

TARİHİ SİYAH BEYAZ ORTOFOTOLARIN GÜNCEL RENKLİ ORTOFOTOLAR YARDIMIYLA RENKLENDİRİLMESİ

A. Çam^a, O. Fırat^a, M. Erdoğan^a, G. Arasan^a

^a Harita Genel Komutanlığı, 06100 Dikimevi Ankara - (ahmet.cam, orhan.firat, mustafa.erdogan, gökhan.arasan)@hgk.msb.gov.tr

ANAHTAR KELİMELER: Hava Fotoğrafı, Ortofoto, Çözünürlük Birleştirme, Çözünürlük Birleştirme Algoritmaları

ÖZET:

Harita Genel Komutanlığı arşivinde, Türkiye'nin 1939 yılından günümüze kadar çeşitli özelliklerde çekilmiş yaklaşık 1.500.000 adet hava fotoğrafı saklanmaktadır. Günümüz coğrafi bilgi sistemlerinde artan coğrafi altlık ihtiyacına cevap vermek, aynı yere ait farklı tarihlerdeki görüntüyü aynı anda görebilmek amacıyla eski tarihli hava fotoğraflarının da yöneltme işlemlerinin yapılarak ortofotolarının üretilmesi bir ihtiyaç hâlini almıştır. Bu doğrultuda Ankara ve İstanbul şehir merkezleri için çeşitli test çalışmaları yapılmış ve analog kameralarla alınmış tarihi siyah-beyaz hava fotoğraflarından ortofotolar üretilmiştir. Bu çalışmada, siyah beyaz hava fotoğraflarından üretilen ortofotoların, güncel renkli hava fotoğraflarından üretilen ortofotolar kullanılarak renklendirilmesi araştırılmıştır. Bu doğrultuda İstanbul ilinin 1946, 1954, 1972, 1993 yıllarına ait siyah beyaz hava fotoğraflarından üretilmiş ortofotoları; 2011 yılına ait 45 cm yer örnekleme aralığına sahip renkli hava fotoğraflarından üretilmiş referans ortofoto kullanılarak renklendirilmiştir. Renklendirme işleminde çeşitli çözünürlük birleştirme algoritmaları kullanılmıştır. Ayrıca güncel renkli ortofotodan doğrudan yapılan renklendirme yöntemi ile yeniden eskiye doğru kademeli olarak gerçekleştirilen renklendirme yöntemi ayrı ayrı test edilmiş ve her bir yöntemin avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Sonuç olarak siyah beyaz hava fotoğraflarından üretilen ortofotoların uygun algoritma ve yöntemlerin seçilmesi durumunda başarılı biçimde renklendirilebildiği tespit edilmiştir.

KEY WORDS: Aerial Photo, Orthophoto, Resolution Merge, Resolution Merge Algorithms

ABSTRACT:

In the archive of General Command of Mapping, 1.500.000 aerial photographs that had been taken between 1939 and 2008 are kept. Orthorectifying the historical images in the archive is a requisite for providing base data to geographic information systems and visualizing the orthophotos related to different dates of a region at once. Accordingly, various test studies has been carried out and orthophotos have been produced for the city centers of Ankara and Istanbul from the historical black and white aerial photographs that were taken by analogue cameras. In this study, coloring black and white orthophotos produced from the historical aerial photographs using the color orthophotos produced from the current aerial photographs is investigated. For this purpose, the othophotos of Istanbul city produced from the aerial photographs that were taken in 1946, 1954, 1972, 1993 are colored using the color reference orthophoto produced from the aerial photographs which has 45 cm GSD and taken in 2011. Various resolution merge algorithms are used in coloring process. Furthermore, the method of coloring directly from the current color orthophoto and the method of coloring gradually from current to old are tested separately and advantages and disadvantages of each method are determined. Consequently, it is determined that orthophotos that are produced from black and white aerial photographs can be colored successfully in case of selecting the proper algorithms and methods.

1. GİRİŞ

Harita Genel Komutanlığı hava fotoğrafı arşivinde, 1939 yılından günümüze kadar çeşitli özelliklerde çekilmiş yaklaşık 6.400 adet hava fotoğrafı film rulosu mevcuttur. Her bir rulo 250 adet hava fotoğrafı içermekte olup arşivde yaklaşık 1.500.000 adet hava fotoğrafı saklanmaktadır. Günümüz coğrafi bilgi sistemlerinde artan coğrafi altlık ihtiyacına cevap vermek, aynı yere ait farklı tarihlerdeki görüntüyü aynı anda görebilmek amacıyla eski tarihli hava fotoğraflarının ortofotolarının üretilmesi ve üretilen ortofotoların renklendirilmesine gerekmektedir. Bu doğrultuda İstanbul ilinin 1946, 1954, 1972, 1993 yıllarına ait siyah beyaz hava fotoğraflarından üretilmiş ortofotoları; 2011 yılına ait 45 cm yer örnekleme aralığına sahip renkli hava fotoğraflarından üretilmiş ortofoto kullanılarak renklendirilmiştir. Son yıllarda farklı kaynaklardan ve farklı algılayıcılardan elde edilmiş verilerin birçok ihtiyacına cevap vermek için kullanım olanaklarının artması ile analitik ve sayısal görüntü birleştirme teknikleri geliştirilmiş ve bu

tekniklerin uygulanması ile elde edilen yeni görüntülerden daha fazla bilgi çıkarımı sağlanmıştır.

Görüntü kalitesi iyileştirilmiş yeni bir görüntü oluşturmak tek bantlı yüksek çözünürlüklü görüntü ile düşük çözünürlüklü çok bantlı görüntülerin birleştirilmesi ile mümkündür. Sonuç görüntüler mümkün olan maksimum mekansal çözünürlüğe ve iyi korunmuş kaliteli spektral bilgiye sahip olmaktadır (Welch ve Ehlers 1987-: Chavez vd. 1991).

Görüntüleri birleştirme veya pankromik görüntü keskinleştirme (Pan sharpening) olarak da bilinen çok çözünürlüklü veri birleştirme son yıllarda sayısal uzaktan algılamanın önemli bir konusu haline gelmiştir. Pankromatik görüntülerin daha yüksek uzamsal çözünürlüklü Multispectral-MS veri gruplarını, radar görüntülerini ve sayısallaştırılmış hava fotoğraflarının çözünürlüğünü artırmak, analitik becerileri geliştirmenin yanı sıra fotoğrafın yorumlanmasını da artırmaktadır (Carter 1998).

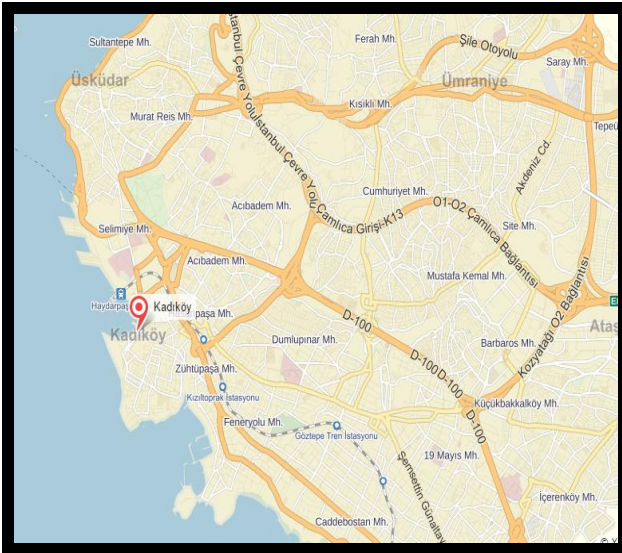
Görüntülerin çeşitli çözünürlüklerde kaydedilmesi, farklı uzamsal ve spektral görüntülerin birleştirilmesi uzaktan algılamada oldukça yaygın kullanılan yüksek çözünürlük elde etme tekniği haline gelmiştir. Literatürde Multispectral-MS görüntülerin yersel çözünürlüğünü artırma konusunda yüksek yersel çözünürlüğe sahip görüntülü spektral birleştirme için teknikler önerilmiştir (Hahn ve Samadzadegan 2004).

Görüntü kalitesi artırılmış yeni bir görüntü oluşturmak için vurgulanan en önemli nokta uygulanan algoritmaların görüntünün spektral özelliklerini bozmasıdır. Uzaktan algılanmış görüntülerin birleştirilmesi için kullanılan yöntemler arasında Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis (PCA)), Brovey dönüşümü, Yansıtma Şiddeti, Renk Tonu, Doygunluk (Intensity Hue Saturation (IHS)), Multiplicative dönüşümü, Pansharp dönüşümü, Yüksek Geçirgenli Filtre (High Pass Filters (HPF)), Yapay sinir ağları (Neural Networks) ve Wavelet dönüşümü (WT) bulunmaktadır (Showengerdt 1980: Carper vd. 1990: Chavez vd. 1991: Bethune vd. 1998).

2. UYGULAMA BÖLGESİ

Çalışmada İstanbul ilinin 1946, 1954, 1972, 1993 yıllarına ait siyah beyaz hava fotoğraflarından üretilmiş ortofotoları; ve 2011 yılına ait 45 cm yer örnekleme aralığına sahip renkli hava fotoğraflarından üretilmiş ortofoto kullanılmıştır.

Çalışma bölgesi olarak İstanbul il sınırları içinde yer alan Üsküdar Semti, Kadıköy Semti ve Ümraniye Semti sınırları içerisinde yer alan değişimin yıllara göre hızlı arttığı yaklaşık 40 km² lik bir test alanı seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Uygulama Bölgesi

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Kullanılan Veriler

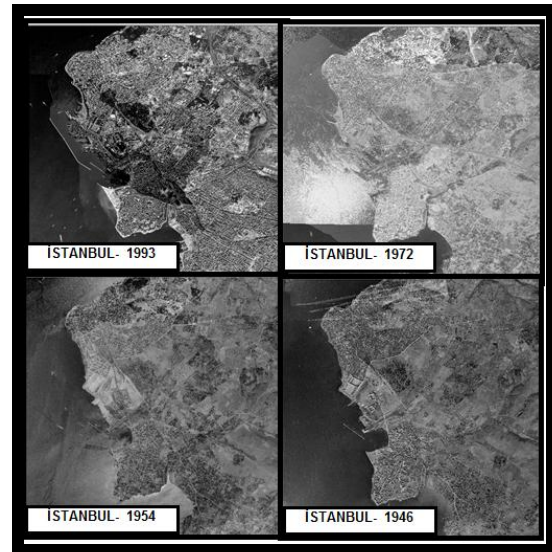
2011 yılında Microsoft UltraCam Eagle geniş format sayısal hava kamerası ile çekilen 45 cm yer örnekleme aralığına sahip renkli sayısal hava fotoğraflarından üretilen ortofotolar referans kabul edilmiştir. (Şekil 2). Üretilen ortofotoların %90 güven aralığında doğruluğu ± 2 m tespit edilmiştir (YILMAZ vd. 2013).



Şekil 2. 2011 yılı hava fotoğraflarından üretilen referans ortofotonun örnek görüntüsü.

Harita Genel Komutanlığı hava fotoğrafı arşivinde bulunan 1946, 1954, 1972 ve 1993 yıllarına ait arşiv hava fotoğrafları kullanılarak, yarı otomatik yöntemlerle ortofotolar üretilmiştir. Üretilen ortofotoların referans ortofotoya göre doğruluklarının %90 güven aralığında doğruluğu ± 5 m ile ± 8 m arasında değiştiği tespit edilmiştir (YILMAZ vd. 2013).

Bu doğrultuda İstanbul ilinin 1946, 1954, 1972, 1993 yıllarına ait siyah beyaz hava fotoğraflarından üretilmiş ortofotoları; 2011 yılına ait 45 cm yer örnekleme aralığına sahip renkli hava fotoğraflarından üretilmiş ortofoto kullanılarak renklendirilmiştir. Renklendirme işleminde çeşitli çözünürlük birleştirme algoritmaları kullanılmış, güncel renkli görüntüden (Tablo 1) ya da kademeli renklendirme yöntemi (Tablo 2) test edilmiş ve her bir yöntemin avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir.



Şekil 3. 1946, 1954, 1972, 1993 yıllarına ait arşiv hava fotoğraflarından üretilen ortofotoların örnek görüntüsü.

Renkli Ortofoto Yılı	Siyah-Beyaz Ortofoto Yılı
2011	1993
2011	1972
2011	1954
2011	1946

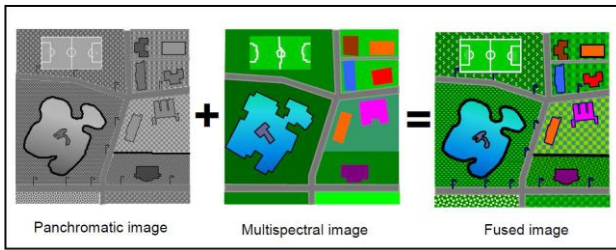
Tablo 1. Uygulamalarda Kullanılan Yıllara Göre Güncel Renklendirme

Renkli Ortofoto Yılı	Siyah-Beyaz Ortofoto Yılı
2011	1993
1993	1972
1972	1954
1954	1946

Tablo 2. Uygulamalarda Kullanılan Yıllara Göre Kademeli Renklendirme

3.2 Çözünürlük Birleştirme (Resolution Merge)

Görüntü birleştirme, yüksek yersel çözünürlüklü tek bantlı (Pankromatik- PAN) görüntünün ve yüksek spektral çözünürlüklü fakat düşük yersel çözünürlüklü çok bantlı (Multispectral-MS) görüntü ile veri kalitesinin artırılması için tek bir görüntü oluşturmasıdır. Elde edilen sonuç görüntüler maksimum yersel çözünürlüğe ve kaliteli spektral bilgiye sahip olmaktadır. Yapılan işlem birleştirilmiş görüntünün insan ya da makina algılamasında daha fazla yararlı bilgiye sahip olması anlamına gelir. Yöntemin kullanılmasının, görüntünün görsel yorumlanmasının artırılması, görüntüden değişim tespiti ve sınıflandırma için doğru bilgi çıkarımı gibi avantajları bulunmaktadır. Şekil 4'de görüntü birleştirmenin temel yapısı gösterilmiştir.



Şekil 4. Görüntü Birleştirme Kavramı (Güngör 2008)

4. UYGULAMA

Bu çalışmada görüntü birleştirme yöntemlerinden Brovey Dönüşümü, Yüksek Geçirgenli Filtreleme, Temel Bileşen Analizi, Multiplicative ve Wavelet yöntemleri test edilmiş ve sonuçlar özetlenmiştir.

4.1. Brovey Dönüşümü

Brovey Dönüşümü, görüntüye ait histogramın en düşük ve en yüksek kenardaki değerleri arasında farklılığı görsel olarak artırmak için kullanılan bir birleştirme yöntemidir. Bu sebepten dolayı, bu yöntem daha çok farklılıkların göz ile algılanmasını önem kazandığı çalışmalarda kullanılmaktadır. Brovey dönüşümü, temel olarak çok bantlı görüntünün her bir bantının ayrı ayrı pankromatik görüntü ile çarpılması ve elde edilen

değerin diğer tüm bantların piksel değerleri toplamına bölünmesi ile gerçekleştirilir. Brovey dönüşümü aşağıda belirtilen formülde ifade edilmektedir. Burada pankromatik görüntü, Multispectral-MS, (R,G,B)yeni ise kırmızı, yeşil ve mavinin yeni bantları formül (1.1) görülmektedir.

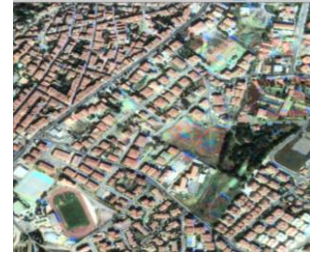
Brovey dönüşümü sonucu elde edilen sonuç ürününde renk saçılmalarına neden olmuş, ancak güncel görüntüdeki detayların birleştirilmiş görüntüye taşınmadığı görülmüştür. Özellikle renk saçılmasının olduğu bölgelerdeki gri piksel değerlerinin çok değiştiği görülmüştür. Brovey dönüşümü yöntemi ile elde edilen örnek bölge görüntüsü Şekil 5'da ve genel sonuç görünümü Şekil 6'de gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} R_{yeni} &= \frac{R}{R + G + B} PAN \\ G_{yeni} &= \frac{G}{R + G + B} PAN \\ B_{yeni} &= \frac{B}{R + G + B} PAN \end{aligned} \quad (1.1)$$



(a)

(b)



(c)

Şekil 5. a. İstanbul 2011 Yılı Renkli Ortofotosu b. İstanbul 1993 Yılı Siyah-Beyaz Ortofotosu c. Birleştirilmiş Brovey Yöntemi Örnek Kesiti

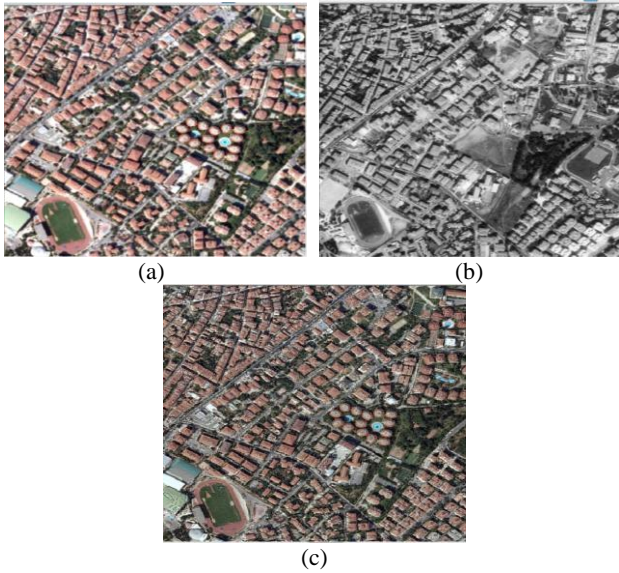


Şekil 6. Brovey Yöntemi ile Oluşturulmuş Ortofotonun Sonuç Görüntüsü.

4.2. Yüksek Geçirgenli Filtreleme (High Pass Filtering)

Bu bir veri sıkıştırma ve yeniden yapılandırma tekniğidir. Yüksek Geçirgenli Filtreleme yöntemi ile pankromatik görüntüye ait yüksek frekans bilgisinin çok bantlı görüntüye eklenmesi en az spektral bozulma ile yapılmaktadır (SHOWNGERDT 1980). Bu yöntemde, Pankromatik görüntüsüne yüksek geçirgenli filtre uygulanır ve elde edilen sonuç pikseller çok bantlı görüntüye eklenir. Yüksek çözünürlüklü pankromatik görüntünün yüksek frekans bileşeni yersel bilgiyi taşır. Çok bantlı görüntü HPF uygulanmış görüntüye yeniden örneklenir ve yüksek geçirgenli filtre uygulanmış görüntü çok bantlı görüntüye eklenir (NIKOLAKOPOULOS 2008).

Yüksek Geçirgenli Filtreleme yöntemi ile elde edilen sonuç görüntüde, 2011 yılına ait renkli ortofoto görüntünün tüm detaylarının tarihi siyah-beyaz görüntüye aktarıldığı görülmüştür. Bu yöntemin sonuç ürünün öznel değerlendirme açısından olumsuz olduğu tespit edilmiştir. Tarihi bilgilere erişim açısından aydınlatıcı sonuçlar vermediği görülmüştür. Yüksek Geçirgenli Filtreleme yöntemi ile elde edilen örnek bölge görüntüsü Şekil 7'de ve genel sonuç görünümü Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 7. a. İstanbul 2011 Yılı Renkli Ortofotosu b. İstanbul 1993 Yılı Siyah-Beyaz Ortofotosu c. Birleştirilmiş Yüksek Geçirgenli Filtreleme (High Pass Filtering) Yöntemi Örnek Kesiti

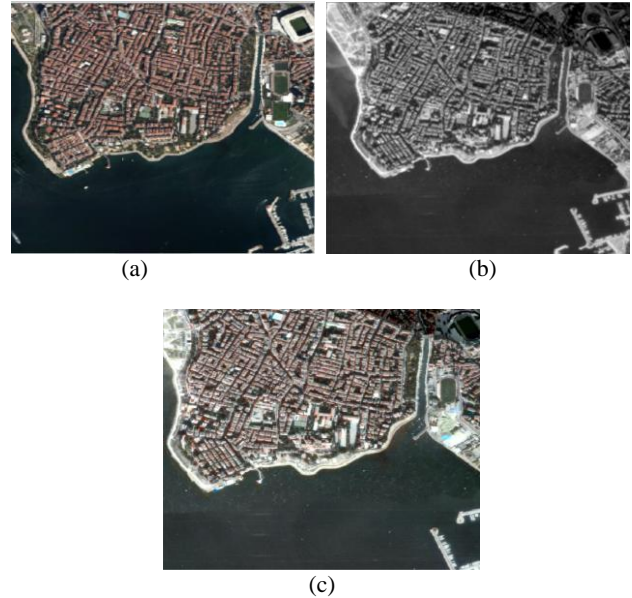


Şekil 8. Yüksek Geçirgenli Filtreleme (High Pass Filtering) Yöntemi ile Oluşturulmuş Ortofotonun Sonuç Görüntüsü.

4.3. Temel Bileşen Analizi (Principle Component Analysis - PCA)

Temel bileşenler analizi (PCA) çok değişkenli ve aralarında yüksek korelasyon olan verileri, aralarında korelasyon olmayan yeni bir veri kombinasyonuna dönüştürür (POHL ve VAN GENDEREN 1998). Yeni bileşenler arasında herhangi bir korelasyon yoktur. İlk bileşen en fazla varyansa sahipken diğer bileşenler azalan varyans değerlerine sahiptir. En fazla varyansı içeren ilk bileşen en fazla bilgiyi de içerir.

Temel bileşenler analizi yöntemi ile elde edilen sonuç görüntü incelendiğinde, tarihi ortofotolar istenilen seviyede renklendirildiği ve 2011 yılına ait renkli ortofoto görüntüsünde yer alan yeni detayların aktarılmadığı görülmüştür. Tarihi bilgilere erişim açısından aydınlatıcı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Temel Bileşen Analizi yöntemi ile elde edilen örnek bölge görüntüsü Şekil 9'da ve genel sonuç görünümü Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 9. a. İstanbul 2011 Yılı Renkli Ortofotosu b. İstanbul 1993 Yılı Siyah-Beyaz Ortofotosu c. Birleştirilmiş PCA Yöntemi Örnek Kesiti



Şekil 10. Temel Bileşen Analizi Yöntemi ile Oluşturulmuş Ortofotonun Sonuç Görüntüsü.

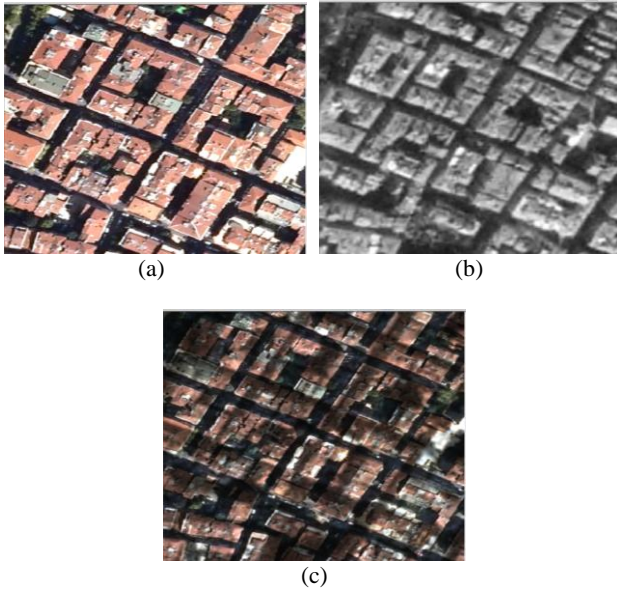
4.4. Multiplicative Yöntemi

Multiplicative yöntemi oldukça basit aritmetik işlemler ile aşağıdaki formül (1.2) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

$$DN(PAN) * DN(MS) = DN_{yeni}$$

$$DN = \text{Sayısal Değerler} \quad (1.2)$$

Multiplicative yöntemi ile elde edilen sonuç görüntü incelendiğinde tarihi siyah-beyaz ortofoto görüntüsü ile 2011 yılına ait renkli ortofoto görüntüsü birleşerek bulanık ve koyuluğun baskın olduğu bir sonuç görüntüsü elde edilmiştir. Bu yöntem ile elde edilen sonuç ürün üzerinde herhangi bir yorumlama yapılamayacağı ortaya çıkmıştır. Tarihi bilgilere erişim imkansız olduğu görülmüştür. Multiplicative dönüşümü yöntemi ile elde edilen örnek bölge görüntüsü Şekil 11'de ve genel sonuç görünümü Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 11. a. İstanbul 2011 Yılı Renkli Ortofotosu
b. İstanbul 1993 Yılı Siyah-Beyaz Ortofotosu c. Birleştirilmiş
Multiplicative Yöntemi Örnek Kesiti

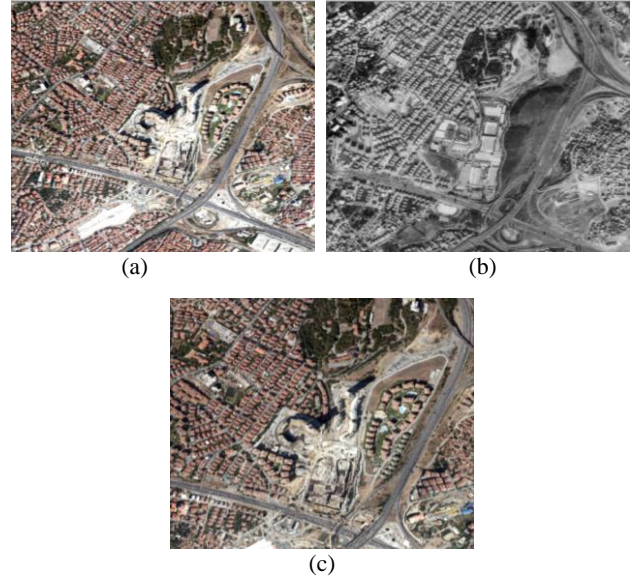


Şekil 12. Multiplicative Yöntemi ile Oluşturulmuş Ortofotonun
Sonuç Görüntüsü.

4.5. Wavelet Çözünürlük Birleştirme

Wavelet çözünürlük birleştirme düşük uzaysal çözünürlüğü sahip çok bantlı görüntüleri nispeten daha yüksek çözünürlükteki bir pankromatik görüntüyü kullanılarak dönüştürülen bir süreçtir. Bu işlem, detaylardan ayrıntılı yaklaşım bilgilerini izole eder, ayrık fourier dönüşümü, ayrık wavelet dönüşümü ve ayrık çoklu-wavelet dönüşümü gibi. Görüntü birleştirme algoritmaları, Multispectral-MS görüntüye ideale benzer olduğu gibi pankromatik görüntüsünün ilave mekânsal ayrıntılarını bulmak için tasarlanmıştır. Spektral özellikleri koruyarak ve onu uzamsal yönden geliştirerek ayrılmış ek uzamsal detaylar Multispectral-MS görüntünün içine aktarılır.

Wavelet Çözünürlük Birleştirme yönteminde sonuç görüntü incelendiğinde Multispectral-MS görüntünün yapısını koruduğu ve birleştirilmiş görüntünün orijinal olanından daha parlak olduğu ve 2011 yılı renkli ortofotosunda bulunan her detayın birleştirilmiş görüntüye aktarıldığı görülmüştür. Wavelet dönüşüm yöntemi ile elde edilen örnek bölge görüntüsü Şekil 13'de ve genel sonuç görünümü Şekil 14'de gösterilmiştir.



Şekil 13. a. İstanbul 2011 Yılı Renkli Ortofotosu
b. İstanbul 1993 Yılı Siyah-Beyaz Ortofotosu c. Birleştirilmiş
Wavelet Yöntemi Örnek Kesiti



Şekil 14. Wavelet Yöntemi ile Oluşturulmuş Ortofotonun
Sonuç Görüntüsü.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, siyah beyaz hava fotoğraflarından üretilen ortofotoların, güncel renkli hava fotoğraflarından üretilen ortofotolar kullanılarak renklendirilmesi araştırılmıştır. Sonuç görüntünün analizi için görsel karşılaştırma kolay ve etkili bir yöntemdir. Bu karşılaştırma işleminin objektif olarak yapılması çok zordur. Görüntü kalitesi gözlemciye ve analiz yapan kişiye bağlıdır. Bu yüzden elde edilen sonuçların yorumları kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen birleştirilmiş görüntüler 2011 yılında Microsoft UltraCam Eagle geniş format sayısal hava kamerası ile çekilen 45 cm yer örnekleme aralığına sahip renkli sayısal hava fotoğraflarından üretilen en güncel ortofotolar ile kıyaslanmıştır. Özellikle renk bozulmaları ve detayların ayırtedilebilme özellikleri analiz edilmiştir.

Görsel yorumlama renk benzerlikleri, görüntü bozulmaları ve objelerin ayırtedilebilirliği göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan farklı yöntemler ile oluşturulan görüntülerde renk tonlamalarının orijinal görüntüden farklı olduğu gözlenmiştir. Uygulamaların tamamında uzaysal çözünürlük artmıştır fakat hepsinde spektral iyileşme beklenildiği gibi gerçekleşmemiştir. Bazı yöntemler ile detaylı bilgi çıkarımı mümkün olmamıştır.

Brovey dönüşümü yersel çözünürlüğü arttırmış aynı zamanda renk değişimine de sebep olmuştur. Brovey dönüşümü sonuç üründe renk saçılmalarına neden olmuş, ancak güncel görüntüdeki detayların birleştirilmiş görüntüye taşınmadığı görülmüştür. Bu; renk saçılması öznel değerlendirme yapacak kişi açısından olumsuz sonuçlar doğurabilir. Brovey yöntemiyle görüntü birleştirmede piksel spektral değerleri önemli ölçüde değiştiğinden örneğin piksel tabanlı sınıflandırma için bu yöntem uygun değildir.

Multiplicative yöntemde birleştirilmiş görüntünün orijinal olan görüntülerden daha koyu renklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Öznel değerlendirmede; Yollar, binalar ve bitkili alanların üst üste geldiği ve daha karmaşık olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Buna ek olarak birleştirilmiş görüntüde binaların net olarak seçilemediği ve görüntü birleştirmede piksel spektral değerleri önemli ölçüde değiştiğinden örneğin piksel tabanlı sınıflandırma için bu yöntem uygun olmadığı gözlenmiştir. Bu anlamda sonuç ürünleri yorumlanması ve yıllara göre karşılaştırılması açısından olumsuz olacağı değerlendirilmektedir.

Yüksek Geçirgenli Filtreleme (High Pass Filtering) yöntemi ve Wavelet tabanlı görüntü birleştirme yöntemleri kullanılarak elde edilen birleştirilmiş görüntüler orijinal olanlarından farklı olmadığı tespit edilmiştir. Bu anlamda siyah-beyaz görüntüde olmayan fakat renkli görüntüde bulunan detaylar mevcut yeni detayların içerikleriyle birlikte birleştirilmiş görüntülere taşındığı görülmektedir. Bu; sonuç ürünlerinin yorumlanması, yıllara göre karşılaştırılması ve tarihi bilgilere erişim açısından olumsuz olacağı değerlendirilmektedir.

Bu sonuçlara göre PCA ile üretilen birleştirilmiş görüntü diğer birleştirme işlemleri arasında en iyi sonucu veren görüntü birleştirilmiş yöntemi olarak görülmüştür. PCA yöntemini öne çıkaran en önemli etken renkli görüntüde bulunan detaylar mevcut yeni detayların içeriklerinin birleştirilmiş görüntüye taşınmadığı görülmektedir. PCA ile elde edilen görüntüde binaların net olarak seçilebildiği ve bilgi içeriğini en iyi şekilde temsil ettiği gözlenmiştir. Tarihi bilgilere erişim açısından etkili

olduğu ve karar vermeyi kolaylaştırıcı sonuçlar verdiği görülmüştür. PCA'dan daha iyi sonuçlar elde edilebilmesi için farklı istatistiksel teknikler kullanılabilir.

Yapılan uygulamalarda, güncel renkli görüntü kullanımı zaman içerisinde detay değişiminin fazla yaşanmadığı bölgelerde birleştirilmiş görüntünün orijinal olanına benzer olduğu, yerleşim ve bitkili alanlarının belirgin olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Kademeli renklendirme yönteminde ise birleştirilmiş görüntünün sonuç ürünü (1954-1946) ile Güncel renkli görüntü kullanımı (2011-1946) arasında pikselin gri değerlerinde farklılıklar olmasına rağmen, radyometrik ve spektral olarak elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark tespit edilememiştir. Ancak her bir uygulama için harcanan toplam süreler arttığı görülmüştür. Bu; yeniden eskiye doğru kademeli olarak gerçekleştirilen renklendirme yönteminde uygulamalar daha kapsamlı ve geniş bölgelerde yapılması durumunda harcanan toplam süreler artmasına bağlı olarak uygulamalar üzerinde olumsuz etkisi olabileceği değerlendirilmektedir.

Çalışma daha farklı algoritmaların uygulanması ile devam edecektir ve çalışmanın nihai amacı güncel renkli ortofotolar ile eski tarihli siyah-beyaz ortofotoların renklendirilmesinde en doğru ve en iyi sonucu veren birleştirme algoritmasını tespit etmektir.

KAYNAKLAR

- Yılmaz A., Fırat O., Çam A., Özcalık M., 2013: *Tarihi Hava Fotoğraflarından Ortofoto Üretimi* TUFUAB-2013
- Bethune S, Muller F, Donnay J.P, 1998: *Fusion of multispectral and panchromatic images by local mean and variance matching filtering techniques*. Fusion of Earth Data, Sophia Antipolis, France.
- Carper W. J, Lillesand T. M, Kiefer R. W, 1990: The use of Intensity-Hue- Saturation transformations for merging SPOT Panchromatic and Multispectral image data,
- Carter, D. B, 1998: Analysis of Multiresolution Data Fusion Techniques. a M.Sc Thesis submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University,
- Chavez P.S, Jr. S.C. Side, ve J.A. Anderson, 1991 : Comparison of three different methods to merge multiresolution and multi-sectoral data: Landsat TM and SPOT Panchromatic, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(3): 295-303.
- Gungor, O., 2008 Multi Sensor multi Resolution Image Fusion. A Ph.D. Dissertation submitted to the Faculty of Purdue University, May,.
- Hahn, M. , Samadzadegan, F., 2004. A Study of Image Fusion Techniques in remote sensing, Dept. of Geomatics, Computer Science and Mathematics, Stuttgart University of Applied Sciences, Stuttgart, Germany,
- Nikolakopoulos K. G, 2008: Comparison of Nine Fusion Techniques for Very High Resolution Data, Photogrammetric engineering and remote sensing, 74 (5):47-659
- Pohl C, Van Genderen J. L, 1998: Multisensor Image Fusion in Remote Sensing: Concepts, Methods and Applications,

International Journal of Remote Sensing, vol. 19, sayı. 5,
sayfa:823-854

Schowengerdt, R, 1980: Reconstruction of multi-spatial,
multispectral image data using spatial frequency content,
Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 46(10):
1325-1334.

Welch R, ve Ehlers M., 1987: Merging multi-Resolution SPOT
HRV and Landsat TM data, Photogrammetric Engineering and
Remote Sensing, 52: 301-303.