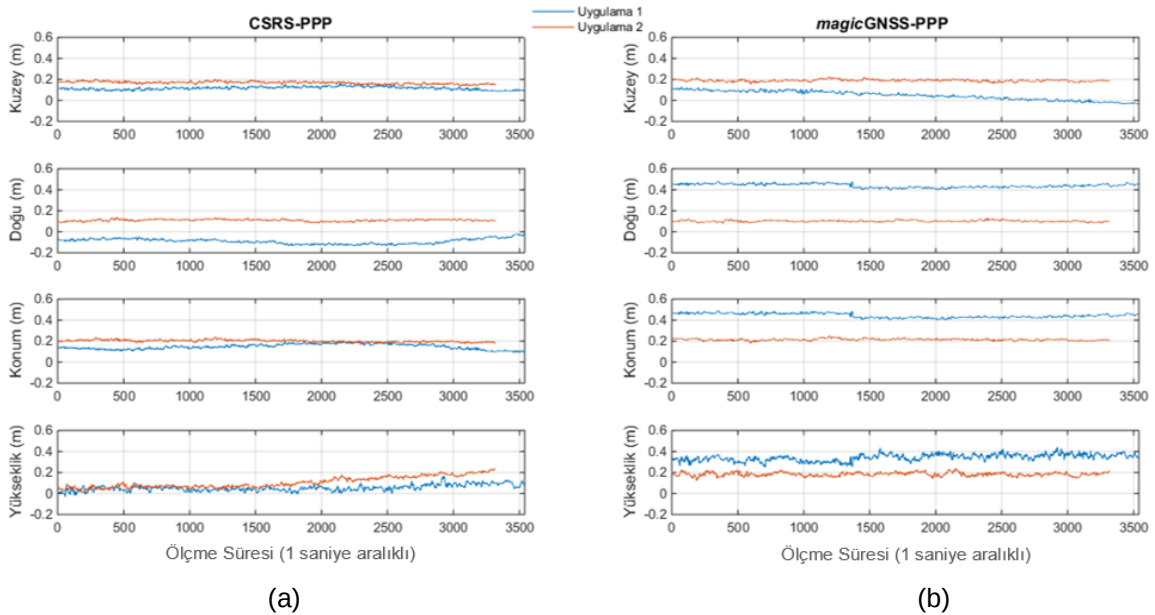
Şekil 2. Kinematik Ölçme Güzergâhları (a) 1. Uygulama; (b) 2. Uygulama

Alıcıların kendi formatında toplanan veriler, standart RINEX formatına dönüştürülmüş ve PPP değerlendirme servislerine *Kinematik* değerlendirme seçeneği ile; *magicGNSS*'e e-posta ile, CSRS-PPP servisine kendi web sayfalarındaki arayüz kullanılarak gönderilmiştir. Verilerin gönderilmesinin üzerinden geçen kısa bir süre sonrasında ölçme yapılan her bir epoka ait PPP koordinatları (ve bazı ek bilgi ve grafikler) e-posta ile elde edilmiştir.

Her bir ölçme epokunun bilinen olarak kabul edilebilecek koordinatlarını elde etmek için, tekne ile ölçmeler yapılırken, sahilde koordinatı bilinen bir noktaya bir başka GNSS alıcısı kurulmuş ve en az kinematik ölçme sürecini kapsayacak şekilde statik modda veri toplanmıştır. Böylelikle, teknede bulunan gezici alıcının her bir ölçme

epokundaki koordinatları, PPP yönteminden elde edilenlerle aynı datumda ve epokta, rölatif yöntem kullanılarak Leica Geo Office (LGO) yazılımı ile bir kaç cm doğrulukla hesaplanmıştır. Elde edilen bu koordinatlar, post-process modda ve rölatif yöntemle belirlenmiş olması nedeniyle doğru olarak kabul edilmiş, PPP yönteminden elde edilen koordinatların doğruluklarının analizinde referans koordinat (referans yörünge) olarak kullanılmıştır.

CSRS-PPP ve *magicGNSS* değerlendirme servislerinden elde edilen koordinatlar ile rölatif yöntem ile belirlenen referans koordinatları, konum ve yükseklik için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Elde edilen farklar, Şekil 3'de, farklara ait bazı istatistiksel bilgiler de Tablo 3'de verilmiştir.



Şekil 3. PPP ile Rölatif Yöntem Arasındaki Koordinat Farkları (a) CSRS-PPP; (b) *magicGNSS*

Tablo 3. Farklara ait Bazı İstatistik Bilgiler

CSRS-PPP								
	Konum (m)				Yükseklik (m)			
	Min.	Max.	Ort.	Standart Sapma	Min.	Max.	Ort.	Standart Sapma
1. Uygulama	0.09	0.21	0.15	0.03	-0.03	0.17	0.05	0.03
2. Uygulama	0.17	0.24	0.20	0.01	0.01	0.24	0.11	0.05

magicGNSS								
	Konum (m)				Yükseklik (m)			
	Min.	Max.	Ort.	Standart Sapma	Min.	Max.	Ort.	Standart Sapma
1. Uygulama	0.40	0.49	0.44	0.02	0.25	0.44	0.34	0.03
2. Uygulama	0.18	0.25	0.22	0.01	0.12	0.24	0.18	0.02

PPP servislerinden elde edilen koordinatlar ile rölatif çözümde elde edilen koordinatların karşılaştırılmasından (Şekil 3), bu çalışmada CSRS-PPP'nin, *magicGNSS*'e göre daha iyi sonuç verdiği kolayca görülmektedir. Genel olarak söylenecek olursa, CSRS-PPP servisinden kinematik modda elde edilen koordinatlar, doğru olarak kabul edilen koordinatlara 1-2 dm'lik bir doğrulukla yakınsamakta iken, bu değer *magicGNSS*'de biraz daha kötüleşmekte, neredeyse yarım metreyi bulan farklara ulaşmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada tek bir GNSS alıcısı ile toplanan veriler kullanarak yüksek doğrulukta konum belirlemeyi mümkün kılan ve PPP/Hassas Nokta Konumlama olarak bilinen tekniğin, kinematik uygulamadaki kullanılabilirliği ve bu yöntemle ulaşılabilecek doğruluklar araştırılmıştır. Yapılan iki kinematik uygulamadan elde edilen sonuçlar, bu yöntem ile web-tabanlı servislerle yapılan değerlendirmeler sonucunda bir kaç dm'lik doğrulukla 3B konum belirlemenin mümkün olduğunu göstermiştir.

Elde edilen bu doğruluklar, International Hydrographic Organization (IHO), International Maritime Organization (IMO), Canadian Hydrographic Service (CHS), United States Army Corps of Engineers (USACE), Land Information New Zealand (LINZ) ve Swedish Maritime Administration (SMA) gibi uluslararası kurumların deniz haritaları yapımında talep ettikleri konum doğruluğunu karşılayabilecek düzeydedir (Alkan ve Aykut, 2009).

Genel olarak söylenecek olursa elde edilen bir kaç dm'lik bu doğruluk, PPP tekniğinin hidrografik

ölçmeler, deniz haritacılığı, navigasyon, okyanus bilimi, kıyı kaynak yönetimi ve kıyı haritalarının hazırlanması gibi pek çok denizcilik uygulamasının gereksinimini karşılayabilecek düzeydedir. Yöntemin kolay kullanımı, sağladığı yüksek doğruluğu, bir başka istasyonda toplanan –ilave- veriye, bir başka ifadeyle bir referans alıcısının verisine gereksinim duymadan sadece tek bir alıcı ile toplanan verilerden yararlanarak konum belirlemeye imkan sağlaması ve buna bağlı olarak da saha çalışmalarının maliyetini azaltması, global bir datumda konum belirlemeyi mümkün kılması, yöntemin kara ve deniz uygulamalarında yoğun bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır.

PPP'nin, çözümün yakınsaması için uzun süre gereksinimi ve hassas ürünlerin elde edilmesi için geçen sürenin bazı uygulamalar için uzun olması, tekniğin öne çıkan dezavantajlarından. Ancak her geçen gün üzerinde çalışmalar devam eden real-time PPP konseptiyle birlikte, gerçek-zamanlı olarak, daha hızlı ve yüksek doğrulukla pek çok çalışmada, daha da yaygın olarak kullanılacaktır.

AÇIKLAMA

Bu çalışma, yazarlar tarafından ENC-GNSS 2014'da sunulan *PPP Usability at Dynamic Environment* başlıklı çalışmanın revize edilip, ek bir uygulama ile genişletilmiş halidir.

TEŞEKKÜR

Ölçmelerin yapılmasındaki desteklerinden dolayı Oğuzlar Belediyesine, çalışmamıza verdiği katkılarından dolayı da Doç.Dr. Muzaffer Kahveci'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Afifi A. and El-Rabbany A., (2013), **Single Frequency GPS/Galileo Precise Point Positioning**, Coordinates, IX(12), pp. 37-40.
- Alkan R.M. and Öcalan T., (2013), **Usability of the GPS Precise Point Positioning Technique in Marine Applications**, Journal of Navigation, 66(4), pp. 579-588.
- Alkan R.M. and Aykut N.O., (2009), **Evaluation of Recent Hydrographic Survey Standards**, In Proc. of the 19th International Symposium on Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields, pp.116-130, Sofia, Bulgaria, November 5-6.
- Alkan R.M., (2008), **Precise Point Positioning Performance of Low-cost OEM and Geodetic Receivers Using Online Processing Service**, In Proc. of International Symposium on GPS/GNSS, pp. 1144-1154, Odaiba, Tokyo, Japan, November 11-14.
- Ashkenazi V., Moore T. and Westrop J., (1990), **Combining Pseudo-range and Phase for Dynamic GPS**, In Proc. of IAG Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Surveying and Remote Sensing, pp.329-340, Banff, Canada, September 10-13.
- Attia T.M., (2014), **An Overview of the Progress in the Global Navigation Satellite Systems and Future Market Growth in Navigation Services**, In Proc. of the Melaha Conference 2014 Resilience Navigation, Alexandria, Egypt, September 1-3.
- Cannon M.E. and Lachapelle G., (1992), **Analysis of a High-Performance C/A-Code GPS Receiver in Kinematic Mode**, Navigation, Journal of the Institute of Navigation, 39(3), pp. 285-300.
- Choy S., Zhang K., Silcock D. and Wu F., (2007), **Precise Point Positioning - A Case Study in Australia**, In Proc. of Spatial Sciences Institute International Conference (SSC2007), pp. 192-202, Hobart, Tasmania, Australia, May 14-18.
- Huber K., Heuberger F., Abart C., Karabatic A., Weber R. and Berglez P., (2010), **PPP: Precise Point Positioning-Constraints and Opportunities**, XXIV FIG International Congress, Sydney, Australia, April 11-16.
- Junping C., Haojun L., Bin W., Yize Z., Jiexian W. and Congwei H., (2013), **Performance of Real-Time Precise Point Positioning**, Marine Geodesy, 36, pp. 98-108.
- Kouba J., (2003), **A Guide to Using International GPS Service (IGS) Products**, IGS Central Bureau, (on-line publication at: <http://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/resource/pubs/GuidetoUsingIGSProducts.pdf>).
- Kouba J. and Héroux P., (2001), **Precise Point Positioning Using IGS Orbit and Clock Products**, GPS Solutions, 5(2), pp. 12-28.
- Lachapelle G., Klukas R., Roberts D., Qiu W. and McMillan C., (1995), **One-metre Level Kinematic GPS Point Positioning Using Precise Orbits and Satellite Clock Corrections**, Geomatica, 49(2), pp. 193-203.
- Lachapelle G., Falkenberg W. and Casey M., (1987), **Use of Phase Data for Accurate GPS Differential GPS Kinematic Positioning**, Bulletin Geodesique, 61(4), pp. 367-377.
- Liu Z., Ji S., Chen W. and Ding X., (2013), **New Fast Precise Kinematic Surveying Method Using a Single Dual-Frequency GPS Receiver**, Journal of Surveying Engineering, 139(1), pp. 19-33.
- Martín A., Anquela A.B., Berné J.L. and Sanmartín M., (2012), **Kinematic GNSS-PPP Results from Various Software Packages and Raw Data Configurations**, Scientific Research and Essays, 7(3), pp. 419-431.
- Martín A., Anquela A.B., Capilla R. and Berné J.L., (2011), **PPP Technique Analysis Based on Time Convergence, Repeatability, IGS Products, Different Software Processing, and GPS+GLONASS Constellation**, Journal of Surveying Engineering, 137(3), pp. 99-108.
- Rizos C., (1999), **Principles and Practice of GPS Surveying**, updated 3/12/2014. retrieved from: http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_survey/principles_gps.htm
- Zumberge J.F., Heflin M.B., Jefferson D.C., Watkins M.M. and Webb F.H., (1997), **Precise Point Positioning for the Efficient and Robust Analysis of GPS Data from**

Large Networks, Journal of Geophysical Research, 102(B3), pp. 5005-5017.

URL 1 (IGS):

<http://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods.html> [Erişim 23 Mayıs 2015].

URL 2 (CSRS):

<http://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php> [Erişim 23 Mayıs 2015].

URL 3 (*magicGNSS*):

<http://magicgnss.gmv.com/ppp/> [Erişim 23 Mayıs 2015].

Obje Tabanlı Sınıflandırmada Bölgeleme Esasına Dayalı Ölçek Parametresi Tespiti: WorldView-2 Uydu Görüntüsü Örneği

(Scale Parameter Determination Based on Zoning Principle in Object Based Classification: A case study of Worldview-2 Imagery)

İsmail ÇÖLKESEN¹, Tahsin YOMRALIOĞLU², Taşkın KAVZOĞLU¹

¹Gebze Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul
icolkesen@gtu.edu.tr

ÖZET

Son yıllarda yüksek konumsal çözünürlüklü uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında geleneksel piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımı yerine obje tabanlı yaklaşımın kullanımı önem kazanmıştır. Objeye tabanlı görüntü analizi iki temel işlem adımından oluşur. Bunlardan ilki benzer spektral özelliklere sahip piksellerin gruplandırılarak homojen yapıyı görüntü objelerinin oluşturulmasını içeren segmentasyon işlemidir. İkincisi ise oluşturulan görüntü objelerin spektral, istatistiksel, geometrik ve ilişkisel özelliklerinden yararlanarak gerçekleştirilen sınıflandırma işlemidir. Sınıflandırma işleminde üretilen görüntü objeleri temel sınıflandırma birimi olarak değerlendirilmeye alındığından, obje tabanlı görüntü analizinin doğruluğu segmentasyon işleminin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Görüntü segmentasyonu ölçek, şekil ve yoğunluk olarak bilinen üç farklı parametre yardımıyla gerçekleştirilmekte olup, bunlar arasında görüntü objelerinin büyüklüğünü kontrol eden ölçek parametresinin tespiti segmentasyonun başarısı açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada yüksek çözünürlüklü WorldView-2 uydu görüntüsünün obje tabanlı yaklaşımla sınıflandırılması problemi ele alınmıştır. Bu çalışmada, görüntü segmentasyonu işleminin gerçekleştirilmesinde tüm görüntü için tek bir ölçek parametresi uygulamak yerine, görüntüdeki doğal ve yapay nesnelerin dağılımları göz önüne alan bölgesel ölçek parametresi kullanımı önerilmiştir. Tek ölçek parametresi ve farklı ölçek parametreleri ile oluşturulan görüntü objelerinin sınıflandırılmasında en yakın komşuluk (EYK) ve destek vektör makineleri (DVM) algoritmaları kullanılmıştır. Sonuçlar, farklı ölçek parametreleri kullanımıyla DVM ve EYK algoritmalarının hesaplanan sınıflandırma doğruluklarında %6 ve %3'e varan seviyede önemli iyileşmeler olduğunu göstermektedir. McNemar's testi sonuçlarına göre algoritmaların sınıflandırma performansındaki bu artışların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Worldview-2, obje-tabanlı sınıflandırma, ölçek parametresi, destek vektör makineleri, McNemar's testi, segmentasyon.

ABSTRACT

In recent years, instead of traditional pixel-based approach, object-based approach has significantly gained importance for the classification of high spatial resolution satellite image. Object-based image analysis

consists of two major processing steps. First one is the segmentation step comprising homogenous image objects creation operations through the grouping set of pixels having similar spectral features. Second one is the classification of created image objects based on their spectral, statistical, geometric and relational features. Because of the fact that image objects are considered as the basic classification units in the classification process, accuracy of object-based image analysis is directly related to the quality of segmentation process. In segmentation process, image objects are created based on three parameters known as scale, shape and compactness. Within these parameters, determination of scale parameter controlling the relative size of image objects has a great importance for the success of the segmentation. This study addresses the problem of the classification of high resolution WorldView-2 imagery using object-based approach. The idea of determine different scale parameters, instead of selecting a single scale parameter for a whole image, considering the spatial distribution of natural and artificial surface objects on the image is proposed. Nearest neighbor (NN) and support vector machine (SVM) algorithms were used for the classification of image objects generated from the single scale and different scale parameters. Results indicated that with the use of different scale parameters, significant improvements were achieved in the estimated classification accuracies of SVM and NN algorithms up to 6% and 3%, respectively. The improvements in the performances of the algorithms were also found to be statistically significant considering the McNemar's test results.

Key Words: WorldView-2, object-based classification, scale parameter, support vector machine, McNemar's test, segmentation.

1. GİRİŞ

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri yeryüzü nesnelerinin konumsal olarak dağılımları hakkında çok daha detaylı bilgiler elde edilmesine imkan sağlamaktadır. Bununla birlikte konumsal çözünürlükteki artış, görüntü üzerinden bilgi çıkarımında ve görüntülerin analizi noktasında önemli problemler ortaya çıkarmaktadır. Bu problemlerin başında yüksek çözünürlüklü görüntülerin birbiriyle spektral olarak benzer özelliklere sahip piksellerden oluşan bir veri yapısına sahip olmasıdır (Zhou, vd., 2009; Lu

vd., 2011; Wieland, vd., 2014). Literatürde farklı boyutta, şekilde ve dağılımda birçok yüzey özelliğini içeren yüksek çözünürlüklü görüntülerin işlenmesi ve analizinde geleneksel sınıflandırma yaklaşımlarının yetersiz kaldığı ve problem çözümüne katkı sağlayacak yeni ve gelişmiş yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu açık bir şekilde ifade edilmiştir (Lu, vd., 2010; Myint, vd., 2011; Tehrany vd., 2014). Son yıllarda özellikle yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında piksel tabanlı yaklaşım yerine obje tabanlı yaklaşımın kullanılmasının sınıflandırma doğruluğunu arttırdığı ve karmaşık yapıdaki sınıflandırma probleminin çözümünde önemli derecede başarı sağladığı birçok çalışmada vurgulanmıştır (Blaschke, 2010; Myint, vd., 2011).

Obje tabanlı sınıflandırma yaklaşımında temel düşünce benzer spektral özelliklere sahip görüntü piksellerinden oluşan homojen yapıları görüntü objelerinin oluşturulması ve objeler için tanımlanan spektral, istatistiksel, doku ve geometrik özellikler dikkate alınarak görüntü objelerinin sınıflandırılmasıdır (Baatz, vd., 2000; Belgiu, vd., 2014). Objeye tabanlı sınıflandırma yaklaşımında dört temel işlem adımı mevcuttur. Bunlardan ilki çeşitli algoritmalar ve yaklaşımlar yardımıyla görüntü piksellerinden homojen görüntü objelerinin üretilmesi olarak bilinen segmentasyon işlemi, ikincisi üretilen görüntü objeleri için farklı özelliklerin tanımlanması, üçüncü olarak kontrollü sınıflandırma işleminin esasları olan arazi örtüsü ve kullanım sınıflarına ilişkin örnekleme veri setlerinin oluşturulması ve son olarak tanımlanan özellikler yardımıyla görüntü objelerinin sınıflandırılmasıdır (Belgiu, vd., 2014).

Genel anlamda segmentasyon büyük objelerin daha küçük parçalara ayrılması anlamına gelmektedir. Objeye tabanlı görüntü sınıflandırma işleminde ise benzer spektral özelliklere sahip piksellerin gruplandırılması ve görüntü objelerinin oluşturulması işlemleri görüntü segmentasyonu olarak tanımlanmaktadır. Bu açıdan ele alındığında segmentasyon işlemi küçük parçalara bölme, birleştirme veya yeniden şekillendirme işlemleri olarak da tanımlanabilmektedir. Segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde çoklu çözünürlük segmentasyonu (multiresolution) algoritması yaygın olarak kullanılmaktadır (Baatz, vd., 2000; Benz, vd., 2004). Temel olarak, çoklu çözünürlük segmentasyonu başlangıçta görüntüdeki her bir pikseli bağımsız bir obje olarak değerlendirmeye alır. Daha sonra her bir görüntü objesi veya piksel belirli bir homojenlik kriteri esas alınarak

komşu pikseller ile birleştirilerek daha büyük görüntü objeleri elde edilir. Söz konusu homojenlik kriteri spektral ve şekil kriterlerinin birleşimi olarak ifade edilen ölçek parametresi ile belirlenir. Ölçek parametresi arttıkça daha büyük görüntü objeleri üretilirken, küçük parametre değerleri için daha küçük boyutlu ve fazla sayıda görüntü objeleri elde edilir (Baatz, vd., 2000).

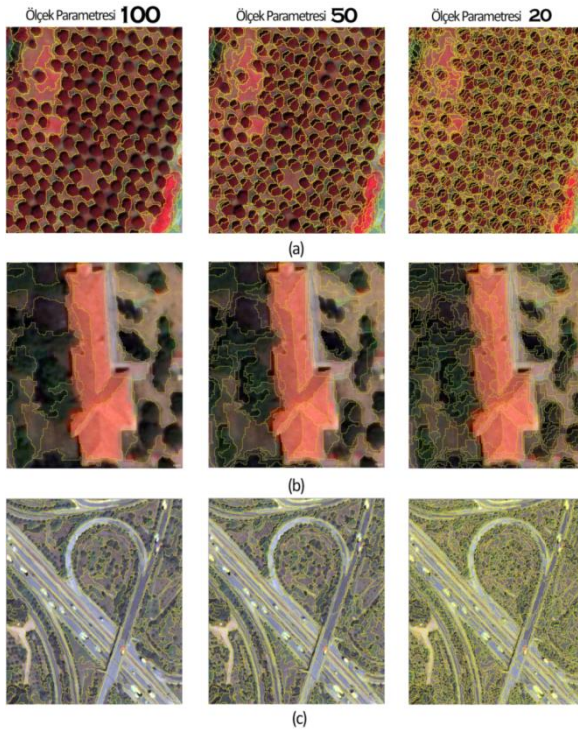
Johnson (2013), obje tabanlı sınıflandırma yaklaşımında en önemli problemten birinin oluşturulacak görüntü objelerinin ortalama boyutunu belirleyen görüntü segmentasyon parametrelerinin tespiti noktasında yaşandığını vurgulamıştır. İlgili duyulan arazi örtüsü özelliğinden daha küçük boyutta görüntü objeleri üreten segmentasyon parametreleri kullanıldığında görüntü objeleri için hesaplanan spektral olmayan bilgilerin (örneğin şekil ve geometri) sınıflandırma doğruluğuna olumlu bir katkısını olmayacağını ifade etmiştir. İlgili duyulan yeryüzü nesnesinden daha büyük boyutta görüntü objesi üretecek şekilde segmentasyon parametrelerinin belirlenmesi durumunda ise birden fazla sınıfa ait piksellerin bir obje içerisine dahil edilmesi söz konusu olmaktadır. Bu nedenle segmentasyon işlemi öncesinde optimum segmentasyon parametrelerinin belirlenmesi esastır.

Çoklu çözünürlük segmentasyonu algoritma yardımıyla görüntü segmentasyonunun gerçekleştirilmesinde temel olarak ölçek, şekil ve yoğunluk olarak adlandırılan üç farklı parametrenin kullanıcı tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bunlardan en önemlisi ölçek parametresi olarak ifade edilmektedir (Myint, vd., 2011). Bunun en önemli nedeni seçilecek ölçek parametresinin direkt olarak segmentasyon sonucu oluşturulacak görüntü objelerinin boyutu ile ilişkili olmasıdır. Çok büyük ölçek parametresi kullanılması neticesinde görüntüdeki birçok detay kaybolmakta dolayısıyla üretilen görüntü objeleri farklı arazi örtüsü/kullanımı sınıfına ait pikselleri içerisine alabilmektedir. Bu durum özellikle hatalı sınıflandırmalara dolayısıyla sınıflandırma doğruluğunun önemli düzeyde azalmasına neden olabilmektedir. Diğer taraftan ölçek parametresinin çok küçük seçilmesi beraberinde görüntü üzerinde olması gerekenden çok daha fazla sayıda obje oluşmasına, dolayısıyla sınıflandırma için gereken işlem süresinin artmasında neden olmaktadır.

Ölçek parametresi ile ilgili bir başka husus ise tüm görüntü için tek bir ölçek parametresi tanımlanması ile ilgilidir. Bu noktada karşılaşılan en önemli problemlerden birisi de farklı arazi

örtüsü/kullanım sınıflarının farklı ölçeklerde daha iyi sınıflandırılmasıdır (Johnson, 2013). Tüm görüntü için en uygun ölçek parametresi belirlense dahi tek bir ölçek parametresinin kullanılması durumunda bazı arazi örtüsü sınıfları için optimum segmentasyon gerçekleşmemektedir. Literatürde bu problemin çözümünde farklı ölçekli parametrelerinin kullanılmasına yönelik çalışmalar mevcuttur (Trias-Sanz, vd., 2008; Blaschke, 2010; Anders, vd., 2011; Myint, vd., 2011; De Pinho, vd., 2012; Zhang, vd., 2014).

Görüntü üzerindeki doğal ve yapay nesneler büyüklükleri ve yoğunluklarına göre değişiklik göstermektedir. Şekil 1a'dan da görüleceği üzere ölçek parametresi 100 olarak belirlendiğinde bir görüntü objesi içerisinde birden çok fıstık çamı ağacının, ağaçlara ait gölge alanların ve ağaçların zeminindeki bozkır alanların dahil edildiği görülmektedir. Diğer bir ifadeyle bir tek sınıfı temsil edecek görüntü objesi yerine birden çok sınıfı içerisine alan karmaşık yapıdaki görüntü objesi elde edilmiştir. Ölçek parametresi 50 olarak belirlendiğinde fıstık çamı, gölge ve bozkır alanlarının ayrı görüntü objeleri içerisinde kaldığı görülmektedir. Ölçek parametresi 50'den 20'ye düşürüldüğünde ise segmentasyon sonucu üretilen görüntü objesi sayısındaki artış net olarak gözükmemekte ve aynı sınıfın birden çok obje ile temsil edildiği görülmektedir.



Şekil 1. Farklı ölçek parametreleri kullanımı.

Buna karşın bina ve yol gibi sürekli özellikler gösteren objeler küçük ölçek parametresi kullanımıyla yüzlerce obje ile tanımlanmak durumunda kalırken, büyük ölçek parametresi ile birkaç görüntü objesi ile temsil edilebilmektedir. Örneğin Şekil 1b'de ölçek parametresinin 100 olarak seçildiği segmentasyon işlemi sonucunda kiremit çatıya sahip bir binanın birkaç görüntü objesi ile temsil edildiği görülmektedir. Ölçek parametresinin artırılması ile söz konusu bina çatısını temsil eden görüntü objesi sayısı artmaktadır.

Bu bina çatısı için ölçek parametresi 20 olarak seçildiğinde, süreklilik gösteren bina çatısı çok fazla obje ile tanımlanabilmektedir. Bu durum oluşturulan bina objelerinin bazı kısımlarının benzer spektral özelliklere sahip diğer sınıflarla karıştırılmasına, dolayısıyla hatalı sınıflandırılmasına neden olmaktadır. Benzer durum yine süreklilik özelliği gösteren ve doğrusal karakteristiğe sahip yol alanları içinde geçerlidir. Şekil 1c'den de görüleceği üzere ölçek parametresi 20 olarak seçildiğinde doğrusal özelliğe sahip asfalt yol yüzlerce farklı görüntü objesi ile temsil edilmek zorunda kalmaktadır. Buna karşın büyük ölçek parametreleri ile aynı yol birkaç veya sınırlı sayıda görüntü objesi ile temsil edilebilmektedir. Bu nedenle özellikle yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin obje tabanlı yaklaşımla sınıflandırılmasında optimum ölçek parametresinin belirlenmesi hem sınıflandırma sonucu üretilen tematik haritanın doğruluğu hem de sınıflandırma işlemi için gerekli olan işlem süresi açısından kritik bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada, WV-2 uydu görüntüsünün obje tabanlı yaklaşımla sınıflandırılmasında çoklu çözünürlük segmentasyonu algoritması kullanılmıştır. Algoritma ile segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde klasik yaklaşım olarak bilinen tüm görüntü için tek bir ölçek parametresi kullanımı yerine, görüntüdeki doğal ve yapay nesneler göz önüne alınarak görüntünün bölgelere ayrılması ve her bir bölge için ayrı bir ölçek parametresi belirlenmesi yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen yaklaşımın geçerliliğini test etmek amacıyla, tüm görüntü için tek bir ölçek parametresi belirlenerek segmentasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve her iki yaklaşımla üretilen görüntü objeleri sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesinde geleneksel EYK algoritmasının yanında son yıllarda birçok uygulamada başarı ile kullanılan DVM algoritması da değerlendirmeye alınmıştır.

A_1 ve A_2 olarak adlandırılan iki sınıflandırma algoritmasının test veri seti (S_{test}) için elde ettiği sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılmasında f_1 ve f_2 olduğu düşünülür. Tablo 1 de verilen hata matrisinde c_{00}^{Mc} , A_1 ve A_2 algoritmanın her ikisinin de hatalı sınıflandırdığı piksel sayısını; c_{01}^{Mc} , A_1 algoritmasının yanlış A_2 algoritmasının doğru sınıflandırdığı piksel sayısını; c_{10}^{Mc} , A_1 algoritmasının doğru A_2 algoritmasının yanlış sınıflandırdığı piksel sayısını ve c_{11}^{Mc} , A_1 ve A_2 algoritmanın her ikisinin de doğru sınıflandırdığı piksel sayısını göstermektedir.

Sıfır hipotezi A_1 ve A_2 algoritmalarının aynı performansa ve dolayısıyla aynı hata oranına sahip olduğu kabulünü yapmaktadır. Bu nedenle $c_{01}^{Mc} = c_{10}^{Mc} = c_{null}^{Mc}$ olduğu kabul edilir. Bir sonraki adımda matris elemanları kullanılarak Eşitlik (1) yardımıyla ki-kare (χ^2) dağılımındaki McNemar's test istatistiği hesaplanır.

$$\chi_{Mc}^2 = \frac{(|c_{01}^{Mc} - c_{10}^{Mc}| - 1)^2}{c_{01}^{Mc} + c_{10}^{Mc}} \quad (1)$$

Hesaplanan istatistik değer ki-kare dağılımını gösteren tablo değerinden belirlenen güven aralığında büyük olduğunda sıfır hipotezi reddedilir. Örneğin hesaplanan istatistik değer (χ_{Mc}^2), %95 güven aralığında kritik tablo değerinden ($\chi^2 = 3,841$) büyük olduğunda sıfır hipotezi reddedilerek A_1 ve A_2 algoritmalarının sınıflandırma performansları ve hata oranları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılır. Diğer ifadeyle bu sonuç algoritmaların birinin diğerinden daha iyi performans gösterdiğinin istatistiksel olarak desteklemektedir.

4. SINIFLANDIRMA ALGORİTMALARI

a. En Yakın Komşuluk (EYK)

Örnek tabanlı öğrenme algoritmalarından birisi olan EYK algoritması, uzaktan algılama alanında geleneksel sınıflandırıcı olarak kabul edilen parametrik bir algoritmadır. EYK algoritması öncelikli olarak eğitim kümesi içerisindeki sınıfları temsil eden ortalama değer vektörleri hesaplar. Daha sonra sınıflandırılmak istenen aday pikselin hesaplanan sınıf ortalama vektörleri arasındaki spektral uzaklıklar hesaplanır. Hesaplanan spektral uzaklıklara göre

aday piksel en yakın mesafedeki örnek sınıfa atanır (Lillesand, vd., 2007).

Sınıflara ait ortalama vektörler ile aday piksel arasındaki spektral uzaklık Eşitlik (2)'de verilen Öklit uzaklığı esasına dayanmaktadır. Eşitlikte; k , bant sayısını; i , belirli bir bandı; c , belli bir sınıfı; X_{xyi} , i . banttaki pikselin x, y değerlerini; μ_{ci} , i bandındaki c sınıfına ait örnekler için değerlerin ortalamasını; d_{xyc} , aday piksel x, y 'nin c sınıfına ait ortalama vektöre olan spektral uzaklığı olarak ifade edilebilir.

$$d_{xyc} = \sqrt{\sum_{i=1}^k (\mu_{ci} - X_{xyi})^2} \quad (2)$$

b. Destek Vektör Makineleri (DVM)

Parametrik olmayan bir yapıya sahip DVM son yıllarda birçok sınıflandırma ve örüntü tanıma problemünde başarıyla kullanılan bir makine öğrenme algoritmasıdır (Huang vd., 2002; Kavzoğlu vd., 2010; Mountrakis vd., 2011). DVM ile sınıflandırma probleminin çözümünde temel prensip iki sınıfa ait pikselleri birbirinden optimum şekilde ayırabilen bir hiperdüzlemin belirlenmesidir (Vapnik, 1995). Söz konusu hiper düzlem sınıflandırma hatalarını minimum yapan ve sınıflar arasındaki karar sınırlarını optimum şekilde belirleyen bir özelliğe sahiptir.

Yüksek konumsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin sınıflandırılması problemine olduğu gibi, doğrusal olarak birbirinden ayıramayan ve lineer eşitliklerle karar sınırlarının belirlenemediği veri setleri için DVM kernel fonksiyonlarından yararlanmaktadır. Söz konusu fonksiyonlar yardımıyla doğrusal olmayan veri seti yüksek boyutlu bir uzaya dönüştürülerek sınıflar arasında doğrusal ayrımların yapılabilmesi mümkün olmaktadır (Mathur vd., 2008). Literatürde doğrusal olmayan yapıya sahip veri setlerinin sınıflandırılmasında birçok kernel fonksiyonu kullanılmış, bunlar arasında amacıyla farklı kernel fonksiyonu tanımlanmıştır. Bunlar arasında radyal tabanlı fonksiyon problem çözümündeki etkinliği ve yüksek sınıflandırma doğruluğu üretmesi nedeniyle en çok tercih edilen kernel fonksiyonu olma özelliğine sahiptir (Kavzoğlu vd., 2010). SVM son yıllarda uzaktan algılama alanında yoğun bir şekilde kullanılmıştır (Kavzoğlu vd., 2009; Kavzoğlu vd., 2011; Kavzoğlu vd., 2012; Çölkesen vd., 2014).

5. UYGULAMA

WV-2 uydu görüntüsünün segmente edilmesinde çoklu çözünürlük segmentasyonu algoritması kullanılmıştır. Algoritma ile segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde klasik yaklaşım olarak bilinen tüm görüntü için tek bir ölçek parametresi kullanımı yerine, görüntüdeki doğal ve yapay nesneler göz önüne alınarak görüntünün bölgelere ayrılması ve her bir bölge için ayrı bir ölçek parametresi belirlenmesi yaklaşımı önerilmiştir. Optimum ölçek parametresinin seçiminde Drăguț, vd. (2010) tarafından önerilen ESP yazılımından yararlanılmıştır. Önerilen yaklaşımın geçerliliğini test etmek amacıyla, öncelikli olarak tüm görüntü için 50 olarak belirlenen ölçek parametresi yardımıyla segmentasyon işlemi yapılmış ve segmentasyon işlemi sonucunda 377.190 görüntü objesi elde edilmiştir.

Uygulamada önerilen segmentasyon yaklaşımının uygulanması amacıyla çalışma bölgesi önce Şekil 3'de gösterildiği üzere 6 farklı bölgeye ayrılmış ve her bir bölge kendi içerisinde değerlendirilerek bölgelere özgü ölçek parametreleri tespit edilmiştir. Şekilde Bölge-1, 3 ve 5 olarak tanımlanan alanlar için en uygun ölçek parametresi 50 olarak belirlenmiştir. Bunun temel nedeni söz konusu bölgeler içerisinde diğer doğal ve yapay nesnelere kıyasla daha küçük bir kanopiye sahip olan zeytin (Bölge-1) ve genç fıstık çamı (Bölge-3 ve 5) ağaçlarının bulunmasıdır. Ölçek parametresinin 50'den küçük seçilmesi durumunda ağaçlar birden çok objeyle temsil edilirken, büyük ölçek kullanımında ağaçların gölgesinin ve etrafındaki bozkır alanlarının objeler içerisine dahil edilmektedir. Şekilde Bölge-2 olarak adlandırılan kısımda olgun fıstık çamları ve kızılçamların bir arada bulunduğu yoğun bir orman örtüsü mevcuttur. Bu bölge için 70 olarak belirlenen ölçek parametresi ile ağaç türlerini temsil edebilen ideal görüntü objeleri oluşturulmuştur. Ölçek parametresi daha yüksek değerler aldığı anda, objeler içerisinde gölge alanlarının dahil edildiği görülmüştür.

Görüntü üzerinde diğer bölgelere göre en yüksek ölçek parametresinin belirlendiği alanlar 4. ve 6. bölgedir. Bölge-4 içerisinde su geçirimsiz yüzey olarak tanımlanan bina ve beton yapılar ile birlikte su sınıfı olarak tanımlanan deniz, dere ve arıtma tesisi içerisindeki havuz alanları bulunmaktadır. Bölge-6 içerisinde ise yoğun bozkır ve toprak örtüsü mevcuttur. Bu bölgeler için seçilecek küçük ölçek parametreleri ile söz konusu alanlar çok fazla obje ile temsil edilmekte ve obje sayısı artmaktadır.



Şekil 3. Farklı ölçek parametrelerinin belirlendiği bölgeler.

Bölgelere göre tespit edilen ve Tablo 2'de gösterilen ölçek parametreleri kullanılarak çoklu segmentasyon algoritması ile her bölge ayrı ayrı segmente edilmiştir. Daha sonra her bir bölge birbiriyle entegre edilip birleştirilerek farklı ölçek parametrelerin tek bir görüntü elde edilmiştir. Elde edilen entegre görüntüde toplam 250.850 görüntü objesi bulunmaktadır. Farklı ölçek parametreleri ile segmentasyon yaklaşımı sonucunda üretilen obje sayısı, tek ölçek parametresi kullanılarak elde edilen obje sayısından %34 daha azdır. Diğer bir ifadeyle farklı ölçek yaklaşımı ile daha az görüntü objesi üretildiğinden sınıflandırma için gereken işlem zamanı daha az olacaktır.

Tablo 2. Segmentasyon işleminde kullanılan ölçek parametreleri ve üretilen obje sayıları.

	Ölçek	Obje Sayısı
Bölge -1	50	47.160
Bölge -2	70	84.403
Bölge -3	50	48.549
Bölge -4	90	18.060
Bölge -5	50	31.835
Bölge -6	100	20.843
Toplam		250.850

Klasik ve önerilen segmentasyon yaklaşımıyla görüntünün segmente edilmesinin ardından, her iki görüntü üzerindeki objeler için aynı temel özellikler (ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum piksel değerleri) tanımlanarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Objelerin sınıflandırılmasında DVM ve EYK algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen sınıflandırma doğruluklarının karşılaştırılmasında objektifliği sağlamak amacıyla aynı test veri seti kullanılmış ve test veri seti için elde genel sınıflandırma doğrulukları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablodan da görüleceği gibi tüm görüntü için belirlenen tek ölçek parametresi ile DVM algoritması %85,86 doğruluğa ulaşırken, farklı ölçek parametreleri ile üretilen görüntü objelerinin sınıflandırılması sonucunda %91,78 doğruluğa ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle farklı ölçek parametreleri kullanımıyla sınıflandırma doğruluğunda %5,92’lik bir iyileşme gerçekleşmiştir. Sınıflandırma doğruluğundaki artışın istatistiksel olarak anlamlılığı McNemar’s testi kullanılarak analiz edildiğinde, söz konusu doğruluk farkının %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Diğer bir ifadeyle farklı ölçek parametreleri kullanımıyla DVM’nin sınıflandırma doğruluğunda istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu ifade edilebilir.

EYK algoritması için Tablo 3’de gösterilen sınıflandırma doğrulukları analiz edildiğinde, tek ölçek parametresi ile üretilen görüntü objelerinin %80,82 doğrulukla, farklı ölçek parametresi ile üretilen objelerin ise %83,76 doğrulukla sınıflandırıldığı görülmektedir. Bu sonuçlar farklı ölçek parametreleriyle EYK algoritmasının performansında %2,94 artış olduğunu göstermektedir. Tablo 3’den de görüleceği üzere bu artış %95 güven aralığında McNemar’s test

istatistiğine göre anlamlı bir farktır. Dolayısıyla farklı ölçek parametreleri kullanımıyla EYK algoritmasının sınıflandırma performansında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme olduğu ifade edilebilir. Tablo 3’de sunulan sınıflandırma sonuçları kullanılan algoritmalar açısından ele alındığında DVM’nin tek ölçek parametresi kullanımında EYK algoritmasından %5, farklı ölçek parametreleri kullanımında ise %8 daha yüksek sınıflandırma doğruluğuna ulaştığı görülmektedir. Ulaşılan bu sonuç objeye tabanlı sınıflandırma yaklaşımında parametrik olmayan DVM’nin sınıflandırma doğruluğu üzerindeki pozitif etkisini gösterir niteliktedir.

Tek ve farklı ölçek parametreleri için oluşturulan DVM ve EYK sınıflandırma modelleri segmente edilen görüntüye ayrı ayrı uygulanarak çalışma alanına ait tematik haritalar üretilmiştir. Bu haritalara örnek olarak en yüksek sınıflandırma doğruluğuna ulaşılan farklı ölçek parametrelerinin kullanıldığı DVM sınıflandırma modeli ile üretilen tematik harita Şekil 4’te gösterilmiştir. Tematik haritadan da görüleceği üzere çalışma alanı içerisindeki bezer spektral özelliklere sahip iğne ve geniş yapraklı ağaç türlerinin büyük ölçüde ayırt edilebildiği görülmektedir. Söz konusu ağaç türlerinden zeytin ağaçlarına ait piksellerin özellikle bozkır sınıfına ait pikseller ile karıştığı görülmektedir. Bu durumun zeytin ağaçlarının diğer ağaç türlerine göre çok küçük bir kanopiye sahip olması nedeniyle bu ağaç türlerini temsil eden örnek alanların tespitinde karşılaşılan zorluklardan kaynaklandığı söylenebilir. Çalışma alanı içerisinde spektral olarak en yüksek yansımaya sahip çınar ağacına ait piksellerin genel olarak doğru sınıflandırıldığı, tematik haritanın belirli kısımlarda bozkır sınıfına ait pikseller ile karıştığı görülmektedir.

Tablo 3. Tek ve farklı ölçek parametreleri kullanılarak elde edilen genel sınıflandırma doğrulukları ve McNemar’s test sonuçları.

Sınıflandırma Yöntemi	Tek ölçek parametresi (%)	Farklı ölçek parametreleri (%)	Doğruluk farkı (%)	McNemar’s test istatistiği
DVM	85,86	91,78	5,92	56,21
EYK	80,82	83,76	2,94	22,58



Şekil 4. WV-2 görüntüsünün DVM yöntemi ile sınıflandırılması sonucunda elde edilen tematik harita.

Tematik haritadan da görüleceği üzere, çalışma alanı içerisinde en canlı ve spektral olarak en yüksek yansımaya sahip çınar ağacına ait piksellerin genel olarak doğru sınıflandırıldığı, tematik haritanın belirli kısımlarda bozkır sınıfı içerisindeki canlı bitki örtüsüne ait pikseller ile karıştığı görülmektedir. Çalışma alanının kuzey kesiminde yer alan yoğun iğne yapraklı orman yapısı içerisindeki kızılçam ve fıstık çamı türlerinin ayırt edilmesinin büyük ölçüde başarılı olduğu, ancak gölge etkisi ile birlikte bazı kesimlerde iki ağaç türünün ayırt edilmesinde zorluklar yaşandığı görülmektedir. Çalışma alanının orta ve batı kesimlerinde bulunan genç fıstık çamlarının yüksek doğrulukla sınıflandırıldığı tespit edilmiştir. Çalışmada dikkate alınan bina türlerinden gri çatılı bina piksellerinin yol sınıfına ait pikseller ile karıştığı kolaylıkla görülmektedir. Kırmızı çatılı bina sınıfına ait piksellerin ise çalışma alanının bazı kesimlerinde toprak sınıfındaki pikseller ile karıştığı tespit edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzaktan algılanmış görüntülerin sınıflandırılması problemi özellikle yüksek konumsal çözünürlüğe sahip görüntülerin varlığı

ile birlikte daha karmaşık bir hal almıştır. Artan konumsal çözünürlük, farklı arazi örtüsü sınıflarını temsil eden ve spektral olarak benzer özellik gösteren pikselleri içeren bir veri yapısını ortaya çıkarmıştır. Son yıllarda, her bir pikselin ayrı ayrı sınıflandırılması yerine, piksellerinin belirli algoritmalar yardımıyla bir araya getirilerek homojen yapıya görüntü objelerinin oluşturulması ve oluşturulan görüntü objelerinin sınıflandırılması esasına dayanan obje-tabanlı yaklaşım özellikle yüksek çözünürlüklü görüntülerin sınıflandırılmasında başarıyla kullanılmaktadır. Objeye-tabanlı yaklaşım için esas teşkil eden görüntü segmentasyon işleminde üretilecek obje boyutunu dolayısıyla homojenliği belirleyen en önemli parametre ölçek parametresidir. Bu çalışmada, segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde tüm görüntü için tek bir ölçek parametresi seçimi yerine, görüntünün mevcut yüzey özellikleri dikkate alınarak bölgelere ayrılması daha sonra her bir bölge için ölçek parametresinin tespit edilmesi yaklaşımı önerilmiştir ve sınıflandırma doğruluğuna etkileri incelenmiştir.

Çalışma sonuçları analiz edildiğinde önemli bulgulara ulaşılmıştır. Bunlardan ilki tüm görüntü için tek bir ölçek parametresi tespiti yerine farklı

ölçek parametreleri kullanımıyla segmentasyon sonucunda üretilen obje sayısı %34 oranında azalmaktadır. Bu durum özellikle sınıflandırma işlemi için gerekli olan hesaplama zamanını azaltarak tematik harita üretim sürecini hızlandırmaktadır. İkinci olarak, bölgeye özgü belirlenen ölçek parametreleri ile mevcut yüzey özelliklerini temsil eden daha anlamlı ve homojenliği yüksek görüntü objeleri üretilmekte, dolayısıyla tematik harita doğruluğunu artmaktadır. Nitekim EYK ve SVM algoritmaları için elde edilen sınıflandırma sonuçları farklı ölçek parametreleri yaklaşımıyla tematik harita doğruluğunda %3-6 seviyelerinde iyileşmeler olduğunu göstermektedir. McNemar's test sonuçları da farklı ölçek parametreleri kullanımıyla sınıflandırma doğruluğunda istatistiksel olarak anlamlı olduğunu desteklemektedir. Üçüncü olarak, DVM hem tek ölçek hem de farklı ölçek parametreleri ile üretilen görüntü objelerinin sınıflandırılmasında klasik sınıflandırma yöntemi olan EYK algoritmasından %5-8 seviyelerinde daha yüksek sonuçlar üretmiştir. Elde edilen bu sonuç DVM gibi parametrik olmayan sınıflandırma algoritmalarının obje tabanlı sınıflandırmadaki etkinliğini gösterir niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Anders, N. S., Seijmonsbergen, A. C., Bouten, W., 2011, **Segmentation optimization and stratified object-based analysis for semi-automated geomorphological mapping**, Remote Sensing of Environment, 115(12): 2976-2985.
- Baatz, M., Schape, A., 2000, **Multi resolution segmentation-an optimization approach for high quality multi scale image segmentation**, Proceedings of Twelfth Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, Germany: Karlsruhe Institute of Technology, May 25-27.
- Belgiu, M., Drăguț, L., 2014, **Comparing supervised and unsupervised multiresolution segmentation approaches for extracting buildings from very high resolution imagery**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 96:67-75.
- Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., Heynen, M., 2004, **Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 58(3-4): 239-258.
- Blaschke, T., 2010, **Object based image analysis for remote sensing**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65(1): 2-16.
- Çölkesen, İ., Yomralıoğlu, T., 2014, **Arazi Örtüsü ve Kullanımının Haritalanmasında WorldView-2 Uydu Görüntüsü ve Yardımcı Verilerin Kullanımı**, Harita Dergisi, 152(2):12-24.
- De Pinho, C. M. D., Fonseca, L. M. G., Korting, T. S., De Almeida, C. M., Kux, H. J. H., 2012, **Land-cover classification of an intra-urban environment using high-resolution images and object-based image analysis**, International Journal of Remote Sensing, 33(19): 5973-5995.
- Drăguț, L., Tiede, D., Levick, S. R., 2010, **ESP: a tool to estimate scale parameter for multiresolution image segmentation of remotely sensed data**, International Journal of Geographical Information Science, 24 (6):859-71.
- Foody, G. M., 2004, **Thematic map comparison: Evaluating the statistical significance of differences in classification accuracy**, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 70(5): 627-633.
- Huang, C., Davis, L. S., Townshend, J. R. G., 2002, **An assessment of support vector machines for land cover classification**, International Journal of Remote Sensing, 23(4): 725-749.
- Japkowicz, N., Shah, M., 2011. **Evaluating Learning Algorithm: A classification Perspective**, New York, USA: Cambridge University Press.
- Johnson, B. A., 2013, **High-resolution urban land-cover classification using a competitive multi-scale object-based approach**, Remote Sensing Letters, 4(2): 131-140.
- Kavzoglu, T., Colkesen, I., 2009, **A kernel functions analysis for support vector machines for land cover classification**, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 11(5): 352-359.

- Kavzoglu, T., Colkesen, I., 2011, **Assessment of environmental change and land degradation using time series of remote sensing images**, Fresenius Environmental Bulletin, 20(1a): 274-281.
- Kavzoglu, T., Colkesen, I., 2012, **The Effects of Training Set Size for the Performance of Support Vector Machines and Decision Trees**, Proceedings of 10th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences (ACCURACY2012), 10-13 July, Florianópolis, SC, Brazil.
- Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ., 2010, **Destek vektör makineleri ile uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kernel fonksiyonlarının etkilerinin incelenmesi**, Harita Dergisi, 144(7):73-82.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. Chipman, J.W., 2007. **Remote Sensing and Image Interpretation**, Sixth edition, New York, USA: John Wiley & Sons.
- Lu, D.S., Hetrick, S., Moran, E., 2011, **Impervious surface mapping with Quickbird imagery**, International Journal of Remote Sensing, 32(9): 2519-2533.
- Mathur, A. and Foody, G.M., 2008, **Multiclass and binary SVM classification: Implications for training and classification users**, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 5(2): 241-245.
- Mountrakis, G., Im, J., Ogole, C., 2011, **Support vector machines in remote sensing: A review**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 66(3): 247-259.
- Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., Weng, Q. H., 2011, **Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery**, Remote Sensing of Environment, 115(5): 1145-1161.
- Tehrany, M. S., Pradhan, B., Jebuv, M. N., 2014, **A comparative assessment between object and pixel-based classification approaches for land-use/land-cover mapping using SPOT 5 imagery**. Geocarto International, 29(4): 351-369.
- Trias-Sanz, R., Stamon, G., Louchet, J., 2008, **Using colour, texture, and hierarchical segmentation for high-resolution remote sensing**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 63(2): 156-168.
- Vapnik, V. N., 1995, **The nature of statistical learning theory**, New York, USA: Springer-Verlag.
- Wieland, M., Pittore, M., 2014, **Performance Evaluation of Machine Learning Algorithms for Urban Pattern Recognition from Multi-spectral Satellite Images**, Remote Sensing, 6(4): 2912-2939.
- Zhang, L., Jia, K., Li, X. S., Yuan, Q. Z., Zhao, X. F., 2014, **Multi-scale segmentation approach for object-based land-cover classification using high-resolution imagery**, Remote Sensing Letters, 5(1): 73-82.
- Zhou, W.Q., Huang, G.L., Troy, A., Cadenasso, M.L., 2009, **Object-based land cover classification of shaded areas in high spatial resolution imagery of urban areas: A comparison study**, Remote Sensing of Environment, 113(8): 1769-1777.

Hiperspektral Görüntülerin Eğitimsiz Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması

(Comparison of Hyperspectral Images Unsupervised Classification Results)

Mustafa CANIBERK

Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi, Ankara
mustafa.caniberk@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Yeryüzü üzerindeki objelerin uzaktan algılama teknolojileri ile ayırt edilebilmelerinin en önemli nedeni, söz konusu objelerin farklı spektral özelliklere sahip olmasıdır. Uzaktan algılama sistemleri, seçilen dalga boyu bantlarında yer yüzeyindeki cisimlerden yansıyan ve yayılan enerji miktarlarını kayıt etmektedir. Hiperspektral görüntüleme birçok dar dalga boyu bandına ait imge verilerini elde etmekte ve dalga boyuna göre bir ayrışım sağlamaktadır. Hiperspektral görüntülerde her piksel için dalga boyuna bağlı bir spektrum bilgisi elde edilmesi ile piksellerin değişimi, benzerlikleri ve farklılıklarının algılanabilmesi sonucu, bölgelerin sınıflandırılması standart görüntü algılayıcılarına oranla çok daha yüksek bir başarımla sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada hiperspektral görüntülerin eğitimsiz sınıflandırma yöntemlerinin sonuçları incelenmiştir. K-Means ve ISODATA algoritmaları kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinde sıklıkla kullanıldıkları için bu algoritmalar ile sınıflandırma yapılmış ve elde edilen sonuçlar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hiperspektral Görüntüleme, Uzaktan Algılama, Eğitimsiz Sınıflandırma

ABSTRACT

The most important reason of being able to distinguish objects on the Earth with remote sensing technology is to have different spectral properties of these objects. Remote sensing systems, record the selected wavelengths bands reflected from objects located on the surface and the amount of energy emitted. Hyperspectral imaging systems provide many images corresponding to narrow spectral bands and therefore they provide decomposition with respect to wavelength. The corresponding spectrum information is obtained for every pixel within the image. It is possible to determine changes, similarities and differences using the spectral information for each pixel within the hyperspectral image.

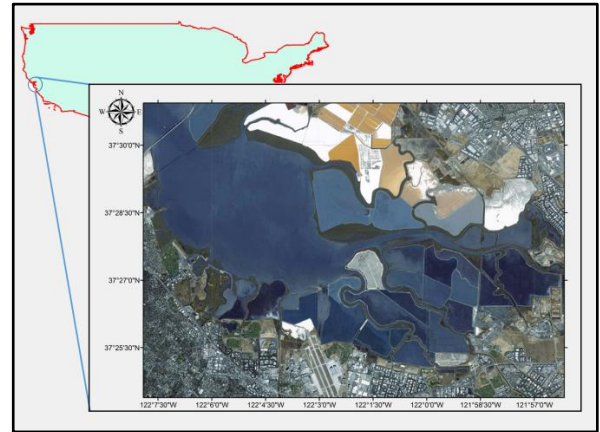
In this study, the results of the hyperspectral images unsupervised classification methods were investigated. Because of the K-Means and ISODATA algorithms frequently used for supervised classification methods this algorithm also used for classification and the results examined.

Keywords: Hyperspectral Imaging, Remote Sensing, Unsupervised Classification

1. GİRİŞ

Hiperspektral görüntüleme, diğer spektral görüntülemelerde olduğu gibi bilgiyi toplar ve elektromanyetik tayfta işleminden geçirir. Ancak insan gözünün 3 bantta algılayabildiği görünür ışıktan başka, spektral görüntüleme, tayfı birçok banda ayırır. Görüntüyü birçok banda ayıran bu teknik sayesinde, resimlerde çıplak gözle görünenden çok öte şeyleri de kavrayabilme fırsatına sahip oluruz. Hiperspektral resimler 1970'li yılların başından itibaren kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen, yaygın kullanımı geçtiğimiz son on yıla dayanmaktadır. Görüntü spektrometrisi olarak da bilinen hiperspektral görüntülerin uzaktan algılanması ve işlenmesi, üzerinde birçok araştırma yapılan önemli bir konudur.

Hiperspektral görüntüler kullanılarak bilgi edinme yöntemlerinden birisi sınıflandırmadır. Sayısal görüntü sınıflandırma, bir görüntüdeki tüm piksellerin sınırlı sayıda sınıflar içerisinde gruplandırılması işlemidir.



Şekil 1. Çalışma bölgesinin ortofoto görüntüsü

Bu çalışmada seçilen bir bölgenin eğitimsiz sınıflandırılması üzerinde durulmuştur. Çalışma alanı olarak Amerika Birleşik Devletleri California Eyaleti San Francisco kentinde bulunan San Jose bölgesi seçilmiştir. Çalışma bölgesinde vahşi yaşamı koruma alanları, kentsel alanlar ve su alanları gibi çok farklı arazi kullanımı

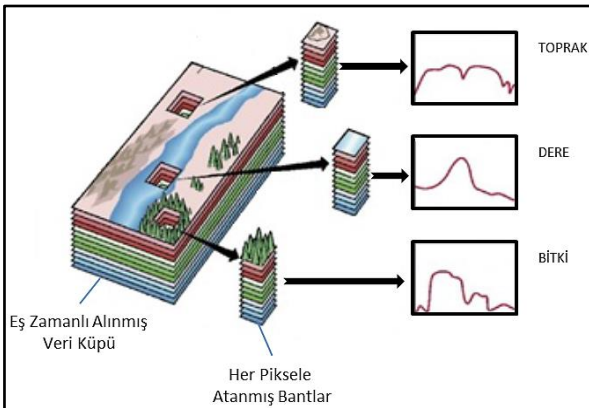
mevcuttur. Çalışma bölgesinin Word Imagery servisinden sağlanan ortofoto görüntüsü Şekil 1'de sunulmuştur.

2. HİPERSPEKTRAL GÖRÜNTÜLEME

Hiperspektral görüntüler diğer sayısal görüntülerin aksine ışığın dalga boyunun insan gözü ile görülemeyen kısımları hakkında da bilgi içeren özel bir görüntü şeklidir. Özel sensörlerle alınan bu görüntülerle genellikle ultraviyole ışınları ile kızılötesi ışınları arasında kalan dalga boyu aralığı kaydedilebilmektedir. İnsan gözünün algılayabileceği ışığın dalga boyu aralığı kabaca 400 nm ile 700 nm arasındayken, hiperspektral sensörler 350 nm ile 2500 nm arasını tespit edebilmektedir. Böylece elde edilen görüntülerde klasik görüntülere göre daha fazla karakteristik özellik bulunmaktadır. Alıcıları hiperspektral yapan özellik bant sayısından çok, bantların ne kadar dar ve birbirine ne kadar bitişik olduğudur (Shippert, 2003).

a. Hiperspektral Veri Özellikleri

Pankromatik görüntü algılayıcıları ışığın sadece görülebilen dalga boyunu algılar ve o aralığı tek bir değer olarak kaydederler. Bu sebeple resimler sayısal ortamda tek bir matris ile ifade edilmektedir. Tek matris bir piksele ait tek değer dolayısıyla tek özellik anlamına gelmektedir. Hiperspektral görüntülerde ise, kullanılan sensörün hassasiyetine göre seçilen bir dalga boyu aralığı çok sayıda parçaya ayrılabilir. Böylece görüntüyü temsil edecek çok sayıda matris oluşacaktır. Bu da her bir piksel için elde edilen matris sayısı kadar özellik anlamına gelmektedir.



Şekil 2. Farklı türdeki maddeler için spektral imzalar

Hiperspektral görüntülerde maddenin cinsine göre farklı spektral band değerleri oluşacağından, görüntü üzerindeki piksel vektörleri, yine maddenin cinsine göre birbirlerine benzerlik ya da farklılık göstereceklerdir. Şekil 2'de görüldüğü gibi resim üzerindeki farklı türdeki alanlara ait piksellerin vektörleri yakın değerlere sahip olacaklardır.

Görüldüğü gibi bu vektörleri kullanarak görüntü üzerindeki bu alanları birbirlerinden ayırt etmek ve sınıflandırmak mümkündür. Bahsi geçen özellikten dolayı bu vektörlere "*spektral imza*" denilmektedir (Binol, 2012).

b. Hiperspektral Görüntü Uygulamaları

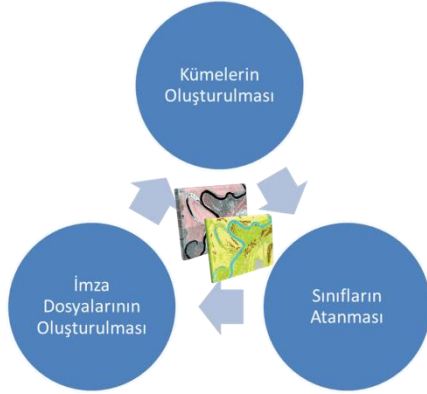
Hiperspektral algılayıcılar ile dar bantlı ve sürekli aralıklandırılmış yüzlerce spektral bantta veri toplanabilmektedir. Farklı nesneler farklı dalga boylarında, farklı yansıma özellikleri gösterir. Bu özellik sayesinde cisimler birbirlerinden ayırt edilebilmektedir. Hiperspektral sınıflandırma ve tanıma yöntemlerinin, askeri ve savunma (Shippert, 2002), medikal (Chaudhari, 2005), tarım (Haboudane, 2004), hayvancılık (Smith, 2005), tekstil (Choi ve Stenger, 2004), çevre (Salem, 2005), madencilik (Bachmann, 2002), hedef tespiti (Binol, 2012) alanlarında uygulamaları bulunmaktadır.

3. HİPERSPEKTRAL GÖRÜNTÜLERDE SINIFLANDIRMA

Sınıflandırma yöntemlerinin amacı; veri kümesini, sahip olduğu özelliklere göre sınıf ya da kategorilere ayırmaktır. Hiperspektral görüntülerde sınıflandırma yöntemleri spektral sınıfları çeşitli istatistiksel yöntemler ile belli kategorilere ayırmaktadır. Sınıflandırma yöntemleri eğitilmiş (supervised) ve eğitimsiz (unsupervised) sınıflandırma olarak farklı iki kategoride incelenebilmektedir (Duda, 2000). Görüntü sınıflandırma kurallarının ana hedefi; alanı kapsayan sınıflar ve konulara göre bütün pikselleri ayırtmaktadır.

a. Eğitilmiş Sınıflandırma

Eğitilmiş sınıflama, sınıflandırılacak bölge hakkında kullanıcıların yeterli bilgiye sahip olmaları durumunda kullanılacak bir yöntemdir. Analizci tarafından tanınan veya çeşitli kaynaklarından elde edilen bilgilerle arazi örtüsünü temsil eden pikseller seçilir. Belirli birkaç özelliğin sınıflandırılmasında tercih edilen bir yöntemdir (Şekil 3).



Şekil 3. Eğitilmiş sınıflandırma döngüsü

b. Eğitimsiz Sınıflandırma

Eğitimsiz sınıflandırma; piksellerin, kullanıcı müdahalesi olmadan algoritmalar yardımı ile otomatik olarak kümelendirilmesi temeline dayanmaktadır. Eğitimsiz sınıflandırma yöntemlerinde, sınıflandırılacak bölgenin tüm pikselleri kullanılarak gruplar (kümeler) elde edilmektedir (Long ve Srihann, 2004). Eğitimsiz sınıflandırma yöntemi, eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerine geçişte ilk aşama olup sayısal görüntü işlemede çok önemli bir yer tutar.

Piksellerin bir araya gelip kümelenebilmeleri için, önce bir benzerlik veya yakınlık ölçütü tanımlamak gerekmektedir. Benzerlik ölçütü olarak Öklid (Euclidean) ve Mahalanobis gibi çeşitli uzaklıklar kullanılır.

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Öklid uzunluğu (1) ile verilmiştir. Burada n bant sayısını, x_i i . banttaki x pikselinin parlaklığını, y_i i . banttaki y pikselinin parlaklığını ifade etmektedir. (Spath, 1980; Richards, 1986).

$$D = \sqrt{(x_i - a)^T S^{-1} (x_i - a)} \quad (2)$$

$$a = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i \quad (3)$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - a_i) (y_j - a_j) \quad (4)$$

Mahalanobis uzunluğu ise (2) ile verilmiştir. Burada (3) ve (4)'deki a ortalama, S kovaryans matrisidir. Kovaryans matrisindeki n bant sayısını, a_i birinci bant ortalamasını, a_j ikinci bant ortalamasını, x_i birinci banttaki piksel parlaklığını, y_j ikinci banttaki piksel parlaklığını ifade etmektedir (Spath, 1980).

Eğitimsiz sınıflandırma, görüntüdeki veri tanımlanamadığında başvurulan yöntemdir. Başlangıçta arazi örtüsünün bilinmesi gerekmemektedir. Yapılacak ilk iş sınıf sayısının belirlenmesidir. Şekil 4'de eğitimsiz sınıflandırma döngüsü görülmektedir.



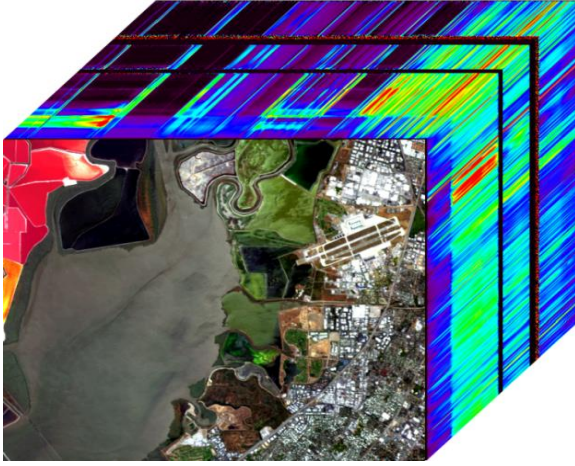
Şekil 4. Eğitimsiz sınıflandırma döngüsü

Eğitimsiz sınıflandırma yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan yöntem K-ortalama (K-Means) yöntemidir (Goswami, 2004). Bu sınıflandırma yönteminde, her bir kümenin ortalaması hesaplanmaktadır. Piksel değerlerinin her bir küme ortalamasına uzaklığı bulunmakta ve piksel değerleri en yakın kümeye yerleştirilmektedir. Hiperspektral görüntülerin eğitimsiz sınıflandırılmasında kullanılan K-ortalama algoritması (Meyer, 2003) tarafından yapılan çalışmada önerilmiştir.

ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analyses Technique) yöntemi (Chun, 1999), tekrarlı olarak sınıflandırmayı gerçekleştirme ve uygulanan her iterasyon sonrasında yeniden istatistik hesaplamasını temel almaktadır. Bu yöntem karar kuralı olarak, minimum uzaklığı kullanmaktadır. Pikseller, görüntünün sol üst köşesinden başlanarak soldan sağa ve satır satır analiz edilmektedir. Aday piksel ile her bir küme ortalaması arasında spektral uzaklık hesaplanmakta ve aday piksel en yakın kümeye atanmaktadır.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın temel materyalini 1992 yılında San Francisco körfezinin güneyindeki Moffett bölgesine ait hiperspektral veri küpü oluşturmaktadır. Bu veri AVIRIS (Airborne Visible Infrared Imaging Spectrometer) tarafından yaklaşık 20.000 m yükseklikten NASA-ER-2 uçağındaki hiperspektral kamera ile elde edilmiştir. 400-2500 nm dalga boyu aralığında 224 banttan oluşan bir veri küpüdür (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma bölgesinin hiperspektral veri küpü

Hiperspektral verinin işlenmesi ve analizi için ENVI 4.1 (The Environment for Visualizing Images) yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım; pankromatik ve çok bantlı uzaktan algılama verilerinin yanı sıra hiperspektral verilerin de işlenmesine ve analizine olanak sağlayan bir görüntü işleme yazılımdır.

Çalışma bölgesine ait ortofotolar World Imaginery tarafından sunulan servisten, vektör veriler ise Open Street Map (OSM) servisinden elde edilmiştir.

5. UYGULAMA

Çalışma bölgesinin gerçek renkli ve renkli kızılötesi görüntüsü Şekil 6'da sunulmuştur. Sınıflandırma işlemine geçmeden önce veri içerisinde atmosferik etki ve gürültü içeren bantlar

temizlenmiştir. Bu işlem için ENVI 4.1 yazılımının araçları kullanılmıştır. Verideki toplam bant sayısı 224 iken, temizleme işleminin ardından 145 banta düşmüştür.

Sınıflandırma çalışmasının ilk örneği ISODATA algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Burada 5 sınıf oluşturulacak şekilde ve bir sınıfta en az 1000 piksel olacak şekilde seçim yapılmıştır. 1000 pikselden az olarak oluşturulan sınıflar en yakın sınıfa atanmaktadır. Sınıflandırma çalışmasının ikinci örneği K-Means (K-ortalama) algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bir önceki uygulamada olduğu gibi 5 sınıf oluşturacak şekilde seçim yapılmıştır. İki uygulama da bir iterasyon ile sonlandırılmıştır. Yapılan iki farklı eğitimsiz sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıflar incelendiğinde % 0.5-2.2 oranında farklılıklar gözlenmiştir.

Hem ISODATA hem de K-Means algoritmalarıyla yapılan sınıflandırmada beş farklı sınıf oluşturulmuştur. Oluşturulan sınıflara benzer özellikteki pikseller atanarak sınıflandırma işlemi sonuçlandırılmıştır. Burada oluşan sınıflar spektral benzerliği ifade eden piksel kümeleridir.

Hiperspektral görüntülerde; aynı özellikteki maddeler farklı spektral band değerleri oluşturacağından görüntüdeki pikseller maddenin cinsine göre birbirlerine benzerlik ya da farklılık göstereceklerdir. Çalışmanın sonuçlarının daha net anlaşılması için oluşturulan beş sınıf farklı veriler ile (ortofoto görüntü, OSM verisi ve renkli kızılötesi görüntü) irdelenmiş ve bu sınıfların temsil ettiği detaylar saptanmaya çalışılmıştır.



(a)

(b)

Şekil.6 (a) Çalışma bölgesinin gerçek renkli görüntüsü. (b) Çalışma bölgesinin renkli kızılötesi görüntüsü

Çalışma bölgesinin ortofo to görüntüsü, OSM verisi ve renkli kızılötesi görüntüsü incelenmiş ve piksel kümelenmelerinin oluşturduğu sınıfların “Su Alanları”, “Bataklık Alanlar”, “Bitki Örtüsü”, “Kentsel Alanlar” ve “Kullanım Dışı Alanlar (Toprak Örtüsü)” olacak şekilde beş farklı grupta değerlendirilebileceği görülmüştür.

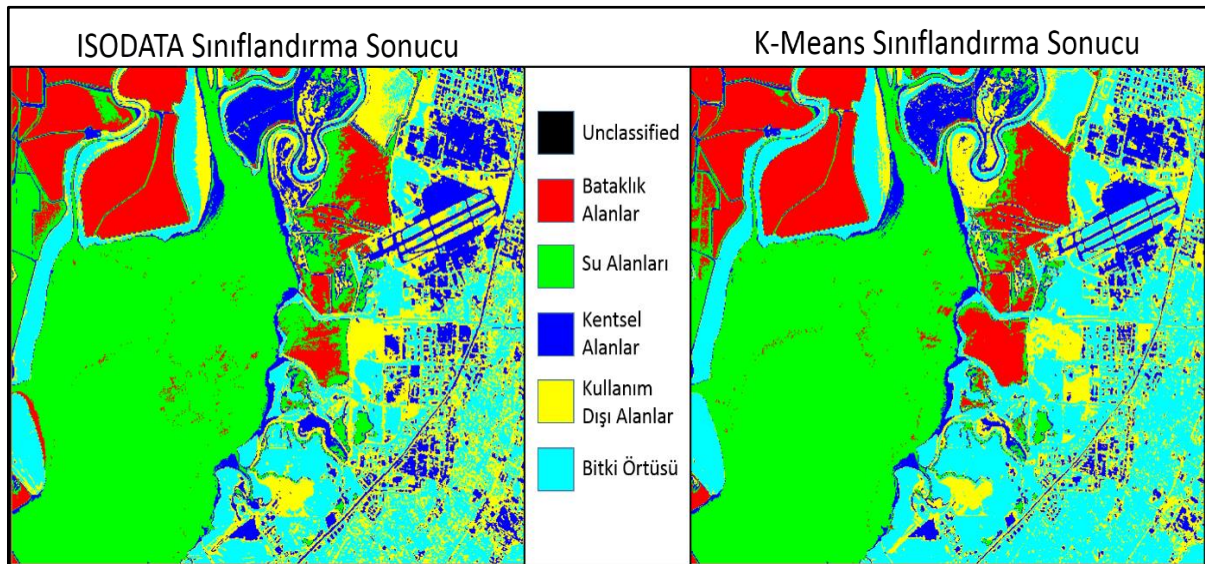
Genel olarak bakıldığında tüm sınıfların piksel değerlerinin iki uygulamada da yakın sonuçlar verdiği söylenebilir (Tablo 1). Özellikle su alanı olarak tanımlanan alanlardaki piksel değerleri her iki sınıflandırma tekniğinde de birbirine çok yakın

sonuçlar vermiştir. Su alanları genel olarak görünür bölgede (400-700 nm) yansıma vermektedir. Özellikle yakın kızılötesi bölgede hemen hemen hiç yansıma vermez. Su alanlarının bu özelliği piksellerin sınıflandırılmasında başarılı sonuçların alınmasının nedeni olarak açıklanabilir.

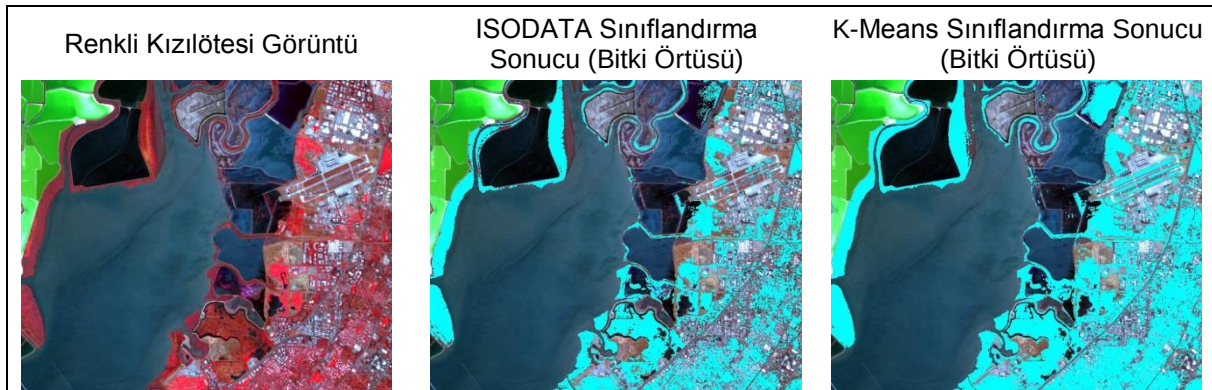
Ayrıca tüm veri için toplam sınıflandırma farkı % 6,968 oranında gerçekleşmiştir. İki uygulamada da piksel kümelenmeleri tüm detay sınıflarında birbirlerine çok yakın olarak gözlenmiştir (Şekil 7).

Tablo.1 Sınıflandırma sonuçları

Detay Sınıfları	K-Means		ISODATA		Sınıflar Arası Piksel Farkı	
	Piksel	Oran	Piksel	Oran	Piksel	Oran
Bataklık Alanlar	42.415	13,492%	46.458	14,778%	4043	1,286%
Su Alanları	105.368	33,517%	103.963	33,070%	1405	0,447%
Kentsel Alanlar	44.490	14,152%	40.699	12,946%	3791	1,206%
Kullanım Dışı Alanlar	60.706	19,310%	54.949	17,479%	5757	1,831%
Bitki Örtüsü	61.389	19,528%	68.299	21,726%	6910	2,198%
TOPLAM	314.368		314.368		21.906	6,968%



Şekil 7. ISODATA ve K-Means algoritmaları kullanılarak elde edilen sınıflandırma sonuçları



Şekil 8. Bitki örtüsü sınıflandırma sonucunun renkli kızılötesi görüntü ile karşılaştırılması

Confusion Matrix: D:\Akademik\Yayınlar\HSI\Result\ISOData_class_5					
Overall Accuracy = (280357/314368) %89.181					
Kappa Coefficient = 0.86					
Ground Truth (Pixel)					
Class	Bataklık Alanlar	Su Alanlar	Kentsel Alanlar	Kullanım Disi Alanlar	Bitki Örtüsü
Bataklık Alanlar	39377	3038	0	0	0
Su Alanlar	7081	96074	2213	0	0
Kentsel Alanlar	0	4851	35246	4393	0
Kullanım Disi Alanlar	0	0	3240	49413	8053
Bitki Örtüsü	0	0	0	1143	60246
Total	46458	103963	40699	54949	68299
User Accuracy	% 84.758	% 92.412	% 86.602	% 89.925	% 88.209
Ground Truth (Pixel)					
Class	Total	Producer Accuracy			
Bataklık Alanlar	42415	% 92.837			
Su Alanlar	105368	% 91.179			
Kentsel Alanlar	44490	% 79.222			
Kullanım Disi Alanlar	60706	% 81.397			
Bitki Örtüsü	61389	% 98.138			
Total	314368				

Şekil 9. Sınıflandırma doğruluk matrisi ve kappa değeri

Renkli kızılötesi görüntülerde kırmızı tonlarda görünen alanlar doğal bitki örtüsüne karşılık gelen alanlardır. Şekil 8 incelendiğinde iki sınıflandırmada da bitki örtüsü olarak kümelenen bölgeler açık mavi tonda işaretlenmiştir. Aynı zamanda bu bölgelerin Renkli kızılötesi görüntüdeki kırmızı tonlarla görünen alanlara karşılık geldiği görülmektedir.

Sınıflandırma çalışmasının kalitesinin belirlenmesi için genel doğruluk ve kappa katsayısı belirlenmiştir. Kappa katsayısı iki veri kümesi arasındaki karşılaştırmalı uyumun güvenilirliğini ölçen istatistik yöntemidir. Bu kapsamda karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. K-Means sınıflandırma sonucu girdi verisi olarak, ISODATA sınıflandırma sonucu ise "Ground Truth" olarak kabul edilmiştir. Sınıflandırma doğruluğu Şekil 9'da görülmektedir. Elde edilen sonuçlar ışığında sınıflandırmanın genel doğruluğu %89.181, kappa katsayısı ise 0.86 olarak belirlenmiştir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Eğitimsiz sınıflandırma uzaktan algılama çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir sınıflandırma yöntemidir. Aynı zamanda eğitilmiş sınıflandırmaya geçilmeden önce yapılması faydalı sonuçlar vermektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada; iki farklı eğitimsiz sınıflandırma algoritmasının sonuçları incelenmiş ve sınıfların hem piksel değerlerinin hem de kümelenmelerinin çok yakın olduğu gözlenmiştir.

Özellikle arazi kullanımının bilinmediği veya sınıflandırma kontrolünün yapılamayacağı durumlarda hiperspektral verilerin eğitimsiz sınıflandırılması tercih edilebilir. Bu tercihin en önemli nedeni; hiperspektral verilerde her pikselin çok sayıda spektral bilgi içermesinden dolayı eğitim seti olmaksızın başarılı sonuçlar vermesidir. Ayrıca eğitim seti oluşturmanın zaman alacağı acil öncelikli uygulamalarda

sonuca hızlı biçimde gitmemize olanak sağlamaktadır.

Eğitimsiz sınıflandırma işlemleri genellikle eğitilmiş sınıflandırma işlemlerinin girdisi olarak düşünülmektedir. Ancak özellikle hiperspektral veri küpünün çok sayıda spektrum içermesinden, gerçek renkli ve renkli kızılötesi görüntüler ile sınıfların kolayca ayırt edilebilmesinden ötürü eğitimsiz sınıflandırma tercih edilebilir.

Eğitimsiz sınıflandırmada sıklıkla kullanılan ISODATA ve K-Means algoritmalarının sonuçları piksel değerleri ve piksel kümelenmesi açısından birbirlerine çok yakın çıkmaktadır. İki algoritmanın işlem hızında da önemli bir farklılık gözlenmediği için hangi algoritmanın kullanılacağı tamamen analizcinin kararına bırakılabilir.

KAYNAKLAR

- Bachmann C.M., Donato T.F., Lamela G.M., Rhea W.J., Bettenhausen M.H., Fusina R.A., Bois K.R.D., Porter J.H., Truitt B.R., (2002), **Automatic Classification of Land Cover on Smith Island, VA, Using HyMAP Imagery**, IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing 40, 2313–2330
- Binol H., (2012), **Termal ve Hiperspektral Görüntülerden Hareketli Hedef Tespiti**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Chang L., (2004) **Multispectral Image Compression Using Eigenregion-based, Segmentation**, Pattern Recognition, 36, 1233-1243,
- Chaudhari A.J., Darvas F., Bading J.R., Moats R.A., Conti P.S., Smith D.J., Cherry S.R., Leahy R.M., (2005), **Hyperspectral and Multispectral Bioluminescence Optically Tomography for Small Animal Imaging**, Phys. Med. Biol. 50, 5421-5441
- Choi, Y., Stenger, H.G., (2004), **Kinetics, Simulation And Insights for CO Selective Oxidation**, Journal of Power Sources, 129, 246-254
- Chun B.T., Bae Y., Kim T.Y., (1999), **Caption Segmentation Method in Videos Using Isodata Clustering of Topographical Features**, TENCON 99, Proceedings of the IEEE Region Conference, 2, 915 - 918
- Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G., (2000), **Pattern Classification** (2nd Edition), Wiley-Interscience, Hoboken, NJ
- Goswami A., Ruoming J., Agrawal G., (2004), **Fast And Exact Out-Of-Core K-Means Clustering**, Fourth IEEE International Conference on Data Mining, 83-90, Brighton, UK
- Haboudane D., Miller J.R., Tremblay N., Pattey E., (2004), **Estimation of Leaf Area Index Using Ground Spectral Measurements Over Agriculture Crops: Prediction Capability Assessment of Optical Indices**, Xth ISPRS Congress, 12-23, İstanbul
- Long W., Srihann S., (2004), **Land Cover Classification of SSC Image: Unsupervised And Supervised Classification Using ERDAS Imagine**, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 4, 2707 – 2712
- Meyer A., Paglieroni D., Astaneh C., (2003), **K-Means Re-Clustering: Algorithmic Options With Quantifiable Performance Comparisons**, SPIE Proceeding: Optical Engineering at the Lawrence Livermore National Laboratory, 5001, 84-92
- Richards I.A., (1986), **Remote Sensing Digital Image Analysis**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
- Salem F., Kafatos M., El-Ghazawi T., Gomez R., Yang R., (2005), **Hyperspectral Image Assessment of Oil-Contaminated Wetland**, International Journal of Remote Sensing 26, 811-821
- Shippert P., (2003), **Introduction to Hyperspectral Image Analysis**, Online Journal of Space Communication, Ohio University, Athens
- Shippert, P., (2002), **Spotlight on Hyperspectral**, Geospatial Solutions, www.geospatialonline.com
- Smith D.P., Lawrence K.C., Park B., (2005), **Detection of Fertility And Early Development of Hatching Eggs With Hyperspectral Imaging**, Proceedings 17th European Symposium on Quality of Poultry Meat. 139-144
- Spath H., (1980), **Cluster Analysis Algorithms for Data Reduction and Classification of Objects**, John Wiley and Sons, New York.

Open Street Map Verilerinden Yararlanılarak 1/50K Ölçekli Harita Üretilirliğinin Araştırılması

(Researching of 1/50K Scaled Map Producibility Using Open Street Map Data)

Serhat ÇABUK¹, Mustafa ERDOĞAN¹, Erdal ÖNAL¹

¹Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi, 06100 Dikimevi Ankara, serhat.cabuk,@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

OpenStreetMap (OSM) ve internetteki diğer açık kaynak haritacılık uygulamaları ve verileri son yıllarda oldukça yaygın şekilde kullanılmaya başlamıştır. Bu kaynakların içerdikleri veriler hızla artmakla birlikte, doğruluk ve standartları konusunda çeşitli tereddütler bulunmaktadır. Ayrıca bu verilerin standart harita üretim sistemlerinde kullanımının avantaj ve dezavantajları konusunda ise yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile OSM verilerinin halen Harita Genel Komutanlığınca Çokuluslu Coğrafi Veri Ortak Üretim Programı (Multinational Geospatial Co-production Program-MGCP) kapsamında devam ettirilen standart 1/50K ölçekli vektör veri üretimlerinde ne şekilde kullanılabileceği, kullanılmasının fayda ve mahsurları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar OSM verilerinin üretimde kullanılmasının üretim süresini düşürebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Vektör Veri, OSM, Harita Üretimi

ABSTRACT

OSM and other open source mapping applications and data have begun to be used widely in recent years. While the data of these applications is increasing rapidly, there are some about the accuracies and standards of these datasets. Also there are not many studies about the advantages or disadvantages of the use of these datasets in the standard map production system.

In this study, how these data can be used in Multinational Geospatial Co-production Program (MGCP) by which General Command of Mapping makes the production of 1/50K scaled vector data are investigated. Results show that use of OSM data in the production can decrease the production time.

Key Words: Vector Data, OSM, Map Production

1. GİRİŞ

OSM son yıllarda oldukça yaygın şekilde kullanılmaya başlanan, içerdği veri hızla artan, doğruluk ve standartları konusunda ise çeşitli tereddütler bulunan bir açık kaynak kodlu verisidir. Bu verilerin standart üretim sistemlerine dahil edilmesi ile elde edilecek kazanımlar veya

problemler konusunda ise herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile OSM verilerinin halen Harita Genel Komutanlığınca Çokuluslu Coğrafi Veri Ortak Üretim Programı (MGCP-Multinational Geospatial Co-production Program) kapsamında devam ettirilen standart 1/50K ölçekli vektör veri üretimlerinde ne şekilde kullanılabileceği, zaman ve maliyet konusunda elde edilecek kazancın ne kadar olacağı, kullanılmasının fayda ve mahsurlarının araştırılması hedeflenmektedir.

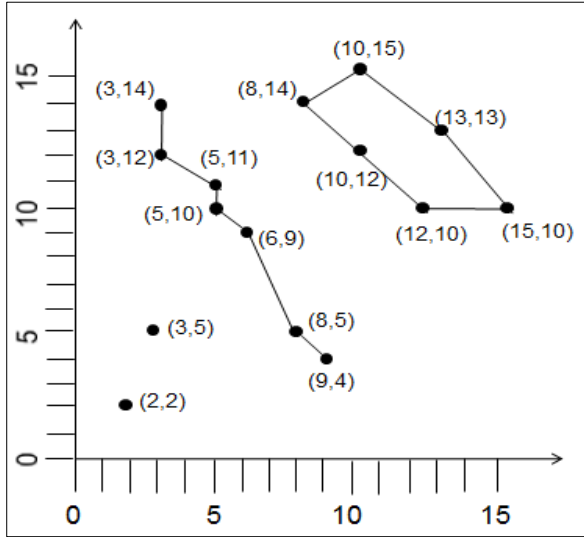
Benzer bir çalışma Çin'in Wuhan bölgesinde 948,46 km²'lik alanda OSM verileri kullanılarak yol çizgi detayı için yapılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre toplam uzunluğu 3466 km olan 1471 yol detayı OSM verisi olarak alınmıştır. Gerçekte olan detaylara göre veri uzunluğunun tamlığı %38, öznitelik tamlığı %36, isim uzunluğunun tamlığı %26,1, isim doğruluğu %51,4, yazı tamlığı %32,2 ve konumsal doğruluğu %51,5 olarak belirlenmiştir. (Wang - 2013)

a. Vektör Veri ve Kalitesi

Vektör veri, gerçek dünyada olan varlıkların Coğrafi Bilgi Sistemleri koşullarında tanımlama yoludur. Yeryüzünde görebildiğiniz her nesne bir detaydır. Örneğin; herhangi bir alanda yüksek bir yerden yukarıdan aşağıya bakıldığında ormanlar, evler, yollar, ağaçlar, akarsular vb. gibi birçok detay görülecektir. Bunlardan her biri Coğrafi Bilgi Sisteminde tanımlanan bir detay olabilir. Vektör veriler detayları niteleyen yazı ve sayısal bilgilerden oluşan özniteliklere sahiptir. (Erdoğan -2012)

Vektör veri özel bir geometri kullanılarak tanımlanan şekle sahiptir. Bu geometri bir veya birden çok birbirine bağlı noktalardan oluşur. Nokta (x,y) ve isteğe bağlı olarak z koordinatları kullanılarak uzaydaki yeri tanımlanır. Detay geometrisi sadece bir adet nokta içeriyorsa, ona nokta detay denir. Eğer detay geometrisi iki veya daha fazla noktadan oluşup, son nokta ile ilk nokta aynı değilse, ona çoklu çizgi denir. Dört veya daha fazla noktadan oluşup, son nokta ile

ilk nokta aynı ise ona kapalı poligon adı verilir. Vektör veri çeşitleri Şekil 1'de gösterilmiştir. (Aydinoğlu-2006)



Şekil 1. Vektör Veri Yapıları

Vektör veri, kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak şekilde kabul edilebilir kalitede olmalıdır. Hangi verilerin hangi amaçla kullanılacağını belirlemede farklı verilerin birbirine göre bağlı kalitesinin bilinmesine gerek duyulur. Konumsal verinin kalite prensiplerini benimsemek için ISO19113, kalite değerlendirme prosedürleri için ISO19114, kalite ölçümleri sonuçlarının ifade edilmesinde metaveri standardı ISO19115 kullanılabilir. Veri kalitesini belirlemek için ortak karşılaştırma unsurlarına sahip olmak gerekmektedir. Konumsal veri, gerçek dünyayı temsil eden ortak özelliklerle karşılaştırılabilir ve ISO standartlarına göre belirlenmiş Uygunluk Testi ile veri kalitesi ölçülebilir. ISO19113'e göre veri kalitesini belirlemek için gerekli bileşenler şunlardır: (Erdoğan- 2012)

- Tamlık
- Mantıksal Tutarlılık
- Konum Doğruluğu
- Güncellik (Zamansal Doğruluk)
- Öznitelik Doğruluğu

b. Open Street Map (OSM)

“(OSM), mantığında	Google işleyen	Haritaların versiyonu	Vikipedi şeklinde
-----------------------	-------------------	--------------------------	----------------------

tanımlanabilir. OSM, Dünya'ya ait coğrafi verinin özgürce oluşturulup paylaşılabilirdiği bir projedir. Ücretsiz olarak erişilebilen diğer çevrimiçi haritaların aslında teknik veya hukuki kullanım sınırlamalarının bulunması nedeniyle, yaratıcı ve üretici bir şekilde kullanılabilecek bir harita servisi oluşturulması amacıyla, 2004'te ortaya çıkmıştır. O dönemde, İngiltere'nin en köklü üniversitelerinden biri olan University College London öğrencisi olan Steve Coast, Britanya'nın askeri harita servisi kontrolünde bulunan topografik haritalara erişimin kısıtlı olmasından rahatsızlık duyarak, Vikipedi'nin başarısından da ilham alarak, içeriğin kullanıcılar tarafından üretilip özgürce paylaşılabilirdiği bir harita servisi geliştirmeye karar vererek OSM'in temellerini atmıştır.” (Ünen-2013)

“OSM, arka planda ODC (Open Data Commons) lisansı ile hizmet veren çevrimiçi bir coğrafi veri tabanıdır. Tümüyle açık veri standartları ile işleyen OSM'de üretilen ve sunulan haritalar, tüm insanlığın kullanımına ve katkıya açık ortak malıdır. Veri tabanı içerisinde coğrafi konumlarıyla beraber saklanan veriler, Mapnik adlı bir tarama motoru yardımıyla görselleştirilip haritaya dönüştürülür. Bu haritada, www.openstreetmap.org adresinden erişilebilen, Open Layers tabanlı bir ara yüzle kullanıcıların erişimine sunulmaktadır.” (Ünen-2013) Örnek bir OSM görüntüsü Şekil 2'de gösterilmiştir.

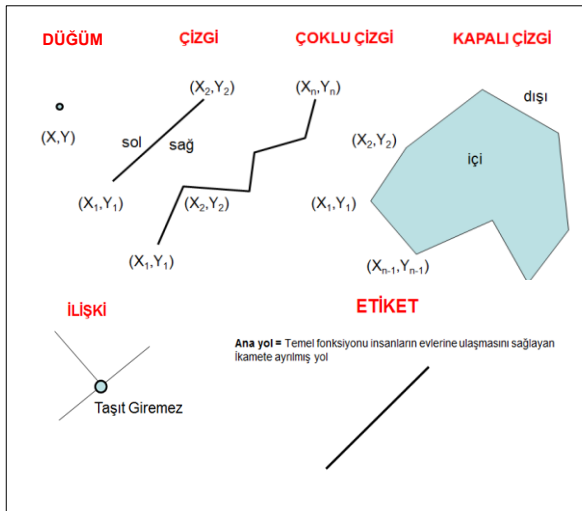


Şekil 2. Open Street Map Görüntüsü

OSM veri elemanları, OSM'in fiziksel dünyanın kavramsal veri modelinin temel bileşenleridir. Bunlar; düğümler, çizgiler ve ilişkililerdir. Düğümler noktaları, çizgiler çizgisel

detayları ve alan sınırlarını, ilişkiler ise diğer veri elemanları ile bağlantıların nasıl kurulduğu ve aralarındaki ilişkiyi tanımlar. OSM vektör veri yapıları Şekil 3'te gösterilmiştir. (www.wiki.openstreetmap.org)

Düğüm, çizgi ve ilişkiler için öznitelikler OSM veri tabanı ile depolanır. OSM için kullanılan temel öznitelikler tabloda gösterildiği gibidir. Buna ek olarak etiketler ve detayın düzenleme geçmişinin tümü saklanır. Detay bazlı metaveri bilgileri Tablo 1'de gösterilmiştir. (www.wiki.openstreetmap.org)



Şekil 3. OSM Vektör Veri Yapıları

Çok kaynaklı coğrafi veri, profesyonel olmayan ve herkes tarafından düzenlenebilen açık kaynak kodlu coğrafi verisidir. Uygulama metodu ve işleme konusunda bahsederken,

öncelikli problem çok kaynaklı coğrafi veri kalitesinin analizidir. Çok kaynaklı coğrafi verinin bilgi fazlalığı veya eksikliği gibi çok fazla sorunları vardır. Çok kaynaklı coğrafi verileri onaylamadan önce veri kalitesi analiz modeli, değerlendirme metodu veya üretim sisteminin oluşturulması gereklidir. (Ather-2009)

OSM veri kalitesini etkileyen 3 temel faktör vardır. Bunlar;

- Yeteri miktarda coğrafi bilgisi olmayan ve etkin şekilde çalışmamış profesyonel olmayan kişiler tarafından toplanan veriler ve bunların haritalanmasına bağlı oluşan kaba hatalar. Örneğin; veri toplarken farklı ölçeklerin kullanılması ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kaba hatalar olabilir. (Ather-2009)

- Toplanan verilerin farklı veri kaynaklarının farklı duyarlılığına sahip olmasına bağlı hatalar. (Ather-2009)

- Farklı GPS aletleriyle farklı kişilerin veri toplamasına bağlı oluşacak duyarlılık hataları örneğin; araçlarda kullanılan GPS aletleri ve ölçümlerde kullanılan GPS aletlerinin duyarlılığı farklıdır. (Ather-2009)

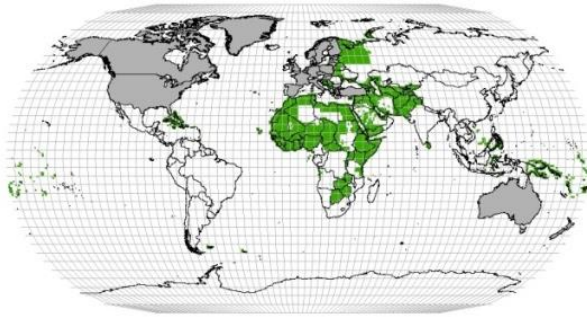
OSM verilerinin kalitesinin analizi için en basit ve doğru metot, bu verinin daha doğru ve yüksek kaliteli bir referans veriyle karşılaştırılmasıdır. OSM verilerinin kalite elemanları da şunlardır; veri tamlığı, öznitelik doğruluğu ve konumsal doğruluktur.

Tablo 1. OSM Öznitelik Bilgileri

İsim	Değer	Tanımı
ID	Tamsayı	Veri elemanlarını tanımlamak için kullanılır. Veri elemanı çeşitleri kendi ID alanına sahiptir. Dolayısıyla düğüm numarası = 100 ve çizgi numarası = 100 olan detay coğrafi olarak birbirine yakın detay olabilir.
Kullanıcı	Yazı	Detayı son değiştirenin ismini gösterir. Kullanıcı görünen ismi değiştirebilir.
Kullanıcı No	Tamsayı	Detayı son değiştirenin kullanıcı numarasıdır.
Zaman Damgası	Zaman Formatı	Yıl-Ay-Gün-Saat cinsinde son değişiklik zamanıdır.
Görünür	"Doğru" "Yanlış"	Eğer detay silinirse veya veritabanında yoksa, görünür bilgisi = "yanlış" ise detay sadece geçmişten çağrılabilir.
Sürüm	Tamsayı	Detayın düzenleme sürümüdür. Yeni oluşturulan detaylar 1.sürümden başlar. Kullanıcı detayın yeni sürümünü yüklediğinde sonucu tarafından sürümü yükselir. Eğer gönderilen sürüm veritabanındaki detayın sürümüyle eşleşmiyorsa sonucu yeni versiyonu reddeder.
Değişiklikler	Tamsayı	Detay oluşturulduğunda veya güncelleştirildiğindeki değişiklikler

c. Çokuluslu Coğrafi Veri Ortak Üretim Programı (Multinational Geospatial Co-Production Program - MGCP)

ABD Ulusal Coğrafya-İstihbarat Ajansı (NGA) tarafından, Şekil 4'de yeşil olarak gösterilen ve dünyanın önem arz eden bölgelerinin yüksek doğrulukta sayısal coğrafi verisinin ortak olarak üretilebilmesi maksadıyla, 32 ülkenin katılımıyla "Çokuluslu Coğrafi Veri Ortak Üretim Programı (MGCP)" adı altında bir proje başlatılmıştır. Üretim 1/50K ve 1/100K ölçekli olarak yapılmak üzere 2011 yılında başlamıştır. (Richbourg-2012)



Şekil 4. MGCP Projesinde Üretim Yapılan Bölgeler

MGCP'nin amaçları şunlardır:

- Küresel çapta vektör verinin üretimi ve bu üretimin önceliklendirilmesi,
- Farklı ülkeler tarafından aynı bölgelerin mükerrer üretiminin önlenmesi ve üretimin koordine edilmesi,
- Ortak bir harita veri içeriği, doğruluk, standartlar ve değişim formatları kurarak veri üreticileri ve son kullanıcılar arasında ortak kullanımın geliştirilmesi ve
- Katılımcı ülkelerin, ürettikleri veriye karşılık diğer ülkelerin ürettikleri verilere belli oranlarda sahip olmasıdır.

MGCP verileri, veri yapısı ve veri kalitesi kontrolü için referans kaynak olarak Teknik Referans Dokümanından (TRD) yararlanılır. Teknik Referans Dokümanının dört adet sürümü vardır. Bunlar; TRD-1-1, TRD-2, TRD-3, TRD-4 olarak sıralanabilir. Dolayısıyla yapılacak veri üretimi referans alınan kriterlere ve belli bir standarda göre yapılır. Teknik Referans Dokümanında, üretilecek verilere yönelik referans olarak;

- Veri Kıymetlendirme Rehberi
- Veri Sözlüğü (DGIWG-DFDD)

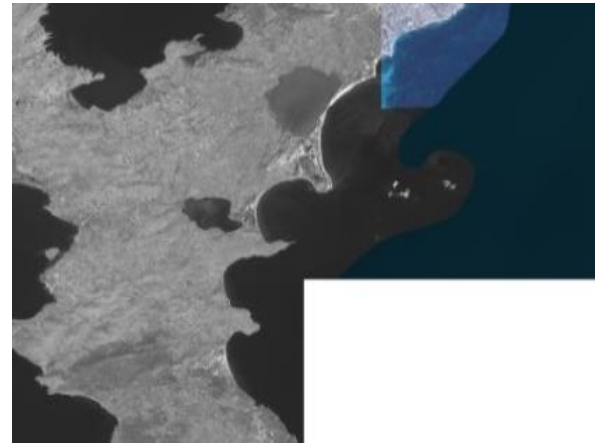
- Metaveri Özellikleri
- Mantıksal Bilgi Modeli
- Detay Öznitelik Kataloğu bulunur.

MGCP üretiminde veri kalitesi detaylar ve detay sınıflandırması ile temin edilir. Hata kontrol işlemi duyarlılık, tamlık ve doğruluğu kapsar. Kalite güven yazılımı, duyarlılık kontrolü ve topoloji için temel kalite kontrol aracıdır. Bu yazılım topoloji hatalarını, bağlantı gibi bazı geometrik hataları, bindirmeleri, nitelik uygunluğu ve uyumluluk hatalarını kontrol eder. Bulunan bazı hatalar, otomatik veya el ile kontrol yapılmadan düzeltilir. Fakat bulunan bazı hataların veriden ve diğer kaynaklardan gerçekten hata olup olmadığı kontrol edilmelidir. Geometri ve öznitelik tamlığı dört aşamalı kontrolle garanti edilmeye çalışılır. (Erdoğan – 2012)

2. YÖNTEM ve MATERİYAL

Yapılan uygulamada belirlenen bölge ile ilgili OSM ham verisinin uydu görüntülerinde kontrol ve tamamlanmasıyla üretilen veri ve doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirme sonucu ortaya çıkan veri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada; nokta, çizgi ve alan detayların zaman, konum doğruluğu, tamlık, mantıksal doğruluğu, öznitelik doğruluğu ve üretim süreleri ve detay sayısına yönelik sonuçlar irdelenmiştir.

Çalışma bölgesinde 50 cm. çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılmıştır. 200 km² alanı kaplayan bölge 1/50K ölçekli bir paftanın yaklaşık olarak 1/3'üdür.



Şekil 5. Uygulamada Kullanılacak Çalışma Bölgesinin Uydu Görüntüsü

3. UYGULAMA

Çalışmada kullanılan OSM verisi internet üzerinden indirilmiştir. Bu veri FME programı yardımıyla OSM veri yapısından MGCP TRD 3 veri sözlüğü ve formatına dönüştürülmüştür. Uygulamada yapılan üretimlerin tümü MGCP TRD-4'te yapılacak olması nedeniyle TRD-3'e çevrilen veri ArcGIS programı yardımıyla TRD-4'e dönüştürülmüştür.

İlk olarak çalışma bölgesine ait uydu görüntüsünden doğrudan uydu görüntüsünden kıymetlendirme yapılarak bölgedeki detaylar nokta, çizgi, alan olarak MGCP Detay ve Öznitelik Kataloğundaki tanımlamalar ve kriterlere göre kıymetlendirilmiştir. Kıymetlendirme işlemi 60 saat sürmüştür. Yapılan kıymetlendirmede ulaşım, hidrografya, yerleşim, alan ve diğer katmanlarda toplamda 44 farklı detay türü toplanmıştır. Doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirme sonucu oluşturulan katmanlar, toplanan detaylar ve toplanma süreleri Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 6. Doğrudan Uydu Görüntüsünden Kıymetlendirme

OSM verisinin 1/50K ölçekli harita üretiminde katkısını araştırmak amacıyla OSM verisi uydu görüntüleri kullanılarak tamamlanmış, OSM verisindeki hatalar düzeltilerek üretilmiştir. Üretilen bu veriler ve doğrudan uydu görüntüsünden kıymetlendirme verisi zaman, doğruluk, tamlık gibi kriterlere göre karşılaştırılmıştır.

OSM ham verilerinin üzerine bölgedeki eksik olan detay katmanları ve nokta, çizgi, alan detayları MGCP Detay ve Öznitelik Kataloğundaki detay parametrelerine göre kıymetlendirilmiştir. OSM verisindeki konum,

detay ve öznitelik hataları düzeltilmiştir. Kıymetlendirme işlemi 46 saat sürmüştür. Yapılan kıymetlendirmede ulaşım, hidrografya, yerleşim, alan ve diğer katmanlarda toplamda 31 farklı detay türü toplanmıştır. OSM verilerinin kıymetlendirilmesi sonucu hidrografya katmanında 5 adet ada ve 10 adet kumsal detayı alan olarak toplanmış fakat 10 adet kumsal detayı uygun olmadığı için silinmiştir. Buna ek olarak alan katmanında toplanan çalılık araziye belirten 26 adet alan detayı, ulaşım katmanında toplanan patika yolları belirten 6 adet çizgi detayı, diğer katmanında toplanan enerji nakil hatlarını belirten 4 adet çizgi detayı kriterlere uygun olmadığı için silinmiştir. Eğlence ve spor merkezi olarak toplanan 4 adet alan detayı ise alan kriterlerine uymadığı için nokta detay olarak düzeltilmiştir. OSM verilerinden yapılan kıymetlendirme sonucu oluşan katmanlar, toplanan detaylar ve toplanma süreleri Tablo 2'te gösterilmiştir.



Şekil 7. OSM Verilerinden Kıymetlendirme

Çalışma bölgesine ait OSM verisi internette indirilmiştir. Bu indirilen veri herkes tarafından ulaşılabilir, güncellenebilir, değiştirilebilir olduğu için OSM'ye yapılan nokta, çizgi, alan veriler kullanıcılar tarafından sürekli güncellenmektedir. Fakat bu veri girişi ve güncellemeleri uzman kıymetlendirme operatörleri dışındaki kişilerin de yapması detayların sayısı olarak artmasının yanında parçalı ve hatalı detayların da oluşmasına sebep olmaktadır. Örneğin; OSM verileri tamamlanarak oluşturulan veride toplam yol detayı sayısı 379 adet ve toplam uzunluğu 324,0834 km'dir. Doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirmeye bakıldığında ise yol detay sayısı 183 adet ve toplam yolların uzunluğu da 266,6973 km'dir. OSM verileri tamamlandıktan sonra bina sayısı 1231 adet, doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirmeye

bakıldığında 1224 adet bina nokta detay olarak alınmıştır. OSM verisi tamamlanarak yapılan kıymetlendirmede 31 farklı detay çeşidi ve toplam 2414 detay vardır. Doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirmede ise, 44

farklı detay çeşidi ve toplam 2221 detay vardır. Bu detaylar toplanırken OSM verisinin tamamlanarak yapılan kıymetlendirme ile doğrudan uydu görüntüsünden kıymetlendirme süreleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. OSM Verisi, OSM Verisinin Tamamlanarak Kıymetlendirilmesi, Doğrudan Uydu Görüntüsünden Kıymetlendirme

KATMANLAR	OSM Orijinal Verinin Kontrol ve Tamamlanmış Hali			Doğrudan Uydu Görüntüsünden Kıymetlendirme		
	Detay Sayısı	Detay Uzunluğu(km) Alanı(km2)	Üretim Süresi (saat)	Detay Sayısı	Detay Uzunluğu(km) Alanı(km2)	Üretim Süresi (saat)
Ulaşım	277	221,4279	6 Saat	187	233,0828	18 Saat
	379	324,0834		183	266,6973	
	62	-		62	-	
	6	0,1045		2	0,0373	
	-	-		1	0,4345	
	6	1,0507		-	-	
	4	1,5631		-	-	
Hidrografiya	247	288,1262	13 Saat	247	288,1262	13 Saat
	16	137,4296		32	105,2245	
	-	-		9	1,0289	
	5	8,3844		2	8,3335	
	1	0,0527		1	0,0478	
	1	0,1933		1	0,1959	
	5	180,0373		5	179,6122	
	-	-		-	-	
	3	405,3376		3	405,4885	
	-	-		1	-	
	49	-		49	-	
	7	-		7	-	
	14	-		14	-	
	6	-		10	-	
	-	-		9	-	
	9	0,6269		9	0,4957	
Yerleşim	1231	-	11 Saat	1224	-	12 Saat
	28	0,0324		25	0,0320	
	14	1,9501		14	1,8932	
	-	-		9	-	
	-	-		3	-	
	-	-		10	7,5654	
	-	-		3	1,8029	
Alan	1	0,0394	9 Saat	2	0,0677	9 Saat
	1	0,4350		1	0,4350	
	26	40,2041		26	40,2124	
	-	-		8	5,1549	
	5	136,6455		5	136,6835	
Diğer	-	-	7 Saat	2	0,0032	8 Saat
	1	0,0008		1	0,0053	
	1	0,0026		-	-	
	-	-		1	0,0089	
	-	-		1	0,2451	
	-	-		15	6,6775	
	-	-		16	-	
	-	-		1	0,0674	
	-	-		2	0,1066	
	1	0,2736		3	0,3806	
	4	0,3224		3	0,3042	
	2	-		11	-	
	2	-		-	-	
	-	-		1	0,0045	

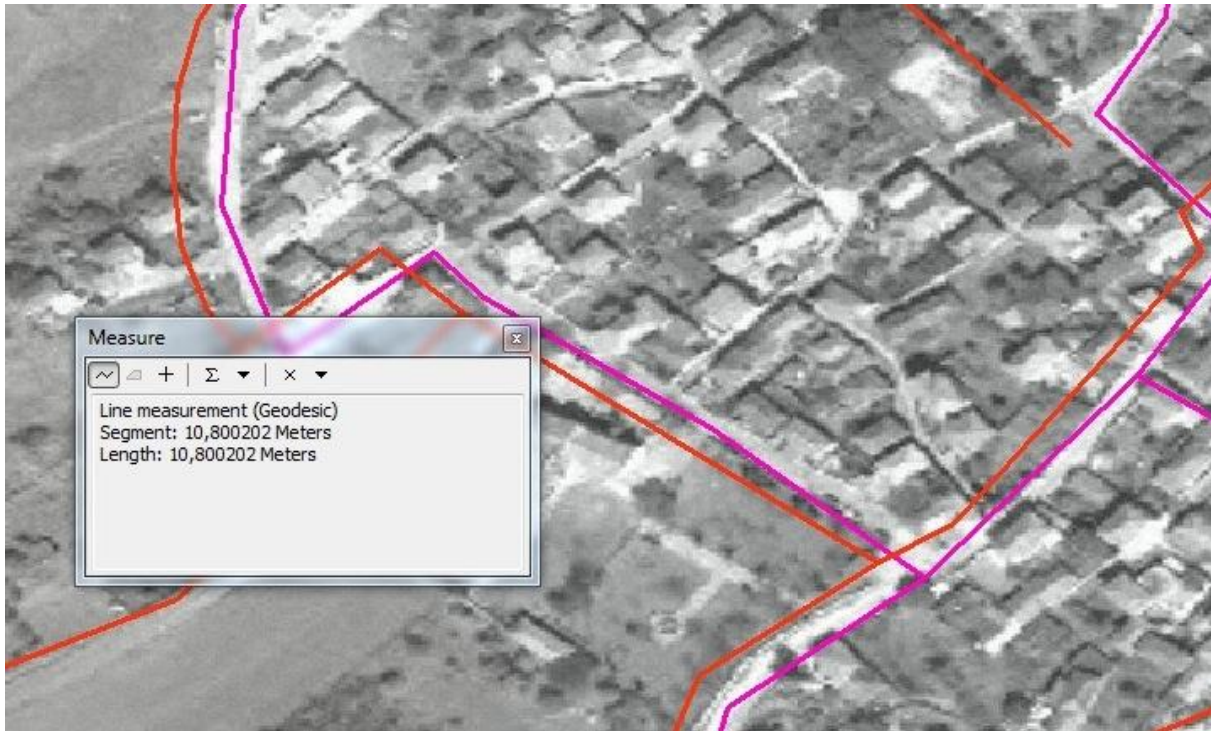
Tablo 3. Veri Üretim Süreleri

KATMANLAR	OSM Verisinin Tamamlanmış Hali (Saat)	Doğrudan Uydu Görüntüsünden Kıymetlendirme (Saat)
Ulaşım	6 Saat	18 Saat
Hidrografiya	13 Saat	13 Saat
Yerleşim	11 Saat	12 Saat
Alan	9 Saat	9 Saat
Diğer	7 Saat	8 Saat
TOPLAM	46 Saat	60 Saat

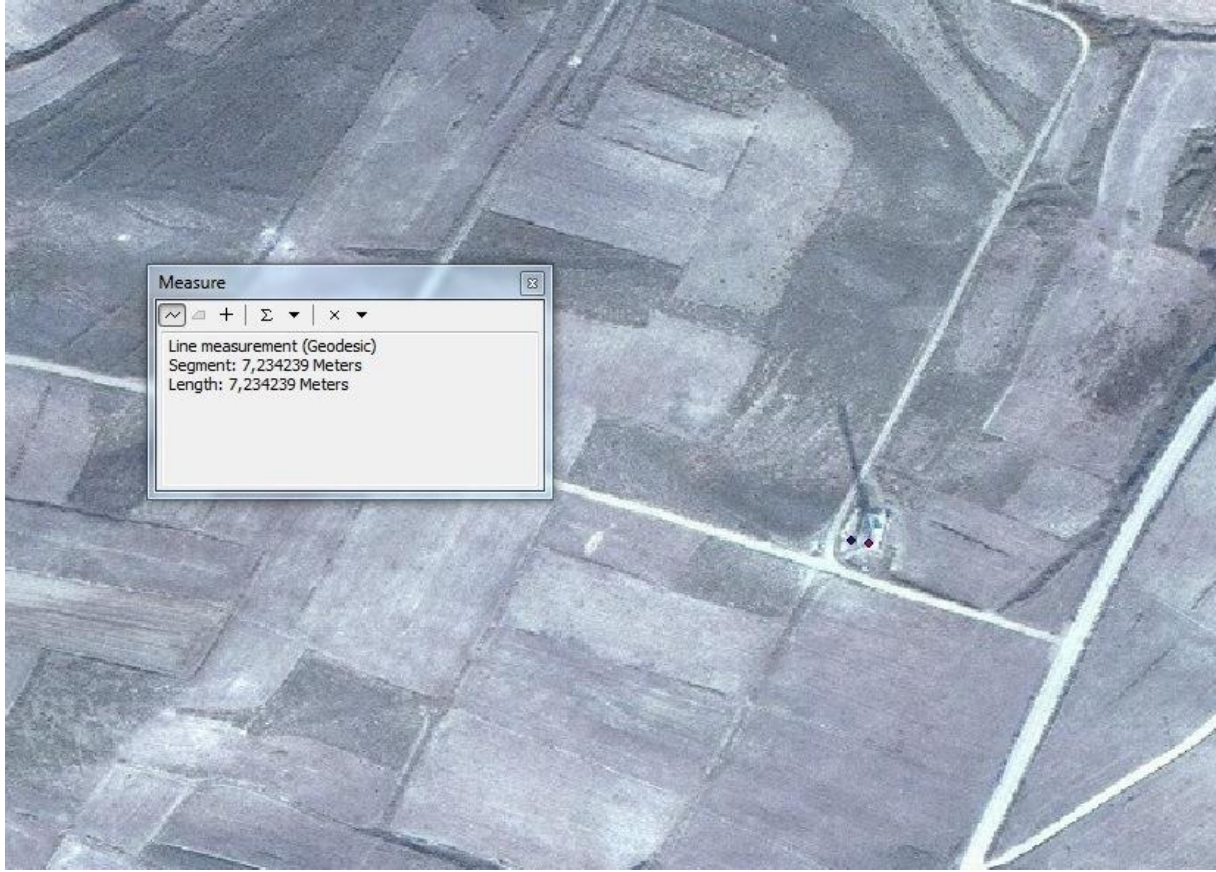
ISO19113 standartlarındaki vektör veri kalitesi için belirlenen bileşenlere göre inceleme yapıldığında, uygulama yapılan bölgenin OSM verisinin kıymetlendirme yapılarak tamamlanması için geçen süre toplam 46 saattir. Doğrudan uydu görüntüsünden yapılan üretim süresi ise toplam 60 saattir. Elde edilen sonuçlara göre OSM verisinin üretimde kullanılmasının yaklaşık olarak %25 oranında zaman tasarrufu sağladığı görülmektedir. Ancak bu kazancın bölgeden bölgeye değişeceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Çok az veri olan bölgelerde verinin tamamlanması uzun zaman alabileceği gibi, çok yoğun veri olan bölgelerde de verinin ayıklanması ve düzenlenmesi de zaman alacaktır.

OSM verisinde detayların farklı kullanıcılar tarafından farklı duyarlılıkta ve farklı aletler ile toplanması konumsal doğrulukta hatalara sebep olabilmektedir. Örneğin; bir imar planından veya navigasyon verisinden yüksek konumsal doğruluklu veriler OSM'ye eklenirken, diğer taraftan tematik veya turistik haritalardan da düşük konumsal doğruluklu veriler de eklenebilmektedir. Bu nedenle OSM verisi, yoğunluk ve konumsal doğruluk açısından homojen değildir. Doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirme uzman kıymetlendirme operatörü tarafından yapıldığı için veri daha homojen olmaktadır. Nokta, çizgi, alan detaylarına genel olarak bakıldığında OSM verisine uydu görüntüsünden kıymetlendirme yapılarak ve doğrudan uydu görüntüsünden kıymetlendirme ile üretilen verilerin konum doğrulukları yüksektir. Örneğin; Şekil 8.'de OSM verisi ile doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirme de çizgi olarak toplanan yol detayları arasında ortalama 10-11 m.'lik, Şekil 9'da anıt detaylara baktığımızda nokta olarak toplanan detaylar arasında ortalama 8-9 m.'lik kayıklık bulunmaktadır.

Çalışma bölgesinde elde edilen konum doğruluğu değerleri 1/50K ölçekli harita üretiminin doğruluk kriterlerini (+-15 m.) karşılamaktadır.



Şekil 8. Yol Detayı



Şekil 9. Anıt Detayı

OSM verisindeki detaylar bölgeden bölgeye fazla veya eksik olarak toplanmış olabilir. Yaptığı ölçülerde topladığı detayları OSM verisi olarak ekleyen kullanıcılar, o bölgede detayları ve öznitelikleri eksik veya yanlış girebilirler.

Bu çalışmada kullanılan bölgeye bakıldığında OSM verisi tamamlanarak oluşan veride toplanan çizgi detaylar parçalı ve uzunluk olarak doğrudan uydu görüntüsünden üretilen verilere göre farklıdır. Örneğin; OSM verisi tamamlanarak üretilen veride 16 adet deniz kıyısı sınırı 137,4296 km. uzunluğunda, doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirmede 32 adet deniz kıyısı sınırı 105,2245 km. uzunluğundadır. Aynı çalışma bölgesinde farklı sonuçların ortaya çıkması detayların tam olmadığını göstermektedir. Bu nedenle standart üretimlerde kullanılması durumunda OSM verisi mutlaka tamlik ve fazlalıklar bakımından kontrol edilmelidir.

OSM verisinde farklı kullanıcılar, aletler, alet duyarlılıkları ve farklı zamanda yapılan ölçümler mantıksal hatalara sebep olabilmektedir. Fakat bu mantıksal hatalar genelde basit hatalardır. Format, topoloji ve kavramsal tutarlılık

hataları değildir. Uygulama yapılan bölgeye bakıldığında OSM verisinin kullanılmasına engel olacak mantıksal tutarlılığı etkileyecek önemli hatalar yoktur. Örneğin; hidrografiya katmanında yer alan sulu dere çizgi detayı sonrasında kuru dere çizgi detayıyla, ulaşım katmanında yer alan yol çizgi detayı sonrasında patika yol ile birleşmemiştir.

OSM verisinde olan detayların özniteliklerinde eksiklikler görülmüştür. Ancak diğer taraftan doğrudan uydu görüntülerinden toplanamayan öznitelik bilgileri de bulunmaktadır. Bunun yanında doğrudan uydu görüntüsünden yapılan kıymetlendirmede 50 cm. çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanıldığı için detaylar ile ilgili bilgiler ve öznitelikleri toplanırken eksiklikler ortaya çıkmıştır. Örneğin; OSM verisi ve doğrudan uydu görüntüsünden elde edilen köprü detayının üzerindeki yol genişliği, araç veya yaya için olup olmadığı tespit edilebilirken, köprünün yapımında kullanılan malzeme cinsi anlaşılamaz. Buna ek olarak detayın kullanılabilir, hasarlı, terk edilmiş olup olmadığı ise etrafında bulunan detayların durumuna göre tespit edilerek öznitelik bilgileri girilir. OSM verileri ise bazen öznitelik olarak daha zengin olabilmektedir. Verinin o bölgedeki

bir kullanıcı tarafından üretilip yüklenebilmesi öznitelik zenginliğini artırmaktadır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çabuk vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada OSM verisi standart kıymetlendirmesi yapılmış 1/50K vektör veri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada OSM verisindeki eksiklikler ve hatalar nedeniyle bu verinin üretimde doğrudan kullanımının uygun olmayacağı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada ise OSM verisinin kontrol edilerek ve düzeltilerek 1:50K üretilmeye ne kadar katkı sağlayabileceği araştırılmıştır. Sonuçlar OSM verisi kullanmanın ortalama olarak üretimde %25 tasarruf sağladığını göstermektedir. Bu tasarruf bölgeden bölgeye ve verilerin yoğunluğuna göre değişebilir. Yoğun detayların olduğu bölgelerde kazanç daha artacağı gibi, seyrek ve az detayların olduğu bölgelerde ise azalacaktır.

OSM verilerinin konum doğruluğu çalışma bölgesinde 1/50K ölçekli harita üretimi kriterlerini karşılamaktadır. Ancak verinin homojen olmaması nedeniyle başka bölgelerde konumsal hataların farklı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışılan bölgede üretim zamanından da gözüktüğü gibi verilerde eksiklikler veya 1/50K ölçekli üretime göre fazlalıklar olabilir. OSM verisi homojen olarak belli bir seviye veya ölçekte veri içermemektedir. Özellikle yerleşim yerleri ve yollar civarında veri yoğunluğu fazla, diğer bölgelerde ise veri yoğunluğu az olmaktadır. Bu durum standart bir topografik harita için uygun değildir. Bu nedenle OSM verisinden belirli bir ölçekte üretim için fazlalıkları ve eksiklikleri düzeltilmelidir.

OSM verisi özellikle kentsel alanlarda ve yollarda öznitelik açısından oldukça zengindir. Ayrıca verinin zenginliği ülkelerin gelişmişliği ile de doğru orantılıdır. Örneğin, Avrupa'ya ilişkin veri oldukça yoğun ve zenginken Afrika'ya ait veriler oldukça azdır.

Çalışma bölgesindeki veride karşılaşılan mantıksal hatalar oldukça azdır. OSM verileri yüklenirken kısıtlı da olsa belli bir kalite kontrolünden geçirilmektedir. Bu kalite kontrolü büyük hataların oluşmasını engellemektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda, OSM verilerinin 1/50K ölçekli harita üretiminde kullanılmasının üretim sürecini hızlandıracağı, kaliteyi arttıracığı görülmüştür. İleride yapılacak çalışmalar kapsamında OSM verilerinin diğer ölçeklerdeki

üretilmeye katkısının araştırılabileceği değerlendirilmektedir.

OSM verisi homojen ve güvenilirliği bugünkü koşullarda yeterli olmayan yada değişken olan bir veridir. Bu nedenlerle ileriki çalışmalarda özellikle büyük ölçekli harita üretiminde OSM verilerinin kullanılabilirliğinin araştırılması yerinde olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ather, A., (2009), *Quality Analysis of OpenStreetMap Data*. M.Sc. Thesis, University College London, London, İngiltere, 2009.
- Aydinoğlu, A.Ç., Yomralıoğlu, T., (2006), *AB Sürecinde Türkiye'de Bölgesel ve Yerel Konumsal Veri Kalitesinin İrdelenmesi*-TÜİK İstatistik Araştırmalar Sempozyum Bildiriler Kitabı 2006-s.45-46
- Çabuk, S., Erdoğan, M., Eker, O., Kaya, M., Ardic, H., Önal, E., (2015), *Topografik Veri Üretiminde Open Street Map Verilerinin Kullanımı*, TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu, 21-23 Mayıs 2015, Konya
- Erdoğan, M., Torun, A. Boyacı, D., (2012), *Revisiting The Procedures For The Vector Data Quality Assurance in Practice*- ISPRS Int. J. Geo-Inf- Ağustos 2012-s.24-25-26-27
- Richbourg, R.F., Lukes, G.E., (2012), *Geospatial Data Quality for Analytical Command and Control Applications*, Institute for Defense Analyses-2012
- Ünen, H.C., Orkut, M.Y., Onur, G., (2013) *Özgür Harita : OpenStreetMap-TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*- Kasım 2013
- Wang, M., Li, Q., Hu, Q., Zhou, M., (2013), *Quality Analysis of Open Street Map Data*- Haziran 2013-s.155
- URL-1: <http://wiki.openstreetmap.org>
(Son erişim tarihi: 08.06.2014)

MrSID Görüntü Sıkıştırma Formatının Sınıflandırma Doğruluğuna Etkisi (The Impact of MrSID Image Compression Format on Accuracy of Classification)

Gökhan ARASAN¹, Mustafa ERDOĞAN¹

¹Harita Genel Komutanlığı 06100 Cebeci, ANKARA
gokhan.arasan@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Bilgisayar teknolojisinin günlük yaşantımızın bir parçası haline gelmesi sonucunda verilerin bir ortamdan başka bir ortama iletilmesi ve bu verilerin depolanması en büyük problemlerden biri haline gelmiştir. Verilerin iletim ve depolanma problemi, veri sıkıştırma yöntemleri kullanılarak giderilmeye çalışılmaktadır.

Görüntü, ses ve video verileri sıkıştırmanın sıklıkla kullanıldığı veri kaynaklarıdır. Analog ve analitik fotogrametrik sistemler, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak yerini dijital fotogrametrik sistemlere bırakmıştır. Fotogrametrik işlemlerin tamamı, yaşanan süreç içerisinde bilgisayar sistemlerinde uygulanmaya başlamıştır. Fotogrametrik üretim zincirinin temelini oluşturan görüntülerin işlenmesi ve depolanması aşamalarında, görüntü sıkıştırma yoğun bir şekilde fotogrametrik uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, Ankara'nın güneyinde Gölbaşı bölgesi seçilmiştir. Yaklaşık 300 km² alanı kapsayan bölge, detay çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Bu nedenle, sınıflandırma ile tespit edilecek detay çeşitliliği açısından bölgenin uygun olduğu değerlendirilmektedir. GeoTIFF formatında 30 m çözünürlüklü 10 bant Landsat 8 uydusu görüntüsü MrSID görüntü sıkıştırma formatında Lossless ve 10, 20, 30, 40, 60 oranında sıkıştırılmıştır. Piksel tabanlı sınıflandırma yöntemiyle görüntü sınıflandırması yapılmış ve hata matrisi yöntemiyle görüntülerin sınıflandırma doğruluğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar orijinal sıkıştırılmamış görüntü ve kayıpsız sıkıştırma ile elde edilen görüntünün sınıflandırma sonuçlarının benzer olduğunu göstermektedir. Ancak sıkıştırma oranları arttıkça sınıflandırma doğruluğu da düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü Sıkıştırma, Kayıpsız ve Kayıplı Sıkıştırma Teknikleri, Görüntü Sınıflandırma, Görüntü Sıkıştırmada Doğruluk, MrSID.

ABSTRACT

Computer technology is a part of daily life; for this reason, the most common issue is data transfer from one source to another and data storage. To overcome data transfer and storage issue, different data compression methods can be used.

Generally, data compression methods are used for compression image, audio and video files. Digital photogrammetric systems are replaced to analog and

analytic photogrammetric systems as the computer technology has been developed day by day. As a result of this, all photogrammetric processes are started to be applied to computer systems. In the photogrammetric applications, image compression frequently is used for image processing and storage which are basics of photogrammetric production.

In this article, Gölbaşı region, at south side of Ankara, has been studied. The region is approximately has 300 km² area and the area is very reach about detail variation. The area is evaluated as a suitable place because of its detail variation established by classification. 10 band Landsat 8 satellite images, 30 m resolution and in GeoTIFF format, have been compressed with lossless and lossy with 10, 20, 30, 40 and 60 rates in MrSID image compression format. Image classifications have been done by using resolution based classification technique and the accuracy of image classifications has been determined by confusion matrix method. Results of this study show that classification results of original uncompressed imagery and lossless compressed imagery are similar. But increase in compression ratio results as decrease in classification accuracy.

Keywords: Image Compression, Lossless and Lossy Compression Techniques, Accuracy on Image Compression, MrSID

1. GİRİŞ

Sürekli olarak kullandığımız ve çoğu zaman farkında olmadığımız veriler, aslında sıkıştırılmış veri kümeleridir. Görüntü, ses ve video verileri sıkıştırmanın sıklıkla kullanıldığı veri kaynaklarıdır. Verilerin bir ortamdan diğer bir ortama iletilmesi ve depolanma problemi, veri sıkıştırma yöntemleri kullanılarak giderilmeye çalışılmaktadır.

Analog ve analitik fotogrametrik sistemler, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak yerini dijital fotogrametrik sistemlere bırakmıştır. Fotogrametrik işlemlerin tamamı, yaşanan süreç içerisinde bilgisayar sistemlerinde uygulanmaya başlamıştır. Fotogrametrik üretim zincirinin temelini oluşturan görüntülerin işlenmesi ve depolanması aşamalarında, görüntü sıkıştırma yoğun bir şekilde fotogrametrik uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Kullanılan sıkıştırma yöntemi ve oranı, elde edilecek olan doğruluk ve hassasiyeti doğrudan etkileyecek olması nedeni ile, gerçekleştirilecek fotogrametrik uygulamaya yönelik çözümlerin belirlenmesi önemlidir. Kullanılan sıkıştırma yöntem ve oranlarının, ardışık olarak yapılan işlemlerin tamamında ne şekilde sonuç vereceği konusu bu çalışmada ortaya konmuştur.

2. GÖRÜNTÜ SINIFLANDIRMA VE SIKIŞTIRMA TEKNİKLERİ

a. Görüntü Sınıflandırma

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.

Uzaktan algılamada görüntü sınıflandırması, görüntüdeki her pikselin ait olduğu sınıfın belirlenmesi işlemidir. Görüntü sınıflandırma işleminde amaç, nesnelerin farklı spektral bantlardaki yansıma değerleri kullanılarak, belirlenen bir matematiksel esasa göre pikselin ait olduğu sınıfı bulmaktır. Böylece görüntüdeki bütün pikseller arazide karşılık geldikleri sınıflar içine otomatik olarak atanır (Ayhan, 2003).

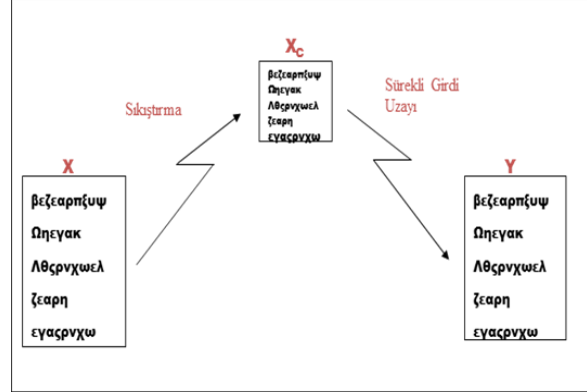
Boyacı; 2012 CBS-Uzaktan algılama entegrasyon ve örnek uygulama: Uydu görüntülerinden detay ve otomatik öznitelik tespiti çalışmasında piksel ve nesne tabanlı sınıflandırma örnekleriyle detaylı bir çalışma yaptığı değerlendirilmiştir.

b. Sıkıştırma Tekniği

Bilgisayar biliminde ve bilgi teorisinde veri sıkıştırma veya kaynak kodlama, özel kodlama algoritmaları kullanarak kodlanmamış kullanımdan daha az boyutta olacak şekilde verinin kodlanması işlemidir. Herhangi bir veri iletişimde gönderici ve alıcının ikisi birden kodlama algoritmasını okuyabiliyorsa sıkıştırılmış veriler kullanılabilir.

Sıkıştırma tekniği veya algoritması denildiğinde gerçekte iki farklı algoritma kastedilmektedir. Birincisi X orijinal verisini girdi olarak alan ve bunu sıkıştırarak daha küçük boyutta bir X_c verisi oluşturan sıkıştırma

algoritması, ikincisi de X_c sıkıştırılmış verisini girdi olarak alan ve bunu açarak bir Y verisi oluşturan yeniden oluşturma algoritmasıdır. Bu işlemler şematik olarak Şekil 1' de gösterilmektedir (Sayood 2005)



Şekil 1. Sıkıştırma ve yeniden oluşturma

Yeniden oluşturulan verinin özellikleri, sıkıştırma tekniklerinin temel olarak iki bölümde sınıflandırılmasında belirleyici olmaktadır. Birincisi yüksek sıkıştırma uygulanan ve Y verisinin X verisi ile aynı olduğu kayıpsız sıkıştırma yöntemleri, diğeri de Y verisinin X verisi ile farklılıklar gösterdiği kayıplı sıkıştırma yöntemleridir.

Sıkıştırma yöntemlerinin karşılaştırılması konusunda Uçar;2011 Sıkıştırılmış raster görüntülerin fotogrametrik otomasyonda kalite ve doğruluk üzerindeki etkilerinin araştırılması çalışmasında farklı sıkıştırma formatında ve oranında görüntüler üreterek sonuçları değerlendirmiştir.

c. MrSID (Multiresolution Seamless Image Database)

Ortofotolar gibi yer konuşlu raster görüntülerin kodlanması için LizardTech firması tarafından geliştirilen ve patentli bir dosya formatıdır. Kayıplı veya kayıpsız görüntü sıkıştırma yapabilmekte olup şu anda kullanılmakta olan en son sürümü 4'üncü nesil MrSID'dir. Görüntü içeriğine ve renk derinliğine bağlı olarak farklı sıkıştırma oranları elde edilebilmektedir.

3. UYGULAMA

Bu çalışmada kaynak veri olarak 30 m çözünürlüklü Landsat 8 (10 bant) uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bu görüntü farklı oranlarda MrSID formatında sıkıştırılmış ve sıkıştırılmış görüntüler kullanılarak piksel tabanlı sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Piksel tabanlı sınıflandırma

için en büyük olasılık sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sınıflandırma sonuçları 120 referans noktada değerlendirilerek doğruluk araştırması yapılmıştır.

a. Çalışma Bölgesi

Çalışma bölgesi olarak Ankara'nın güneyinde Gölbaşı bölgesinde yaklaşık 300 km² alanı kapsayan bölge, detay çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Bölgede özellikle büyük yerleşim alanları, tarım alanları ve iki adet göl detayı dikkati çekmektedir. Bu nedenle, sınıflandırma ile tespit edilecek detay çeşitliliği açısından bölgenin uygun olduğu değerlendirilmektedir. Çalışma alanı Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışma bölgesinin Landsat 8 Uydu Görüntüsü

b. Kullanılan Yazılımlar ve Veriler

ERDAS Imagine 2014 Yazılımı: Uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının görüntülenmesi, işlenmesi, zenginleştirilmesi ve analiz edilmesi işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan bir görüntü işleme yazılımıdır. Uzaktan algılama uygulamaları için elverişlidir (Erdas, 2014).

Uygulama çalışmasında, sınıflandırma için kaynak veri olarak Landsat uydu görüntüsü, sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunu test etmek amacı ile 30 cm çözünürlüklü sayısal hava fotoğrafı kullanılmıştır (Şekil 3).

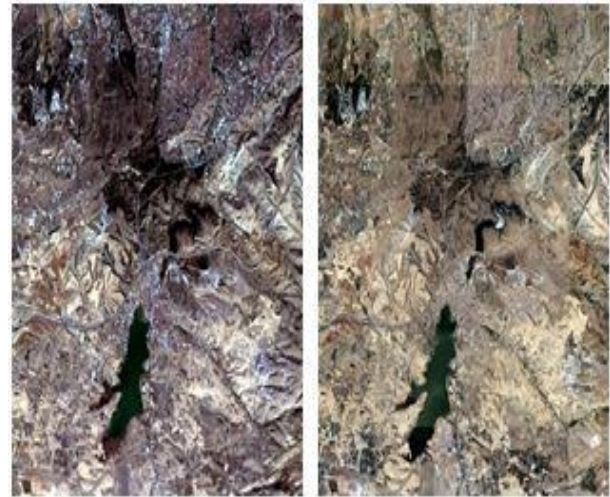
Landsat uydu görüntüsü geometrik düzeltmesi yapılmış olarak "www.earthexplorer.usgs.gov" internet adresinden temin edilmiştir. Uygulamada

15 m çözünürlüklü pankromatik bant dışında tüm bantlar kullanılmıştır. Tablo 1 Landsat 8 uydu görüntüsü bant çözünürlüğü. Görüntü alım tarihi 29 Ekim 2013'dur.

Tablo 1. Landsat 8 Uydu Görüntüsü Bant Çözünürlüğü

Spektral Aralık	Dalgaboyu (µm)	Çözünürlük
Band 1-Kıyı/Aerosol	0,433-0,453	30 m
Band 2- Mavi	0,450-0,515	30 m
Band 3- Yeşil	0,525-0,600	30 m
Band 4- Kırmızı	0,630-0,680	30 m
Band 5-Yakın Infrared	0,845-0,885	30 m
Band 6- Kısa Dalga Infrared	1,560- 1,660	30 m
Band 7- Kısa Dalga Infrared	2,100-2,300	30 m
Band 8- Pankromatik	0,500-0,680	15 m
Band 9- Sirrus	1,360- 1390	30 m

Hava Fotoğrafı: 100,5 mm. odak uzaklığına sahip Vexcel UltracamX kamera ile elde edilen 1/40.000 ölçekli hava fotoğrafları 4 bantlı ve 30 cm çözünürlüğe sahiptir. Bu görüntülerden üretilen ortofotolar Harita Genel Komutanlığından temin edilmiş olup, görüntü alım tarihi 28 Ağustos 2013'dir.



(a)

(b)

Şekil 3: Uygulamada kullanılan veriler a. Landsat 8 Uydu Görüntüsü b. Hava Fotoğrafı

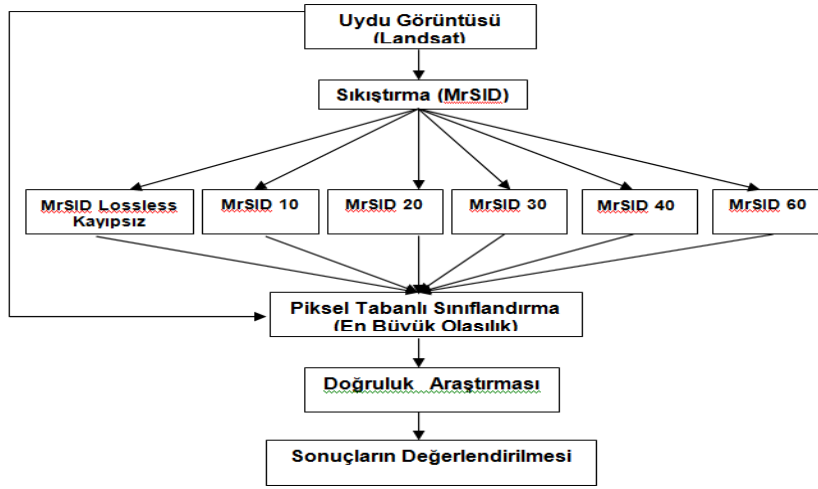
c. Metodoloji (İş Akışı)

Uygulama kapsamında Landsat uydu görüntüsü kullanılarak piksel tabanlı sınıflandırma için en büyük olasılık algoritması ile sınıflandırma yapılmıştır. Çalışmada 5 sınıf için sınıflandırma yapılmış ve sonuçlar 120 referans noktada yapılan doğruluk araştırması ile değerlendirilmiştir (Şeki 4 Metodoloji).

Piksel tabanlı sınıflandırma için ilk işlem adımı uydu görüntüsü üzerinden eğitim alanlarının toplanmasıdır. 5 detay sınıfı için Landsat uydu

görüntüsü üzerinden eğitim alanları alan vektör detaylar olarak belirlenmiş (Şekil 5) ve bu alanlar 7 görüntüde de (kayıpsız orijinal görüntü, ve kayıpsız, 10, 20, 30, 40 ve 60 oranında sıkıştırılmış mrsid görüntü) eğitim alanlarının toplanması için kullanılmıştır (Şekil 6).

Toplanan eğitim alanları girdi veri olarak kullanılmış ve görüntülerin sınıflandırması yapılmıştır. En büyük olasılık sınıflandırmasında ek bir parametre belirtilmemiştir.



Şekil 4. Metodoloji



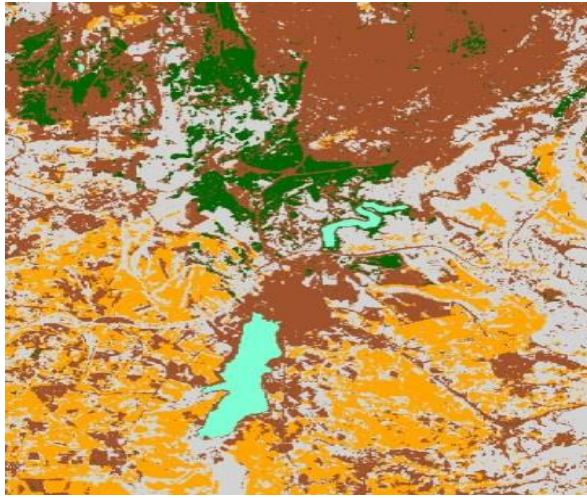
Şekil 5. Sınıf Alanları

Signature Editor (orj.sig)

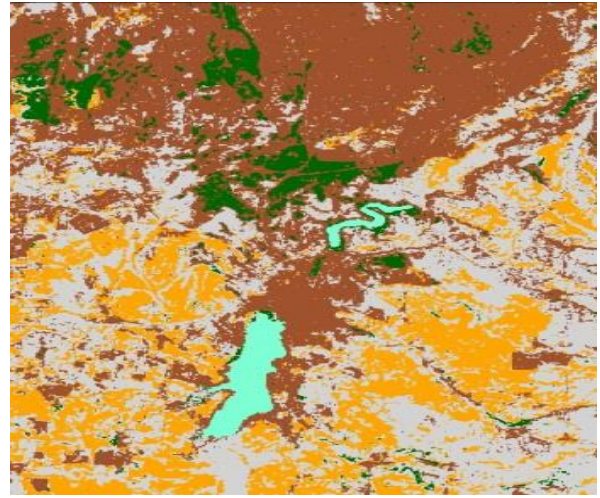
File Edit View Evaluate Feature Classify Help

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		çiplak_ arazi		0.827	0.827	0.827	4	4	508	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
2		orman		0.000	0.392	0.000	8	11	1316	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
3		su		0.498	1.000	0.831	10	19	4720	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
4		tarım		1.000	0.647	0.000	11	27	873	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
5		yerleşim		0.627	0.322	0.176	9	34	1082	1.000	✓	✓	✓	✓	✓

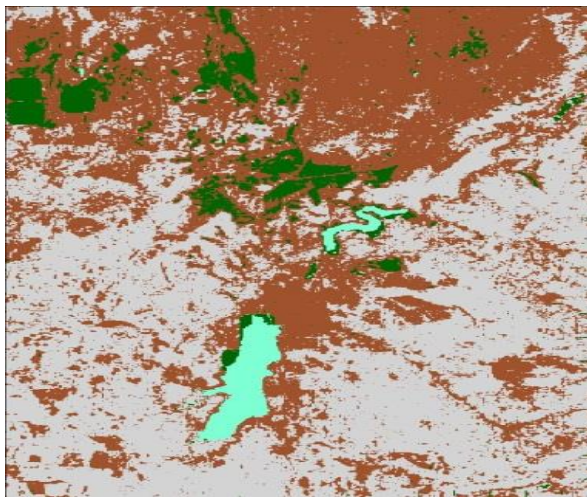
Şekil 6. Sınıf Dosyaları



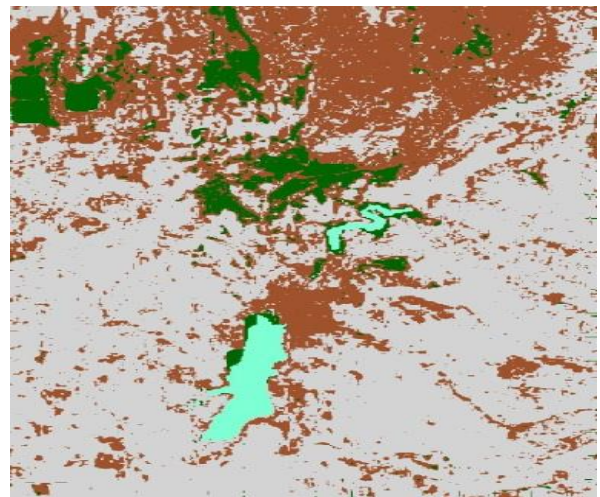
(a)



(b)



(c)



(ç)

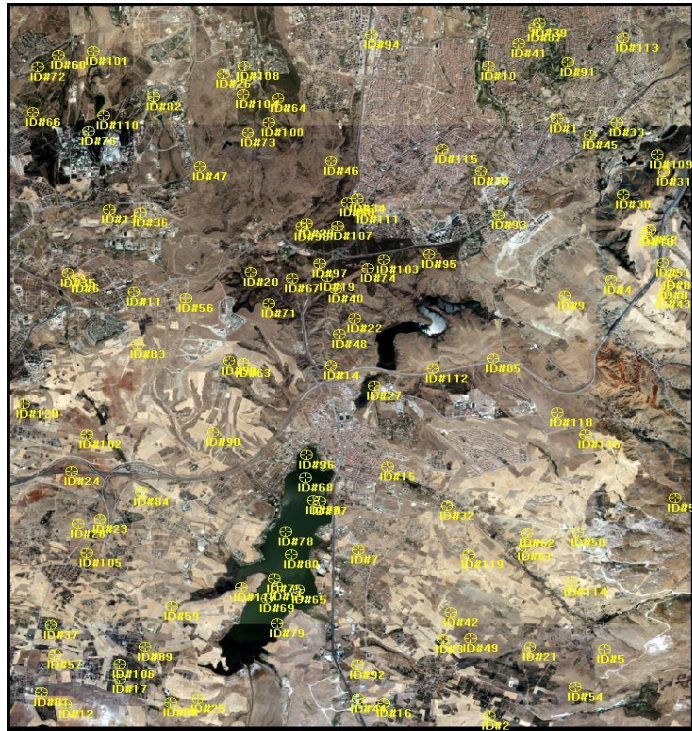
Şekil 7. Sınıflandırma sonuçları (a.Orijinal görüntü b. MrSID 20 c. MrSID 30 ç. MrSID 60 kat sıkıştırılmış görüntü)

Orijinal görüntü ile 20, 30 ve 60 oranında sıkıştırma ile elde edilen MrSID formatlı görüntülerin sınıflandırma sonuçları Şekil 7'de gösterilmiştir. Görüntüler incelendiğinde sıkıştırma oranı arttıkça sınıflandırma sonucunda tarım alanlarının çıplak araziye karıştığı görülmektedir.

Elde edilen sınıflandırma sonuçlarının doğruluğu Şekil 8'de gösterilen 120 referans noktada test edilmiştir. Yapılan tüm doğruluk araştırmalarında burada belirlenen aynı 120 nokta kullanılmıştır. Böylece farklı noktalara bağlı olarak yapılabilecek değerlendirme farklarının en

aza indirgenmesi sağlanmış ve daha nesnel bir değerlendirme yapılmıştır

5 sınıf için yapılan doğruluk değerlendirme sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Burada, her bir görüntü için elde edilen kullanıcı ve üretici doğrulukları ile yöntemin ortalama doğruluğu ve kapa değeri yer almaktadır. Doğruluk araştırması sonuçlarında çıplak arazinin üretici doğruluğu (ÜD) tarım arazisiyle karışması sonucu artarken kullanıcı doğruluğunun (KD) düştüğü gözlemlenmektedir. Sonuçlar incelendiğinde sıkıştırma oranı arttıkça sınıflandırma doğruluğunun da düştüğü görülmektedir



Şekil 8. Doğruluk araştırması için kullanılan noktalar

Tablo 2. Landsat ve MrSID kayıpsız, 10, 20, 30, 40, 60 oranında sıkıştırılmış görüntülerde sınıflandırma sonuçları

Sınıflar	Landsat		MrSID Kayıpsız		MrSID 10		MrSID 20		MrSID 30		MrSID 40		MrSID 60	
	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)	ÜD (%)	KD (%)
Çıplak Arazi	69.44	82.29	75.00	87.10	77.78	73.68	58.33	63.64	66.67	50.00	80.56	52.73	80.56	49.15
Orman	73.08	86.36	61.54	88.89	53.85	87.50	53.85	93.33	42.31	84.62	42.31	84.62	46.15	85.71
Yerleşim	100.00	61.54	100.00	57.14	95.83	54.76	87.50	48.84	95.83	46.94	91.67	52.38	79.17	51.35
Su	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tarım	83.33	95.24	75.00	94.74	58.33	100.00	58.33	73.68	-	-	-	-	-	-
Genel Doğruluk Kapa	81.67	0.7660	79.17	0.7334	74.17	0.6670	66.67	0.5727	56.67	0.4357	60.00	0.4751	58.33	0.4508

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatürde çeşitli sıkıştırma tekniklerinin özellikle de yaygın olarak kullanılan jpeg sıkıştırma tekniğinin sınıflandırma üzerine etkisi konusunda çeşitli çalışmalar mevcuttur. Danoedoro (2013) tarafından yapılan çalışmada; ALOS-AVNIR2 orijinal sıkıştırılmamış görüntünün, JPEG formatında %10'dan %90'a kadar sıkıştırılması ile elde edilen görüntülerden daha yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahip olduğu belirlenmiştir. Lau vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada ise SPOT multispektral görüntü kullanılarak JPEG sıkıştırma formatında 35 kattan fazla yapılan sıkıştırma ile elde edilen görüntünün sınıflandırma doğruluğunun önemli ölçüde düştüğü tespit edilmiştir. Bu çalışma da elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmaları destekler niteliktedir. Ancak literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada MrSID sıkıştırma tekniğinin sınıflandırma doğruluğu üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmada Landsat uydu görüntüsü MrSID sıkıştırma formatında 6 farklı oranda (kayıpsız, 10:1, 20:1, 30:1, 40:1, 60:1) sıkıştırılarak sınıflandırma sonuçları karşılaştırılmıştır. Sıkıştırma ve sonrasında gerçekleştirilen piksel tabanlı sınıflandırma işlemi ile ilgili elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtilmiştir.

- Sıkıştırma oranları nispetinde dosya boyutları küçülerek, genel olarak sıkıştırma probleminin temelini teşkil eden veri depolama ve veri iletimi kapsamında çözümlerin elde edilebileceği görülmüştür.

- Sıkıştırma oranının artması ile birlikte orijinal görüntüdeki dokuların, komşu pikseller ile gerçekleştirilen görüntü dengelemesi sonrasında yavaş yavaş kaybolduğu gözlenmiştir.

- Sıkıştırma oranı arttıkça tarım alanı detayı ile çıplak arazi detayının bazı alanlarda karıştığı görülmektedir. Uygulama çalışmasında kullanılan uydu görüntüsü Ekim ayına ait görüntüdür. Bu dönemde tarım alanlarının geneli hasat sonrası olduğundan çıplak arazi alanları ile karışabilmektedir. Bu nedenle bahar döneminde alınmış görüntüler kullanılarak yapılacak bir çalışma ile farklı sonuçlar elde edilebileceği faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

- Kayıpsız sıkıştırma ile görüntüler bölgenin karakteristiğine bağlı olarak yaklaşık 5 kat küçültülebilmektedir. Bu görüntünün sınıflandırma için kullanımı orijinal görüntüye benzer doğruluk sonuçları vermektedir.

- MrSID formatında 10 kat sıkıştırmada büyük bir doğruluk kaybı olamamaktadır. Ancak 20 ve daha fazla kat yapılan sıkıştırmalarda doğruluk belirgin şekilde düşmektedir.

Sonuç olarak, özellikle kayıpsız ve düşük oranlarda sıkıştırılmış görüntülerin sınıflandırma için kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ayhan, E., Karslı, F., Tunç, E., 2003, **Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz**, Harita Dergisi, Sayı:130,32-46
- 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.
- Boyacı, D., 2012,. **CBS-Uzaktan algılama entegrasyon ve örnek uygulama: Uydu görüntülerinden detay ve otomatik öznelik tespiti**, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- 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.
- Danoedoro, P., 2013, **The Effect Of Image Compression Level On The Land-Cover Classification Accuracy Of ALOS-AVNIR2 data Using Per-Pixel And Object Based Approaches**, Conference:34th Asian Conference on Remote Sensing, At Bali, Indonesia
- Erdas Field Guide, 2014, ERDAS Inc., Atlanta, USA.
- Quattara, T., Gwyn, Q.H.J., Dubois, J.-M.M., 2004, **Evalition 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.
- Sayood, K., 2005, **Introduction to data compression, 3rd ed.**, Morgan Kaufmann Publishers, San Diego, USA.

Uçar, E., 2011,. **Sıkıştırılmış raster görüntülerin fotogrametrik otomasyonda kalite ve doğruluk üzerindeki etkilerinin araştırılması**, Doktora Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya

W. L. LAU, Z. L. LI and W. K. LAM, 2001, **Effect Of JPEG Compression On Image Classification**, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong SAR, Department of Land Surveying and Geo-Informatics, Hong Kong, PR China

YAZIM ESASLARI

1. Harita Dergisinde Yayımlanabilecek Yazılar

a. Haritacılık bilim dalları (Jeodezi, fotogrametri, kartografya, astronomi, jeofizik, kamu ölçmeleri ve mühendislik ölçmeleri) ve haritacılık ile ilgili diğer disiplinlerde (yerbilimleri, uzay teknolojileri, temel bilimler vb.) alanlarda olmak üzere, bir araştırma çalışmasını bulgu ve sonuçlarıyla yansıtan orijinal bilimsel makaleler; yeterli sayıda bilimsel makaleyi tarayarak, konuyu bugünkü bilgi düzeyinde özetleyen, değerlendirme yapan, bulguları karşılaştırarak eleştiren bilimsel derleme yazılar; orijinallığı ve bilimsel değeri bakımından çok önemli yabancı dilden çeviri bilimsel makaleler Harita Dergisi'nde yayımlanabilir.

b. Harita Genel Komutanlığı tarafından yılda iki kez (Ocak-Temmuz) yayımlanan hakemli bir dergidir. Yayımlanan yazılardaki fikirler yazarlarına aittir. Harita Genel Komutanlığını ve dergiyi sorumlu kılmaz. Dergideki yazı ve resimlerin her hakkı saklıdır.

c. Harita Dergisinde yayımlanmak üzere gönderilen yazılar, değerlendirme ve seçme işlemine esas olmak üzere, konularında uzman en az üç Bilim Kurulu Üyesi tarafından incelenir. Bilim Kurulunca "yetersiz" bulunan yazılar, dergide yayımlanmaz.

2. Harita Dergisine Yazı Hazırlama Esasları

a. Sayfa büyüklüğü A4 (210x297 mm) standardında olmalı; her sayfanın sağ kenarından 2 cm diğer kenarlarından 3'er cm boşluk bırakılmalıdır. Yazı toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Yazı, bilgisayarda Microsoft Word formatında Arial Türkçe fontu bir satır aralığı ile yazılmalıdır.

b. Makale adı, Türkçe ve İngilizce olarak kelimelerin ilk harfleri büyük olacak şekilde 12 punto büyüklüğünde sayfanın üst ortasına gelecek şekilde yazılmalı ve iki satırı geçmemelidir. Makale adı, makale içeriğini en fazla ölçüde yansıtmalı; makale içeriğinde anlatılan konuların büyük çoğunluğu, makale adı ile doğrudan ilgili olmalıdır. Makale adından sonra bir satır boşluk bırakıp ortalayarak yazar adı ve soyadı koyu (bold) ve 10 punto harf büyüklüğünde yazılmalıdır (Soyadı büyük harflerle). Yazar adının altına ortalayarak adres

ve elektronik posta adresi 9 punto harf büyüklüğünde yazılır.

c. Yazı; Özet, Anahtar Kelime, Abstract (İngilizce özet), Key Words (İngilizce anahtar kelimeler), Giriş, Bölümler, Sonuç ve Kaynaklar şeklindeki ana bölümlerden oluşur. Bu bölümlerin tamamı sayfada iki sütun olacak şekilde yazılır. Sütunlar arasında 0,5 cm boşluk bırakılır. Her ana bölüm ve alt bölüm başlığı öncesi ve sonrası bir satır boşluk bırakılır.

Özet bölümünde, yapılan çalışma tanıtılarak kullanılan yöntemler ve sonuçlar kısaca belirtilmeli; abstract bölümü, özetin doğru ve eksiksiz tercümesini içermelidir. Giriş bölümünde, çalışmanın amacı ve konuyla ilgili diğer çalışmalar anlatılmalıdır. Ara bölümlerde, kullanılan yöntemler ve veriler açıklanmalı; sonuç bölümünde, bulgular başka araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılmalı, yazarın yorumu belirtilmeli ve ayrıca bulgulardan çıkan sonuçlar ve varsa öneriler yazılmalıdır. Özet, abstract, anahtar kelimeler ve key words, 9 punto büyüklüğünde italik harflerle yazılmalıdır. Diğer bölümler 10 punto harf büyüklüğünde normal yazılır.

Ana bölüm başlıkları büyük harflerle koyu (bold) olarak ve alt bölümlerin başlıkları kelimelerin ilk harfleri büyük diğerleri küçük ve sadece birinci düzey alt bölümlerin başlıkları koyu (bold) olarak yazılmalıdır. Yazının geri kalan kısmı normal baskıda yazılmalı, italik ya da altı çizgili karakterler kullanılmamalıdır. Özet, Anahtar Kelime, Abstract (İngilizce özet), Key Words (İngilizce anahtar kelimeler) ve kaynaklar ana bölümleri dışındaki ana bölüm başlıkları 1., 2., 3.; alt bölüm başlıkları a., b., c.; (1), (2), (3); (a), (b), (c); (i), (ii), (iii); (aa), (bb), (cc) şeklinde hiyerarşik düzeyde numaralandırılmalı; ardışık düzeylerin numaraları arasındaki dikey fark 0.5 cm olmalıdır. Numaralandırılan bölümlerin başlıkları, numaralarının başlangıç hizasından 0.5 cm içeriden; bir alt satıra devam eden bölüm başlıkları sayfa başından; tüm paragraflar sayfanın 0.5 cm içerisinden başlamalıdır.

Noktalama ve imlâ için Türk Dil Kurumu tarafından en son yayımlanan İmlâ Kılavuzu ve Türkçe sözlüğüne, Haritacılık ile ilgili Yönetmeliklerde kullanılan deyimlere uyulmalıdır. İfadelerde üçüncü şahıs kullanılmalı; her sembol ilk geçtiği yerde tanımlanmalı; her kısaltma ilk

geçtiği yerde parantez içinde yazılmalı (örneğin, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)); kelime ikiye bölünmemelidir. Noktalama işaretlerinden sonra bir karakter boşluk bırakılmalı; sayfa numaralama yapılmamalıdır.

ç. Tablo isimleri, tablonun üstüne sol üst köşesinden itibaren yazılmalı (örneğin, Tablo 1. Karesel ortalama hatalar.); şekil isimleri, şeklin altına ortalanarak yazılmalı (örneğin, Şekil 1. CBS tasarımı.); tablo isimlerinden ve şekillerden önce, şekil isimlerinden ve tablolardan sonra bir satır boşluk bırakılmalı; tablolar ve şekiller sayfaya ortalanmalıdır. Tablolar ve şekillerin boyutu tek sütundan büyük olduğu durumlarda, sayfanın tamamına ortalı olarak yazılabilir.

d. Denklemlere verilen numaralar, kendi hizalarına ve sayfa sağ kenarına çıkışacak şekilde parantez içinde (1),(2),(3),... şeklinde yazılmalıdır. Metin içerisindeki denklemlerin kendi aralarında ve metin ile aralarında bir satır boşluk bırakılır.

e. Kaynaklardan yapılan alıntılar, metin içinde geçtikleri her yerde, kaynak hakkında () parantez içinde bilgi verilir. Parantez içine yazılacak bilgiler sırası ile kaynağı kaleme alan yazarın soyadı, yazarın ilk adı/adlarının baş harfleri ve kaynağın basım tarihidir (Yılmaz, 1997), birden fazla yazar için (Arpat, vd., 1975). Kaynaklar sıralanırken numaralandırma yapılmaz ve kaynaklar arası bir satır boşluk bulunur. Özet ve abstract bölümlerinde kaynak atfı yapılmamalıdır.

f. Kaynaklar ana bölümü başlığı birer aralıklı büyük harflerle koyu (bold) ve sayfa ortalanarak yazılmalıdır. Kaynaklar yazar soyadına göre alfabetik sırada sıralanır. Aynı yazarın birden fazla yayını varsa önce yeni tarihli kaynaktan başlanır. Kaynaklar sayfasında yazarın soyadı ve adı 0,5 cm. asılı olarak sol taraftan başlayarak yazılır. Basım tarihi, yazar isminden hemen sonra gelir, parantez içerisinde ve sadece yıl olarak yazılır. Kitap veya yayının ismi koyu harflerle yazılır. Yabancı yazarların isimleri belirtilirken Latin imlâ kurallarına uyulur. (Örneğin; MITTAG yerine MITTAG). İnternetten alınan kaynakların gösteriminde web adresinden sonra mutlaka kaynağın bu adresten alındığı tarih yazılır.

g. Makaleler, "MAKALE ÖRNEĞİ"nde sunulan boşluk ve yapılandırmalara uyularak; Şekil, Tablo ve Denklemler tek sütunda olacak ise metin aralarına konularak; iki sütuna yayılan bir

bütün halindeki metin bloğundan sonra veya önce sayfanın alt veya üstünde olacak ve okuma akıcılığını bozmayacak şekilde yazılır.

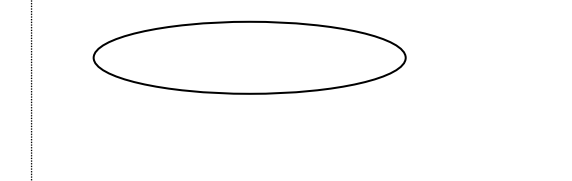
3. Makalelerin Gönderilmesi

Makaleler, "haritadergisi @ hgk.msb.gov.tr" adresine e-posta ile gönderilir.

(MAKALE ÖRNEĞİ)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (Makale Başlığı-Türkçe) (XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX) (Makale Başlığı- İngilizce) (1 satır boşluk) XXXX XXXX (Yazar ismi) XXXXX XXXX XXXX, XXXXX XXXXX (Adres) xxxxxxxxx@xxxxxxx (e-posta) (1 satır boşluk)	
ÖZET 0.5 cm (1 satır boşluk) XXXXXXXXXX XXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX; XXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX. (1 satır boşluk) Anahtar Kelimeler: XXXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXX (1 satır boşluk) ABSTRACT (1 satır boşluk) XXXXXXXXXX XXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXX. XXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX. (1 satır boşluk) Keywords: XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXX. (1 satır boşluk)	(3 üncü düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXX XXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX. (1 satır boşluk) (b) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX (3 üncü düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX X XXXXXXXXXXXXXXX. (1 satır boşluk) (l) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX (4 üncü düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX (1 satır boşluk) (aa) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX (5 üncü düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX. (1 satır boşluk) b. XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX (1 inci düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk)
1. GİRİŞ (1 satır boşluk) XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXX XX XXXX XXXXXXX /1/. (1 satır boşluk) a. XXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXX (1 nci düzey alt bölüm) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXXXX (1) XXXXXXX XXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX. (2 nci düzey alt bölüm) (1 satır boşluk) 2. XXXXX XXXXXXX XXXX (Ana bölüm başlığı) (1 satır boşluk) a. XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX (1 inci düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX. (1 nci düzey alt bölüm 1 inci paragraf) (1 satır boşluk) (1) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXX (2 nci düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX. (2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf) (1 satır boşluk) (a) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX	0.5 cm

(MAKALE ÖRNEĞİ)

XXXXXX xxx XXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX. (1 nci düzey alt bölüm 1 inci paragraf) (1) XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX. (2 nci düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX XXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX. (2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf) (1 satır boşluk)	XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XXX XXXXX XXXXX XXXXXX. (1 satır boşluk) $KOH = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i - X_{i(RASAT)}}{n}} \quad (1)$ (1 satır boşluk)
(a) XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX (3 üncü düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.	XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XXX XXXXX XXXXX . (1 satır boşluk) 
(1 satır boşluk) (b) XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX (3 üncü düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXXXX XXXXX.	(1 satır boşluk) Şekil 1. XXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX (1 satır boşluk) XXXXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX XXXX. (1 satır boşluk) 3. SONUÇ (1 satır boşluk) XXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX. (1 satır boşluk)
(1 satır boşluk) (I) XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX (4 üncü düzey alt bölüm başlığı) (1 satır boşluk) XXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXX.	(1 satır boşluk) KAYNAKLAR (1 satır boşluk) Soyad, A., Dergi Basım Yılı, Bildiri Adı, Dergi Adı, Cilt:16, Sayı: 116, Sayfa Aralığı. (1 satır boşluk) Soyad1, A., Soyad2, B., Kitap Basım Yılı, Kitap Adı, Yayımcı Adı, Yayım Yeri, ISBN: xxxxxxxx. (1 satır boşluk) URL-1 : http://xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.xxx Erişim Tarihi.
Tablo 1. XXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX (1 satır boşluk)	

SATIŞ BÜROSUNDAN SATIŞI YAPILAN TASNİF DIŞI KÂĞIT BASKI HARİTALARIN
2015 YILI SATIŞ FİYAT LİSTESİ

S. NU.	ÖLÇEK	CİNSİ	BOYUT (cm x cm)	BASKI TARİHİ	ÖZELLİKLERİ	FİYATI (TL)	
						KDV HARİC	KDV DÂHİL
1	1:250.000	TÜRKİYE KARA (JOG-G) TOPOĞRAFİK	70 x 55	MUH.	PAFTA	13,56	16,00
2	1:250.000	TÜRKİYE HAVA (JOG-A) TOPOĞRAFİK	70 x 55	MUH.	PAFTA	13,56	16,00
3	1:250.000	TÜRKİYE ALÇAK İRTİFA ÖZEL HAVA (TFC)	70 x 55	MUH.	PAFTA	13,56	16,00
4	1:500.000	TÜRKİYE KARA (1404 SERİSİ) TOPOĞRAFİK 1*	70 x 60	MUH.	PAFTA	14,41	17,00
5	1:500.000	TÜRKİYE ÖZEL HAVA HARİTASI 1*	70 x 60	MUH.	PAFTA	14,41	17,00
6	1:1.000.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ (81 İL)	172 x 90	2009	3 PARÇA	8,90	10,50
7	1:1.800.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ (81 İL)	96.5 x 50	2009	TEK PARÇA	6,36	7,50
8	1:1.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	172 x 90	2009	3 PARÇA	8,90	10,50
9	1:1.800.000	TÜRKİYE FİZİKİ	96.5 x 50	2009	TEK PARÇA	6,36	7,50
10	1:3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER SİYASİ	192 x 132	2010	4 PARÇA	9,32	11,00
11	1:3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	192 x 132	2010	4 PARÇA	9,32	11,00
12	1:3.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	224 x 96	2009	4 PARÇA	10,59	12,50
13	1:1.500.000	KAFKASLAR SİYASİ	98 x 68	2009	1 PARÇA	11,86	14,00
14	1:1.500.000	KAFKASLAR FİZİKİ	98 x 68	2009	1 PARÇA	11,86	14,00
15	1:1.800.000	ORTADOĞU SİYASİ	111 x 77	2006	2 PARÇA	9,75	11,50
16	1:1.800.000	ORTADOĞU FİZİKİ	111 x 77	2006	2 PARÇA	9,75	11,50
17	1:30.000.000	DÜNYA SİYASİ	136 x 91	2014	2 PARÇA	11,86	14,00
18	1:30.000.000	DÜNYA FİZİKİ 2*	136 x 91	2012	2 PARÇA	11,86	14,00
19	1:42.500.000	DÜNYA SİYASİ	82 x 49	2011	TEK PARÇA	6,36	7,50
20	1:42.500.000	DÜNYA FİZİKİ	82 x 49	2011	TEK PARÇA	6,36	7,50
21	1:3.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU	190 x 131	1993	4 PARÇA	7,20	8,50
22	1:12.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU	95 x 65	1993	TEK PARÇA	3,81	4,50
23	1:1.200.000	BALKANLAR SİYASİ	65,5 x 74	2009	TEK PARÇA	6,36	7,50
24	1:1.200.000	BALKANLAR FİZİKİ	65,5 x 74	2009	TEK PARÇA	6,36	7,50
25	1/9.000.000	AVRUPA SİYASİ	75 x 56	2013	TEK PARÇA	7,63	9,00
26	1/9.000.000	AVRUPA FİZİKİ	75 x 56	2013	TEK PARÇA	7,63	9,00
27	1/1.800.000	TÜRKİYE COĞRAFI BÖLGELER HARİTASI (FİZİKİ)	96,5 x 50	2011	TEK PARÇA	5,51	6,50
28	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA SİYASİ HARİTASI	74 x 54	2012	TEK PARÇA	11,02	13,00
29	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA FİZİKİ HARİTASI	74 x 54	2012	TEK PARÇA	11,02	13,00
30	1 / 2.500.000	AFGANİSTAN SİYASİ HARİTASI	68 x 46	2012	TEK PARÇA	11,02	13,00
31	1 / 2.500.000	AFGANİSTAN FİZİKİ HARİTASI	68 x 46	2012	TEK PARÇA	11,02	13,00
32	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE SİYASİ HARİTASI	87 x 60	2013	TEK PARÇA	7,20	8,50
33	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE FİZİKİ HARİTASI	87 x 60	2013	TEK PARÇA	7,20	8,50
34	1:1.500.000	IRAK SİYASİ HARİTASI 3*	66 x 71	2014	TEK PARÇA	6,36	7,50
35	1:1.500.000	IRAK FİZİKİ HARİTASI 3*	66 x 71	2014	TEK PARÇA	6,36	7,50
36	1:2.750.000	İRAN SİYASİ HARİTASI 3*	78 x 66	2014	TEK PARÇA	6,36	7,50
37	1:2.750.000	İRAN FİZİKİ HARİTASI 3*	78x66	2014	TEK PARÇA	6,36	7,50
38	1:12.000.000	AVRUPA-AFRİKA-SİYASİ HARİTASI 3*	64x96	2014	TEK PARÇA	9,32	11,00

1* : Bu seri haritalar için henüz Türkiye'nin tamamı üretilmediğinden, üretimi tamamlananlar satılmaktadır.

2* : Güncelleme çalışmaları devam etmektedir. Güncellemesini müteakip, 2015 yılı basımı satışa sunulacaktır.

3* : Üretim çalışmaları devam etmektedir. Boyut yaklaşık, çalışmaların tamamlanmasına müteakip kesin boyut belirlenecek ve satışa sunulacaktır.

SATIŞ BÜROSUNDAN SATIŞI YAPILAN TASNİF DIŞI PLASTİK KABARTMA HARİTALARIN
2015 YILI SATIŞ FİYAT LİSTESİ

S. NU.	ÖLÇEK	CİNSİ	BOYUT (cm x cm)	BASKI TARİHİ	ÖZELLİKLERİ	FİYATI (TL)	
						KDV HARİÇ	KDV DÂHİL
39	1:250.000	TÜRKİYE KARA (JOG SERİSİ) TOPOĞRAFİK	65 x 61	MUH.	PAFTA	50,85	60,00
40	1:1.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	172 x 90	2009	3 PARÇA	157,63	186,00
41	1:1.850.000	TÜRKİYE FİZİKİ	93 x 48	2007	TEK PARÇA	33,90	40,00
42	1:3.500.000	TÜRKİYE FİZİKİ	49 x 26	2004	TEK PARÇA	8,90	10,50
43	1:8.500.000	TÜRKİYE FİZİKİ	15 x 24	2014	TEK PARÇA	3,39	4,00
44	1:1.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	354 x 218	2007	16 PARÇA	817,80	965,00
45	1:3.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	224 x 96	2007	4 PARÇA	204,66	241,50
46	1:4.250.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	164 x 114	2007	4 PARÇA	204,66	241,50
47	1:1.800.000	ORTADOĞU FİZİKİ	115 x 81	2007	2 PARÇA	102,54	121,00
48	1:24.000.000	DÜNYA FİZİKİ	164 x 83	2010	3 PARÇA	152,97	180,50
49	1:2.000.000	KAFKASLAR FİZİKİ	77 x 54	2010	TEK PARÇA	23,31	27,50
50	1:2.700.000	BALKANLAR FİZİKİ	57 x 63	2010	TEK PARÇA	23,31	27,50

(www.hgk.msb.gov.tr/urunler/satis/satis.htm)