

# SPOT 5 ve Farklı Görüntü Birleştirme Algoritmaları

Filiz BEKTAŞ BALÇIK, Çiğdem GÖKSEL

## Özet

Görüntü birleştirme terimi ile genellikle, yüksek mekansal çözünürlüklü tek bantlı (Pankromatik- PAN) görüntünün, yüksek spektral çözünürlüklü fakat düşük mekansal çözünürlüklü çok bantlı (Multispectral-MS) görüntü ile veri kalitesinin artırılması için birleştirilmesi tanımlanmaktadır. Elde edilen sonuç görüntüler maksimum mekansal çözünürlüğe ve kaliteli spektral bilgiye sahip olmaktadır. Uygulanan algoritmaların spektral özellikleri tahrip etmemesi gerekmektedir. Yöntemin kullanılmasının, görüntünün görsel yorumlanmasının artırılması, görüntüden değişim tespiti ve sınıflandırma için doğru bilgi çıkarımı gibi avantajları bulunmaktadır. Bu çalışmada, SPOT 5 MS ve SPOT 5 PAN görüntülerinin birleştirilmesi için IHS, Brovey, Multiplicative, HPF ve PCA görüntü birleştirme yöntemleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar görsel ve istatistik açıdan karşılaştırılmıştır.

## Anahtar Sözcükler:

Uzaktan algılama, Görüntü İşleme, Çevre, görüntü birleştirme, SPOT 5

## Abstract

### DIFFERENT IMAGE FUSION ALGORITHMS and SPOT 5 Data

Image fusion term includes multiple techniques used to combine the detail of a high-resolution panchromatic image and the color information of a low-resolution multispectral image to produce a new image with the highest spatial resolution available in within the data set. The main objective of image fusion of multi resolution data is to preserve maximum spectral information quality from the MS data while increasing the spatial resolution by producing new images with enhanced interpretability. The fusion method used should not deteriorate and destroy the spectral characteristics of the MS data. Objects, which are spectrally separable in the original data, must be still separable in the fused data. There are many advantages of using fused data such as visual interpretation improvement, derivation of more accurate and reliable data for change detection and classification analysis. In this study, IHS, Multiplicative, Brovey, PCA and High Pass Filter fusion methods were used to fuse SPOT 5 MS and SPOT 5 PAN data. Results were compared by using quantitative and qualitative methods.

**Keywords:** Remote Sensing, Image Processing, Environment, Image Fusion, SPOT 5

## 1. Giriş

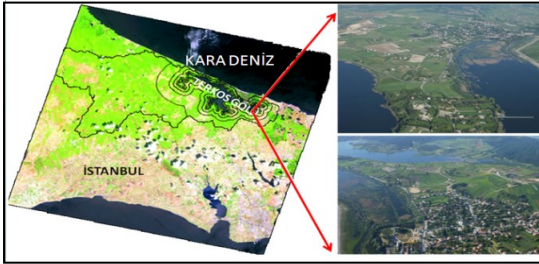
Uydu görüntüleri elektromanyetik spektrumun farklı bölümlerini içeren farklı mekansal, zamansal ve spektral çözünürlüğe sahip veri sağlamaktadır (POHL 1998). SPOT, Landsat, IKONOS, QuickBird ve Orbview gibi birçok uzaktan algılama algılayıcısı tek bantlı yüksek mekansal çözünürlüklü pankromatik görüntü ve çok bantlı görüntü elde etme teknolojisine sahiptir. Son yıllarda farklı kaynaklardan ve farklı algılayıcılardan elde edilmiş verilerin birçok disiplin 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.

Veri kalitesi artırılmış 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 (bu uygulama örneğinde 2,5 m) ve iyi korunmuş kaliteli spektral bilgiye sahip olmaktadır (WELCH ve EHLERS 1987: CHAVEZ vd. 1991). En önemli nokta uygulanan algoritmaların görüntünün spektral özelliklerini tahrip etmemesidir. Spektral bilginin korunması özellikle bitki örtüsü analizleri ve şehircilik uygulamalarında etkili sonuçlar vermektedir. Uzaktan algılanmış görüntülerin birleştirilmesi için kullanılan yöntemler arasında Ana Bileşen Analizi (Principal Component Analysis (PCA)), Brovey dönüşümü, Yansıtma Şiddeti, Renk Tonu, Doygunluk (Intensity Hue Saturation (IHS)), Multiplicative dönüşümü, Pansarp dönüşümü, Yüksek Geçirgenli Filtre (High Pass Filters (HPF)), Yapay sinir ağları (Neural Networks) ve Wavelet dönüşümü (WT) bulunmaktadır (SHOWENGERDT 1980: BETHUNE vd. 1998: ZHOU vd. 1998: CARPER vd. 1990: CHAVEZ vd. 1991: GARGUET-DUPORT vd. 1996: YOCKY 1996: ZHANG, 1999: BEKTAŞ BALÇIK ve SERTEL 2007: ABDİKAN vd. 2008). Bu çalışmada, SPOT 5 MS ve SPOT 5 PAN uydu görüntülerinin birleştirilmesi için IHS, Brovey, Multiplicative, HPF ve PCA görüntü birleştirme yöntemleri uygulanmıştır. Farklı yöntemler ile birleştirilen görüntüler 2,5 m uzaysal çözünürlüğe sahiptir. Sonuç görüntüler: a) görsel yorumlama b) istatistiksel yöntemler kullanılarak karşılaştırılmıştır.

<sup>1</sup>İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı Maslak İstanbul,

## 2. Çalışma Bölgesi

Çalışma bölgesi olarak Terkos Havzası sınırları içerisinde kalan farklı arazi örtüsü sınıflarını içeren bir test alanı seçilmiştir. Terkos havzası İstanbul'un batısında, Karadeniz kıyısında Çatalca ilçesine bağlıdır **Şekil 1**. İstanbul nüfusunun %30 una içme suyu sağlayan bölge koruma altında olup önemli bitki alanı olarak tanımlanmaktadır. Bölge flora ve fauna açısından oldukça zengindir. Türkiye' de bulunan 73 endemik bitki türünün 17 tanesi Terkos havzası sınırları içinde yer almaktadır (ÖZHATAY vd. 2003). Mevcut sulakalanlar bölgedeki vahşi yaşam ve su kalitesi için oldukça büyük bir öneme sahiptir. Toplam havza alanı 619 km<sup>2</sup> ve su yüzey alanı 36 km<sup>2</sup> dir. Terkos havzası şehir merkezinden uzak olması yapılaşma baskısını azaltmaktadır. Havza ekolojisi yönünden yapılaşmadan daha çok tehlikeli olan tarım faaliyetleridir. Mutlak ve kısa mesafeli koruma alanlarında yapılan tarım hem erozyona neden olmakta hem de kullanılan gübreler nedeniyle suda kirliliğe yol açmaktadır. Havza sınırları içerisinde Çatalca ilçesine bağlı toplam 18 yerleşme alanı bulunmaktadır ve yaklaşık nüfusu 2000 sayımlarına göre 22137 kişidir.

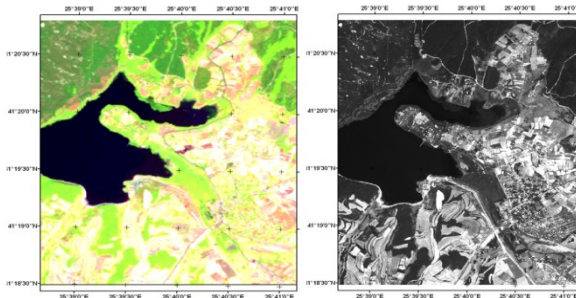


**Şekil 1:** İstanbul Avrupa Yakası, Terkos Havzası ve Test Bölgesi

## 3. Materyal ve Yöntem

### 3.1 Kullanılan Veriler

Çalışmada 14/08/2007 tarihe ait SPOT 5 MS ve SPOT 5 PAN uydü görüntüleri kullanılmıştır **Şekil 2**.



**Şekil 2:** SPOT 5 MS ve SPOT 5 PAN görüntüleri

SPOT 5 MS görüntüsü 4 bantlı ve ilk 3 bantı 10 m ve 4. Bantı 20 m mekansal çözünürlüğe sahiptir. SPOT 5 PAN görüntüsü tek bantlı olup 2.5 m mekansal çözünürlüğe sahiptir. Bu görüntüler ile ilgili detaylı bilgi <http://www.spot.com/> adresinden elde edilebilir.

### 3.2 Görüntü Önileme

Elektromanyetik ışınım dünya yüzeyinden algılayıcıya doğru yol alırken gazlar, saçılma ve aerosoller tarafından yutulma gibi atmosferik etkilere maruz kalır. Bu yüzden uzaktan algılanmış görüntüler bozulmaya uğrar (LIANG, 2004). Ayrıca görüntüler üzerinde aydınlanma, atmosferik koşullar, görüş geometrisi ve algılayıcının cevap süresinde meydana gelen değişimler nedeni ile radyometrik bozulmalar meydana gelir. Sistem hatalarını ortadan kaldırmak ve atmosferik parçacıklardan dolayı meydana gelen bozulma etkilerini minimize edebilmek için uydü görüntüleri radyometrik ve atmosferik olarak düzeltilmelidir (LIANG 2004: SONG vd. 2001).

Bu çalışmada, uydü görüntülerine ait sayısal değerler görüntü dosyaları ile birlikte temin edilen bilgi dosyalarında bulunan **Tablo 2** de gösterilen kazanç (gain) değerleri kullanılarak öncelikle radyans değerlerine dönüştürülmüştür. 1 numaralı eşitlik ile bu işlem gerçekleştirilmiştir (DOXARAN vd. 2002b).

$$L = DN / A_k \quad (1)$$

$L$  ( $W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ ) = radyans

$A_k$  ( $W^{-1} m^2 sr \mu m$ ) = k bantı için kazanç (gain) değeri

DN (Digital Number) = Sayısal Değer

Aşağıdaki eşitlik kullanılarak görüntü radyans değerleri uydü yansıtma değerlerine dönüştürülmüştür.

(VERMOTE, vd. 1997).

$$\rho \lambda = \frac{\pi * L \lambda * d^2}{ESUN \lambda * \cos(z)}$$

Bu eşitlikte,

$\rho \lambda$  = uydudaki yansıtma değerleri ( $\lambda$  bantı için)

$L \lambda$  = belirli bir dalga boyunda ölçülen spektral radyans

$z$  = güneş zenit açısı

$ESUN \lambda$  = ortalama solar irradyans değeri ( $W m^{-2} \mu m$ ) ( $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$  ve  $\lambda_{PAN}$  için bu değerler sırasıyla 1858, 1573, 1043, 236 ve 1762  $W m^{-2} \mu m$ ).

$d$  = Dünya ve güneş arasındaki mesafe.

$d = 1 - 0.01674 * \cos(0.9856 * (JD - 4))$  JD: Jülyen Tarihi ( Julian Day)

Tablo 2: Görüntülere ait Kazanç (Gain) Değerleri

Sensor		B1	B2	B3	B4	
SPOT5 (2007)	HRG1	$A_k$	1.301197	1.586822	1.307911	3.7207

SPOT5 HRG1 PAN (2007)	A <sub>k</sub>	1.937671			
--------------------------	----------------	----------	--	--	--

Atmosferik bozulmaların giderilmesi için farklı düzeltme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada atmosferik düzeltme, yaygın olarak kullanılan koyu nesne çıkartılması Dark Object Subtraction (DOS) (CHAVEZ 1988) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde homojen atmosfer koşulları ve görüntüde yansıtım değerleri çok düşük olan koyu nesnelerin olduğu kabul edilmektedir. Görüntüye ait histogramdaki minimum yansıtım değerleri çok koyu renkte olan su ve bazı gölgede kalan alanlar kullanılarak tespit edilir ve bunlar her bir bant için tüm piksel değerlerinden çıkarılır (SONG vd. 2001: LIANG, 2004).

Atmosferik ve radyometrik düzeltme işlemlerinden sonra uzaktan algılanmış görüntülerde ilk kaydedildikleri zaman oluşan sistematik ve sistematik olmayan hatalar düzeltilmiştir (RICHARDS 2003). Bu hataların giderilmesi için geometrik düzeltme uygulanmıştır. Her iki görüntünün aynı koordinat ve izdüşüm sistemine sahip olması görüntü birleştirme çalışmalarında doğru sonuçlar elde edebilmek için kaçınılmazdır. Geometrik düzeltme için Pan görüntüsü temel olarak alınmış ve 10 m' ye yeniden örneklenmiştir. Her iki görüntüden homojen olarak dağılmış ve her iki görüntüde kolaylıkla ayırt edilebilecek yol kesişimleri gibi alanlar Yer Kontrol Noktaları (YKN) olarak seçilmiştir. Afin dönüşüm ile geometrik bozulmalar giderilmiş ve Karesel Ortalama Hata (KOH) 2,6 m olarak elde edilmiştir. İki görüntünün piksel bazında birbiriyle tamamen örtüşmesi sağlanarak görüntü birleştirme algoritmaları uygulanmıştır.

### 3.3 Görüntü Birleştirme

Yüksek çözünürlüklü (PAN) görüntü ile düşük çözünürlüğe sahip (MS) görüntülerin birleştirilmesinin avantajlarını ortaya koyan çok sayıda uygulama gerçekleştirilmiştir (WALD vd. 1997: BEKTAS BALCIK ve SERTEL 2007: NIKOLAKOPOULOS 2008). Görüntü setlerinin yorumlanabilirliğinin artırılması için çok sayıda uygulama farklı birleştirme algoritmaları ile gerçekleştirilmiştir ve elde edilen sonuçlar istatistik, görsel analiz ve sınıflandırma gibi yöntemler kullanılarak karşılaştırılmıştır (NIKOLAKOPOULOS 2008).

#### 3.3.1 Yansıtma Şiddeti, Renk Tonu, Doygunluk / IHS Intensity Hue Saturation

IHS yöntemi düşük mekansal çözünürlüğe sahip kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) olmak üzere üç renk ile temsil edilen sayısal görüntülerin seçilen üç bandını kullanarak veriyi IHS bileşenlerine dönüştürür. Bu yöntem genellikle 4 ayrı adım içermektedir: 1) RGB-IHS dönüşümü; 2) PAN görüntüsüne ait histogramı I ile uyumlu hale getirme

işlemi 3) I bileşenini PAN ile değiştirerek ve H ve S bileşenlerini en yüksek çözünürlüğe tekrar örnekleme işlemi (SPOT PAN, 2,5 m) ; 4) IHS – RGB ters dönüşümü (NIKOLAKOPOULOS, 2008).

#### 3.3.2 Brovey Dönüşümü

Brovey Dönüşümü, görüntüye ait histogramın en düşük ve en yüksek kenardaki değerleri arasında farklılığı görsel olarak arttırmak için kullanılan bir birleştirme yöntemidir. Bu sebepten dolayı, bu yöntem daha çok farklılıkların göz ile algılanmasının önem kazandığı çalışmalarda kullanılmaktadır. Brovey dönüşümü, temel olarak çok bantlı görüntünün her bir bandının ayrı ayrı pankromatik görüntü ile çarpılması ve elde edilen değerlerin diğer tüm bantların piksel değerleri toplamına bölünmesi ile gerçekleştirilir.

#### 3.3.3. 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 mümkün olmaktadır (SHOWNGERDT 1980). Bu yöntemde, Pan görüntüsüne yüksek geçirgenli filtre uygulanır ve elde edilen sonuç piksel çok bantlı görüntüye eklenir. Yüksek çözünürlüklü pankromatik görüntünün yüksek frekans bileşeni mekansal bilgiyi taşır. Çok bantlı görüntü HPF uygulanmış görüntüye yeniden örneklenir ve yüksek geçirgenli filtre uygulanmış görüntü çok bantlı görüntüye eklenir (NIKOLAKOPOULOS 2008).

#### 3.3.4 Ana Bileşen Dönüşümü (Principle Component Analysis- PCA)

Ana bileşenler dönüşümü (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, çünkü yeni bileşenler birbirine dik eksenlere sahiptir. İlk bileşen en fazla varyansı içerir ve diğer bileşenler azalan varyans değerlerine sahiptir. En fazla varyansı içeren ilk bileşen aynı zamanda en fazla bilgiyi de içerir.

#### 3.3.5 Multiplicative Yöntemi

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

$$DN_{\text{pankromatik\_bant}} * DN_{\text{çok bantlı görüntü\_bant}} = DN_{\text{yeni birleştirilmiş görüntü\_bant}}$$

(3)

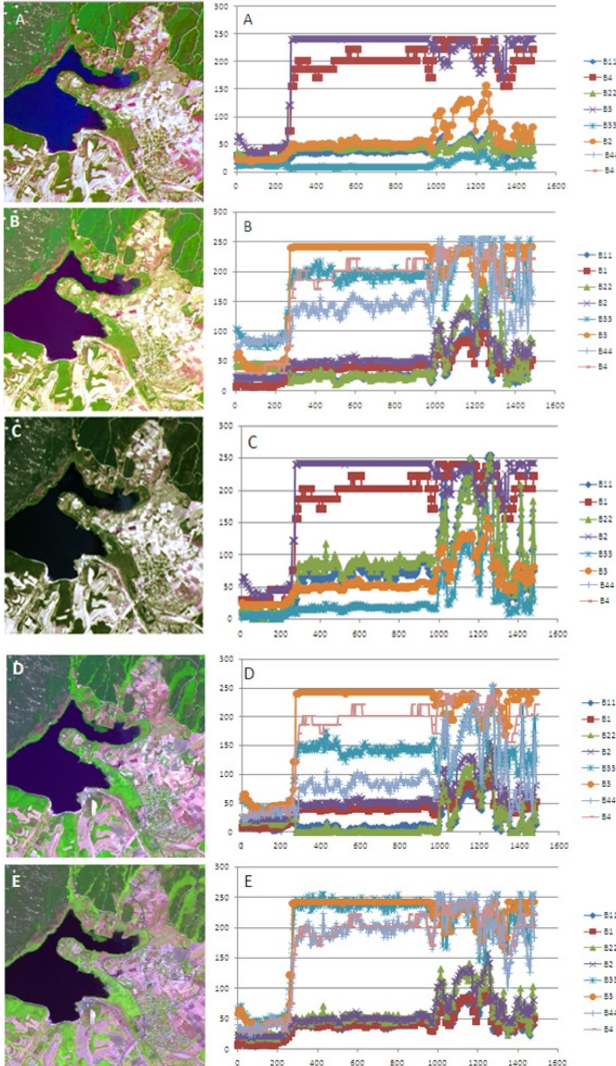
DN= Sayısal Değerler

### 3.4 Kalite Analizi

Bu çalışmada elde edilen sonuçların kalitesi görsel ve istatistiksel olarak ortaya konmuştur ve elde edilen sonuç

görüntüler karşılaştırılarak analiz edilmiştir. 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 orijinal çok bantlı görüntü ile kıyaslanmıştır. **Şekil 3**'de özellikle renk bozulmaları ve arazi örtülerinin ayırtedilebilme özellikleri analiz edilmiştir. İstatistik olarak karşılaştırma işlemleri korelasyon katsayılarının hesaplanması ve görüntülere ait histogram değerlerinin (ortalama ve standart sapma) orijinal görüntü değerleri ile karşılaştırılması ile gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizi, iki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü inceleyen yöntem olarak tanımlanmaktadır. Görüntü birleştirme uygulamasında hesaplanan korelasyon katsayıları ile spektral özelliklerin simülasyon doğruluğu tespit edilmektedir.

Korelasyon katsayıları +1 ile -1 aralığında değerlere sahiptir ve +1 olarak bulunan korelasyon katsayısı her iki görüntü arasında yüksek ilişkiyi ortaya koymaktadır (birbirlerine çok yakın olduklarını işaret eder).



**Şekil 3.** A) Brovey ve enkesit spektral eğrisi; B) PCA ve enkesit spektral eğrisi; C) IHS ve enkesit spektral eğrisi PCA ve enkesit spektral eğrisi; D) Multiplicative ve enkesit spektral eğrisi; E) HPF ve enkesit spektral eğrisi. B11- Birleştirilmiş Görüntü B1-Orijinal Görüntü.

Ayrıca çalışma bölgesinde arazi örtüsü olarak göl suyu, bitki örtüsü (sulak alan ve diğerleri) ve tarım alanı kategorilerini içeren bir enkesit seçilmiştir (**Şekil 4**).



**Şekil 4:** IHS yöntemi ile birleştirilmiş görüntü ve enkesit Bu enkesite ait spektral profiller hem birleştirilmiş hem de orijinal görüntüler için oluşturulmuş ve her bir bant için grafikler hazırlanmıştır (**Şekil 3**).

## 4. Sonuçlar

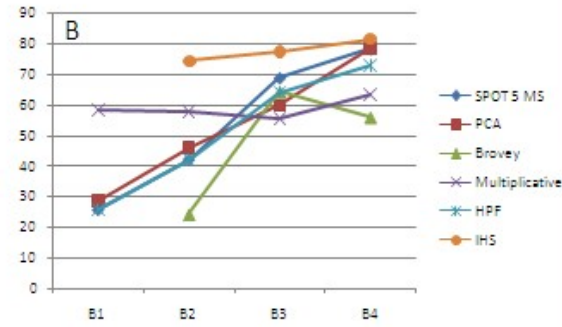
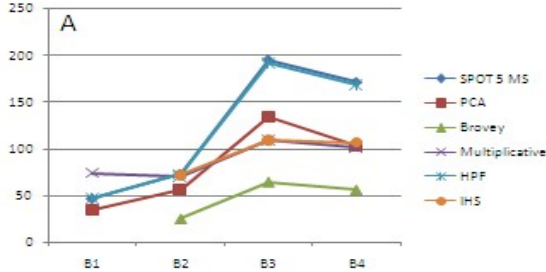
### 4.1 Görsel Yorumlama

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. Renk olarak en yakın sonucu PCA yöntemi vermiştir. Orijinal görüntü ile karşılaştırıldığında PCA görüntüsünün daha koyu renklere sahip olduğu tespit edilmiştir. PCA ile elde edilen görüntüde binaların net olarak seçilemediği gözlenmiştir. Brovey dönüşümü mekansal çözünürlüğü arttırmış aynı zamanda renk değişimine de sebep olmuştur. IHS yöntemi ile diğer yöntemlere göre daha farklı renk tonlamaları elde edilmiştir. Yüksek geçirenli filtreleme ile elde edilen görüntünün spektral zenginliğinin artmış olduğu ancak renklerin değiştiği gözlenmiştir.

### 4.2 İstatistiksel Yöntemler

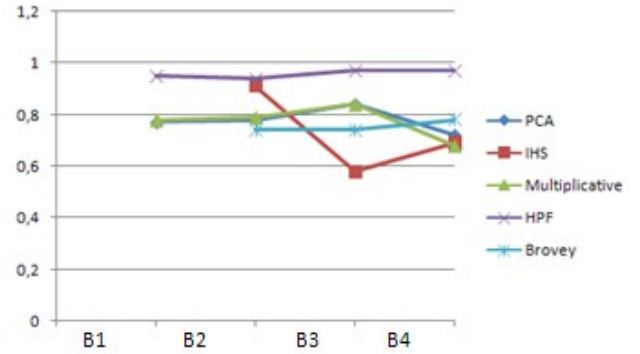
Orijinal ve birleştirilmiş görüntülerin ortalama ve standart sapma değerleri **Şekil 5**'de gösterilmektedir. Farklı görüntü birleştirme algoritmaları kullanılarak elde edilen

sonuç görüntüleri ait değerler orijinal çok bantlı görüntü değerleri ile karşılaştırıldığında sonuç görüntünün spektral özellikleri koruduğu söylenebilir.



Şekil 5: Orijinal görüntü ile sonuç görüntülerin a) ortalama b) standart sapma değerleri

Enkesite ait yansıtım değerleri her bir görüntüden her bant için çıkarılmış ve bunlar arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Orijinal görüntüye ait her bir bant ile birleştirilmiş görüntülerdeki bantlar (orijinal görüntüdeki bant karşılığı) arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Bu uygulama ile spektral zenginleşirmenin derecesi tespit edilmiştir. Çalışmada en iyi spektral bilgiye çok bantlı görüntü sahiptir ve korelasyon katsayıları dikkate alınarak buna en yakın spektral bilgiye sahip diğer görüntülerin tespit edilmesi mümkündür. +1 korelasyon değeri verilerin birbirlerine çok benzediklerini (yüksek korelasyon), -1 değeri ise verilerin birbirlerinin tamamen zıttı olduğunu göstermektedir. Orijinal görüntü ve birleştirilmiş görüntülerin bantları arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6: Birleştirilmiş görüntü bantları ile orijinal MS bantları arasındaki korelasyon katsayıları

Bu sonuçlara göre yüksek geçirgenli filtreleme ile üretilen birleştirilmiş görüntü diğer birleştirme işlemleri arasında en iyi sonucu veren görüntü olarak değerlendirilmiştir. Yüksek geçirgenli filtreleme algoritması SPOT 5 uydü görüntülerinin birleştirilmesi için kullanılan diğer yöntemler arasında daha avantajlıdır. Çalışma daha farklı algoritmaların uygulanması ile devam etmektedir amaç SPOT 5 görüntüsü ile örneğin bitki örtüsü indeksi ve spektral özelliklerin kullanıldığı sınıflandırma işlemleri için en doğru ve en iyi sonucu veren birleştirme algoritmasını tespit etmektir.

## Teşekkür

Spot 5 MS ve SPOT 5 pan görüntüsünü sağlayan OASIS (Optimising Access to Spot Infrastructure for Science) projesine çalışmamıza yapmış olduğu katkıdan dolayı teşekkür ederiz.

## 5. Kaynaklar

Abdikan S, Balık Sanli F, Bektaş Balçık F, Goksel C, 2008: **Fusion of SAR Images (PALSAR and RADARSAT-1) with Multispectral SPOT image: A Comparative Analysis of Resulting Images**, The XXI Congress The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Beijing, China.

Bektaş Balçık F, Sertel E, 2007: **Wavelet-based image fusion of Landsat ETM images: A case study for different landscape categories of Istanbul**, Conference on Information Extraction from SAR and Optical Data, with Emphasis on Developing Countries, Istanbul.

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**,

- Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, **56**: 459–67.
- Chavez Jr, ve P. S, 1988: **An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral Data**, Remote Sensing of Environment, 24, 459–479.
- Chavez P.S, Jr. S.C. Side, ve J.A. Anderson, 1991 : **Comparison of three different methods to merge multi-resolution and multi-sectoral data: Landsat TM and SPOT Panchromatic**, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(3): 295-303.
- Doxaran D, Froidefond J, Lavender S, ve Castaing P, 2002b: **Spectral signature of highly turbid waters application with SPOT data to quantify suspended particulate matter concentrations**, Remote Sensing of Environment, 81, 149-61.
- Garguet-Duport B, Girel J, Chassery J, ve Pautou G, 1996: **The use of multiresolution analysis and wavelets transform for merging Spot panchromatic and multispectral image data**, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62(9):1057-1066.
- <http://www.spot.com/>, 1 Nisan 2009.
- Liang S, 2004: **Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces**, John Wiley and Sons, New Jersey, USA.
- Nikolakopoulos K. G, 2008: **Comparison of Nine Fusion Techniques for Very High Resolution Data**, Photogrammetric engineering and remote sensing, 74 (5): 47-659
- Özhatay N, Byfield A. ve Atay S, 2003: **Türkiyenin Önemli Bitki Alanları**, WWF Türkiye, 88 sf
- 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
- Richards J. A, 2003: **Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction**. 2 nd Edition Springer-Verlag New York, Inc
- Schowengerdt, R, 1980: **Reconstruction of multi-spatial, multispectral image data using spatial frequency content**, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 46(10): 1325-1334.
- Song C, Woodcock C E, Seto KC, 2001: **Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmospheric effects?** Remote Sensing of Environment 75:230–44.
- Vermote, E. F, Tanre´ D, Deuze´ J. L, Herman M, ve Morcrette, J. J, 1997: **Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum: An overview**, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 35: 675– 686.
- Wald L, Ranchin T, ve Mangolini M, 1997: **Fusion of satellite images of different spatial resolutions : Assessing the quality of resulting images**, Photogrammetric engineering and remote sensing, 63 (6) : 691-699.
- Welch R, ve Ehlers M., 1987: **Merging multi-Resolution SPOT HRV and Landsat TM data**, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52: 301-303.
- Yocky D.A, 1996: **Multiresolution wavelet decomposition image merger of Landsat thematic mapper and SPOT panchromatic data**, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 62 (9): 1067-1074.
- Zhang Y, 1999: **A new merging method and its spectral and spatial effects**, International Journal of Remote Sensing, 20 (10) :2003-2014.
- Zhou J, Civco D. L, ve Silander J. A, 1998: **A wavelet transform method to merge Landsat TM and SPOT panchromatic data**, International Journal of Remote Sensing, 19 (4): 743–757.

