

UYDU GÖRÜNTÜSÜ İŞLEME VE SIKIŞTIRMA SÜREÇLERİNİN WEB TABANLI HARİTA SERVİSİ YAYIN PERFORMANSINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Z. Durkut^a, U. Algancı^{a,b,*}, E. Sertel^{a,b}

^a İTÜ, Uydur Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Uygulama Araştırma Merkezi (UHUZAM), İstanbul, Türkiye – (zafer, ugur, elif)@csers.itu.edu.tr

^b İTÜ, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye – (alganci, sertele)@itu.edu.tr

ANAHTAR KELİMELE: Web Tabanlı Harita Servisi, Veri Sıkıştırma, JPEG, WMS Standardı, SPOT-7, Sentinel-2, Landsat-8

ÖZET:

Günümüzde gelişen uydu teknolojilerine bağlı olarak uydu görüntülerinin mekânsal, spektral ve zamansal çözünürlüğünde önemli seviyede artışlar meydana gelmiştir. Bu artışlar aynı zamanda veri boyutunda ve hacminde artışa ve buna bağlı olarak veri paylaşımında zorluklara sebep olmaktadır. Artan veri boyutları, web üzerinden coğrafi verilerin paylaşımını ve sunumunu da zorlaştırmaktadır. Günümüzde sıkça karşılaşılan bu sorunun çözümünü sağlamak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri olan uydu görüntülerinin sıkıştırılması, veri boyutunun azaltılmasını sağlayan bir optimizasyon yöntemidir. Bu çalışmada farklı uydulardan elde edilen çok bantlı uydu görüntülerinin sıkıştırılmasında uluslararası bir standart olan JPEG sıkıştırma algoritmasının web tabanlı mekânsal veri yayını kapsamında performansının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ek olarak uydu görüntülerinin WMS tabanlı sunum performansını arttırmak amacıyla sıkıştırılmış görüntüler üzerinde piramitleme işlemi yapılmıştır. Bu çalışmada, farklı çözünürlükteki uydu görüntülerinin JPEG sıkıştırma yöntemi ile dört farklı sıkıştırma seviyesi ve dört farklı piramit seviyesi için; zaman, görsel kalite ve boyut açısından sonuçları karşılaştırılmıştır. Buna ek olarak elde edilen sonuç verileri coğrafi veri sunucusu üzerinden sunularak web üzerindeki yayın performansları belirlenmiştir.

KEYWORDS: Web Mapping Service, Data Compression, JPEG, WMS Standart, SPOT-7, Sentinel-2, Landsat-8

ABSTRACT:

There has been a significant increase in the spatial, spectral and temporal resolution of satellite images due to the developing satellite technologies. These increases also result in an increase in data size and volume, and hence data sharing difficulties. Increased data sizes also make it difficult to share and present geographic data over the web. Various methods have been developed to solve this common problem. Compressing satellite images is one of these methods, which offers an optimization by reducing data size. In this study, it is aimed to evaluate the performance of JPEG compression algorithm, which is an international standard, in the context of web based spatial data broadcasting in order to compress multi-band satellite images obtained from different satellites. In addition, pyramid levels were added on the compressed images in order to enhance the WMS-based presentation performance of satellite images. In this study, for the four different JPEG compression levels and four different pyramid levels were applied on different spatial resolution satellite images. The results were compared in terms of processing time, visual quality and data size. In addition, the resulting data was presented on the geographic data server and the broadcast performance on the web was determined.

1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen bilgisayar ve bilişim teknolojileri, telekomünikasyon ve artan veri hacmi ve veri erişiminden dolayı web tabanlı bilgi servislerinin kullanımı artmıştır. Web servisleri; farklı bilgisayarların ağ üzerinden etkileşiminden faydalanarak bu bilgisayarların birlikte çalışmalarını sağlamaktadır. Microsoft, Oracle, IBM, HP, Sun ve daha birçok firma web servisleri konusunda çalışarak yazılım ve uygulama desteği sunmaktadır. Mekânsal web servisleri ile coğrafi bilgi sistemlerinin yetenekleri birleştirildiğinde sunulan hizmet daha efektif olmaktadır (Smiatek, 2004, Michealis ve Ames, 2008).

Web üzerinden coğrafi verilerin sunulması amacıyla OGC tarafından çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Bu çalışmada uydu görüntülerinin sunulması amacıyla WMS standartları kullanılmıştır (OGC, 2016). Web Harita Hizmetinin (WMS) temel amacı mekânsal referans bilgisi barındıran coğrafi verilerin dinamik haritalarını üretmektir. Bu kapsamda WMS standardı, coğrafi verilerin bir bilgisayar ekranında görüntülenmeye uygun dijital görüntü dosyası olarak sunumunu esas almaktadır. WMS servislerinde coğrafi verilerin HTTP

yolu ile istemciye aktarımı için (PNG, JPEG, GIF vb.) dijital görüntü formatları kullanılmaktadır. Ayrıca WMS dahilinde belirlenen spesifikasyonlar, haritaların istemciler tarafından talep edilme şeklini ve sunucuların tanımlanma şeklini standartlaştırır (Kim vd., 2005; Panagos vd., 2008).

INSPIRE ilkelerinde, veri ve hizmetlerin birlikte çalışabilirliğini sağlamak amacı ile uluslararası kurum ve kuruluşların harita sunucularında bulunan veri katmanlarının WMS standartlarına uygun şekilde üretilmesi ve paylaşılması benimsenmiştir (INSPIRE, 2007).

Özellikle son yıllarda uydu teknolojilerinde meydana gelen gelişim ve çözünürlük artışına bağlı olarak yer gözlem uydularından elde edilen görüntülerin mekânsal veri olarak kullanımında artış meydana gelmiştir. Bu artışa bağlı olarak uydu görüntülerinin web tabanlı yayını kapsamında da önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Google Maps ve BingMaps gibi uygulamalar küresel ölçekte ve çeşitli çözünürlükte uydu görüntü verisi katmanı yayını yapan en bilindik uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun dışında birçok kurum ve kuruluş kendi kullanım amaçlarına yönelik olarak işledikleri

hava fotoğrafı ve uydu verisi vb. raster verileri web tabanlı servisler aracılığı ile kullanıcılara sunmaktadır (Hatzopoulos vd., 2012). Ülkemiz özelinde yakın zamanda yayına açılan HGM Atlas platformu bu duruma en uygun örneklerden birisidir.

Uydu verilerinin web tabanlı sunumu esnasında karşılaşılan en temel problemlerden ilki mekânsal çözünürlükte ve paylaşılan görüntü sayısında meydana gelen artışa bağlı olarak veri hacminin büyümesidir. Buna ek olarak verinin belirli yaklaşıma seviyelerindeki ön görünümünün eklenmesi ile veri boyutu daha da artmaktadır. Bu artış hem depolama alanı problemi yaratmakta hem de verinin sunucudan istemciye transferi esnasında veri trafiği yükünü artırmaktadır. Bu problemi çözüme kavuşturmak ve yayın optimizasyonunu sağlamak amacı ile JPEG vb. sıkıştırılmalı resim formatlarının kullanımı yaygınlaşmıştır (Millin ve Kimito, 2007).

Bu çalışmada, farklı çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinde uygulanan farklı JPEG sıkıştırma ve piramitleme seviyelerinin veri boyutu üzerindeki etkisi ve web tabanlı harita servislerindeki performansı araştırılmıştır. Buna ek olarak farklı arazi örtüsü karakteristiklerinin ve kapsama alanının yayın performansı üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL

Bu çalışma kapsamında beş farklı veri seti kullanılmıştır. Bu veri setleri görünür bölgeye ilişkin üç bant içeren SPOT 7, Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntülerini içermektedir. Görüntüler sırasıyla 1.5m, 10m ve 30m olmak üzere 3 farklı

mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Tablo-1’de çalışmada kullanılan ham uydu görüntülerinin, çözünürlük, görüntü ve veri boyutları, Şekil 1’de ise ön izlemeleri verilmiştir. Birinci veri seti aynı bölgeyi kapsayan 3 farklı uydu görüntüsü içermekte olup mekânsal çözünürlüğün web tabanlı harita servisi üzerindeki etkisini belirlemek için kullanılmıştır. İkinci veri seti İzmir ve Şanlıurfa illerine ait SPOT-7 görüntülerini içermekte olup, farklı arazi örtüleri ile sıkıştırma ve piramitleme yöntemleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacı ile kullanılmıştır. Üçüncü veri seti ise Adıyaman ve Şanlıurfa illerini kapsayan mozaiklenmiş SPOT-7 uydu görüntüsü olup, veri boyutundaki değişimin web tabanlı coğrafi veri yayınına etkisini belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Sonuç olarak 3 farklı performans karşılaştırması için 5 adet uydu görüntüsü kullanılarak farklı sıkıştırma ve piramitleme seviyelerinin web yayınına etkisi araştırılmıştır.

Bölge	Uydu	Çözünürlük (m)	Görüntü Boyutu(Piksel)	Veri Boyutu (MB)
GAP	SPOT-7	1.5	106701, 90840	27732.5
İzmir	SPOT-7	1.5	42916, 43802	5378.8
Urfa	SPOT-7	1.5	41198, 44750	5275.3
Urfa	Landsat-8	30	2071, 2237	13.3
Urfa	Sentinel-2	10	6214, 6714	121.8

Tablo 1. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ile ilgili detaylar



Spot-7 Şanlıurfa



Sentinel-2 Şanlıurfa



Landsat Şanlıurfa



Spot-7 GAP



Spot-7 İzmir

Şekil 1. Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin ön izlemeleri

3. YÖNTEM

Uydu görüntülerinin sıkıştırılması ve piramit yapılarının oluşturulması aşamaları, 4 Core Intel Core i7 2600K işlemci, DDR3 8 GB ram özelliklerine sahip donanım üzerinde yapılmıştır. Çalışma Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan algoritmalar, coğrafi verilerin işlenmesini sağlayan GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) kütüphanesi yardımıyla hazırlanmıştır. Çalışmada görsel kaliteyi mümkün olduğunca yüksek tutarak veri boyutunu minimum düzeye indirebilecek bir sıkıştırma yöntemi seçilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle, literatürde yaygın kullanıma sahip olan ve yüksek düzeyde sıkıştırma sağlayan JPEG sıkıştırma yöntemi seçilmiştir. Sıkıştırma seviyesinin, sıkıştırma kalitesi, veri boyutu ve yayın performansına etkilerini tespit etmek amacıyla beş farklı sıkıştırma seviyesi seçilmiştir. Bu sıkıştırma seviyelerine bağlı olarak %60, %70, %80, %90 ve %100 olmak üzere 5 farklı görüntü kalitesi ortaya çıkmıştır. Mevcut görüntü kalitesini yüksek düzeyde tutmayı sağlamak amacıyla görüntü kalitesi %60'ın üzerinde seçilmiştir. Bununla birlikte farklı görüntü kalitelerinin veri boyutu ve web yayını üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla 5 farklı görüntü kalitesi seçilmiştir.

Kaydırma boyutu (blocksize), uydu görüntülerinin sıkıştırılması esnasında mevcut algoritma içerisinde yer alan bir parametre olup görüntüde sıkıştırılacak olan birim alanın boyutunu ifade etmektedir. Bu çalışmada kaydırma boyutu, 128, 256 ve 512 piksel olarak seçilerek her bir değerin sıkıştırma boyutu, süresi ve performansına etkileri gözlenmiştir.

Sıkıştırma işlemi tamamlanan görüntülerde WMS performansını arttırmak amacıyla piramitleme işlemi yapılmaktadır. Piramitler, sunum performansını arttırmak için kullanılan, orijinal raster veri kümesinin alt örneklenmiş bir sürümü olup, birçok alt örneklenmiş katman içerebilir. Piramitleme işlemi, belirlenen yakınlaştırma seviyeleri için belirlenen düzeyde ana görüntüden alt örneklenmiş yeni görüntüler üretmek ve bu alt örneklenmiş görüntüleri sıkıştırılmış görüntü üzerine ekleyerek görüntülerin daha hızlı görselleştirilmesini sağlamaktadır. Piramit seviyesi kadar ana görüntünün 2^n şeklinde boyut ve çözünürlüğünün azaltılmasına olanak sağlayarak alt örneklenmiş görüntüler oluşturulur. Bu çalışmada altıncı seviyeden dokuzuncu seviyeye olmak üzere dört adet alt örneklenmiş piramit seviyesi kullanılmıştır. Çalışmada piramit üretiminin altıncı seviyeden başlatılmasının nedeni, yayın performansının yüksek seviyelerde oluşan büyük veri hacmi altında test edilmesi hedefidir.

Çalışmada kapsamında 5 adet görüntü için 5 farklı sıkıştırma kalitesi, 3 farklı kaydırma boyutu ve 4 farklı piramit seviyesi parametre setine karşılık gelen 300 adet görüntü hazırlanan yazılım ile üretilmiştir. Üretimi gerçekleştiren her bir görüntü web üzerinden yayınlanması amacıyla açık kaynak kodlu coğrafi veri sunucusu olan Geoserver yazılımı içerisinde aktarılmış ve yayınlanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Coğrafi veri yayını yapan sunucunun teknik özellikleri 64 Core AMD Opteron™ Processor 6380 işlemci ve 256 GB RAM şeklindedir. Coğrafi veri sunucusunda bulunan görüntülerin web yayını performansını tespit etmek amacıyla Linux tabanlı Apache Benchmark yazılımı kullanılmıştır. Performans kriterleri olarak sunucunun bir saniyede cevap verebildiği istek sayısı ve bir dakika sürede aktarılan kilobayt cinsinden veri miktarı parametreleri seçilmiştir. Sunucuya WMSservisi ile yapılan istekler 900 x 900 piksel boyutunda olup istek yapılan görüntünün tamamını kapsamaktadır. Performans testi için

belirlenen seçenekler ile üretimi yapılan her bir görüntü için anlık olarak 10 kullanıcı için kullanıcı başına 100 istek gönderilmek sureti ile toplamda 1000 istek yapılmıştır.

Performans testi için seçilen anlık kullanıcı sayısı ve istek miktarı sunucunun donanımsal yapısı göz önünde bulundurularak, yükleme testi esnasında çok sayıda isteğe aynı anda ve hatasız cevap verebileceği koşullar dahilinde seçilmiştir. Analiz kapsamında çalışmada kullanılan ham görüntüler ve işlenmiş görüntüler için toplamda 305 bin istek yapılmış olup hatalı istek ortaya çıkmadan performans testi tamamlanmıştır. Performans testi sonuçları, sıkıştırma işlemi ve piramitleme işlemleri sonuçları ile birlikte değerlendirilebilecek şekilde standartlaştırılarak yorumlanabilir hale getirilmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Uydu görüntülerinin sıkıştırma ve piramitleme işlemlerinin web üzerinden coğrafi veri yayına etkilerinin araştırılması çalışmasında 5 ham görüntü ve 60 farklı seçenek için toplamda 300 adet yeni görüntü üretilmiştir. 300 adet görüntü için toplam sıkıştırma süresi 1034.2 dakika ve toplam piramitleme süresi 1908.8 dakika sürmüştür. Bununla birlikte sıkıştırma işleminde toplam 508.8 GB boyutunda ve piramitleme işleminde toplam 980.0 GB boyutunda veri işlenmiştir. Üretilen görüntülerin Geoserver coğrafi veri sunucusu üzerinden yayınlanıp Apache Benchmark yazılımı ile her bir görüntü için 900x900 piksellik alanı kapsayan 1000 istek ile toplamda 305 bin hatasız istek yapılarak coğrafi veri yayını performans testi tamamlanmıştır.

Kaydırma boyutunun (blocksize) çıkan sonuçlarda sıkıştırma boyutu, piramitlenmiş görüntü boyutu ve yayın performansına kayda değer bir etkisi olmadığı gözlemlendiğinden sonuç analizlerinde göz ardı edilmiş ve kaydırma boyutu 256 olarak seçilmiştir. Yapılan çalışmada veri sayısı ve veri sayısına bağlı olarak üretilen grafiklerin fazla olmasından dolayı 9.seviye veri kümesine ait grafikler sunulmuştur. Diğer seviyelerin grafiklerine URL1'den çevrimiçi olarak ulaşılabilir. Çalışmada kapsamında üretilen grafiklerde %60, %80, %100 sıkıştırma seviyesine ait sonuçlar gösterilmiştir. Grafikler üzerinde gösterilen boyut değişimi, sıkıştırma ile piramitleme işlemi sonrasında oluşan veri boyutunun ham veriye oranından elde edilen yüzdelerdir. Bu bağlı değer işlemler sonrasında ham veride meydana gelen boyut değişimini ifade etmektedir.

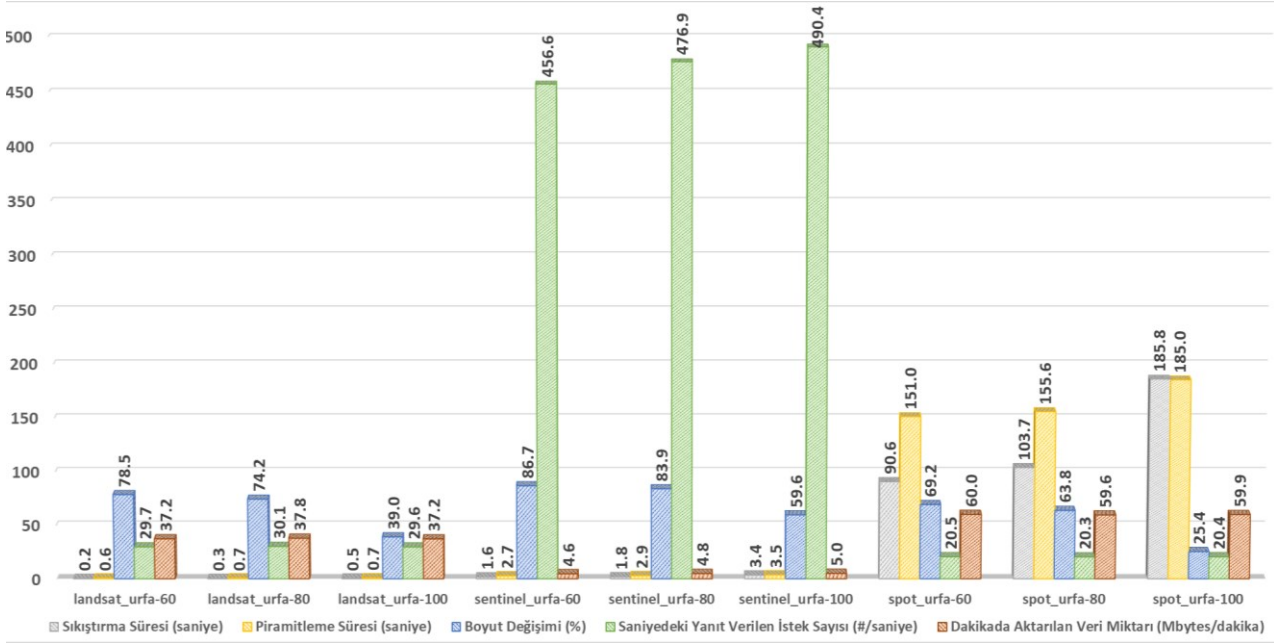
Çalışmada birinci veri seti aynı bölgeyi kapsayan 3 farklı uydu görüntüsü içermekte olup çözünürlüğün web tabanlı harita servisi üzerindeki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Karşılaştırma sonucunda Şanlıurfa iline ait aynı kapsama alanı için Spot-7, Sentinel-2, Landsat-8 uydu görüntüleri için sıkıştırma süresi, piramitleme süresi, boyuttaki değişim, saniyede yanıt verilen istek sayısı ve dakikada aktarılan veri miktarı olarak beş adet parametreye göre kıyaslama sonuçları Şekil.2'de verilmektedir. İlgili Şekil.2'deki grafikte satır isimlendirmesi sırasıyla uydu adı, bölge adı ve sıkıştırma kalitesi olarak oluşturulmuştur. Sütun değerleri birimsiz olup lejantta verilen birimlere göre değerlendirme yapılmıştır. Şekil.2'de bulunan grafik incelendiğinde aynı bölgeye ait üç uydu görüntüsü için mekânsal çözünürlük arttıkça sıkıştırma ve piramitleme süresinin arttığı gözlemlenmiştir.

Veriler performans olarak karşılaştırıldığında 9. piramit seviyesi için çözünürlük arttıkça yayın performansında düşüş olduğu gözlenmiştir. Her uydu görüntüsü kendi içinde incelendiğinde

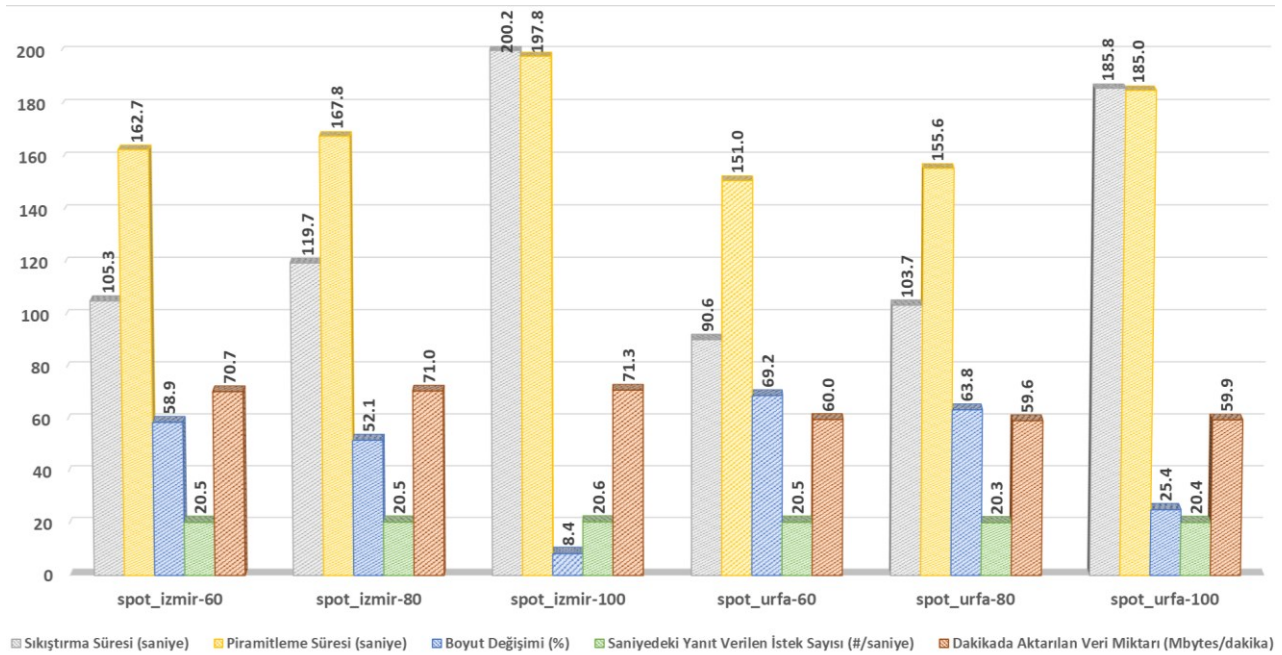
sıkıştırma seviyesi arttığında sıkıştırma süresi ve piramitleme süresi ve bununla birlikte boyuttan kazanç oranı artmıştır.

İkinci veri seti İzmir ve Şanlıurfa illerine ait SPOT-7 görüntülerini içermekte olup, farklı arazi örtüleri ile sıkıştırma ve piramitleme yöntemleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlayan çalışmada dokuzuncu piramit seviyesi için üretilen grafik Şekil.3'te verilmektedir. Şekil.2 ile aynı lejanta sahip olan Şekil.3'te boyut değişimi göze alındığında sıkıştırma seviyesi 100 için aynı çözünürlüğe sahip olmasına rağmen İzmir bölgesi için yüzde 8.4 boyut kazancı varken Şanlıurfa bölgesi için boyut kazancı yüzde 25.4'dür.

Bu karşılaştırma göz önüne alındığında farklı arazi örtülerinin veri boyutu üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Her iki bölge verisi için sıkıştırma seviyesi arttığında sıkıştırma süresi ve piramitleme işlem süresi artmıştır. Yayın performans açısından bakıldığında iki verinin saniyedeki yanıt verebildiği istek sayısı yaklaşık olarak aynıdır. Bu veriler özelinde farklı arazi örtülerinin boyut üzerinde yaklaşık %17 etkisi varken yayın performansı üzerinde çok fazla etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.



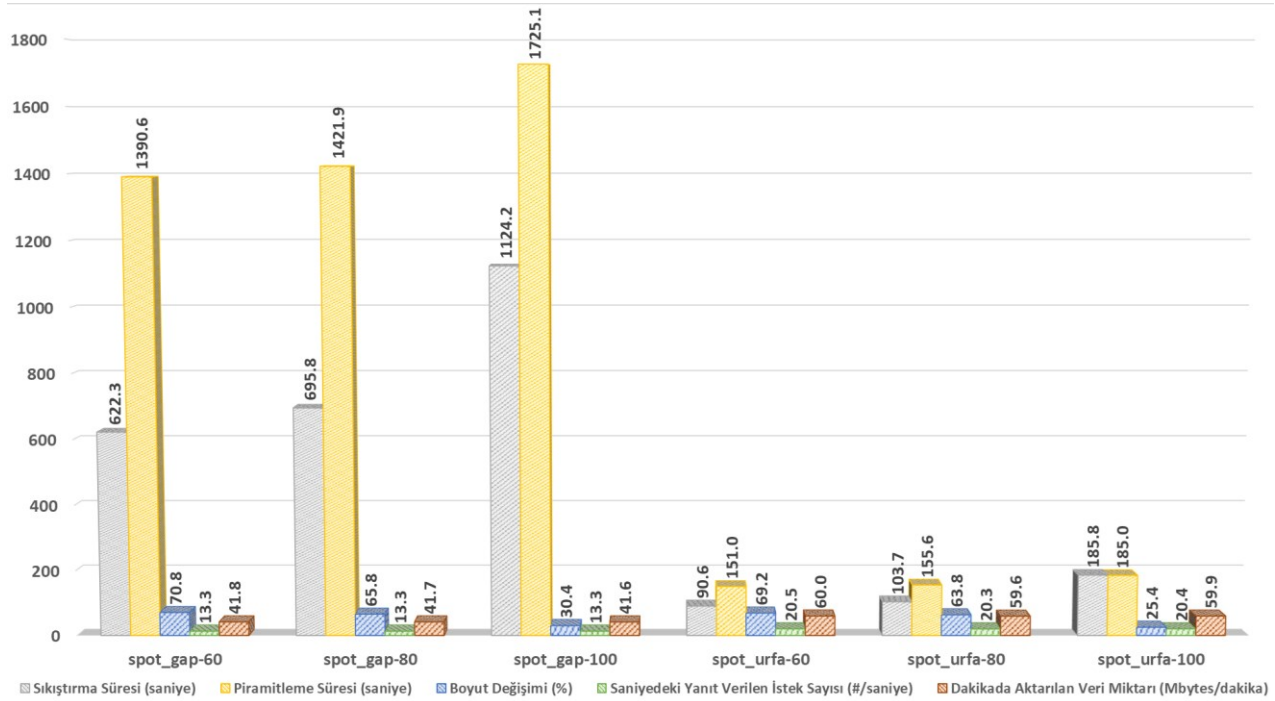
Şekil 2. Çözünürlüğün sıkıştırma, piramitleme ve performansa etkisi.



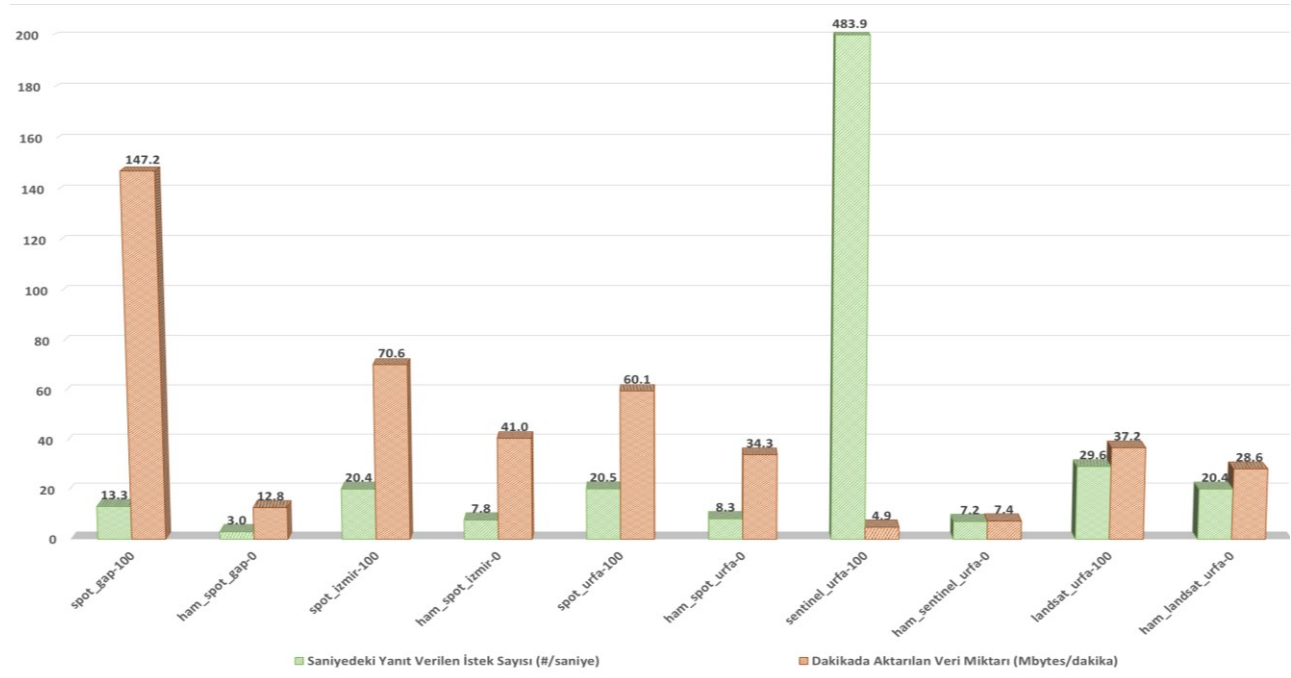
Şekil 3. Farklı arazi örtülerinin sıkıştırma, piramitleme ve performansa etkisi.

Üçüncü veri seti olan Adıyaman ve Şanlıurfa illerini kapsayan mozaiklenmiş SPOT-7 uydu görüntüsü ile Şanlıurfa iline ait Spot-7 verisi, veri boyutundaki alansal ve hacimsel artışın web üzerinden coğrafi veri yayınına etkisini ortaya koyulması amacı ile sıkıştırma süresi, piramitleme süresi ve yayın performansı açısından karşılaştırılmıştır. İlgili karşılaştırma Şekil.4'te verilmiştir. İlgili grafik incelendiğinde veri büyüklüğü ile doğru orantılı olarak sıkıştırma süresi ve piramitleme süresinde artış olmuştur. Şanlıurfa bölgesine ait görüntü ile aynı bölgeye ait mozaiklenmiş veri arasında boyut olarak yaklaşık beş kat fark varken sıkıştırma süresi olarak altı kat, piramitleme süresi olarak dokuz kat fark olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara bağlı olarak, sıkıştırma ve piramitleme işlem sürelerindeki artışın boyut artışına oranla daha fazla olduğu sonucuna varılmaktadır. Yayın performansı karşılaştırması sonucunda veri boyutu büyüdüğünde performansta yaklaşık %7 civarında düşüş gözlenmiştir. Üç farklı veri setine göre kıyaslama işleminden bağımsız olarak ham veriler ile yüzde 100 kalitede sıkıştırılıp 9. seviye piramitleme yapılan veriler arasındaki performans ilişkisini ortaya koymak adına Şekil.5'teki grafik üretilmiştir. Şekil.5'teki grafik incelendiğinde her bir veri için sıkıştırma ve piramitleme işlemi yapılan veriler ile ham verilere göre daha yüksek düzeyde yayın performansı gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Veri büyüklüğünün sıkıştırma, piramitleme ve performansa etkisi.



Şekil 5. Ham ve işlenmiş verilerin performans kıyaslaması.

Son olarak sıkıştırma ve piramitleme işlemi yapılan görüntülerde görsel kaliteyi tespit etmek amacıyla GAP bölgesini içeren işlenmiş veriler için 60, 80 ve 100 sıkıştırma seviyelerinde görsel karşılaştırma yapılmıştır. Şekil.6'da

karşılaştırmaya ait görsel verilmiştir. Yayınlanan görüntüler olarak incelendiğinde sıkıştırma seviyesine bağlı olarak görsel bir kalite farkı tespit edilememiştir.



Şekil 6. GAP bölgesine ait veri için farklı sıkıştırma seviyelerine göre görsel kıyaslaması.

5. DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışma da üç farklı veri seti için sıkıştırma süresi, piramitleme süresi, boyut üzerindeki değişim ve yayın performansı olarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde sıkıştırma süresi ve piramitleme süresi verinin boyutu ile ilişkili olarak değişmektedir. Buna ek olarak sıkıştırma kalitesi, sıkıştırma süresini etkilemektedir. Verilere dayalı olarak bakıldığında sıkıştırma süresi ve piramitleme süresi verinin ne kadar süre içerisinde yayına hazır hale geleceği konusunda bilgi vermektedir. Sıkıştırma seviyesi, veri boyutundaki değişimi doğrudan etkilemekte olup, verinin kalitesinin artması durumunda ham veri üzerindeki veri kazancı azalmaktadır. Bu kapsamda veri sıkıştırma seviyesinin yayın kapsamında sunulacak verilerin kalite beklentisi dahilinde seçilmesi önerilmekle beraber görsel kıyaslamaya dayalı analiz sonuçlarına göre %60 sıkıştırma seviyesi ve %100 sıkıştırma seviyesi arasında göz ile görülebilir bir kalite farkına rastlanmamıştır. Sıkıştırılmış verilere piramit yapısı eklendiğinde oluşan veri boyutları sıkıştırma seviyesine de bağlı olarak ham veriye oranla minimum %10 kazanç sağlamaktadır. Bununla birlikte sıkıştırılan ve piramit eklenen veriler ile ham veriye kıyasla %50 civarında performans artışı sağlandığı belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen maksimum sıkıştırma seviyesi ve piramit seviyesi ile çalışmaya konu olan uydu verileri özelinde yüksek performanslı ve düşük veri hacimli veri yayını yapılabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Hatzopoulos, J., Hatzopoulos, N.J. 2012. Image server to display high resolution satellite images for local planning in the Greek island of Naxos. ASPRS 2012 Annual Conference Sacramento, California, March 19-23, 231-239.

INSPIRE, 2007. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32007L0002>.

Kim M., Kim M., Lee E., Joo I. 2005. Web Services Framework for Geo-spatial Services. In: Kwon YJ., Bouju A., Claramunt C. (eds) Web and Wireless Geographical Information Systems.

W2GIS 2004. Lecture Notes in Computer Science, vol 3428. Springer, Berlin, Heidelberg

Michaelis C., Ames D., 2008. Web Feature Service (WFS) and Web Map Service (WMS). In: Shekhar S., Xiong H. (eds) Encyclopedia of GIS. Springer, Boston, MA.

Millin, G.R., Kitmitto, K. 2007. Satellite Image Data Service – Providing New Geodata Services and Satellite Imagery. GISRUK Conference, NUI Maynooth, Ireland, UK.

Open Geospatial Consortium (OGC), 2016. “DWIWG – Web Map Service 1.3 Profile – Revision” Editors: Stefan Strobel, Dimitri Sarafinof, David Wesloh, Paul Lacey, Published: 2016-01-29.

Panagos, P., van Liedekerke, M., Montanarella, L., Jones, R.J.A., 2008. Soil organic carbon content indicators and web mapping applications. *Environmental Modelling and Software*, 23, pp. 1207-1209.

Smiatek, G., 2004. SOAP-based web services in GIS/RDBMS environment. *Environmental Modelling & Software* 20 (6), 775e782.

URL 1-
<https://drive.google.com/open?id=17OkGWmT31yxBRC4rkE0ZbZ6oBFcukzbc>