

Web Yayınında Kullanılan Sayısal Görüntü Biçimlerinin Karşılaştırmalı Analizi

Mehmet Tekerek

Kırgızistan- Türkiye Manas Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bişkek, Kırgızistan, & KSÜ, Kahramanmaraş, Türkiye tekerek@ksu.edu.tr

Bekjan Mangytbaev

Kırgızistan- Türkiye Manas Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bişkek, Kırgızistan
bekzhan.mangytbaev@gmail.com

Jumagul Nurakun kyzy

Kırgızistan- Türkiye Manas Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bişkek, Kırgızistan,
jumagul@manas.edu.kg

Received:14.02.2014 ; Reviewed: 05.05.2014; Accepted:30.05.2014

Özet Web yayınlarında verilerin %65'i görüntülerden oluşmaktadır. Bundan dolayı görüntü verilerinin boyutu, kalitesi, erişilirlilik gibi unsurları önem kazanmaktadır. Görüntü biçimleri hakkında yapılan birçok araştırma gezer ağlar gibi sınırlı ağlarda yükleme hızının artmasını sağlamaya yöneliktir. Web yayınlarında kullanılmakta olan görüntü biçimlerinin çoğu yıllar önceki teknolojileri kullanarak gerçekleştirilmektedir. Böylece kayıplı ve kayıpsız görüntü sıkıştırma algoritmalarının sıkıştırma derecesini görüntü kalitesini bozmadan yükseltme yöntemleri geliştirilmektedir. Bu çalışmada web yayınlarında görüntü verisinin sayısal biçimde saklama ve raster görüntüleri sıkıştırma özellikleri üzerinde durulmuştur. JPEG ve PNG sayısal görüntü biçimlerinin sıkıştırma algoritmaları ile Google tarafından geliştirilmiş WebP algoritması, SSIM kalite ölçüsü ve boyut açısından karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma dönüştürülmüş görüntüler kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçları sunulmuştur. Sonuç olarak WebP sayısal görüntü biçiminin, web yayınında kullanılan diğer sayısal görüntü biçimlerine göre daha düşük dosya boyutlarında; yaklaşık, benzer ve daha iyi görüntü kalitesi sağladığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Sayısal görüntü biçimleri, görüntü sıkıştırma, kayıplı ve kayıpsız sıkıştırma

A Comparative Analysis of Types of Digital Image Used in Web Publication

Abstract 65% of data in web compose of images. For this reason, elements of these images such as, quality, accessibility and size have great importance in digital world. Many studies related to image formats have been conducted in order to increase speed of transmission or installation as in limited mobile networks. Today's most image formats used in web still use old compression formats. Thus, compression algorithms, which can provide high-level of image quality for lossy and lossless image without image distortion, has been developed. This study focused on saving digital image data formats on web space and compression features of raster images. Particularly, JPEG and PNG digital image formats compression algorithms and WebP algorithm which was developed by Google Inc. were compared in terms of SSIM quality index and size. Comparison was done by using encoded web images and results were presented.

As a result, when compared to the other digital image formats in web, WebP digital image format indicated better results in smaller file sizes and it provided close, similar and better image quality.

Keywords: Digital image formats, image compression, lossy and lossless compression

1. GİRİŞ

Web teknolojisinin gelişmesi günlük hayatta birçok yönüyle yaşanmaktadır. Verilerin çoğu dijitalleştirilerek web ortamında sunulmaya yönelmektedir. Webdeki verilerin çoğu görüntü verilerinden oluşur ve bu aynı zamanda web sitelerin yüklenme hızını etkilemektedir. Dünyada büyük şirketlerden olan Google Inc. araştırmalarına göre web sitelerin çoğu zaman yavaş yüklenmesinin tek nedeni olan bileşen görüntü olduğunu belirtmiştir[1]. Bu problem özellikle gezer ağlarda görülebilir.

Eğer görüntü için kısa bir tanım verilecek olursa; görüntü gerçekte var olmadığı halde varmış gibi görünür. Yani, insan gözünün görebilmesi için bir araç sayesinde oluşturulan görünümdür. Birçok araç sayesinde görüntü elde edilebilir. Örneğin: fotoğraf makineleri, video kameralar v.b[2]. Sayısal ortamda sayılar halinde temsil edilen görüntüler kullanılır. Görüntüleri temsil etmenin üç temel yolu vardır. Bunlar; *Raster grafik*, *Vektör grafik* ve *Fraktal grafiklerdir*. [3]

Bu çalışmada görüntünün raster grafik türü kullanılmaktadır.

Raster görüntü; piksel ızgarasından oluşmuş bir görüntüdür. Piksel; iki boyutlu bir grafik görüntüsündeki en küçük elemandır. Piksel görüntüde belli bir rengi belirten kare veya yuvarlak şeklindeki sabit nesnedir[4].

Raster görüntü genelde sıkıştırılmış halde saklanır. Sıkıştırılmış görüntüler sıkıştırma yöntemine bağlı olarak eski haline gelebilme veya gelememe olanağına sahiptir. Bundan başka görüntü dosyaları dosya sahibi, görüntü oluşturma aracı ve ayarları vb. bilgileri üzerinde taşıyabilir.

2. GÖRÜNTÜ SIKIŞTIRMA BİÇİMLERİ

Verileri görüntü olarak sıkıştırma biçimleri kayıplı ve kayıpsız sıkıştırma olarak ikiye ayrılır. Kayıplı sıkıştırma; verilerin bu yöntem ile sıkıştırılmasında çıktı verisi sıkıştırılmış veriden farklıdır, fakat bu farklılık sonraki kullanımlarda önemli değildir. Kayıplı sıkıştırmaya örnek olarak Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu, (Joint Photographic Experts Group) tarafından 1994 yılında ISO 10918-1 standartlaştırılmış, ismini grubun İngilizce baş harflerinden alan JPEG formatı verilebilir. JPEG standardı sadece görüntünün nasıl kodlanacağını tanımlar, görüntünün herhangi bir saklama ortamında depolanma biçimini belirtmez. JPEG, ayarlanabilir kayıplı sıkıştırma kullanır, dolayısıyla JPEG verisinden okunan görüntü ile veriyi yaratmak için kullanılan görüntü aynı değildir. Ancak, kayıplar insan görme sisteminin daha az önem verdiği detaylarda gerçekleştiği için çoğu zaman farkedilmez. JPEG kodlamada ilk adım, görüntünün RGB uzayından farklı bir uzay olan YCbCr uzayına dönüştürülmesidir. Böylelikle görüntü pikselleri birer parlaklık ve ikişer renk bileşeni ile gösterebilirler. YCbCr, renkli TV yayınlarında da kullanılan YUV uzayına benzer bir uzaydır. JPEG, özellikle doğa görüntüleri gibi yüksek frekanslı bileşenleri görece önemsiz görüntüleri çok az görsel kayıpla, kayıpsız sıkıştırma yöntemlerinden çok daha yüksek verimle sıkıştırabilir. Ancak, çizimler ya da keskin hatlı cisimler içeren görüntülerde sıkıştırma miktarı arttıkça keskin hatların etrafında dalgalanma görülür[5].

Kayıpsız sıkıştırma; sayısal olarak verilmiş bilgileri eski haline bit kadar kesinlikle getirebilme olanağıyla sıkıştırma değildir. Bu verileri sıkıştırma yönteminin ana fikri çıktı bilgisinden bazı bilgileri bularak tutarlılığı sağlamaktır[6]. Kayıpsız sıkıştırmaya örnek olarak “Taşınabilir Ağ Grafığı” anlamındaki (Portable Network Graphics - PNG) verilebilir. PNG biçiminde paletli ya da gerçek renkte görüntüler seçimlik bir saydamlık kanalıyla saklanabilir. Halihazırda GIF gibi kabul edilebilir başarımda ve yaygın bir kayıpsız sıkıştırma algoritması varken PNG'nin geliştirilmesini motive eden şey, Unisys'in GIF'de kullanılan LZW algoritması üstündeki patent hakkının ihlallerini takip edeceğini duyurması oldu. Gelişen ve yaygınlaşan donanım teknolojisiyle beraber GIF biçimi yetersiz kalmaya da başlamıştı. PNG, bir W3C tavsiyesi olarak

1.0 sürümüyle 1 Temmuz 1996'da yayımlandı. PNG'nin kabulü Unisys'in Ağustos 1999'da ticari olmayan veya özgür yazılım için telif ücretlerinden muaf LZW[7] lisansını kaldırmasıyla daha da hızlandı.

PNG sıkıştırma için Deflate algoritmasını[8] kullanmaktadır. Deflate algoritması LZ77[9][10] ve Haffam algoritmalarının[11] birleşiminden oluşmaktadır.

Web ortamında görüntü dolaşımının her geçen gün artarak devam ettiği günümüzde özellikle gezer ağlarda web sayfalarının yavaş yüklenmesinin nedeninin görüntü[1] parametresi olarak gösterilmesiyle ilgili çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bunlardan birisi de WebP olarak isimlendirilen görüntü sıkıştırma biçimidir.

WebP 2010 yılında Google Inc tarafından sunulmuş kalite kayıplı ve kayıpsız görüntü sıkıştırma formatıdır. WebP VP8'in sabit görüntülerin sıkıştırma algoritmasına ve RIFF kalıbına [12] dayandırılmıştır. Bu formatla çalışmak için açık kaynaklı kütüphane (libwebp) [13] ve dönüştürücü (cwebp) [14] kullanılır. WebP görüntüsünde JPEG ve PNG görüntülerinin görsel kalitesi aynı kalırken boyutu yaklaşık olarak %30 daha küçüktür.

WebP tarafından desteklenen özellikler şunlardır: Kayıplı sıkıştırma; VP8 anahtar kareler kodlamasına [15] dayanır. VP8 On2 Teknolojileri tarafından geliştirilmiş, video sıkıştırma biçimidir. WebP kayıplı sıkıştırmada VP8'in kareleri (video) tahmin etmek için kullandığı yöntemi kullanır. VP8 bloklara dayalı diğer kod çözücüler gibi blok tahmini kullanır ve VP8'de kareler makro blok denilen küçük parçalara ayrılır. Her bir makro blok için enkoder önceden işlenmiş bloklara bakarak anlam katkısı olmayan hareket ve renk bilgilerini tahmin eder. Görüntü çerçevesi ve 'anahtar' bunun içinde sadece komşu makro bloklara bakarak ve çözülmüş pikselleri kullanarak belirsiz kısmı boyamaya çalışır. Buna öngörülü kodlama denir. Anlama katkısı olmayan bilgiler sonra bloktan çıkarılabilir bu da daha verimli sıkıştırmayı elde etmeyi sağlar.

Tahmin hatasını sıkıştırmak ve tahmin edilmemiş alt blokları sıkıştırmak için ayrık kosinüs DCT dönüşümü kullanılır (Walsh- Hadamard, WHT dönüşümü). Her iki dönüşüm de 4x4 piksel alt blok büyüklüğü ile çalışır. Dönüşümün bir matematiksel tersi uyumlu olduktan sonra kalıntılar çoğu zaman verimli sıkıştırmayı sağlayan birçok sıfır değeri içerir. Sonuç sayısallaştırılır ve entropi kodlanır. Sayısallaştırma aşaması kayıplı bitlerin atıldığı tek aşamadır. Diğer tüm aşamalar çevrilebilir ve kayıpsızdır.

Kayıpsız sıkıştırma; Kayıpsız sıkıştırma biçimi WebP grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. WebP kayıpsız kodlama görüntüyü dönüştürmede birkaç farklı teknikten yararlanır. Teknikler olarak entropi kodlama dönüşüm parametreleri ve dönüştürülmüş görüntü verileri üzerinde gerçekleştirilir. Görüntüye uygulanan dönüşümler entropisini azaltmak için komşu piksellerin sıkı ilişkili olduğu gerçeğini kullanan uzaysal piksel tahmini, yerel paletleri kullanarak her pikselin R, G ve B değerleri ilintisizleştirmek amacıyla gerçekleşmiş renk uzay dönüşümü, bir piksel içine birden fazla piksel paketleme ve alfa değiştirmeyi içine alır. Entropi kodlama için LZ77 – Haffman kodlama yorumu kullanılır. Bundan başka WebP şeffaflık, animasyon, metadata ve renk profili gibi özelliklere sahiptir[16].

Google 2011 Mayıs'ta WebP kayıplı ve JPEG görüntü biçimleri arasında SSIM görüntü benzerliğini ölçen metodu kullanarak karşılaştırma deneyini yapmıştır. Bu deneylerde Lena görüntüsü, Kodak dataset (24 adet), Technic dataset(100 adet) ve 11000 adet webden alınmış PNG biçiminde görüntü kullanılmıştır. Sonuç olarak test görüntülerine WebP sıkıştırma uygulandığında SSIM indeksi daha yüksek değerlerde olurken %25-%34 küçük boyutlu görüntüler elde edilmiştir [17]. WebP kayıpsız görüntü biçimi için PNG görüntü biçiminde görüntüleri (1000 adet) WebP'ye dönüştürme deneyi yapılmıştır. WebP görüntüleri varsayılan ayarlarda libpng'de optimize edilmiş görüntülerden %34, pngout'tan ise %26'ya daha iyi sıkıştırılmıştır[18].

Buna benzer WebP araştırmaları SSIM ve PSNR kalite ölçüleri kullanılarak JPEG, JPEG 2000, JPEG XP görüntülerinde karşılaştırmalar yapılmıştır. [19].

Bu çalışmada WebP'nin verimli sıkıştırması incelenmiş ve diğer kayıplı ve kayıpsız sıkıştırma biçimleri JPEG, PNG ile karşılaştırılması Kodak dataset, Canon dataset görüntüleri, 'Yeni test görüntüleri' ve webden alınmış JPEG, PNG görüntüleri üzerinde testler yapılarak sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar grafik ve tablolarla sunulmuştur.

3. YÖNTEM

Görüntü biçimlerini dönüştürmek için grafik görüntülerin toplu işlenmesine olanak sağlayan, işletim sisteminden bağımsız, açık kaynak XnConvert[20] aracı ve Google tarafından sağlanan libwebp dönüştürücü kütüphanesi kullanılmıştır. Raster grafik görüntüleri için XnConvert'te 3'den 95'e kadar dönüştürme kalitesi(q) uygulandı. Görüntü farklılıklarını göstermek için iki görüntü arasında benzerliği ölçme metodu olan yapı benzerlik indeksi SSIM[20,21] kullanılmıştır. SSIM indeks sıkıştırılmamış asıl görüntü temelinde kalite ölçümünü gerçekleştirir. SSIM indeks değerleri -1 ve 1 arasında olmalıdır. 100 değeri iki görüntü tam benzer olduğunda alınabilmesi için bu çalışmada SSIM indeks x100 gösterilmiştir.

Deneyde raster grafik dosyası olan .ras biçimindeki Canon[22] ve Kodak[23] ve .ppm biçimindeki 'Yeni Test Görüntüleri'nden[24] görüntüler ve webden alınmış farklı çözünürlüklerde JPEG ve PNG görüntüleri kullanılmıştır. Canon için 512x480 piksel çözünürlükte 10 adet, Kodak için 768x512 piksel çözünürlükte 12 adet , 'Yeni test görüntüleri' için yüksek çözünürlüklü 14 adet görüntü kullanılmıştır.

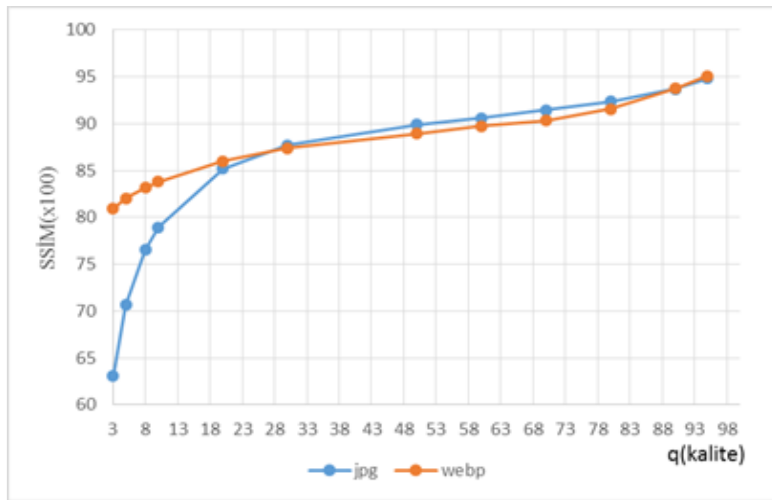
Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Canon, Kodak ve 'Yeni Test Görüntüleri'nden elde edilen görüntüler, JPEG ve WebP'ye XnConvert ile dönüştürülerek görüntülerin SSIM indeksiyle değerlendirilmiş ortalama sonuçları karşılaştırma grafiği oluşturularak sonuçları WebP, JPEG görüntü örnekleri ile gösterilmiştir.

Ardından, XnConvte ile dönüştürülmüş Canon, Kodak, 'Yeni Test Görüntüleri' ve webden alınan libwebp dönüştürücü kütüphanesi ile dönüştürülmüş görüntüleri içeren dosya boyutları karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada orijinal görüntü ile dönüştürülmüş görüntü arasındaki kalite farklılıklarını ortaya koymak için, Canon, Kodak ve Yeni Test Görüntüleri'nin SSIM değerleri hesaplanmıştır.

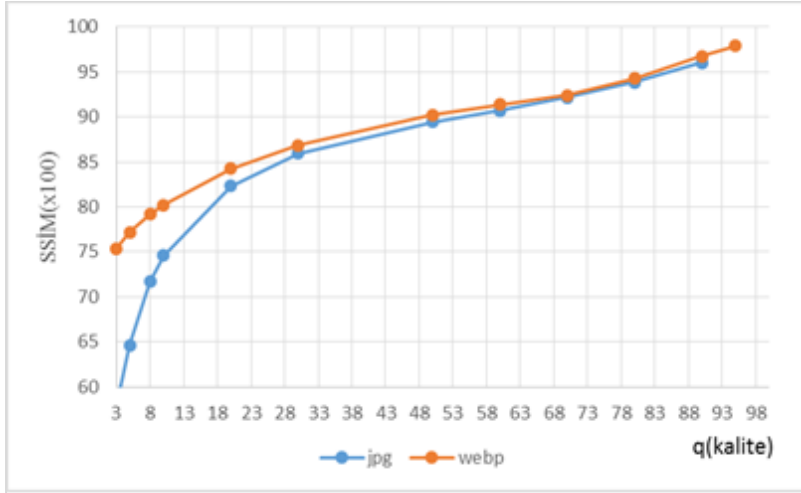
Canon dataset için WebP ve JPEG görüntü biçimlerinin SSIM indeksi ile ortalama kalite değeri Grafik 1. de gösterilmiştir.



Grafik 1. Canon için SSIM(ortalama) değerleri

Grafik 1.e göre WebP görüntü kalitesi $q=3-30$ sıkıştırma kalitesi ayarlarında daha iyi iken JPEG daha düşük, $q=50-80$ ayarlarında ise WebP yaklaşık %1 eksi, $q=90-95$ 'de %0,29 artı sonuçları göstermiştir.

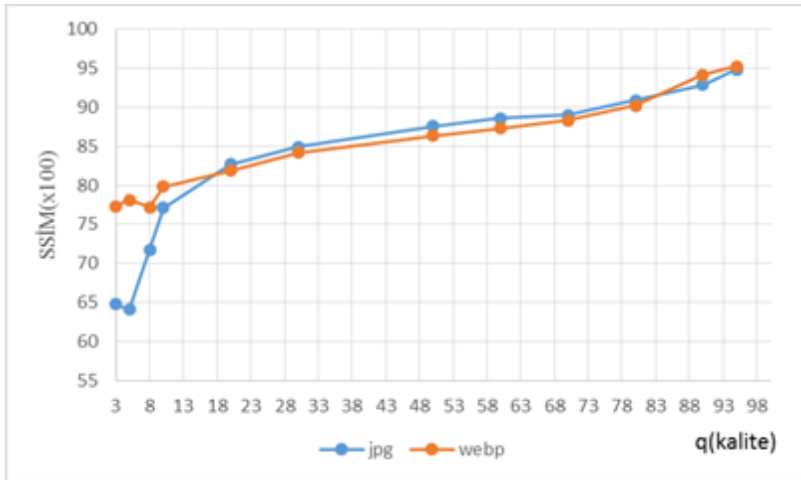
Kodak dataset için WebP ve JPEG görüntü biçimlerinin SSİM indeks ile ortalama kalite değeri Grafik 2. de gösterilmiştir.



Grafik 2. Kodak için SSİM(ortalama) değerleri

Grafik 2'ye göre Kodak dataset görüntülerinden dönüştürülmüş görüntü biçimlerinin karşılaştırmasında WebP JPEG'den %17,6 - %0,5 arasında daha iyi sonuçlar göstermiştir.

Yeni test görüntüleri dataset için WebP ve JPEG görüntü biçimlerinin SSİM indeks ile ortalama kalite değeri Grafik 3. te gösterilmiştir.



Grafik 3. 'Yeni test görüntüleri' için SSİM(ortalama) değerleri.

Grafik 3. e göre 'Yeni test görüntüleri' için ortalama SSİM indeks değerleri, WebP görüntüleri için $q=3-10$ sıkıştırma kalitesi ayarında %12,8 - %2,7 daha iyi, 20 - 80 ayarında %1,21 - %0,7 eksi ve 90 - 95 ayarında %0,3 - %1,2 iyi değerlerini almıştır.

SSIM index değerleri görsel olarak desteklemediği için, Canon, Kodak ve ‘Yeni test görüntüleri’nden dönüştürülmüş görüntülerin 10, 30, 90 sıkıştırma kalitesi (q) ayarlarında büyütülen örnek görüntü parçaları ve onların boyutları gösterilecek olunursa;

Şekil 1’de Canon için sıkıştırma kalitesi q=10 ayarında sıkıştırılmış görüntüler sunulmaktadır.



WebP(ssim=%86.4, 5,54 KB)



JPEG(ssim=%78.8, 11,2 KB)

Şekil 1. Q=10 ayarında sıkıştırılmış görüntüler(Canon).

Şekil 1 den de anlaşılacağı gibi, WebP’nin boyutu az olmasına rağmen daha iyi bir görüntü kalitesi sunmaktadır.

Kodak dataset görüntüsü (Şekil 2) için sıkıştırma kalitesi q=30 ayarında çok belirgin bir görüntü farklılığı bulunmadığı görülmektedir.



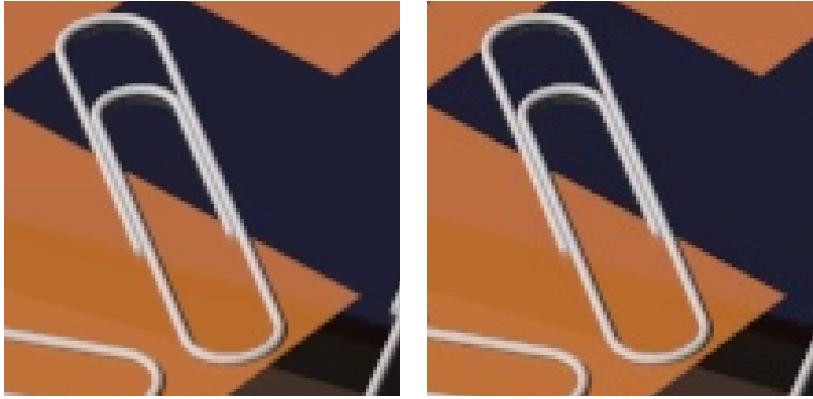
WebP(ssim=%91.7, 16,1 KB)



JPEG(ssim=%90.6, 30,4 KB)

Şekil 2. Q = 30 ayarında sıkıştırılmış görüntüler(Kodak).

Sıkıştırma kalitesi yükseldikçe görüntüler arasındaki farklılıkların insan gözüyle fark etmenin zorlaşması Şekil 3’te görülmektedir.



Şekil 3. Q = 90 ayarında sıkıştırılmış görüntüler('Yeni test görüntüleri').

Sıkıştırma ve görüntü kalitelerinin yanında boyut parametresinin etkinliğini ortaya koymak için Canon, Kodak ve 'Yeni test görüntüleri'nin boyutları karşılaştırılmıştır.

XnConvert aracı kullanılarak sıkıştırma kalitesi q=90 ayarında, WebP, PNG ve JPEG'e dönüştürülmüş raster grafik görüntü boyutları karşılaştırılmıştır(Tablo 1).

Tablo 1. Canon, Kodak ve 'Yeni Test Görüntüleri'nin dönüştürülmüş boyutları

	WebP(Kb)	PNG(Kb)	JPEG(Kb)
Canon	401	3780	588
Kodak	1002	7480	1330
Yeni Test Görüntüleri	20003	219000	48000

Tablo 1'e göre, Canon için WebP boyut olarak JPEG biçiminden %31,8, PNG'den %89,6, Kodak için WebP JPEG'den %23, PNG'den %86 ve 'Yeni Test Görüntüleri' için JPEG'den %57,7, PNG'den %90,7 daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Webden alınan JPEG ve PNG biçimindeki görüntüler libwebp dönüştürücü kullanılarak WebP'ye dönüştürülmüş ve boyutları karşılaştırılmıştır(Tablo 2).

Tablo 2. Webden alınmış ve webP'ye dönüştürülmüş görüntüleri içeren dosya boyutları

	JPEG (Kb)	PNG(Kb)	WebP(Kb)	Kalitesi
JPEG - WebP	23900		14800	Q=100 SSIM= 98,15
PNG - WebP		14200	9100	Lossless SSIM= % 100

JPEG'i WebP'ye dönüştürdüğümüzde dosya boyutu %38 azalmıştır. PNG'yi WebP'ye kayıpsız sıkıştırmada dosya boyutu %35,9' a azalmıştır. Burada kayıpsız sıkıştırma ayarını kullandığı için boyut azalmasına rağmen görsel kalitede bir değişim oluşmamaktadır.

5. SONUÇ

Bu araştırmada Google tarafından üretilen yeni WebP görüntü sıkıştırma algoritması JPEG ve PNG görüntü sıkıştırma algoritmalarıyla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma raster grafik görüntü biçimleri(.ras, .ppm) ve webde yaygın kullanılmakta olan JPEG, PNG görüntüleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma parametresi olarak SSIM indeks ve görüntü boyut değerleri alındı.

SSIM indeks değerleri ile alınan sonuçlarda WebP düşük kalite ayarında(q) daha iyi kaliteye sahip olduğu ve görüntü örneklerinde de WebP görünümünün daha düzenli olduğu görüldü.

Sıkıştırma kalitesi yüksek kalite ayarında yaklaşık benzer SSIM değerlerinde WebP görüntü boyutlarının diğer uzantılı dosyalara göre gözle görünür oranda az olduğu görülmüştür. Buradan WebP görüntü sıkıştırmada bir piksel için kullanılan bellek miktarının daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Doğa görüntülerinden oluşan test görüntüleri görüntüler kayıpsız olmasına rağmen WebP görüntü boyutlarının PNG ile sıkıştırılmış görüntü boyutlarından daha düşük olduğu görülmüştür.

Webden alınmış JPEG ve PNG görüntülerde WebP görüntüsüne dönüştürmede alınan sonuçlar; orijinal JPEG görüntülerinin WebP'den ortalama SSIM indeksi %98 benzerliğinde 1/3 oranında daha yüksek boyut değerine sahip olduğu, PNG'yi kayıpsız dönüştürmede ise yine 1/3 oranında WebP dosya boyutunun daha düşük olduğu görülmüştür.

Bu WebP sıkıştırma algoritmasının JPEG ve PNG görüntülerine göre daha verimli sıkıştırma yaptığını göstermektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ortalama değerler olduğu için tek görüntü örneklerinde farklı değerler alınabilir.

Sonuç olarak;

WebP görüntü biçimi JPEG ve PNG görüntü biçimleri ile yaklaşık aynı görsel kaliteye sahiptir. PNG'de kalite kaybı olmamasına rağmen boyut olarak büyük olduğu için webde yüksek çözünürlüklü görüntüler için kullanılmaya elverişli değildir.

Buradan yakın gelecekte WebP görüntü biçimine yazılım desteği yazıldıkça web ortamında bu görüntü biçiminin daha yaygın kullanılacağı tahmin edilebilir.

WebP şu anda Chrome, Opera, Yandex, Android, Safari gibi tarayıcılarda ve WordPress, Magento, Drupal, Joomla ve daha çok ortamlarda kullanılmaya başladı[25]. WebP formatı görüntü biçimlerinin arasında yaygın olarak JPEG formatını değiştirmek için gerçekleştirilmişse de alfa-kanalı eklenince PNG ve GIF formatlarının da yerine geçebilmektedir. Web görüntülerinin WebP görüntü biçimine geçilmesi web sitelerin ve ayrıca gezer ağların hızını daha da arttıracaktır.

Rasterden WebP'ye dönüştürme zamanı JPEG'e dönüştürme zamanından daha uzun sürmektedir. Bu durum ileriki çalışmaların WebP dönüşümü konuları üzerine olması gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Internet: Rabbat, R. WebP, a NewImage Format for the Web, The Chromium Blog. News and Developments from the Open Source Browser Project, <http://blog.chromium.org/2010/09/webp-new-image-format-for-web.html>, 16.05.2014
- [2] Yıldız, N. (2010). Görüntü İşlemenin Dünü, Bugünü ve Geleceği, *Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 440, 11-16.
- [3] Internet: Цифровое изображение (Dijital Görüntü), Электронная энциклопедия Академик, <http://www.dic.academic.ru/> adresinden, 15.05.2014
- [4] Raster Graphics acquires Onyx. (1995) Business Source Premier, *Seybold Report on Publishing Systems*. 25(1), 44.
- [5] Internet: JPEG, Joint Photographic Experts Group, <http://www.jpeg.org/jpeg/index.html>, 15.05.2014
- [6] Соколкин, О.С. (2010), Изучение нового формата хранения растровой графической информации WebP, Курсовая работа, Московский Государственный Институт Электроники и Математики, Кафедра информационно-коммуникационных технологий, 2010
- [7] Welch, T. A. (1984). A Technique for High-Performance Data Compression. *Computer* 17, 8–19. doi:10.1109/MC.1984.1659158
- [8] Deutsch, P.L, Gailly, J-L. ZLIB Compressed Data Format Specification. Network Working Group, 1996.
- [9] Jacob, Z., Lempel, A. (1977). A Universal Algorithm for Sequential Data Compression, *IEEE Transactions on Information Theory*, 23(3), 337–343

- [10] Jacob, Z., Lempel, A. (1978). Compression of Individual Sequences via Variable-Rate Coding, *IEEE Transactions on Information Theory*, 24(5), 530–536
- [11] Huffman, D. (1952). A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes. *Proceedings of the IRE* 40 (9): 1098–1101. doi:10.1109/JRPROC.1952.273898.
- [12] J.D. Murray, W. vanRyper, Encyclopedia of Graphics File Formats. Second Edition, Microsoft RIFF, O'Reilly, ISBN 1-56592-161-5, 1996.
- [13] Internet: Google Developers, WebP, <https://developers.google.com/speed/webp/docs/using>, 05.05.2014
- [14] Internet: Google Developers, WebM Project, http://www.webmproject.org/code/#libwebp_webp_image_library, 05.05.2014
- [15] Bankoski, J. Wilkins, P.; Xu, Y. “Technical overview of VP8, an open source video codec for the web”, International Conference Multimedia and Expo (ICME), CA, USA, 1945-7871, July 2011.
- [16] Internet: Google Developers, Compression Techniques, <https://developers.google.com/speed/webp/docs/compression>, 05.05.2014
- [17] Internet: WebP Compression Study, Google Developers, https://developers.google.com/speed/webp/docs/webp_study#experiment_1_webp_vs_jpeg_at_equal_ssim_index adresinden, 05.05.2014
- [18] Internet: Alakuijala, J. (2012). Lossless and Transparency Encoding in WebP, Google Inc. https://developers.google.com/speed/webp/docs/webp_lossless_alpha_study, 05.05.2014
- [19] Ginesu, G., Pintus, P., Giusto, D.D. (2012). Objective Assessment of the WebP Image Coding Algorithm, *Elsevier Signal Processing: Image Communication*, 27, 867–874.
- [20] Internet: XnConvert, <http://www.xnview.com/en/xnconvert>, 05.05.2014
- [21] Wang, Z., Bovik, A.C., Sheikh, H.R., Simoncelli, E.P. (2004). "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," *IEEE Transactions on Image Processing*, 13(4), 600-612.
- [22] Internet: Canon dataset, <http://www.cipr.rpi.edu/resource/stills/canon.html>, 05.05.2014
- [23] Internet: Kodak dataset, <http://www.cipr.rpi.edu/resource/stills/kodak.html>, 05.05.2014.
- [24] Internet: The New Test Images (Yeni test görüntüleri), Rawzor dataset, , 05.05.2014.
- [25] Internet: Wikipedi açık ensiklopedi. Below is the List of Actual Software Implementations That Support WebP, <http://en.wikipedia.org/wiki/WebP>, 05.05.2014.