

# Uydu Görüntülerinde Veri Karılması ve Nicel Analizi Data Fusion in Satellite Images and Their Quantitative Analysis

Bora Uğurlu<sup>1</sup>, Hülya Yıldırım<sup>2</sup>, M.Emin Özel<sup>3</sup>

1. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
[boraugurlu@comu.edu.tr](mailto:boraugurlu@comu.edu.tr)
2. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Kocaeli Üniversitesi  
[hulya.yildirim@kou.edu.tr](mailto:hulya.yildirim@kou.edu.tr)
3. Bilgisayar ve Matematik Bölümü  
Çağ Üniversitesi  
[m.e.ozel@cag.edu.tr](mailto:m.e.ozel@cag.edu.tr)

## Özetçe

Veri karma, farklı uydu görüntülerinin tamamlayıcı ve yararlı bilgilerini tek bir görüntüde, bir araya getirilmesini sağlayan çok kullanışlı bir görüntü işleme yöntemidir. Karılmış görüntü, daha fazla özelliğin görülmesi, hatta orijinal görüntülerde bile görülemeyen özelliklerin ortaya çıkarılabilmesi için orijinal görüntüden tayfsal ve mekansal olarak daha yüksek çözünürlüğe sahiptir. Bu çalışmada, Çanakkale Yöresi'ne ait olan Landsat 7 ETM, 1999 tarihli uydu verisi kullanılmıştır. Spektral çözünürlük açısından çok bantlı/renkli, mekansal çözünürlüğü az görüntü ile mekansal çözünürlük açısından yüksek ayırım gücünde, fakat spektral olarak tek bantlı pankromatik(PAN) görüntü bantları; Yansıma, Renk, Doygunluk (Intensity, Hue, Saturation, IHS) dönüşümü ve Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis) gibi iki farklı yöntem ile birbirine karılmıştır. Sonuç görüntülerin bitki indisleri ile orijinal çok bantlı görüntünün bitki indisi arasındaki ilişkiye bakılarak iki farklı teknik değerlendirilmiştir.

## Abstract

Data fusion may be considered a kind of complex image processing method which combines the different satellite images to bring complementary and useful information into one single composite image. The fused image will usually have better spectral and spatial resolutions to see more detailed and sometimes new features not seen in the original images. In the present work, Landsat 7 ETM, 1999 dated satellite data which is belong to Çanakkale Province is used. The multispectral satellite image that is rich spectrally and panchromatic(PAN) image that is rich spatially but poor spectrally are fused by using two different methods based on Intensity,Hue,Saturation (IHS) Transformation and Principal Component Analysis. Both of the methods are assessed by looking through the relationship between the vegetation indexes of final images and multispectral satellite image.

## 1. GİRİŞ

Veri karılmasına gerek duyulmadan herhangi bir algılayıcıdan yüksek mekansal çözümlemeli ve tayfsal olarak hassas çok bantlı bir görüntü elde edilmek istenirse bu görüntünün veri hacmi oldukça büyük olacaktır. Böyle bir durumda ise veri saklama ve bu derece büyük boyutlardaki verinin iletiminde sorunlar yaşanacaktır. Ayrıca çok bantlı ve yüksek çözünürlüklü veri kaydeden IKONOS, QuickBird gibi uydu verilerinin geniş alanlar için kullanılmasında maliyet hala oldukça yüksektir.

Zhang (2004)'a göre aynı zamanda görüntü keskinleştirme olarak adlandırılan görüntü karılması, yüksek mekansal çözünürlüklü pankromatik görüntünün detay bilgisini ve düşük mekansal çözünürlüklü çok bantlı görüntünün renk bilgisini bir araya getirip yüksek mekansal çözümlemeli renkli görüntü oluşturan bir tekniktir.

Görüntü karmada orjinal görüntüdeki tayfsal karakteristiklerin en iyi biçimde korunması, sınıflandırma, belirli özelliklerin çıkartımı gibi çeşitli uygulamalarda büyük önem taşımaktadır. Veri karmada çok farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları (Uğurlu, 2006 ve Vijayaraj, 2004): a) Yansıma, Renk, Doygunluk (Intensity, Hue, Saturation, IHS) dönüşümü, b) Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis), c) Brovey Dönüşümü, d) Ehlers Dönüşüm Modeli, e) Keskinleştirilmiş Kenar Verisi (Edge Sharpened Image), f) Wavelet Yöntemi İle Karma yöntemleridir. Bu çalışmada, Çanakkale Yöresi'ni kapsayan Landsat 7 ETM, 1999 tarihli uydu verisinin çok bantlı ve pankromatik verilerinin karılmasında, iki farklı karma yöntemi uygulanmıştır.

## 2. ÇALIŞMA ALANI

Bu çalışmada uygulama alanı olarak (Şekil 1), Çanakkale Yöresi'nin Çanakkale Kenti ve çevresini kapsayan kısmı seçilmiştir. Uydu verisi geometrik olarak önceki çalışmalarda düzeltilmiştir ve UTM (35N) projeksiyon sisteminde ki koordinatları şekil-1'de gösterilmektedir. Çalışma sırasında yapılan analiz ve değerlendirmeler için de aynı alana odaklanılmıştır

Karma işlemde kullanılan kaynak görüntünün bantları arasındaki mekansal çözümlenmeleri birbirlerinden farklıdır. Landsat 7 uydu görüntüsünün çok bantlı renkli görüntüsünün mekansal çözümlenmesi 28.5 m. iken pankromatik bandının mekansal çözümlenmesi 14.25 m.'dir. İşlemler sonucunda elde edilen karılmış sonuç görüntüler mekansal çözümlenmesi 14.25 m ve çok bantlıdır.

### 3. YÖNTEM

Veri karma işlemi sırasında gerçekleştirilen işlem adımlarını 3 ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar:

- Verilerin geometrik olarak düzeltilmesi
- Maskeleme işlemi
- Verilerin karılması
- Yöntemlerin performanslarının değerlendirilmesi

Öncelikle veri karma işlemine başlamadan önce karılacak verilerin coğrafi olarak yeryüzünde aynı bölgeyi göstermeleri gerekmektedir. Eğer karılacak veriler arasında coğrafi gösterim olarak bazı farklıklar varsa birtakım geometrik düzeltme teknikleri kullanılarak bu farklılıkların giderilmesi gerekmektedir (Yıldırım vd.,2005).

Çalışmada kullanılan bölgeye ait Landsat 7 ETM verisi başlangıçta da belirtildiği gibi UTM(35N) projeksiyon sisteminde olup Şekil 1'deki koordinatlara sahiptir. Dolayısıyla bu çalışmada yeniden geometrik düzeltme yapılmasına gerek kalmamıştır.



Şekil 1: Yöreye ait çok bantlı Landsat 7 uydu Görüntüsü (Band 5-4-3)

Bölge, coğrafi olarak iki ana karayı birbirinden ayıran bir boğaza sahiptir. Deniz, görüntü üzerinde büyük bir bölgeyi kaplamaktadır. Gerçekleştirilecek olan karma işlemlerinde ve daha sonra yapılacak olan bitki indislerinin karşılaştırılmasında devamlı olarak ana kara üzerinde çalışılacaktır. Bu yüzden, bölgeye ait görüntü üzerinde sadece karayı ön plana çıkaran bir maskeleme işlemi uygulanmıştır. Bu işlem sayesinde sadece ana kara üzerindeki işlemler gerçekleştirilebilmiştir.

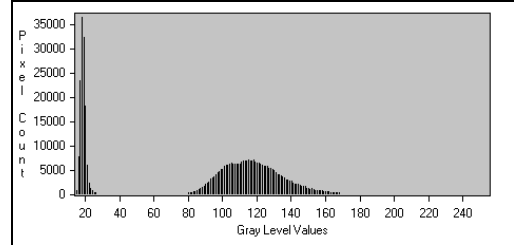
Şekil 1'deki çok bantlı uydu görüntüsü ile yine aynı uydunun pankromatik bandı üzerinde maskeleme işlemi uygulandıktan sonra, ana kara parçalarını içeren bu iki görüntü birbirine, Yansıma şiddeti, Renk tonu, Doygunluk (Intensity, Hue, Saturation-IHS) ve Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA) kullanılarak karılmıştır.

İki farklı yöntem sonucunda elde edilen karılmış sonuç görüntülerin normalize edilmiş bitki indisleri (Normalized Vegetation Index-NDVI), orijinal çok bantlı Landsat görüntüne ait bitki indisleri ile karşılaştırılmış ve korelasyon katsıısı kullanılarak benzerlikleri ölçülmüştür.

Bitki indisleri yardımıyla karşılaştırma yapılmadan önce, karşılaştırmanın doğruluğunu sağlayabilmek için, karılmış sonuç görüntülerin mekansal çözümlenmesi 28.5 m. olacak şekilde yeniden örneklenerek, çok bantlı orijinal görüntünün görüntünün ayırım gücüne eşitlenmişlerdir.

#### 3.1. Maskeleme

Çalışma alanında yer alan deniz yüzeylerinin maskelenmesi için, "Grilik-Seviyesi Eşikleme (Grey-Level Thresholding)" yöntemi kullanılmıştır (Lillesand, M.T. ve Kiefer, W.R., 1994). Çalışmada bu yöntemin, içerisinde bahsedilen ikili maskeleme, görüntüyü iki farklı sınıfa ayırmak için kullanılır. İkili maske sayesinde görüntü üzerinde gerçekleştirilecek olan işlemler ilgili sınıfa daha kolay ve hızlı bir şekilde uygulanabilir. Aşağıda yöreye ait olan Landsat 7 uydusunun ETM4 bandının yansıma değerleri histogramda görülmektedir (Şekil 2).



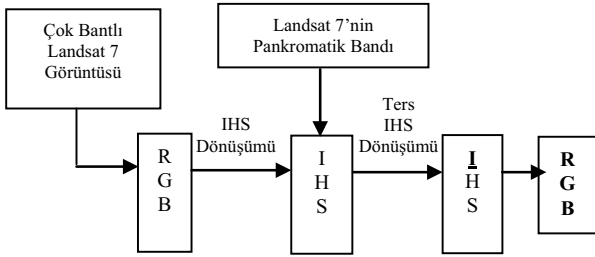
Şekil 2: Yöreye ait Landsat 7 uydusunun 4. Bandının histogramı

Yeryüzü objeleri elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde farklı karakteristik özellikler göstermektedirler. Örneğin su, elektromanyetik bandın gözle görülebilir bölgesinde incelendiğinde yüksek yansıma değerleri verdiği için diğer yeryüzü objelerinden spektral olarak ayrılmaz iken, kızıl ötesi bölgede çok az yansıma vermesi nedeniyle kolaylıkla ayırtedilebilir (Lillesand ve Kiefer, 1994). Bu özellik nedeniyle, görüntünün kızıl ötesi 4. bandının histogramında Şekil-2'de görüldüğü gibi, kara ve deniz iki ayrı gruba ayrılmıştır. Bu çalışmada histogram üzerindeki 60 yansıma değeri, iki gruba rahatlıkla ayıracak eşik değeri olarak belirlenmiştir. Görüntünün 4. bandı üzerinden, bu eşik değerinin üstündeki yansıma değerlerine "1"; altında kalan yansıma değerlerine "0" a eşitlenerek iki tabanlı değerlerden oluşan bir ikili maske oluşturulmuştur. Bu maske, çalışma bölgesine ait uydu verisinin renkli ve pankromatik görüntüleri üzerine uygulanmıştır. Böylelikle her iki görüntü üzerinde denizin verdiği yansıma şiddeti ortadan kaldırılmış, sıfırlanmıştır. Bu işlem adımı ile bitki indeksi ile yapılacak

analizlere de, su yüzeyini eleyerek, gerçek anlamda bitki örtüsünün olabileceği veriler diğer çalışma adımları için hazırlanmıştır.

### 3.2. Yansıma Şiddeti, Renk Tonu, Doymunluk (Intensity, Hue, Saturation-IHS) Dönüşümü Yardımıyla Karma

Bu karma yönteminde Landsat 7 ETM'nin pankromatik bandı, IHS ortamına aktarılmış olan yine aynı uydunun çok bantlı görüntüsün yoğunluk bileşeni (intensity component) yerine kullanılmıştır. Literatürde ise yoğunluk bileşeninin hesaplanmasında birçok farklı yaklaşımlar olduğu görülmektedir. Bunlardan bazıları, Smith (1978)'in heksagonal (altıgensel) ve üçgensel modelleri yaygın olarak kullanılan modellerdir (Vijayaraj, 2004). RGB'den IHS ortamına dönüştürülen sayısal görüntü, daha sonra yine ters IHS dönüşümü ile renk ortamına dönüştürülür (Carper ve diğ., 1990). Bu yöntemde izlenen adımlar Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3: IHS dönüşümü kullanılarak sayısal görüntülerin karılması

Yöreye ait çok bantlı uydu verisi ile yine aynı uydunun pankromatik görüntüsünün karılması ile elde edilen görünüm Şekil 4'dedir. Sonuç görüntünün mekansal ayırım gücü 14.25 m.'dir.

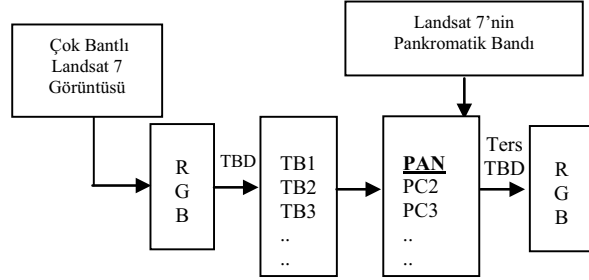


Şekil 4: Çanakkale Yöresinin IHS yöntemiyle karılarak oluşturulmuş görüntüsü

### 3.3. Temel Bileşenler Dönüşümü (TBD) Yardımıyla Karma

TBD, aralarında yüksek ilişki (korelasyon) bulunan çok değişkenli verileri, aralarında korelasyon olmayan yeni bir koordinat sistemine dönüştüren istatistiksel bir veri dönüşümü

yöntemidir (Akça ve Doğan, 2002). Bu dönüşümün en büyük özelliği dönüşümden sonra değişkenler arasında korelasyon bulunmamasıdır. Ayrıca bu dönüşüm, görüntünün geometrik özellikleri üzerinde yapılan konumsal bir dönüşüm olmayıp görüntünün spektral özellikleri üzerinde yapılan istatistiksel bir dönüşümdür (Vijayaraj,2004). Yöntemin, yöreye ait verilerin karılmasında kullanımı Şekil 5'de özetlenmiştir.



Şekil 5: TBD dönüşümü kullanılarak sayısal görüntülerin TBD dönüşümünden geçirilerek birincil, ikincil ve üçüncül (TB1-TB2-TB3-....) bileşenlerine ayrılır. Birincil temel bileşen (TB1), siyah beyaz pankromatik görüntü ile yer değiştirmektedir ve ardından ters dönüşüm kullanılarak renk sistemine (RGB) geri dönülmektedir. Böylece mekansal ve tayfsal ayırım gücü yüksek yeni bir görüntü elde edilmiş olur (Şekil 6).



Şekil 6: Çanakkale Yöresinin TBD yöntemiyle karılarak oluşturulmuş görüntüsü

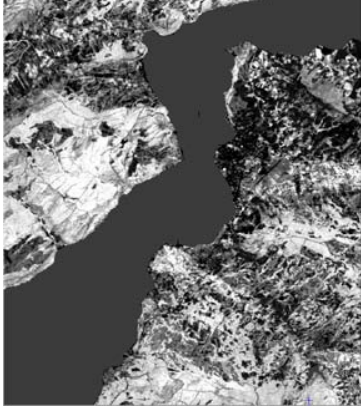
### 3.4. Yöntemlerin Performanslarının Değerlendirilmesi

Karma işlemi sonucunda elde edilen görüntülerin değerlendirilmesinde bitki indisi kullanılmıştır. Bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için karşılaştırılacak olan renkli görüntülerin mekansal çözümlerinin aynı olmaları gerekmektedir (Vijayaraj, 2004). Bu bağlamda, elde edilen sonuç görüntüler çok bantlı Landsat 7 görüntüsünün mekansal çözünürlüğü olan 28.5 m.'ye örneklenmiştir.

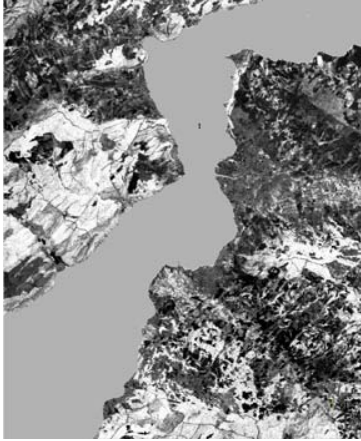
Mekansal ayırım güçleri eşitlenmiş Landsat çok bantlı ve iki ayrı yöntem ile elde edilen karılmış görüntülerin, bantlarına ait Bitkisel yoğunlukların ölçümlendiği Bitki İndisi(Bİ) (Vegetation Index) değerleri, aşağıdaki tanımlandığı şekliyle oluşturulmuştur.

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (4)$$

Buradaki, NIR yakın kızılötesi banttaki piksellerin ve R ise kırmızı banttaki piksellerin parlaklık değerini simgelemektedir (Jensen, 1996). Şekil 4 ve 6'deki sonuç görüntülerin mekansal çözünürlükleri 28,5 m.'ye örneklendikten sonra her biri için elde edilen bitki indisleri Şekil 7 ve 8'dedir.



Şekil7: Bölgeye ait IHS yöntemiyle karılarak elde edilmiş görüntünün bitki indisi



Şekil8: Bölgeye ait TBD yöntemiyle karılarak elde edilmiş görüntünün bitki indisi

Çalışmada sonuç görüntülerin başarımlarının değerlendirilmesinde kullanılan bu ölçüt, NDVI'daki değişiklikleri ölçer. Karılarak elde edilmiş sonuç görüntünün ve orijinal görüntünün NDVI değerleri arasındaki korelasyon hesaplanır. Eğer ilgili sonuç görüntülerin NDVI değerleri arasında yüksek korelasyon var ise, o yöntemi kullanarak elde edilmiş görüntünün niteliğinin daha iyi olduğu söylenir (Vijayaraj, 2004). İki farklı teknik elde edilen sonuç görüntülerin NDVI değerleri ile orijinal çok bantlı Landsat 7 görüntüsünün NDVI değeri arasındaki ilişkiyi açıklamak için korelasyon katsayısından yararlanılmıştır. Bitki indisi bu karşılaştırmada kullanılmak için 0-255 aralığına örneklenmiş ve ardından korelasyon katsayıları karşılaştırılmıştır.

Tablo 1: Orijinal görüntünün NDVI değeri arasındaki ilişki

Yöntemler	Korelasyon
IHS Yöntemi	0.54
TBD Yöntemi	0.82

Yukarıdaki tablo incelendiğinde TBD dönüşümü kullanılarak gerçekleştirilen görüntü karma işleminin daha başarılı olduğunu söylemek mümkündür.

#### 4. SONUÇ

Çalışmada, iki farklı görüntü karma yöntemi Çanakkale Yöresi'ne ait olan Landsat 7 uydu verisi üzerine uygulanmıştır. Yöntemlerin başarımının ölçümünde bitki indisi kullanılarak bir sonuca varılmaya çalışılmıştır. Bu yöntem, Çanakkale gibi henüz doğallığını yitirmemiş, bitki örtüsünün yoğun olduğu bir çalışma bölgesinde daha etkin olarak uygulanabilmektedir. İki yöntem, bu metrik temel alınarak incelendiğinde ise "Temel Bileşenler Dönüşümü"nü karma işleminde kullanan yöntemin daha başarılı olduğu görülmüştür.

#### 5. KAYNAKÇA

1. Akça, M., D., Doğan, S. "Sayısal Görüntülerde Ana Bileşenler Dönüşümü", Harita Derg., 2002, sayı:129, sayfa:1-15.
2. Carper W.J., Lillesand T.M., Kiefer R.W., "The use of intensity-hue-saturation transformations for merging SPOT panchromatic and multispectral image data", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 56, No. 4, pp. 459-467, April 1990.
3. Jensen, J.R., "Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective" 2nd. Ed., by Prentice-Hall, Inc., 1996.
4. Lillesand, M.T. ve Kiefer, W.R. "Remote Sensing and Image Interpretation (4th ed.)". John Wiley & Sons, Inc. Pub., 1994, 750p.
5. Smith, A.R. "Color Gamut Transform Pairs. Computer Graphics", 1978, 13 (3):12-19.
6. Uğurlu B. "Çanakkale Yöresi Arazi Örtüsünün Farklı Sayısal Veri Karma Yöntemleriyle Belirginleştirilmesi ve Bu Yöntemlerin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006, Çanakkale.
7. Vijayaraj V.A "Quantitative Analysis of Pan-sharpened Images, Master Dissertation". Mississippi State University, 2004, USA.
8. Yildirim H, Özdemir M, Güre M, Uğurlu B, Özel M. Emin. "Monitoring The After-Effects of Forest Fires by Satellite Data", RAST2005, Haziran 2005 pg. 627-629.
9. Zhang, Y. "Understanding Image Fusion. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing", 2004, 70 (6):657-661.