GÖRÜNTÜ BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN SPEKTRAL DEĞERLERİ KORUMA AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI: WORLDVİEW-2 UYGULAMASI

Bekir GÜL[1], ÇağlarYILDIRMIŞ[2], Abdullah DEĞER[3], Mustafa ERDOĞAN[4], Ali ULUBAY[5]

[1]Harita Genel Komutanlığı, 06100, Cebeci, Ankara, bekir.gul@hgk.msb.gov.tr
[2]Harita Genel Komutanlığı, 06100, Cebeci, Ankara, caglar.yildirmis@hgk.msb.gov.tr
[3]Harita Genel Komutanlığı, 06100, Cebeci, Ankara, abdullah.deger@hgk.msb.gov.tr
[4]Harita Genel Komutanlığı, 06100, Cebeci, Ankara, mustafa.erdogan@hgk.msb.gov.tr
[5]Harita Genel Komutanlığı, 06100, Cebeci, Ankara, ali.ulubay@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Son dönemde yüksek mekânsal çözünürlüklü ve çok bantlı (multispektral) uydu görüntülerindeki artış, piksel tabanlı sınıflandırma uygulamalarını da olumlu etkilemektedir. Kullanıcılar uygulamalarında hem yüksek konumsal çözünürlükten hem de yüksek spektral çözünürlükten elde ettiği bilgilerden vazgeçmek istememektedirler. Bu durum tek bantlı (pan) yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntünün, çok bantlı yüksek spektral çözünürlüklü (multispektral) görüntü ile birleştirilmesine (Resolution Merge/ Pan Sharpening) olan talebi artırmaktadır.

Kullanılan algoritmanın/yöntemin özelliklerine göre görüntü birleştirme teknikleri spektral yansıma değerlerini ya da görüntü nefasetini farklı oranlarda bozmaktadır. Piksel tabanlı sınıflandırma işlemlerinde bozulmuş spektral değerlere sahip görüntünün kullanılması, doğru ve güvenilir bilgi çıkarımını olumsuz etkilemektedir.

Bu çalışmada Kızılcahamam-Ankara bölgesine ait Worldview-2 uydu görüntüsü kullanılarak, 16 Görüntü Birleştirilme tekniğinin spektral yansıma değerine olan etkisi, 5 farklı bant kombinasyonunda ve arazi, orman ve hidrografya bilgisi içeren alanlarda piksel değeri araştırılarak, her üç veri grubu için bu yansıma değerlerindeki değişim belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistik açılarından değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Görüntü Birleştirme, Spektral Yansıma Değeri, Worldview-2*

A COMPARISON OF RESOLUTION MERGE TECHIQUES ACCORDING TO PRESERVATION OF SPECTRAL VALUES: WORLDVIEW-2 APPLICATION

ABSTRACT

Recently, the increase of high spatial resolution multispectral satellite imagery effects piksel-based classification applications positively. The users do not want to give up derived information from high spatial and spectral resolution imagery. This condition enhances the demand of resolution merge/pan sharpening that means combination of high spatial resolution panchromatic imagery with high resolution multispectral imagery.

According to resolution merge algorithms/techniques features, spectral DN values and optic image excellence deteriorates in different ratios. The usage of deteriorated spectral imagery effects the true and reliable information extraction negatively.

In this resarch, by using the Worldview-2 imagery of Kızılcahamam-Ankara region, 16 resolution merge techniques on 5 different band combinations of terrain, forest and hydrography piksel values viewed and for all the 3 type of data the variation in spectral DN values have designated. The results are evaluated for statistic aspects.

Keywords:*Resolution Merge, Spectral DN Value, Worldview-2*

1. GİRİŞ

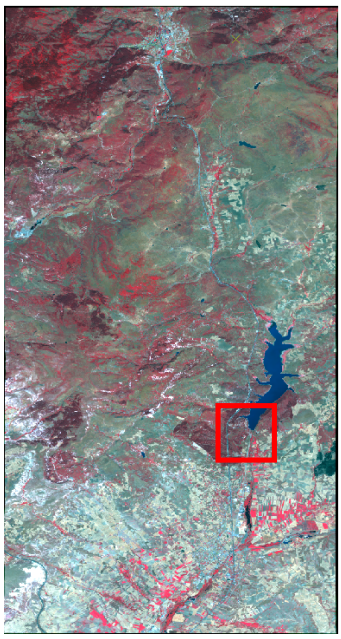
Son yıllarda farklı disiplinlerin ihtiyaçları ve sayısal görüntü birleştirme tekniklerindeki gelişmeler, yüksek mekânsal çözünürlüklü tek bantlı görüntülerin, yüksek spektral çözünürlüklü ve düşük mekânsal çözünürlüklü çok bantlı görüntüler ile birleştirilmesi ihtiyacını artırmıştır. Worldview-2 uydusu, 8 spektral banda sahip, yüksek çözünürlüklü bir gözlem uydusudur. Worldview-2'nin, yersel çözünürlüğü tek bantlı görüntüde 0.50m., çok bantlı zengin spektral değerlere sahip görüntüde 2.00m.'dir.

Görüntü birleştirme işleminin amacı, spektral bilgileri koruyarak, mekânsal çözünürlüğü yükseltmektir. Böylece spektral bilgileri korunan bitki örtüsü ve zemin yapısı gibi oldukça yoğun bilgi içeren katmanların görsel olarak değerlendirilmesi ve yoğun spektral veri içeren çok bantlı görüntüden elde edilen bilgilerinin konumsal doğruluğunun artırılması mümkün olacaktır.

Bu çalışmada arazi, orman ve hidrografya bilgisi içeren 30 farklı noktada; En Yakın Komşuluk (Nearest Neighbour), Bilinier Enterpolasyon (Bilinear interpolation) ve Kübik Eğrilik (Cubic convolution) yeniden örnekleme yöntemleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Görüntü birleştirme için Erdas Imagine 9.2 yazılımında mevcut olan Ehlers, Yansıma Şiddeti, Renk Tonu, Doygunluk Dönüşümü (Intensity Hue Saturation - IHS), Yüksek Geçirgenli Filtreleme (High Pass Filters-HPF), Ana Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA) ve Dalgacık (Wavelet) yöntemleri uygulanmıştır. Farklı yöntemlerle birleştirilen görüntüler ile çok bantlı görüntü aralarındaki spektral farkları ve standart sapmaları açısından irdelenmiştir.

2. ÇALIŞMA BÖLGESİ

Çalışma bölgesi olarak Ankara ili Kızılcahamam ilçesi yakınlarında şekil-1'de gösterilen Worldview-2 uydu görüntüsü üzerindeki 10km^2'lik alan seçilmiştir. Bölge farklı özelliklere sahip orman gruplarını, tarım arazilerini, çıplak arazileri ve baraj, kanal, akarsu gibi hidrografik detayları içermektedir.



Şekil-1: Test Bölgesi

3. YENİDEN ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

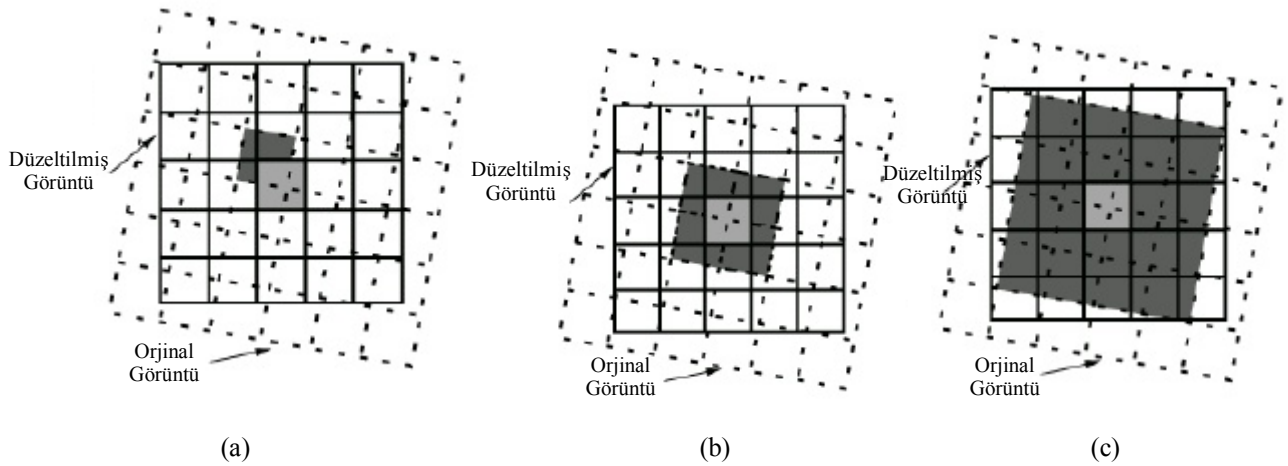
Yeniden örnekleme işlemi (resampling methods) "sayısal görüntü işleme uygulamalarında yeni görüntünün piksel değerinin, eskisinin piksel değerini kullanılarak hesaplanmasına verilen isim" (*Haritacılık Terimleri Sözlüğü, 2003*) olarak tanımlanmaktadır. Yeniden örnekleme, genellikle uzaktan algılama amaçlı görüntüler içerisinde daha büyük veya küçük hücre değerlerinin enterpolasyonu için kullanılan bir işlemdir. En yaygın kullanılan yeniden örnekleme yöntemleri En Yakın Komşuluk (Nearest neighbour), Bilinier Enterpolasyon (Bilinear interpolation) ve Kübik Eğrilik (Cubic convolution) yöntemleridir. (*Erdas Field Guide, 2010).*

En Yakın Komşuluk yöntemi ile örneklemede, orijinal görüntüden alınan pikseller sayısal olarak düzeltilmiş görüntüdeki en yakın piksele atanır. Bu yöntemde orijinal değerler en az değişikliğe uğramakta bununla birlikte, bazı piksel değerleri çift olarak ortaya çıkmakta bazıları ise kaybolmaktadır.

Bilinier Enterpolasyon yöntemi ile örneklemede, orijinal görüntüden alınan 4 pikselin ağırlıklı ortalaması yeni piksele atanır. Bu yöntemde, düzeltilmiş görüntü tamamen yeni değerleri alır.

Kübik Eğrilik yöntemiyle örneklemede, orijinal görüntüden alınan 16 piksel bloğunun ağırlıklı ortalaması hesaplanarak düzeltilmiş görüntü pikseline atanır. Kübik Eğrilik yöntemde, Bilinear interpolation yönteminde olduğu gibi yeni piksel değerleri üretilmektedir. Bu iki metodun kullanımı ile elde edilen görüntüler, kullanıcıya daha keskin bir görünüş izlenimi verirler ve Nearest neighbour metodunda meydana gelen parçalı ve eşit olarak dağılmamış ışık ve gölgeleri içermezler.

En Yakın Komşuluk, Bilinier Enterpolasyon ve Kübik Eğrilik metodu örneklemeleri Şekil-2 de gösterilmiştir.



Şekil-2: (a) Nearest neighbour, (b) Bilinear Interpolation, (c) Cubic convolution metodu örneklemeleri

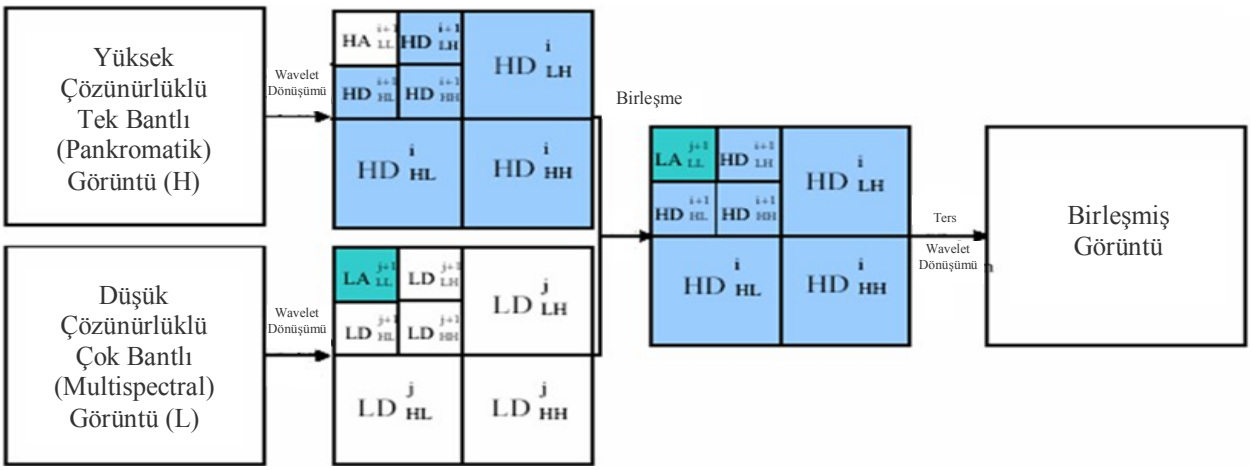
4. GÖRÜNTÜ BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

4.1.Dalgacık Dönüşümü

Dalgacık dönüşümü (Wavelet) sinyal analizinde kullanılan güçlü bir matematiksel dönüşümdür. Dönüşümde, yüksek çözünürlüklü görüntü değişik konumsal çözünürlüklerde 4 farklı alt görüntüye ayrıştırılır. Bunlar:

* Düşük Çözünürlüklü Görüntü,
* Yatay Görüntü,
* Dikey Görüntü,
* Diogonal görüntü

Yatay, dikey ve diogonal görüntüler konum bilgisi ihtiva eden wavelet katsayılarını taşımaktadır. Pankromatik görüntüden elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntü Multispektral görüntü üzerinde seçilmiş bant ile değiştirilir. Bu işlem tüm bandların dönüşümü yapılıncaya kadar devam eder. Son olarak tersine dönüşüm yapılarak sonuç görüntü elde edilir. Wavelet dönüşümü genellikle spektral değerleri korurken konumsal iyileştirmede zayıf kalmaktadır. *(S. Klonus, Ehlers M.,2009)* Wavelet yöntemine ilişkin algoritma Şekil-3'de gösterilmiştir.



Şekil-3: Wavelet Dönüşüm diyagramı

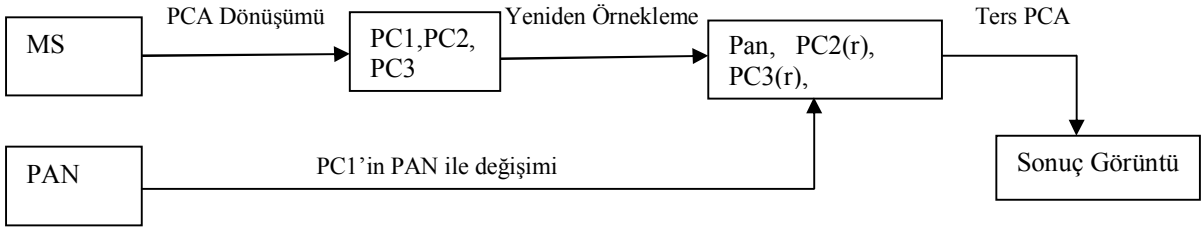
4.2.Ana Bileşenler Dönüşümü

Ana bileşenler dönüşümü (PCA- Principle Component Analyses), görüntünün geometrik özellikleri üzerinde yapılan konumsal bir dönüşüm değil, görüntünün radyometrik (spektral ya da renk) özellikleri üzerinde yapılan istatistiksel bir dönüşümdür. (*Akça M.D., Doğan Sedat,2002)*

Ana bileşenler dönüşümü çok değişkenli ve aralarında yüksek korelasyon bulunan verileri, aralarında korelasyon olmayan yeni bir koordinat sistemine dönüştüren doğrusal bir dönüşümdür. Yeni bileşenler, birbirine dik eksenlere

sahip olduğundan arasında herhangi bir korelasyon yoktur. 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.

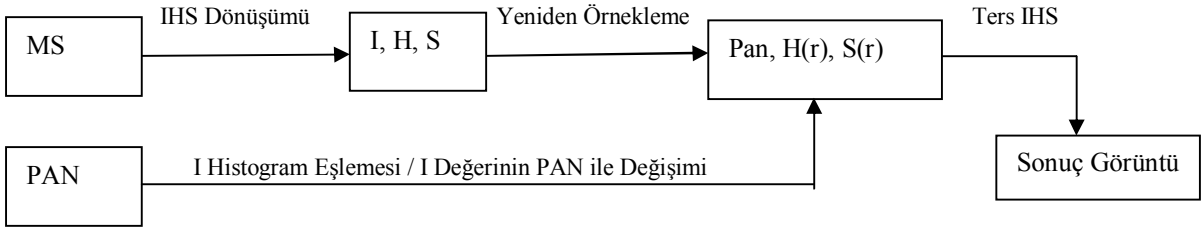
Şekil-4'te gösterilen diyagramda, ilk olarak MS bantlarından temel bileşenler hesaplanır. Daha sonra ilk bileşen yerine PAN görüntü ile değişim yapılır ve son olarak dönüşüm tersine uygulanır.



Şekil-4: Ana Bileşenler Dönüşümü Diyagramı (V. Vijayaraj, 2004)

4.3.Yansıma Şiddeti, Renk Tonu, Doygunluk Dönüşümü

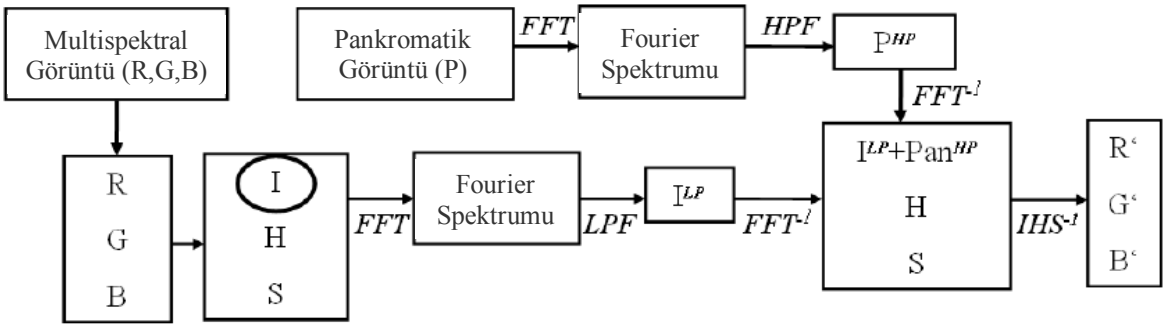
Yansıma Şiddeti, Renk Tonu, Doygunluk (IHS- Intensity Hue Saturation Method)) yöntemi, düşük mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüden seçilen üç banda ait veriyi kullanarak IHS bileşenlerine dönüştürür. Yansıma şiddeti (intensity-I) görüntünün toplam parlaklığını belirtir. Renk Tonu (Hue-H) görüntüyü oluşturan ışığın ortalama dalga boyunu ifade eder. Doygunluk (Saturation-S) bileşeni ise rengin saflığını belirtir. Bu dönüşüm mekânsal bilginin bir tek yansıma şiddeti bantına(I) ayrılmasına izin verir. Diğer bantlar mekânsal bilgi yerine renk ile ilgili bilgiler içerirler. RGB' den IHS ortamına dönüştürülen sayısal görüntü daha sonra yine renk ortamına dönüştürülebilir. IHS yöntemindeki aşamalar Şekil-5'de gösterilmiştir (Uğrulu B. vd.,2007).



Şekil-5: IHS Dönüşümü Diyagramı (*W. J. Carper, T. M. Lillesand, R. W. Kiefe,1990)*

4.4.Ehlers Füzyonu

Ehlers Füzyonu (Ehlers Fusion) multispektral verinin mekânsal çözünürlüğünü artırırken spektral değerleri korumak amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. (Ehlers,2004) Ehlers yöntemi multispekral görüntünün konumsal olarak iyileştirilmesinde arazi örtüsünün homojen olduğu alanlarda, spektral değerlere yeni gri değer eklemeden iyileştirme prensibine dayalı bir yöntemdir. (Ehlers, 2007). Yöntem iki basamaktan oluşmakta olup ilk olarak konum bilgisi ve spektral bilgi (renk) ayrımı yapılır. İkinci aşamada da konumsal bilgi görüntü üzerinde uygun bir iyileştirmeye imkân verecek şekilde değiştirilir.



Şekil-6: Temel Ehlers Yöntemi İşlemleri (James D. Hurd, 2009)

Ehlers yönteminin genel işleyişi Şekil-6'da sunulmuştur. Ehler füzyonu, çok bantlı görüntüde optimum renk ayrımı elde etmek için IHS dönüşümünü kullanmaktadır. IHS dönüşümü 3 bant ile (RGB) sınırlı iken bu yöntemde çoklu IHS dönüşümleri gerçekleştirilerek, kullanılan bant sayısı artırılmıştır (James D. Hurd, 2009). Konumsal bilginin iyileştirilmesi Fourier dönüşümü kullanan bir filtre ile sağlanmaktadır. Hızlı Fourier Dönüşümü ile (FFT-Fast Fourier Transformation) IHS yöntemindeki yansıtma şiddeti için düşük geçirgenli filtre kullanılırken, pankromatik görüntüde tersine yoğun geçirgenli filtre kullanılmaktadır. Görüntüler tekrar eski konumlarına, Ters Foruier Dönüşümü (FFT^{-1}) kullanılarak düşük ve yüksek çözünürlüklü görüntünün birleştirilmesi ile getirilir. Sonuç görüntünün oluşturulmasında Ters IHS dönüşümü uygulanır.

4.5. Yüksek Geçirgenli Filtreleme Yöntemi

Yüksek Geçirgenli Filtreleme yöntemi (HPF- High Pass Filtering) genel olarak veri sıkıştırma ve yeniden yapılandırma tekniği olarak ifade edilebilir (F. Bektaş Balçık, Ç. Göksel, 2009). Yüksek Geçirgenli Filtreleme yöntemi, pankromatik görüntüye ait yüksek frekans bilgisinin çok bantlı görüntüye eklenmesi işleminde spektral bozulmanın minimum olmasını sağlar.(Showngerdt 1980)

Yöntemin uygulanmasında, multispektral görüntü büyüklüğünün pakromatik görüntü büyüklüğüne olan oranı (R) hesaplanmakta ve daha sonra yüksek çözünürlüklü görüntüye yüksek geçişli filtre uygulanmaktadır. Multispektral görüntü yüksek geçirgenli görüntünün piksel boyutuna gelecek şekilde yeniden örneklenmektedir. Yeniden örneklemede Bilinier Enterpolasyon kullanılmaktadır. Son olarak da yüksek geçirgenli filtre uygulanan görüntü multispektral görüntüye eklenmektedir.

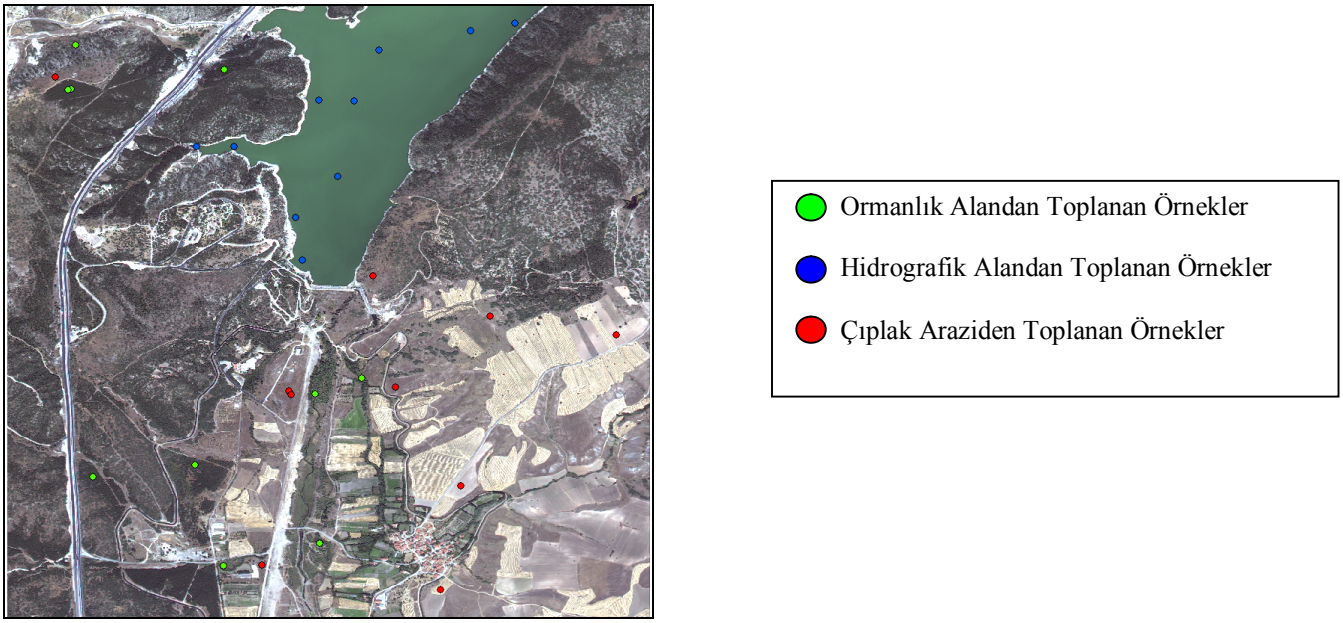
5. UYGULAMA

5.1.Görüntü Birleştirme

Görüntü birleştirme işleminde kullanılacak bantların sonuca etkisi olacağı öngörüldüğünden çok bantlı görüntüden 1-8. Bantlar (tüm bantlar), 1-6.bantlar (kıyı bandı, görünür bantlar, sarı ve kırmızı kenar (red edge)), 2-5. bantlar (görünür bantlar), 7-8. bantlar (yakın kızıl ötesi bantlar), 6-8. bantlar (kırmızı kenar (red edge), yakın kızıl ötesi bantlar) olmak üzere 5 ayrı band grubu oluşturulmuştur. Uygulama alanındaki Worldwiew-2 uydu görüntüsüne ait pankromatik ve multispektral görüntüler (5 bant kombinasyonu), 5 görüntü birleştirme yöntemi (Wavelet, PCA, IHS, Ehlers, HPF) ve 3 yeniden örnekleme yönteminin (en yakın komşu, bilinear enterpolasyon, kübik eğrilik) kombinasyonları kullanılarak, toplam 16 farklı görüntü birleştirme yöntemine göre birleştirilmiştir. Sonuç olarak, toplam 80 adet birleştirilmiş görüntü elde edilmiştir.

5.2.Birleştirilmiş Görüntüde Spektral Değerlerin Belirlenmesi

Uygulama alanı sınırları içerisinde ormanlık, hidrografik (göl, akarsu vb.) ve çıplak araziye ait bölgeler belirlenerek bu bölgelerin her birinden 10'ar adet, toplam 30 adet test tespit edilmiştir. Test noktalarının konumu Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 7: Orman, Hidrografya ve Çıplak Arazi üzerinden seçilen noktalar.

Farklı görüntü birleştirme yöntemleri ve bant kombinasyonları ile oluşturulan 80 yeni görüntüdeki 30 adet test noktasında, toplam 8130 yansıma değeri okunmuştur. Örnek olarak Çizelge 1'de 30 ölçüm noktasından biri olan $32^0$41'59",14D $40^0$15'52'',37K koordinatındaki bir orman pikselinin MS görüntüdeki ve 5 farklı bant kombinasyonunda En Yakın Komşuluk yöntemine göre yeniden örneklenmiş ve Dalgacık Yöntemine göre birleştirilmiş görüntüden okunmuş olan 23 yansıma değerleri verilmiştir.

Çizelge 1: Örnek Yansıma Değerleri

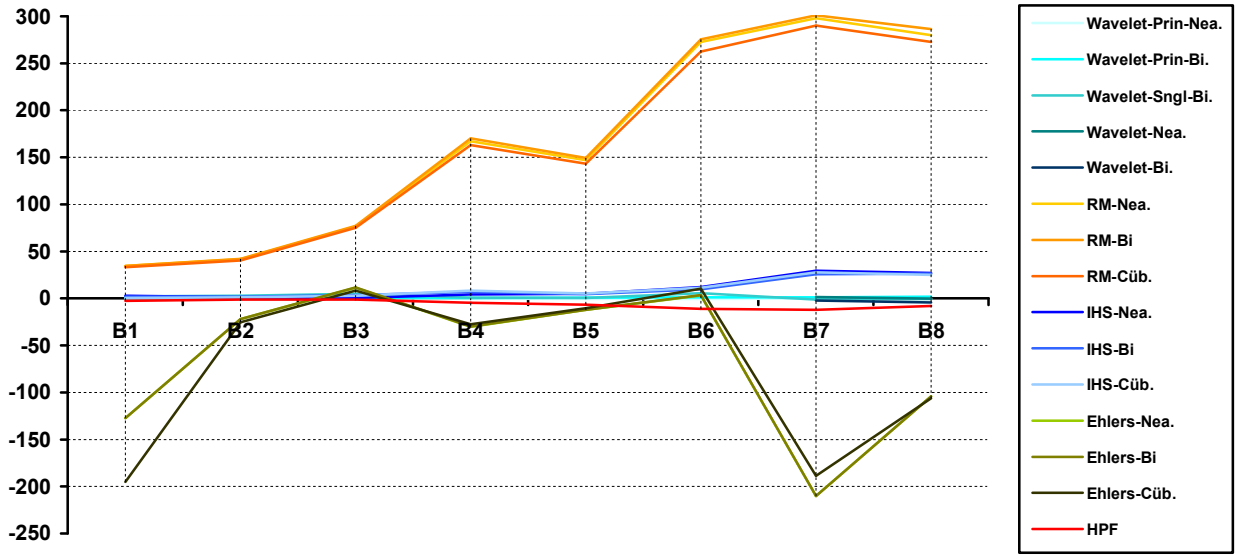
Bantlar	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
MS Görüntü	341	200	270	281	168	731	1104	967
1_8	341	201	271	285	172	738	1111	974
2-3-4-5		199	268	278	165			
7-8							1101	965
6-7-8						721	1091	955
1-2-3-4-5-6	339	198	267	275	162	724		

5.3.Spektral Farkların Hesaplanması

Görüntü birleştirmesi sonucunda elde edilen değerler, çok bantlı görüntüdeki yansıma değerlerinden çıkartılarak farkları alınmıştır. Çizelge 2'de tüm bantlar (1-8. bantlar) kullanılarak, 16 farklı görüntü birleştirme yönteminden elde edilen, bant bazındaki fark değerleri ve Şekil-8'de fark değerlerinin grafik gösterimi verilmiştir.

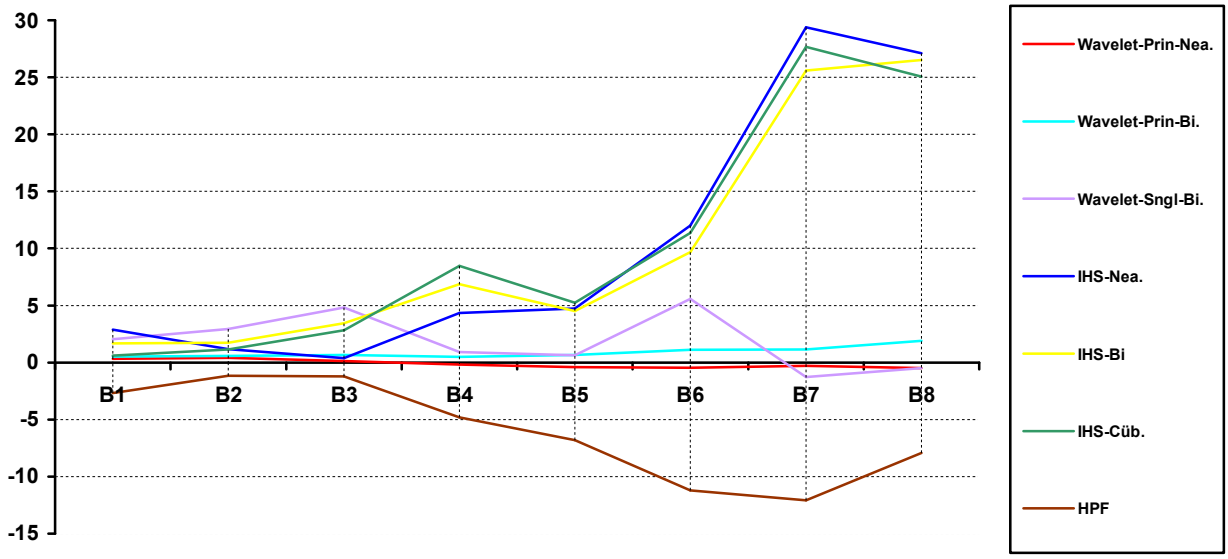
Çizelge 2: Bant Bazında Yöntemlere Göre Yansıma Değeri Farkları

Nu.	Yöntem		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1	Wavelet	Principal Nearest	0,33	0,40	0,13	-0,17	-0,40	-0,47	-0,30	-0,50
2		Principal Bilineer	0,53	0,57	0,67	0,50	0,67	1,10	1,13	1,90
3		Single Nearest	2,00	2,50	3,13	0,57	0,90	3,57	-5,83	-1,33
4		Single Bilineer	2,03	2,93	4,83	0,93	0,63	5,57	-1,27	-0,50
5		IHS Nearest							1,37	-0,07
6		IHS Bilineer							-2,40	-4,33
7	PCA	Nearest	34,70	41,73	76,47	167,07	147,03	272,77	298,03	279,83
8		Bilineer	34,47	42,10	77,23	170,07	149,30	275,53	301,07	286,40
9		Cubic	33,23	40,50	75,13	162,90	143,17	262,47	290,03	272,80
10	IHS	Nearest	2,87	1,17	0,37	4,33	4,73	12,00	29,37	27,10
11		Bilineer	1,67	1,73	3,43	6,87	4,50	9,67	25,60	26,53
12		Cubic	0,60	1,13	2,83	8,47	5,23	11,37	27,67	25,07
13	Ehlers	Nearest	-127,40	-22,10	11,37	-30,07	-12,20	3,20	-210,10	-104,23
14		Bilineer	-127,40	-21,93	11,57	-29,93	-12,10	3,50	-210,20	-104,27
15		Cubic	-195,10	-25,43	8,33	-27,37	-10,40	10,27	-188,63	-106,30
16	HPF		-2,67	-1,17	-1,23	-4,80	-6,80	-11,20	-12,07	-7,93



Şekil 8: Yöntemlere Göre Yansıma Farkları

Yöntemlerin fark değerleri incelendiğinde genel olarak Wavelet, IHS ve HPF yöntemlerinin yansıma değerlerini en az bozan metotlar olduğu görülmektedir (Şekil-9).



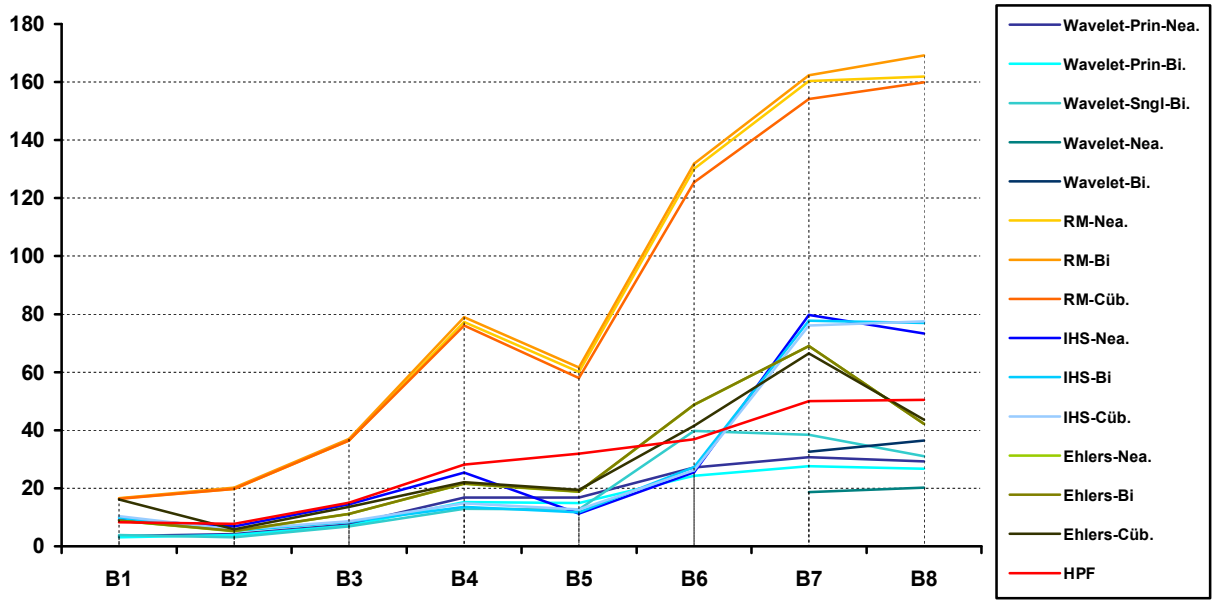
Şekil 9: Spektral Değerleri Koruyan Yöntemlerin Yansıma Farkları

Fark değerlerinin standart sapmaları hesaplanmış ve tüm bantlar (1-8. bantlar) kullanılarak yapılan görüntü birleştirmelerinin standart sapmaları Çizelge 3'de, bu standart sapmaların grafikleri Şekil 10'da sunulmuştur.

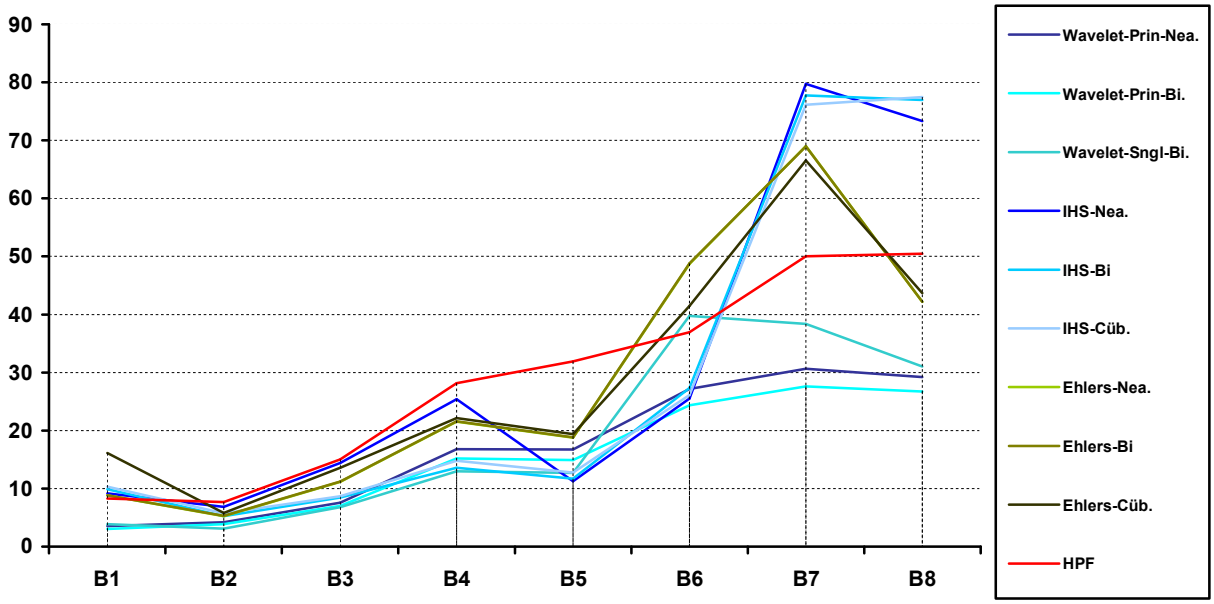
Çizelge 3: Bant Bazında Yöntemlere Göre Standart Sapmalar

Nu.	Yöntem		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1	Wavelet	Principal Nearest	3,51	4,22	7,55	16,76	16,74	27,18	30,67	29,23
2		Principal Bilineer	3,06	3,89	7,03	15,19	14,92	24,33	27,60	26,70
3		Single Nearest	3,31	2,75	5,30	13,22	9,86	42,56	47,19	29,35
4		Single Bilineer	3,88	3,10	6,80	12,95	12,70	39,76	38,40	31,03
5		Nearest							18,69	20,18
6		Bilineer							32,53	36,49
7	PCA	Nearest	16,46	19,78	36,44	77,34	60,03	130,12	160,30	161,87
8		Bilineer	16,55	20,25	36,95	78,98	61,58	131,84	162,37	169,13
9		Cübic	16,29	19,79	36,45	76,11	58,01	125,41	154,17	159,95
10	IHS	Nearest	9,16	6,82	14,42	25,41	11,29	25,49	79,71	73,30
11		Bilineer	9,87	5,26	8,43	13,59	11,68	27,32	77,73	76,98
12		Cübic	10,34	5,73	8,65	14,82	12,74	26,12	76,13	77,49
13	Ehlers	Nearest	8,81	5,23	11,14	21,53	18,78	48,71	69,00	42,18
14		Bilineer	8,81	5,31	11,19	21,59	18,84	48,81	68,98	42,17
15		Cübic	16,10	5,81	13,56	22,12	19,40	41,47	66,51	43,67
16	HPF		8,27	7,70	15,04	28,17	31,91	36,92	50,02	50,44

Şekil 10 ve Şekil11'deki Standart sapma değerleri incelendiğinde Dalgacık yöntemine ait standart sapmanın tüm bantlarda en küçük değere sahip olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle Dalgacık yöntemi yansıma değerini en çok koruyan ve standart sapması en küçük olan görüntü birleştirme yöntemidir. Yöntemlerin tümü incelendiğinde özellikle 6, 7 ve 8'inci bantlarda farkların çok yüksek olduğu görülmektedir. Pankromatik bandın bu dalga boylarını kapsamaması nedeniyle farkların yüksek olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 10: Yöntemlere Göre Standart Sapmalar



Şekil 11: Spektral Değerleri Koruyan Yöntemlerin Standart Sapmaları

5.4.Değerlendirme

Çok bantlı görüntü ve farklı görüntü birleştirme yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar incelendiğinde yansıma değerlerini en fazla koruyan yöntemin Dalgacık yöntemi olduğu, anılan yöntemin standart sapmasının da diğer metotlara göre daha küçük olduğu görülmüştür.

Görüntü birleştirmeye dâhil edilecek çok bantlı görüntünün bantlarının da yansıma değerlerinin bozulmasına etkisinin olacağı öngörüldüğünden 5 farklı grup oluşturulmuştur. Çizelge 4'de çok bantlı görüntünün 5 farklı kombinasyondaki bantları kullanılarak Dalgacık-En Yakın Komşuluk Yöntemine göre yapılan görüntü birleştirme işleminden elde edilen sonuç ile çok bantlı görüntünün yansıma değerlerinin farkları görülmektedir.

Çizelge 4: Dalgacık-En Yakın Komşuluk Yöntemine Göre Yansıma Farkları

Bant Grupları	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1-8. Bantlar	0,333	0,400	0,133	-0,167	-0,400	-0,467	-0,300	-0,500
2-5. Bantlar		1,033	1,300	1,933	1,733			
7-8.Bantlar							1,867	7,467
6-8.Bantlar						-2,633	-2,667	-3,333
1-6.Bantlar	1,300	1,667	2,700	4,900	3,900	5,000		

Çizelge 5'de ise Çizelge 4'de verilen farkların standart sapmaları sunulmuştur. Her iki tablo beraber incelendiğinde tüm bantlar kullanılarak yapılan görüntü birleştirme işleminden elde edilen fark değerlerinin daha küçük olduğu gözlenmektedir. Örneğin 2.Bantta tüm bantlar kullanılarak yapılan görüntü birleştirme işleminin farkı 0,400; 2-5'inci bantlar kullanılarak yapılan görüntü birleştirme işleminin farkı 1,033; 1-6. bantlar kullanılarak yapılan görüntü birleştirme işleminin farkı 1,667 olarak elde edilmiştir. Ancak algılayıcıların hassasiyetleri ve meteorolojik koşullar dikkate alındığında, bant grupları arasındaki bu kadar küçük farkların ihmal edilebileceği değerlendirilmektedir. Bant gruplarına ayrılmasının esas faydası standart sapmalarda yakalanmıştır. Çizelge 5'de de görüldüğü gibi 2.bant için standart sapma tüm bantların kullanıldığı görüntü birleştirmeden elde edilen sonuçta 4,223 iken bu 1-6. bantların kullanıldığı kombinasyonda 3,241'e, kıyı bandının da çıkarılarak yalnızca görünür bantların kullanıldığı 2-5'inci bantlar ile yapılan görüntü birleştirme sonucunda 2,659'a düşmüştür.

Çizelge 5: Dalgacık-En Yakın Komşuluk Yöntemine Göre Standart Sapmalar.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1-8. Bantlar	3,507	4,223	7,546	16,758	16,736	27,181	30,672	29,228
2-5. Bantlar		2,659	5,032	9,541	8,982			
7-8.Bantlar							18,638	19,941
6-8.Bantlar						25,719	32,187	30,723
1-6.Bantlar	2,984	3,241	6,243	12,519	12,268	14,166		

Uygulamada çalışılan bir konu da farklı detay grupları esas alınarak yapılan görüntü birleştirme sonuçlarının yansıma farklarının birbirine göre farklı olabileceği savıdır. Bu nedenle Şekil 7'de görüldüğü gibi orman, arazi ve hidrografya detaylarının her birinden yansıma değerleri ölçülmüştür. Çizelge 6'da Dalgacık-En Yakın Komşuluk Yöntemine göre tüm bantlar kullanılarak görüntü birleştirme işlemi yapılan verinin çok bantlı görüntüden olan yansıma değeri farklarının ortalamaları verilmiştir. Burada genel olarak orman ve arazi detaylarındaki yansıma farklarının hidrografik detaylara göre daha küçük olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 6: Dalgacık-En Yakın Komşuluk Yöntemine Göre Farklı Detay Gruplarındaki Yansıma Farklarının Ortalamaları

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Orman	0,500	1,300	1,500	3,200	1,200	3,500	3,600	4,400
Arazi	1,100	1,100	1,600	3,100	2,600	3,000	4,300	3,300
Hidrografya	-0,600	-1,200	-2,700	-6,800	-5,000	-7,900	-8,800	-9,200
Toplam	0,333	0,400	0,133	-0,167	-0,400	-0,467	-0,300	-0,500

Çizelge 7'de ise Çizelge 6'da verilen fark ortalamalarının standart sapmaları sunulmuştur. Sonuç incelendiğinde, arazi detayına ait standart sapmanın orman ve hidrografya detayına göre oldukça küçük olduğu; arazi ve hidrografya arasındaki standart sapma oranının bazı bantlarda 5 katına kadar yaklaştığı görülmüştür.

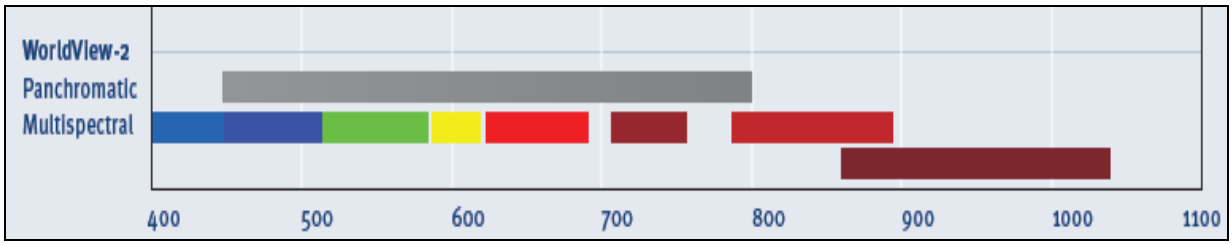
Çizelge7: Dalgacık-En Yakın Komşuluk Yöntemine Göre Farklı Detay Gruplarındaki Standart Sapmalar

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Orman	2,55	2,41	3,98	8,57	10,78	15,19	17,34	15,74
Arazi	1,45	1,60	2,76	6,24	5,91	10,41	11,29	11,18
Hidrografya	5,42	6,70	12,11	26,82	26,74	44,15	49,82	47,47
Toplam	3,51	4,22	7,55	16,76	16,74	27,18	30,67	29,23

6. SONUÇLAR

Yapılan çalışma neticesinde, görüntü birleştirme işlemi için seçilen algoritmanın yansıma değerlerini koruması açısından farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Erdas Imagine yazılımı kullanılarak Worldwiew-2 uydu görüntüsünün çokbatlı ve pankromatik bileşenlerinin görüntü birleştirilmesi için kullanılan algoritmalarda, yansıma değerini en çok koruyan algoritmalardan birinin Wavelet-Principal-Nearest yöntemi olduğu; anılan yöntemin standart sapmasının diğer yöntemler arasında en düşük olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde pankromatik bandın hassas olduğu dalga boylarında veri toplayan spektral bantlarda birleştirme sonrası daha iyi sonuçlar elde edildiği, pankromatik bandın algılama yaptığı dalga boyları dışında alım yapan diğer bantlarda spektral değerlerde büyük farklılıklar oluştuğu görülmüştür (Şekil 12). Bu etkinin görüntü birleştirme uygulamalarında göz önünde bulundurulması gereklidir.



Şekil 12 – Worldwiew-2 Uydusu Bant Aralıkları

Bantları tayfsal çözünürlükleri dikkate alınarak bantların gruplandırılmasının, çok bantlı görüntü ve birleştirilmiş görüntü yansıma değerleri arasındaki farkların küçülmesine olumlu katkı sağladığı, bu nedenle bilgi çıkarımı için kullanılacak bant ya da bant grupları belirli ise tüm bantlarla görüntü birleştirme işlemi yerini, seçilecek bantlarda görüntü birleştirmesi işleminin yapılmasının sonucu olumlu etkileyeceği görülmüştür.

Çok bantlı görüntünün ve birleştirilmiş görüntülerinin arasındaki yansıma farklarının detay cinsine göre farklılık gösterdiği, belirli bir detay grubu için her algoritmanın farklı sonuçlar verdiği, dolayısıyla hakkında bilgi çıkarılmak istenen detaya göre algoritmaların seçilmesinin yerinde olacağı gözlemlenmiştir.

Çalışmada yalnızca Erdas Imagine yazılımının görüntü birleştirme algoritmalarının Worldwiew-2 uydu görüntüsünün yansıma değerlerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmacıların benzer çalışmaları farklı algoritmalar, farklı detay grupları, farklı bant kombinasyonları, farklı görüntüler ve daha fazla test noktası ile çalışmanın uzaktan algılama ile bilgi çıkarımı yapacak çalışmalarda bilim insanlarına katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Akça M.D., Doğan Sedat,2002, Sayısal Görüntülerde Ana Bileşenler Dönüşümü, Harita Degisi, Temmuz 2002, Sayı : 128

Bektaş F.B.., Göksel Ç., 2009, Spot 5 ve Farklı Görüntü Birleştirme Algoritmaları TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara

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, vol. 56, no. 4, pp. 459-467

Ehlers, M., 2004. Spectral characteristics preserving image fusion based on Fourier domain filtering, In: Ehlers, M.,Posa, F., Kaufmann, H.J., Michel, U., de Carolis, G. (Eds.), Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology IV, in Proc. SPIE, Vol. 5574, Bellingham, WA: 1-13.

Ehlers, M., 2007. Segment based image analysis and image fusion, In Proc. 2007 ASPRS Annual Convention, Tampa, FL. 12 p.

Erdas Field Guide, 2010, "http://geospatial.intergraph.com/Libraries/Tech_Docs/ERDAS_Field_Guide.sflb.ashx" pp:274-282

Harita Genel Komutanlığı-HGKS125-1, 2003, Haritacılık Terimleri Sözlüğü, 534p.
Hurd J.D., Civco D.L., 2009, Creating an Image Dataset to Meet Your Classification Needs: A Proof-Of-Concept Study, ASPRS 2009 Annual Conference Baltimore, Maryland

Klonus S., Ehlers M.,2009, Performance of evaluation methods in image fusion, 12th International Conference on Information Fusion Seattle, WA, USA

Temiz M.S., Doğan S., 2005, "Dijital Görüntülerin Rektifikasyonu: Sensör Modelleri, Geometrik Görüntü Dönüşümleri Ve Yeniden Örnekleme", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Uğurlu B., Yıldırım H., Özel M., 2007 "Uydu Verilerinin Farklı Yöntemlerle Karılması ve Sonuçların Karşılaştırılmaları" TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Trabzon

V. Vijayaraj, 2004, A Quantitative Analysis of Pansharpened Images, Mississippi State University