



DALGACIK YÖNTEMİNE DAYALI GÖRÜNTÜ FÜZYON TEKNİKLERİ

Şaheste PEHLİVANLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Şaheste PEHLİVANLI tarafından hazırlanan “DALGACIK YÖNTEMİNE DAYALI GÖRÜNTÜ FÜZYON TEKNİKLERİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Erkan AFACAN

Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Erdem YAZGAN

Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, TED Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. Nursel AKÇAM

Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 10/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Şaheste PEHLİVANLI

10/07/2019

DALGACIK YÖNTEMİNE DAYALI GÖRÜNTÜ FÜZYON TEKNİKLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Şaheste PEHLİVANLI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2019

ÖZET

Bu tez çalışmasında, görüntü füzyonu tanımı, kullanım alanları, görüntü füzyon yöntemleri incelenmiştir. Görüntü füzyonunda kullanılan ayrık dalgacık yöntemi detaylı bir şekilde incelenmiş, dalgacık aileleri konusunda bilgi verilmiştir. İlk aşamada farklı resimlerin görüntü füzyonu yapılmış ikinci aşamada uydulardan alınan farklı resimlerin füzyonu yapılarak görüntü füzyon resimleri elde edilmiş ve görüntü kalite parametreleri hesaplanmıştır. Görüntü füzyonu sonucu oluşan resimlerin görüntü kalite parametreleri hesaplanıp karşılaştırılarak en iyi görüntü füzyon resmi belirlenip sonrasında en iyi görüntü füzyon yöntemi tespit edilmiştir.

Bilim Kodu : 90516
Anahtar Kelimeler : Görüntü füzyon yöntemleri, görüntü kalite parametreleri, ayrık dalgacık dönüşümü, DWT
Sayfa Adedi : 89
Danışman : Prof. Dr. Erkan AFACAN

WAVELET METHOD BASED IMAGE FUSION TECHNIQUES

(M. Sc. Thesis)

Şaheste PEHLİVANLI

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

In this study; image fusion has been investigated, its importance, description, usage areas and methods have been assessed, Discrete Wavelet Transform (DWT) has been focused and all wavelet families have been examined. In the first stage different images have been fused; In the second stage, the different views of same image that we get from satellite have been fused. We analyse image quality metrics of fusion images, then the best fusion image is found by comparing image quality metrics of fusion images. According to best fusion image, we find best fusion method by using Matlab.

Science Code : 90516
Key Words : Image Fusion Techniques, Image Quality Metrics, DWT
Page Number : 89
Supervisor : Prof. Dr. Erkan AFACAN

TEŐEKKÖR

Başta Ulu Önder, BaŐöğretmen Mustafa Kemal ATATÖRK olmak üzere, çalıŐmalarım boyunca değerli katkılarını, yardımlarını esirgemeyen, tecrübesini ve ilmini cömertçe aktarmaya çalıŐan değerli tez danışmanım Prof.Dr. Erkan AFACAN'a teŐekkörü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GÖRÜNTÜ FÜZYONU.....	3
2.1. Görüntü Füzyonunun Faydaları	3
2.2. Görüntü Füzyonunun Uygulama Alanları.....	3
2.3. Görüntü Füzyonu Avantaj ve Dezavantajları.....	4
2.4. Görüntü Füzyonu Teknikleri.....	4
2.4.1. Renk Tabanlı Yöntem (IHS) dönüşümü füzyonu	4
2.4.2. PCA (principal component analysis, temel bileşen analizi) yöntemi	5
2.4.3. Brovey füzyon yöntemi.....	5
2.5. Wavelet (Dalgacık) Dönüşümü Tabanlı Füzyon.....	5
3. DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ	7
3.1. Dalgacık ve Fourier Dönüşümlerinin Karşılaştırılması	7
3.2. Dalgacık Ailesi.....	8
3.2.1. Haar dalgacığı	8
3.2.2. Daubechies dalgacıkları	8
3.2.3. Biortogonal dalgacıklar	9
3.2.4. Coiflet dalgacıkları.....	9

	Sayfa
3.2.5. Symlet dalgacıkları	10
3.2.6. Meyer dalgacığı.....	10
3.2.7. Gabor dalgacığı.....	10
4. GÖRÜNTÜ FÜZYON AŞAMALARI	11
4.1. Görüntü Ayırıştırma	11
4.2. Görüntülerin Birleştirilme Aşaması	16
4.2.1. Dalgacık (Wavelet) tabanlı füzyon sistemi	16
4.3. Görüntü Kalitesi Ölçüm Parametreleri.....	17
4.3.1. Belirli bir referans (ideal) resim alınarak yapılan kalite ölçüm parametreleri	17
4.3.2. Referans (ideal) resim alınmadan yapılan görüntü kalite ölçüm parametreleri	22
5. GÖRÜNTÜ FÜZYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	25
5.1. Farklı Resimlerin Görüntü Füzyonunun Karşılaştırılması.....	25
5.1.1. Görüntü füzyon resim nesnelерinin oluşturulması	28
5.1.2. Oluşturulan görüntü füzyon nesneleri.....	29
5.2. Referans Olan Görüntü Kalite Parametrelerinin Hesaplanması.....	38
5.2.1. PSNR hesaplanması	38
5.2.2. MSE hesaplanması.....	39
5.2.3. SSIM hesaplanması.....	40
5.3. Referans Olmayan Değerlerin Hesaplanması	41
5.3.1. Niqe hesaplanması	41
5.3.2. Brisque hesaplanması.....	41
5.4. Görüntü Füzyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi	41
6. UYDULARDAN ALINAN GÖRÜNTÜLERİN FÜZYONU	47
6.1. Görüntü Füzyon Resim Nesnelерinin Oluşturulması	50
6.2. Referans Olan Değerlerin Hesaplanması	51

	Sayfa
6.2.1. PSNR değerinin A nesnesi referans alınarak hesaplanması.....	51
6.2.2. PSNR değerinin B nesnesi referans alınarak hesaplanması.....	52
6.2.3. SSIM değerinin A nesnesi referans alınarak hesaplanması	52
6.2.4. SSIM değerinin B nesnesi referans alınarak hesaplanması	52
6.2.5. Ortalama Kare hatasının A nesnesi referans alınarak hesaplanması.....	53
6.2.6. Ortalama Kare hatasının B nesnesi referans alınarak hesaplanması.....	53
6.3. Referans Olmayan Değerlerin Hesaplanması	53
6.3.1. Niqe hesaplanması	53
6.3.2. Brisque hesaplanması.....	53
6.4. Uydulardan Alınan Resimlerin Füzyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi	53
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	61
EK-1. B nesneleri oluşturulması ve NIQE hesaplanması	62
EK-2. B nesneleri için brisque hesaplaması	65
EK-3. B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman MSE hesaplaması	67
EK-4. B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman MSE hesaplaması	69
EK-5. B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman PSNR hesaplaması	72
EK-6. B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman PSNR hesaplaması	74
EK-7. B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman SSIM hesaplaması	76
EK-8. B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman SSIM hesaplaması	78
EK-9. A nesneleri oluşturulması ve niqe hesaplaması.....	80
EK-10. A nesneleri için brisque hesaplaması	82
EK-12. A nesneleri için B nesnesi referans alınarak SSIM hesaplaması	84
EK-13. A nesneleri için A nesnesi referans alınarak PSNR hesaplaması.....	85
EK-14. A nesneleri için B nesnesi referans alınarak PSNR hesaplaması.....	86

	Sayfa
EK-15. A nesneleri için A nesnesi referans alınarak MSE hesaplaması	87
EK-16. A nesneleri için B nesnesi referans alınarak MSE hesaplaması.....	88
ÖZGEÇMİŞ	89



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Görüntü füzyon resimlerinin PSNR değerleri	39
Çizelge 5.2. Füzyon resimlerinin görüntü kalite parametreleri tablosu.....	41
Çizelge 6.1. Görüntü füzyon resimlerinin PSNR değeri.....	52
Çizelge 6.2. Füzyon resimlerinin görüntü kalite parametreleri tablosu.....	55



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Sinüzoidal dalga formu.....	7
Şekil 3.2. Dalgacık formu	7
Şekil 3.3. Haar dalgacığı.....	8
Şekil 3.4. Daubechies dalgacıkları.....	9
Şekil 3.5. Coiflet dalgacıkları	9
Şekil 3.6. Symlet dalgacıkları	10
Şekil 4.1. Ayırıştırma işleminin arayüzde gösterimi.....	12
Şekil 4.2. Ayırıştırma işleminin grafiksel gösterimi	13
Şekil 4.3. Tekrar yapılandırma işleminin gösterimi.....	14
Şekil 4.4. Orijinal resim histogramı	15
Şekil 4.5. Geriye çatma ile tekrar oluşturulmuş resim histogramı.....	15
Şekil 4.6. Ters DWT dönüşümü grafiksel gösterimi	16
Şekil 4.7. Gauss filtresi	20
Şekil 4.8. Gauss gürültüsü	21
Şekil 4.9. Gürültü bastırma (db-level4)	21
Şekil 4.10. Gürültü bastırma (sym-level4).....	22
Şekil 5.1. Dalgacık analizi arayüzü.....	25
Şekil 5.2. Görüntü füzyonu arayüzü	26
Şekil 5.3. Görüntü füzyon yöntemleri seçim aşaması.....	27
Şekil 5.4. Görüntü füzyonu resmi	28
Şekil 5.5. Nesnelerin çalışma alanı	29
Şekil 5.6. Mask (B00)	30
Şekil 5.7. Bust (B01).....	30
Şekil 5.8. Sym4level2maxmin(B1).....	31
Şekil 5.9. Db2level2maxmin(B2)	31

Şekil	Sayfa
Şekil 5.10. Sym4level2maxmean(B3)	32
Şekil 5.11. Db2level2maxmean(B4).....	32
Şekil 5.12. Sym4level5maxmean(B5)	33
Şekil 5.13. Db2level5maxmin (B6)	33
Şekil 5.14. Db2level5maxmax(B7).....	34
Şekil 5.15. Sym4level5maxmax(B8)	34
Şekil 5.16. Db2level5maxmean(B9).....	35
Şekil 5.17. Sym4level5maxmean (B10)	35
Şekil 5.18. Db2level2meanmean(B11)	36
Şekil 5.19. Sym4level2meanmean(B12).....	36
Şekil 5.20. Sym4level5meanmean(B13).....	37
Şekil 5.21. Db2level5meanmean(B14)	37
Şekil 5.22. Sym2level5meanmean(B15).....	38
Şekil 5.23. Sym4level2maxmin (B1).....	42
Şekil 5.24. Sym4level5maxmax (B8)	42
Şekil 5.25. Db2level5maxmin(B6)	43
Şekil 5.26. Db2level5maxmax(B7).....	43
Şekil 5.27. (B14)db2lev5meanmean.....	44
Şekil 5.28. (B15)sym2lev5meanmean	44
Şekil 6.1. Saras51.jpg.....	47
Şekil 6.2. Saras52.jpg.....	47
Şekil 6.3. Dblevel2meanmean(A1).....	48
Şekil 6.4. Symlevel2meanmean(A2)	48
Şekil 6.5. Dblevel5maxmax(A3)	48
Şekil 6.6. Symlevel2maxmax(A4).....	49
Şekil 6.7. Symlevel5maxmax(A5).....	49

Şekil	Sayfa
Şekil 6.8. Symlevel5maxmean(A6)	49
Şekil 6.9. Symlevel5maxmin(A7).....	50
Şekil 6.10. Sym5meanmean(A8)	50
Şekil 6.11. Nesnelerin çalışma alanı	51
Şekil 6.12. Dblevel2meanmean(A1).....	54
Şekil 6.13. Symlev5meanmean(A8)	54
Şekil 6.14. Dblevel5maxmax(A3)	54



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
PAN	Panchromatic (Pankromatik)
MS	Multispectral (Çoklu Spektral)
RGB	Red Green Blue (Kırmızı Yeşil Mavi)
IHS	Intensity-Hue-Saturation (Parlaklık-Ton-Doygunluk)
DWT	Discrete Wavelet Transform (Ayrık Dalgacık Dönüşümü)
IDWT	Inverse Discrete Wavelet Transform (Ters Ayrık Dalgacık Dönüşümü)
DFT	Discrete Fourier Transform (Ayrık Fourier Dönüşümü)
MSE	Mean Square Error (Ortalama Kare Hatası)
PSNR	Peak Signal Noise Ratio (Tepe İşaret Gürültü Oranı)
SSIM	Structural Similarity Index (Yapısal Benzerlik Katsayısı)
Brisque	Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator (Kör/Referanssız Görüntü Kalite Değerlendiricisi)
NIQE	Naturalness Image Quality Evaluator (Doğal Görüntü Kalite Değerlendiricisi)
JPEG	Joint Photographic Experts Group
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform (Ters Ayrık Fourier Dönüşümü)
db	Daubechies
sym	Symlet
DCT	Discrete Cosine Transform (Ayrık Kosinüs Dönüşümü)
CCD	Charge Coupled Device (Yük Bağlısımlı Görüntü Elemanı)
EKG	Electrocardiogram (Elektrokardiyografi)
LH	Low High (Düşük Yüksek)
MR	Magnetic Resonance (Manyetik Rezonans)
NSS	Natural Scene Statistic (Doğal Sahne İstatistik Modeli)

1. GİRİŞ

Görüntü füzyonu günümüzde her alanda kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle uydulardan alınan görüntülerin son hale getirilmesinde, ya da dijital kameralardan alınan görüntülerin birleştirilmesi gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Görüntü füzyonunda genel olarak Ayrık Dalgacık Dönüşümü tercih edilmektedir.

Ayrık dalgacık dönüşümü görüntü füzyonunda görüntülerin ilk aşamada ayrıştırılmasında ya da Gabor filtreleri gibi yüz tanıma, parmak izi belirleme, deprem bölgesi belirleme gibi bir çok yeni teknolojiye kullanılır. Ayrık dalgacık dönüşümünde kullanılan dalgacıkların seçimi görüntü füzyonunda büyük önem taşır.

Yapay öğrenme yöntemleri ve dalgacık dönüşümü kullanılarak sinir bozukluğu hastalıklarının teşhisinde kuvvet sinyallerinin ayrıştırılmasında Meyer Dalgacığı tercih edilirken, uydulardan alınan görüntülerin füzyonunda Symlet dalgacıkları daha verimli sonuçlar vermektedir. Kullanılan sinyallerin genliğine, gürültü oranına bakılarak seçilen dalgacık ailesi ve ayrıştırma seviyesi konusunda en doğru kararı vermek büyük önem taşımaktadır.

Bu tez kapsamında; görüntü füzyonunda İki çeşit analiz yapılmıştır. İlkinde farklı görüntülerin füzyonu yapılmış, ikincisinde ise uydulardan alınan farklı resimlerin füzyonu yapılmıştır. Füzyon resimlerinin her birinin görüntü kalite parametreleri hesaplanarak en verimli füzyon yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.

Görüntü kalite parametrelerinden SSIM (Yapısal Benzerlik Katsayısı) belirleme yöntemi literatürde incelenmiş ama daha önce yapılan hiçbir görüntü füzyonu çalışmasında tam olarak hesaplanmamıştır. Çünkü bu parametre hesaplanırken Gauss filtresinden geçmesi gerekmektedir. PSNR (Peak Signal Noise Ratio, Tepe İşaret Gürültü Oranı) ya da MSE (Mean Square Error, Ortalama kare hatası) hesaplamaya göre çok daha zor bir hesaplama aritmetiği kullanılır.

Görüntü füzyonu sonucu elde edilen her bir resmin tüm kalite parametreleri Niqe (Naturalness Image Quality Evaluator, Doğal Görüntü Kalite Değerlendiricisi), BRISQUE (Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator, Kör/ Referanssız Görüntü Kalite

Değerlendiricisi), SSIM dahil olmak üzere hesaplanmış ayrıntılı incelemesi yapılarak en doğru füzyon yöntemi seçimi bu tez kapsamında yapılmaya çalışılmıştır.

Daha önce bu konuda yapılan hiç bir çalışmada Görüntü füzyon resimlerinin kalite parametreleri referanslı ve referanssız olarak ayrı ayrı incelenmemiştir. PSNR, MSE parametreleri detaylı incelenmiş ancak yeni teknolojiler olan NIQE, BRISQUE, SSIM hesaplamaları tam olarak yapılmamıştır.

Tezin ilk kısmında görüntü füzyonu, görüntü kalite parametreleri ayrıntılı bir şekilde anlatılmış, ikinci kısmında görüntü füzyon resimlerinin kalite parametreleri hesaplanmış, son kısmında en iyi görüntü kalitesine sahip füzyon resmi tespit edilerek en iyi füzyon yöntemi belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında görüntü kalite parametrelerinin hesaplanmasında Matlab programı kullanılmış, hesaplamalar en baştan bütün füzyon resimleri için yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılarak en doğru füzyon resmi bulunmaya çalışılmıştır. Doğru Füzyon resminin bulunması sonrasında en doğru füzyon yöntemi belirlenmiştir.

2. GÖRÜNTÜ FÜZYONU

İki veya daha fazla görüntünün temel özellikleri değiştirilmeden birleştirilerek tek bir görüntü haline getirilmesi işlemidir. Görüntü füzyonu uzaktan algılama, robotik ve tıbbi uygulamalar gibi bir çok alanda kullanılır.

2.1. Görüntü Füzyonunun Faydaları

Füzyon algoritmasının sonucu oluşan resim kalitesinin artırılması sürecine Sinerji denilir.

Sinerji süreci sonrasında yapılan görüntü füzyonunun faydaları

- Genişletilmiş çalışma aralığı,
- Uzamış mekansal ve zamansal kapsam,
- Azaltılmış belirsizlik,
- Artan güvenilirlik,
- Sağlam sistem performansı

olarak adlandırılabilir.

Günümüz dijital dünyasında zaman en önemli değerdir. Önceden belirlenmiş en iyi görüntü füzyon tekniği ve parametreleri zaman ve para kaybını önlemeye yardımcı olur [1].

2.2. Görüntü Füzyonunun Uygulama Alanları

Görüntü füzyonu; görüntüyü içeren uygulamaların tamamında kullanılır.

1. Görüntü füzyonu en çok uydulardan alınan aynı nesneye ait farklı resimler için kullanılır. Görüntüler uzaktan alındığı için bozulmalar artmakta ve füzyon sürecini zorunlu kılar.
2. Medikal alanda kanser teşhisi için yapılan biyopsilerde, ultrasonografi cihazı kullanılarak füzyon görüntüleme işlemleri yapılmaktadır.
3. Askeri alanda, özellikle havadan gelen tehditleri tespit etmek için füze sistemlerinden alınan görüntülerin füzyonu yapılmaktadır.

4. Robotik alanda çoğunlukla görüntülerdeki frekans değişimlerini tespit edebilmek için görüntü füzyonu kullanılmaktadır.

2.3. Görüntü Füzyonu Avantaj ve Dezavantajları

Görüntü füzyonun avantajları;

1. Görüntü füzyon resimlerinin yorumlanması daha kolaydır,
2. Görüntü Füzyon Resimlerinde renkler daha net ve belirgindir,
3. Daha düşük maliyetlidir,
4. Günümüz dijital dünyasında önemi gittikçe artmakta olan veri depolama alanının azalmasını sağlamaktadır.

Görüntü füzyonun dezavantajları;

1. Görüntü füzyonu, olumsuz hava koşullarında tek sensör ile yapılırsa elde edilen sonuçlar daha verimsiz olabilir.
2. Füzyon sırasında füzyon parametreleri doğru seçilmesse verilerin işlenmesi yavaşlamakta ya da veri kaybı yaşanabilir.

2.4. Görüntü Füzyonu Teknikleri

Görüntü füzyonu teknikleri kullanım alanlarına göre değişir.

2.4.1. Renk Tabanlı Yöntem (IHS) dönüşümü füzyonu

IHS (intensity-hue-saturation, parlaklık-ton-doygunluk) dönüşümü bilinen en eski görüntü füzyon yöntemidir. IHS dönüşümünde parlaklık ton ve doygunluk, spektral bilginin çoğunu içerdiğinden füzyon sürecinde dikkatle kontrol edilmelidir.

Yüksek çözünürlüklü görüntülerin füzyonu için, yüksek uzaysal çözünürlük ayrıntı bilgileri spektral bilgilere eklenir. Böylece füzyon görüntüsünün daha net renklere sahip olması sağlanır.

2.4.2. PCA (principal component analysis, temel bileşen analizi) yöntemi

PCA, IHS 'ye benzeyen başka bir füzyon yöntemidir. PCA yönteminde, düşük çözünürlüklü multispektral (çok bantlı) görüntüye PCA dönüşümü uygulanır ve asıl bileşenler üretilir. İlk asıl bileşenin düşük çözünürlüklü görüntüde tüm uzaysal ayrıntıları içerdiği kabul edilir. Bu nedenle, ilk asıl bileşen, orijinal yüksek çözünürlüklü pankromatik görüntü ile değiştirilir ve ardından füzyon görüntü üretmek üzere ters PCA dönüşümü uygulanır. Bu yöntemle, multispektral (çok bantlı) görüntü bantlarından oluşturulan düşük çözünürlüklü pankromatik görüntü, multispektral görüntünün ilk bandı olarak kullanılmaktadır.

PCA özellikle görüntü sıkıştırma ve görüntü sınıflandırma tekniklerinde kullanılır. PCA, çok boyutlu veri kümelerini düşük boyutlara düşürmek için sıklıkla kullanılan bir vektör uzayı dönüşümüdür. PCA'nın en önemli avantajı, verilerin sıkıştırılabilmesi ve veri kaybının fazla olmamasıdır.

2.4.3. Brovey füzyon yöntemi

Brovey yönteminde; Her düşük çözünürlüklü bant, yüksek çözünürlüklü bantla çarpılır ve daha sonra giriş, düşük çözünürlüklü bantların toplamına bölünerek normalleştirilir. Bunun nedeni, bu yöntemin multispektral görüntünün tüm bantlarını toplama esnasında yoğunluk oluşturması ve pankromatik görüntü ile üretilen görüntü arasında bazı tutarsızlıklara neden olmasıdır [2].

2.5. Wavelet (Dalgacık) Dönüşümü Tabanlı Füzyon

Dalgacık tabanlı füzyon yöntemlerinde, öncelikle işaret işleme alanında geliştirilen dalgacık dönüşümleri kullanılmaktadır.

Dalgacık tabanlı görüntü füzyonunda giriş görüntülerinin en önemli özellikleri seçilir ve füzyon görüntüsünün bilgi miktarını artırılır [3].

En çok kullanılan görüntü füzyon tekniği olan dalgacık tabanlı görüntü füzyonu Eş. 2.1'deki denklemde ifade edilir [4].

$$I(x,y)=w^{-1}(\phi(w(A(x,y),B(x,y)))) \quad (2.1)$$

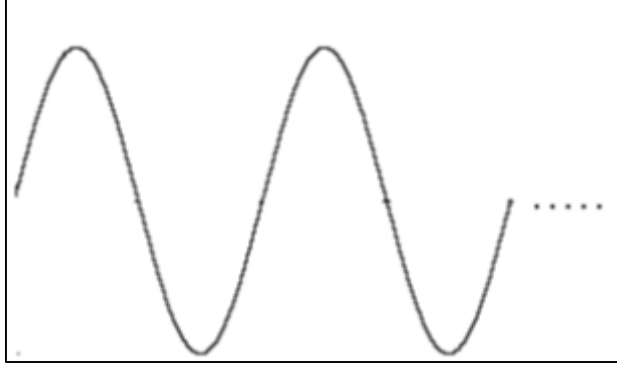
Burada A ve B giriş görüntülerini, w dalgacık dönüşümünü, Φ ise füzyon kuralını temsil etmektedir.



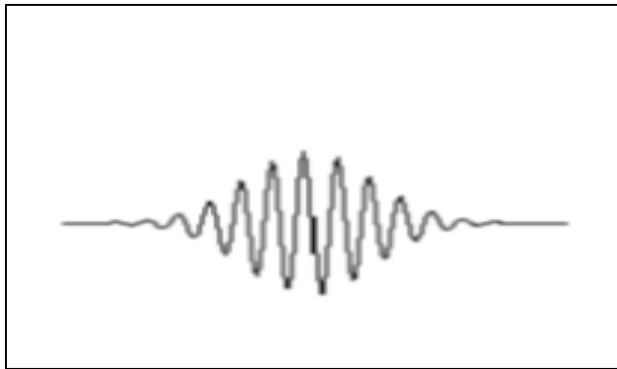
3. DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ

Dalgacık dönüşümünde yüksek frekanslarda zaman çözünürlüğü frekans çözünürlüğüne göre daha iyi, alçak frekanslarda ise frekans çözünürlüğü zaman çözünürlüğüne göre daha iyi olacak şekilde tasarlanır. Sinyalin alçak frekans alanı işaretin yaklaşıklığını, yüksek frekans alanı ise detay bilgilerini içerir.

Bir dalgacık, ortalaması sıfır olan ve sınırlı süreklilik gösteren bir fonksiyondur. Dalgacık fonksiyonları dalgalar gibidirler, ancak sınırlı bir aralıkta kırıldıklarından dolayı bu şekilde adlandırılırlar. Sinüzoidal dalga formu ile dalgacık formu arasındaki karşılaştırma Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Sinüzoidal dalga formu



Şekil 3.2. Dalgacık formu

3.1. Dalgacık ve Fourier Dönüşümlerinin Karşılaştırılması

Dalgacık fonksiyonları hem zaman hem frekans alanlarında sınırlandırılmasına rağmen, Fourier fonksiyonları sadece frekans alanında sınırlandırılır.

Dalgacıkların hem zaman hem frekans alanında sınırlandırılabilme özelliği veri sıkıştırma, füzyon sırasındaki bozulmaları engelleme ve görüntü kalitesini artırma gibi birçok alanda yarar sağlamaktadır.

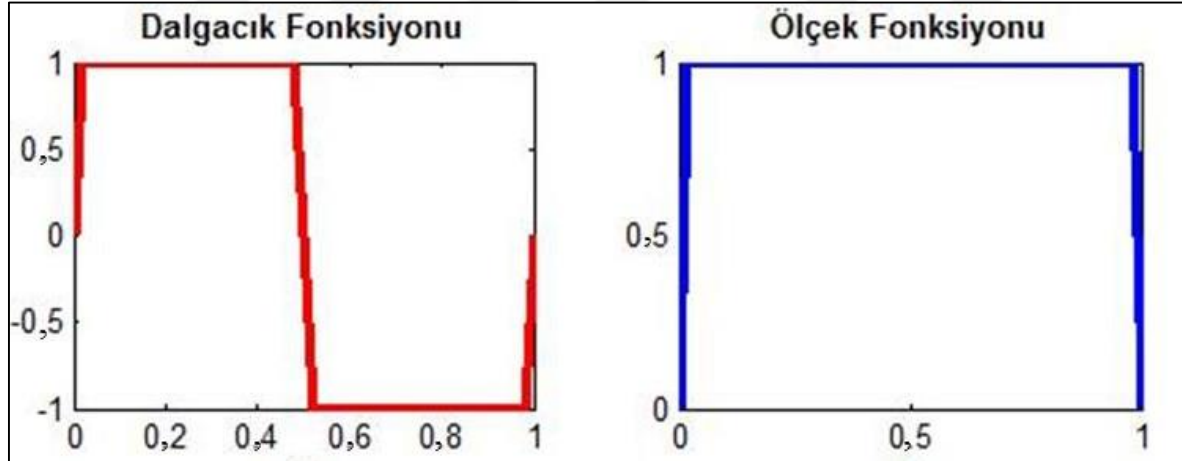
3.2. Dalgacık Ailesi

Dalgacık dönüşümünde kullanılacak füzyon yöntemine uygun dalgacık türünü seçebilme imkanı vardır. Her biri farklı özellikte olan dalgacıklar şu şekildedir.

3.2.1. Haar dalgacı

Dalgacık ailesi içerisindeki en eski ve basit ortonormal dalgacık türü olan Haar dalgacı basamak fonksiyonuna benzer. Simetrik ve süreksizdir. Ortogonal analiz kullanılır. Haar dalgacıları en eski bilinen basit ve kare şekilli fonksiyonlardır.

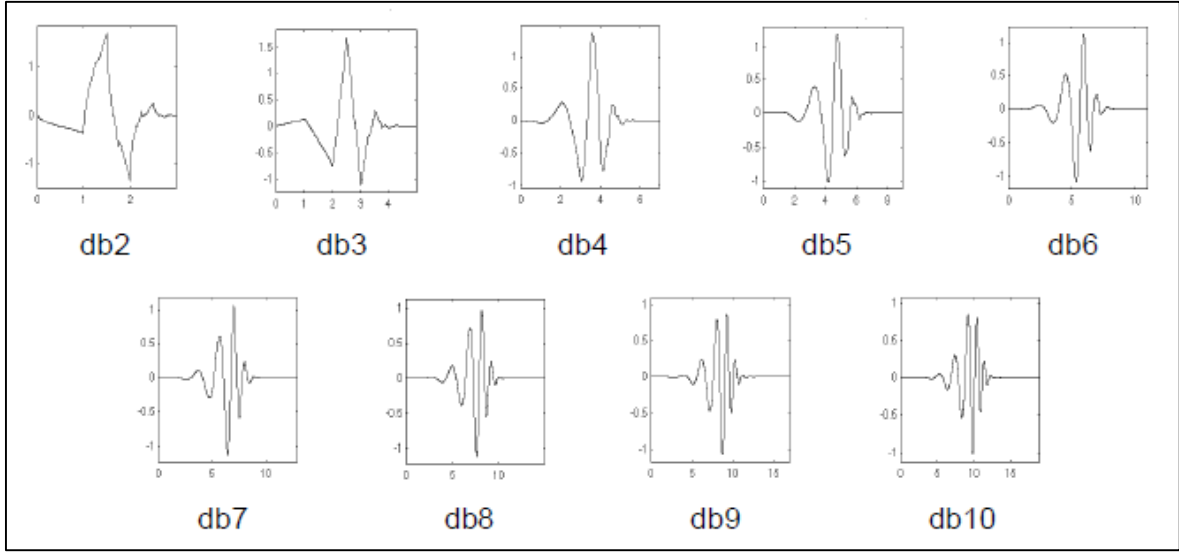
Şekil 3.3.'te Haar dalgacı fonksiyonu ve Ölçek Fonksiyonu gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Haar dalgacı

3.2.2. Daubechies dalgacıları

Haar dalgacığında olduğu gibi kesin matematiksel ifadeleri yoktur ve kısa ismi dbN şeklindedir. Analizi ortogonaldır ve simetrik değildir. Hem sürekli hem ayrık dalgacık dönüşümü yapılabilir. Db1 dalgacığın Haar dalgacığıyla aynıdır.



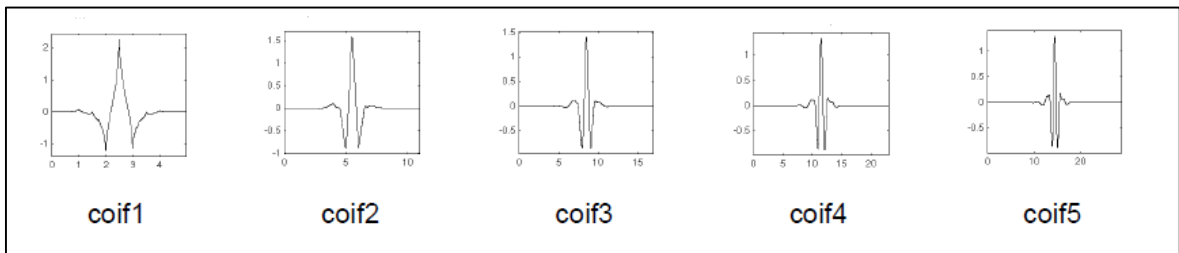
Şekil 3.4. Daubechies dalgacıları

3.2.3. Biortogonal dalgacılar

Biortogonal dalgacıların açık ifadeleri yoktur. Simetrikler. Hem ayrık hem sürekli dönüşümde kullanılabilirler. Kısa ismi 'Bior' dur.

3.2.4. Coiflet dalgacıları

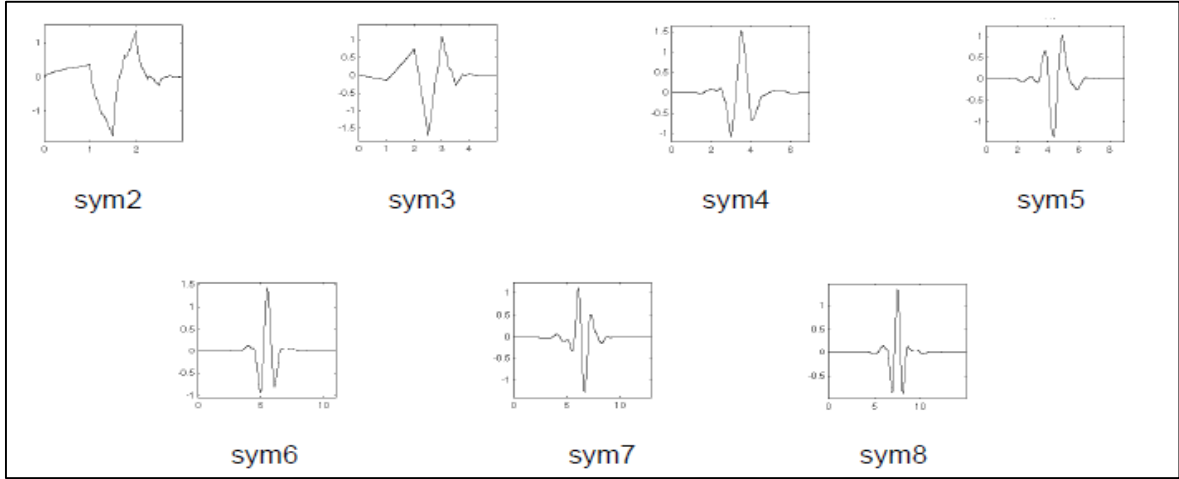
Analiz ortogondur ve simetriye yakındır. Kısa ismi 'Coif' şeklindedir. N Coiflet dalgacığının derecesi olmak üzere dalgacığın uzunluğu $6N-1$ 'dir. Ayrık ve sürekli dalgacık dönüşümü için uygundur.



Şekil 3.5. Coiflet dalgacıları

3.2.5. Symlet dalgacıları

Simetriye yakındır ve analiz ortogondur. Symlet dalgacık ailesinin derecesi N ve symlet dalgacık uzunluğu $2N-1$ 'dir. Sürekli ve ayrık dalgacık dönüşümünde kullanılır. Daubechies dalgacık ailesi ile benzer özellikler göstermektedir.



Şekil 3.6. Symlet dalgacıları

3.2.6. Meyer dalgacı

Analiz ortogondur. Açık matematiksel ifadeleri yoktur. Sürekli ve ayrık dalgacık dönüşümü yapılabilir. Simetriktir [5].

3.2.7. Gabor dalgacı

Gabor dalgacıları, gelişmiş canlılardaki konik görme sinirlerinin uzaysal frekans ve yönelim seçici özelliklerinden esinlenilerek hazırlanmış, imgeleri etkin bir şekilde analiz etmeyi sağlayan süzgeçlerdir. Gabor dalgacıları, en başta doku analizi olmak üzere yüz tanıma, parmak izi belirleme gibi birçok uygulamada yaygın olarak kullanılır [6].

4. GÖRÜNTÜ FÜZYON AŞAMALARI

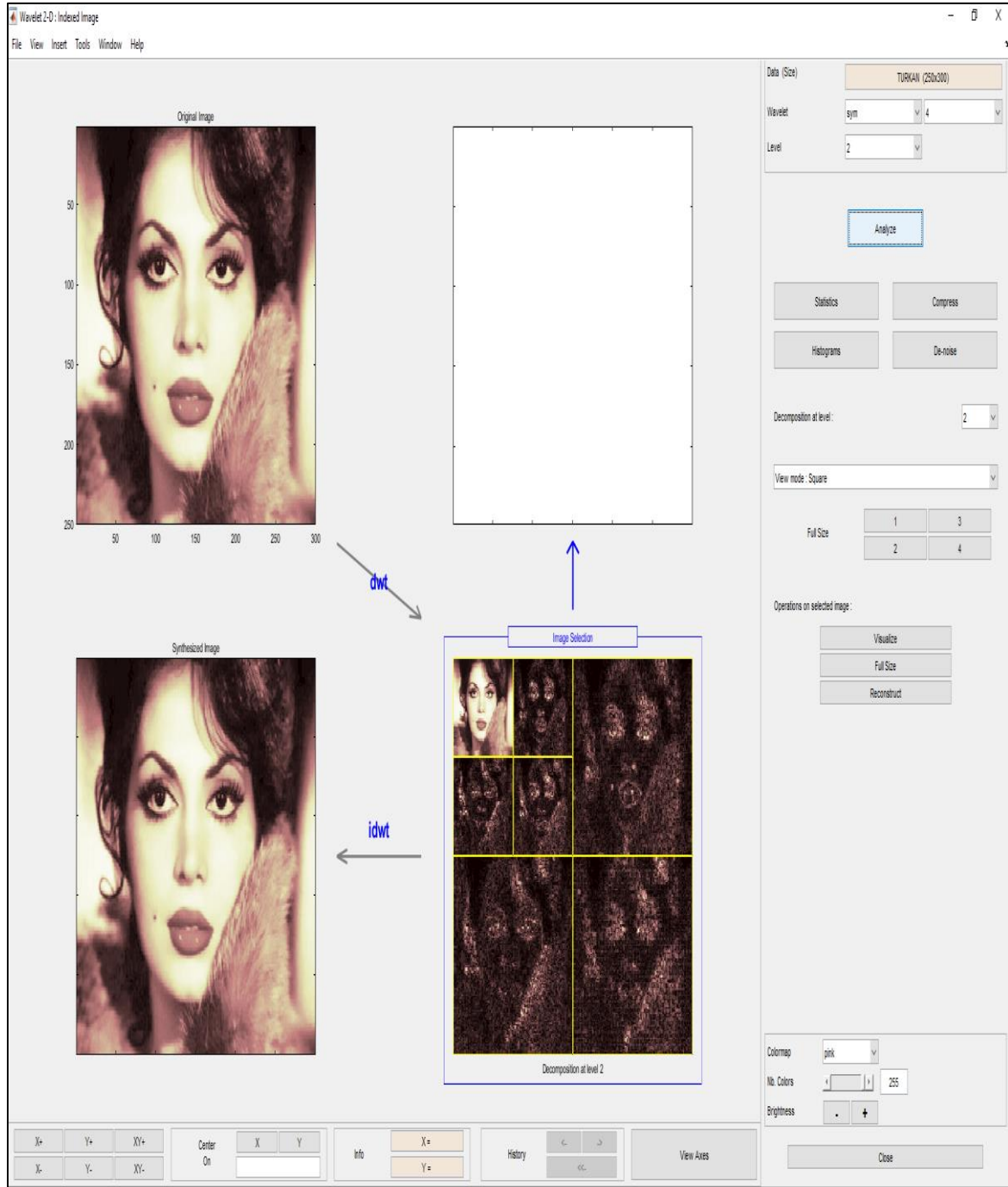
4.1. Görüntü Ayırıştırma

Ayrık dalgacık dönüşümünün görüntü ayırıştırmasında iki aşaması bulunur. İlk aşamada uygun olan dalgacık ailesinin seçimi yapılır. İyi görüntü kalitesi isteniyorsa Symlet yada Daubechies dalgacıkları tercih edilir. Daha sonra ayırıştırma seviyeleri belirlenir.

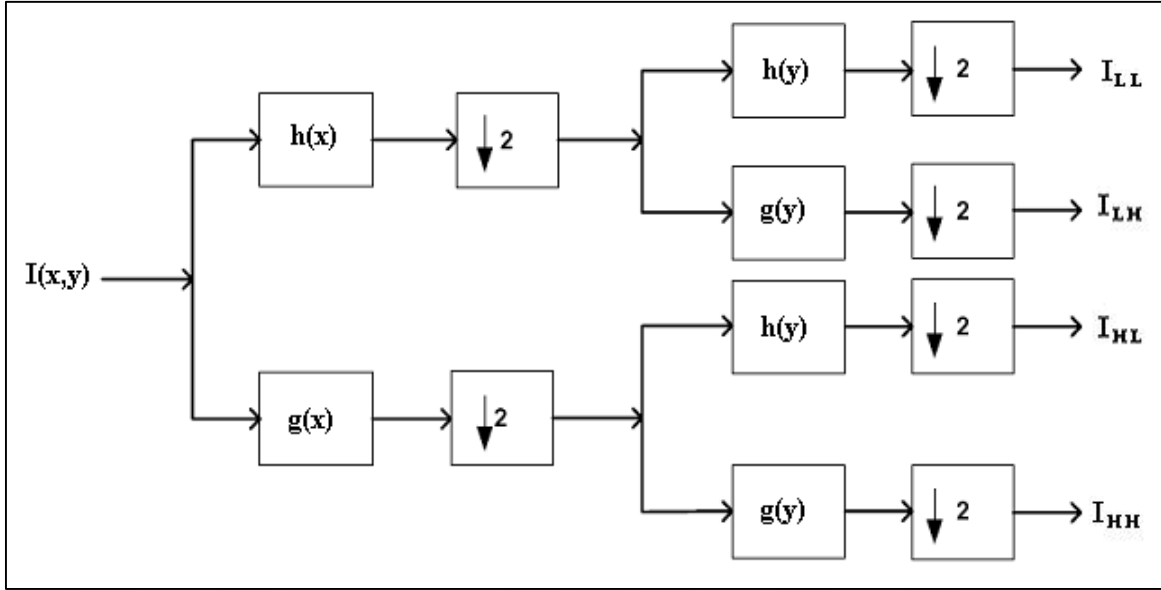
Görüntülerin dalgacık dönüşümü ile işlenmesi sonucunda toplam 4 tane altbant oluşur; bu altbantların üçü detay, biri ise yaklaşıklık altbandı olarak isimlendirilir. Detay altbantları, LH (Low High), HL (High Low) ve HH (High High) olarak adlandırılırken, yaklaşıklık altbandı LL (Low Low) olarak adlandırılır.

LL, görüntünün hem satır hem sütununa alçak geçiren süzgeçleme yapılarak elde edilir. LH , görüntünün satırlarına alçak geçiren, sütunlarına yüksek geçiren süzgeç uygulanması ile elde edilirken, HL bunun tam tersi biçimde elde edilir. HH, görüntünün hem satır hem sütununa yüksek geçiren süzgeçleme yapılarak elde edilir. Görüntüye birden fazla düzeyde dalgacık dönüşümü uygulanmak istenirse, LL banda uygulanır.

Örnek bir resim için ayırıştırma işlemi Şekil 4.1'de görülmektedir. Ayırıştırma işlemi Şekil 4.2'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Ayrıştırma işleminin arayüzde gösterimi



Şekil 4.2. Ayırıştırma işleminin grafiksel gösterimi

Ayırıştırma işlemi sonucunda Şekil 4.2’te görüldüğü gibi dört tane alt band elde edilir.

Şekil 4.3’te görüldüğü gibi resmin ayırıştırılıp (decompose) tekrar ters DWT yapılması bozukluğa neden olur.

Şekil 4.5’te görüldüğü gibi geriye çatma yapısının histogramında bozukluk var ilk düşey sütun dikeyde 0,5 artırımlık oluşur.

Eş. 2.1’de görüldüğü gibi $I(x,y)$, Φ gibi füzyon sürecinden geçmezse Şekil 4.3’teki gibi bozuk bir görüntü oluşur.

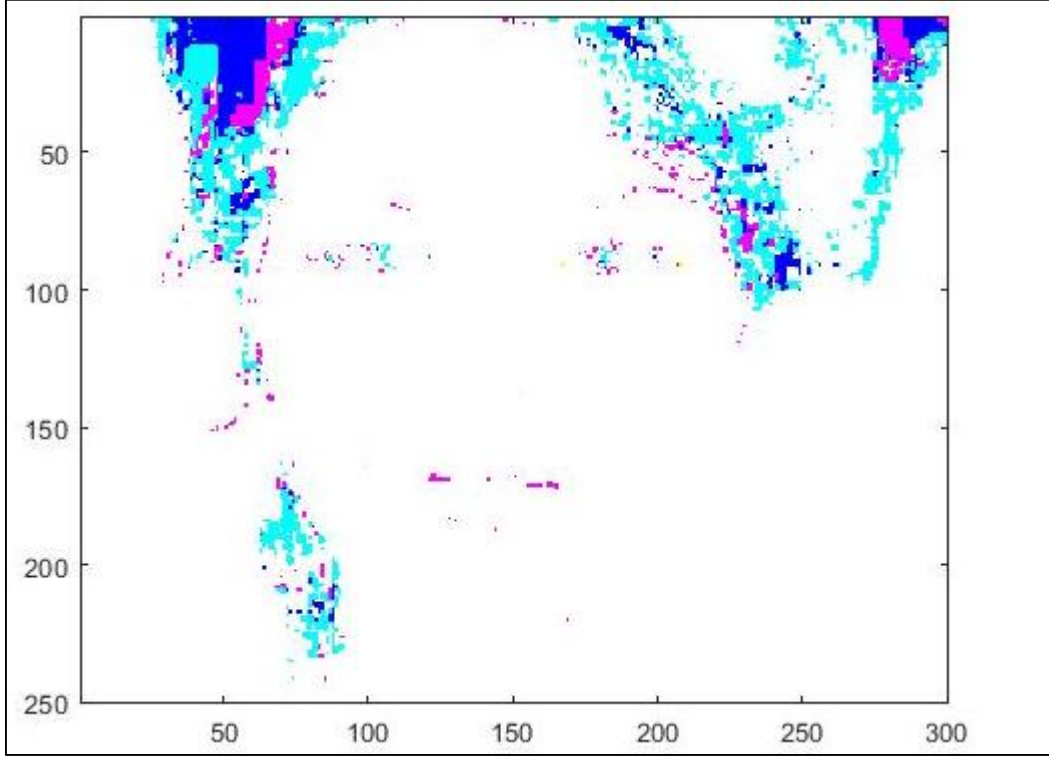
Tekrar yapılandırma sonrasında resmin neden bozuk çıktığını anlamak için histogramdan faydalanabilir.

Orijinal resim histogramı Şekil 4.4’te, geriye çatma yapısı ile tekrar oluşturulmuş resim histogramı ise Şekil 4.5’te görülmektedir.

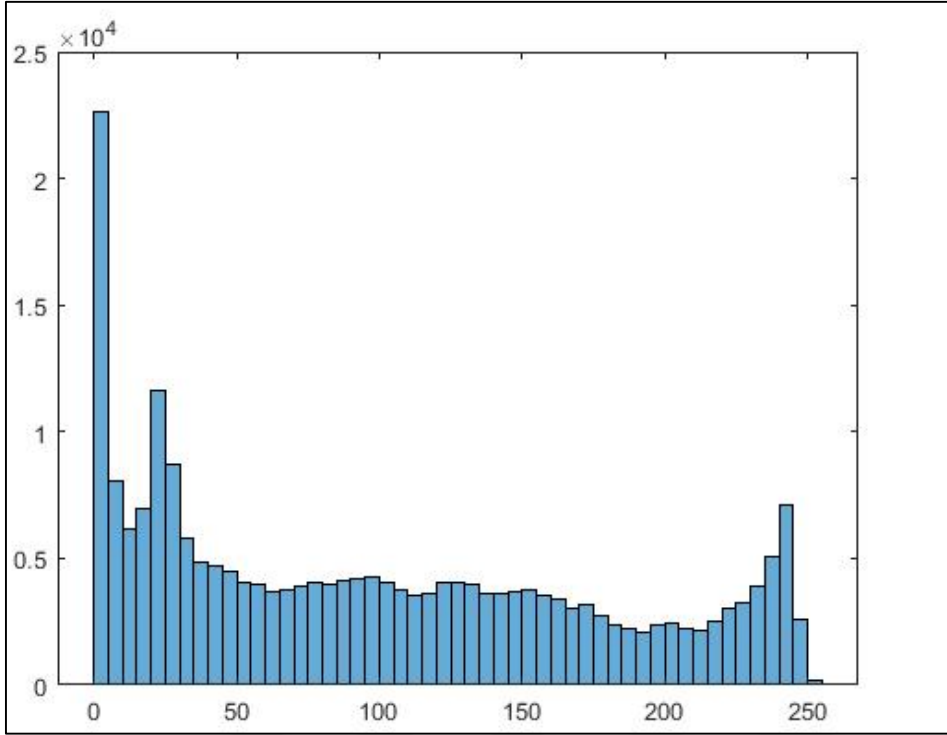
Şekil 4.4’te Histogramında görüldüğü gibi y eksenindeki en yüksek değer 255’tir. PSNR değeri hesaplamasında bu değer kullanılır.

Şekil 4.5'te geriye çatma yapısı ile tekrar oluşturulmuş resim histogramında ise en yüksek değer 190 olarak görülmektedir.

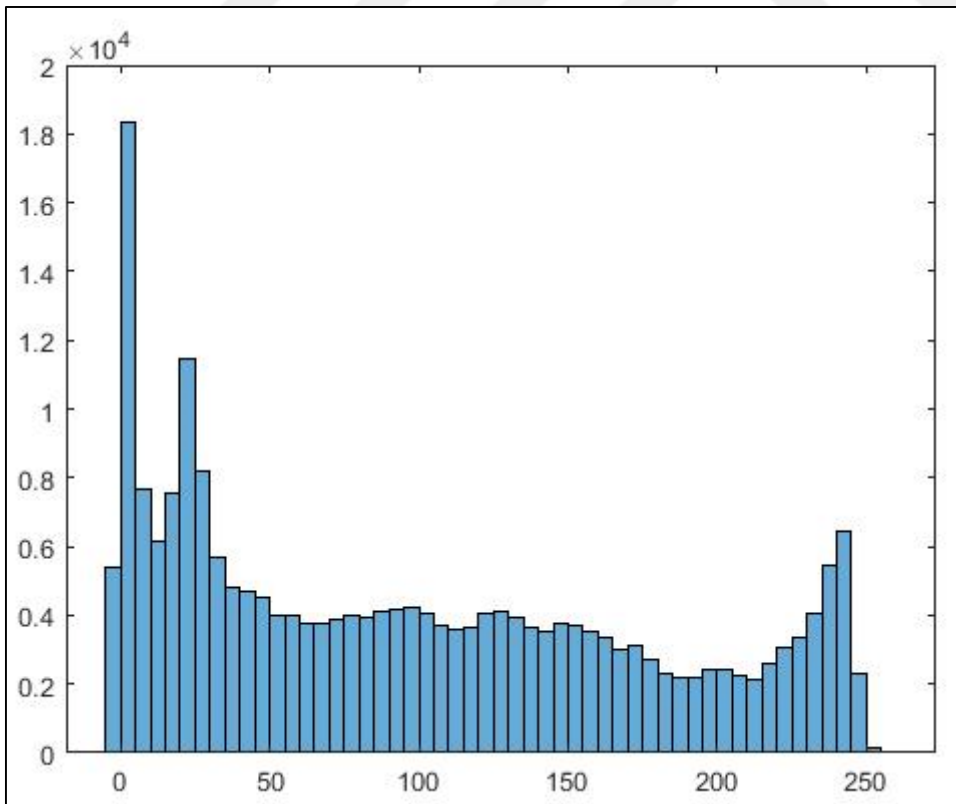
Bu nedenle aynı resmi önce ayrıştırmak, sonra füzyon edip tekrar yapılandırmak daha iyi sonuçlar vermektedir.



Şekil 4.3. Tekrar yapılandırma işleminin gösterimi

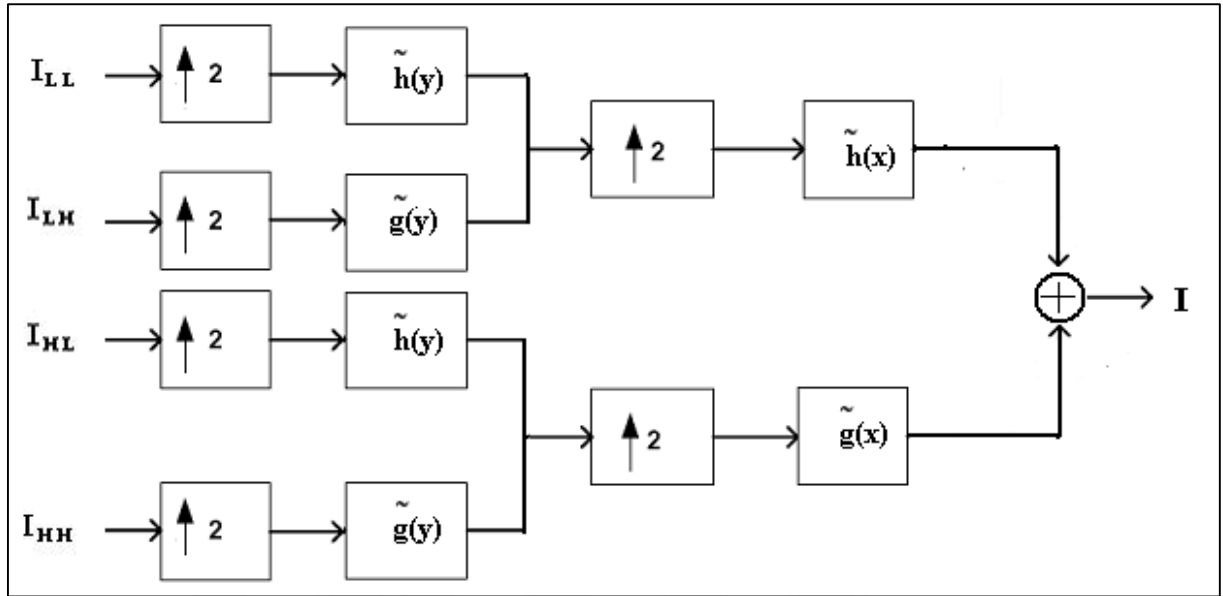


Şekil 4.4. Orijinal resim histogramı



Şekil 4.5. Geriye çatma ile tekrar oluşturulmuş resim histogramı

Şekil 4.5'te yaptığımız işlemi grafiksel göstermek istersek Şekil 4.6. elde edilir;



Şekil 4.6. Ters DWT dönüşümü grafiksel gösterimi

4.2. Görüntülerin Birleştirilme Aşaması

4.2.1. Dalgacık (Wavelet) tabanlı füzyon sistemi

Dalgacık tabanlı görüntü füzyonu, giriş görüntülerinin en önemli özelliklerini seçer ve onları bileşik görüntünün içine transfer ederek birleştirilmiş görüntünün içerisindeki bilgi miktarını artırır. Özellik seçerken dikkat edilmesi gereken husus, görüntünün hem uzamsal hem spektral bileşenlerinin korunmasıdır.

En çok kullanılan görüntü füzyon tekniği olan dalgacık tabanlı görüntü füzyonu aşağıdaki denklemde ifade edilmiştir.

$$I(x,y) = W^{-1} (\Phi(w(A(x,y),B(x,y)))) \quad (4.1)$$

Burada A ve B giriş görüntülerini, w wavelet dönüşümünü, Φ ise füzyon kuralını temsil etmektedir, W^{-1} simgesi tekrar yapılandırma yapıyor olduğumuzu göstermektedir [7].

4.3. Görüntü Kalitesi Ölçüm Parametreleri

Görüntü kalitesinde görüntü alma, işleme, füzyon sırasında bozulmalar olur. Bozulma nedenleri arasında gürültü, bulanıklaşma veya bozulma görülür.

Görüntü füzyonu sonucu oluşan son görüntülerden hangisinin daha iyi olduğunu tespit etmek için görüntü kalite ölçüm parametreleri kullanılır [8].

4.3.1. Belirli bir referans (ideal) resim alınarak yapılan kalite ölçüm parametreleri

Belirli bir referans (ideal) resim alınarak yapılan kalite ölçüm parametrelerinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, referans alınan resim ile ölçmek istediğimiz resmin tür ve boyutlarının aynı olmasıdır. Eğer değilse ölçüm sırasında aynı hale getirilmesi gerekir.

Ortalama kare hatası (Mean square error-MSE)

MSE, gerçek ve ideal (referans) resimlerin piksel değerleri arasındaki ortalama kare farkını ölçer. Bu metriği matematiksel olarak hesaplamak basittir.

Matematiksel formül şekli

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (A_{ij} - B_{ij})^2 \quad (4.2)$$

Burada A referans aldığımız ideal olan resim, B füzyon sonucu elde ettiğimiz resim

- i- piksel olarak satır indeksi
- j- piksel olarak sütun indeksi
- m- satır pikseli yada satır numarası kapsayan resmin yüksekliği
- n- sütun pikseli yada sütun numarasını kapsayan resmin genişliği

Eş. 4.2'deki formülden MSE değeri ne kadar düşükse ideal resim ile füzyon resim arasındaki farkın o kadar az olduğu, Füzyon yapılan resmin o kadar ideal olduğu anlaşılır. Füzyon yapılan resmin görüntüsünde bozulma arttıkça MSE değerinde de artış görülür.

PSNR (Peak signal noise ratio, Tepe işaret gürültü oranı)

PSNR, ortalama kare hatadan türetilir ve sinyalin maksimum gücünün karesinin Ortalama kare hatasına (MSE)'ye oranının Db olarak değerini gösterir. MSE gibi, PSNR metriği hesaplanması da matematiksel olarak basittir.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left\{ \frac{peak^2}{MSE} \right\} \quad (4.3)$$

MSE ve PSNR karşılaştırılması

Eş. 4.2'deki ve Eş. 4.3'teki formülden anlaşılacağı gibi ideal alınan resim ile füzyon sonucu oluşan resmi aynı alırsak MSE değeri "0", PSNR değeri ise tanımsız çıkar. Sonuç olarak PSNR değeri ne kadar yüksekse füzyon görüntüsü o kadar iyi demektir.

SSIM (Structural similarity index, Yapısal benzerlik katsayısı)

İki resmin karşılaştırılması sonucu birbirlerine olan benzerlik katsayısıdır. SSIM metriği yerel görüntü yapısını, parlaklığı ve kontrastı tek bir yerel kalite puanıyla birleştirir; bu nedenle MSE ve PSNR'ye göre daha yeni bir teknolojidir ve daha verimli sonuçlar elde edilir. En etkili ve kalıcı ölçüm parametrelerinden biridir.

Füzyon sonucu elde edilen görüntünün ideal olarak alınan referans resme benzerlik katsayısıdır. Değeri 0 ile 1 arasında değişir. 1'e ne kadar yakın ise ideal resme o kadar benzediğini yani o kadar iyi füzyon yapıldığını gösterir.

Matematiksel olarak hesaplanması iki parametreye bağlıdır [9].

K vektörü sabit SSIM İndeks katsayısıdır. Değeri $K = [0.01 \ 0.03]$ şeklindedir. L resimler arasındaki dinamik aralıktır.

C_1 ve C_2 aşağıdaki parametreye göre hesaplanır.

$$C_1 = (K_1 * L)^2 \quad C_2 = (K_2 * L)^2 \quad (4.4)$$

G alçak geçiren Gauss filtresidir. A referans alınan ideal resim ve B füzyon sonucu elde edilen resim alçak geçiren G filtresinden geçirilir. Ve sonuçta

$$\mu_1 = A.G, \mu_2 = B.G \quad (4.5)$$

parametreleri elde edilir.

μ_1 ve μ_2 parametreleri hesaplandıktan sonra

$$\sigma_1^2 = (A_{ij}^2.G) - \mu_1^2 \quad (4.6)$$

$$\sigma_2^2 = (B_{ij}^2.G) - \mu_2^2 \quad (4.7)$$

$$\sigma_{12}^2 = (A_{ij}B_{ij}.G) - \mu_1 * \mu_2 \quad (4.8)$$

değerleri hesaplanır ve en sonunda

$$SSIM = \text{Ort} \{ (2\mu_1 \mu_2 + C_1) * (2\sigma_{12} + C_2) / ((\mu_1^2 + \mu_2^2 + C_1) * (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + C_1)) \} \quad (4.9)$$

hesaplaması yapılır.

Burada; C_1 ve C_2 ölçüm sabitleri; μ_1 ve μ_2 parametreleri ise Gauss sabitleri olarak tanımlanır.

Eş. 4.5'de görüldüğü gibi füzyon edilen resimler Gauss filtresinden geçirildiği için SSIM hesaplamak PSNR yada MSE hesaplamaktan çok daha zordur.

Bu tez çalışmasında yapılan örneklerde iki resim füzyonu yapıldığı için iki tane SSIM hesaplaması yapılmıştır. İlk olarak füzyon sonucunda oluşan resmin füzyon yapılan resimlerden ilkinde olan benzerlik katsayısı $SSIM_1$ indeksi hesaplanmıştır.

İkinci aşamada füzyon sonucunda oluşan resmin füzyon yapılan resimlerden ikincisine olan benzerlik katsayısı $SSIM_2$ indeksi hesaplanmıştır.

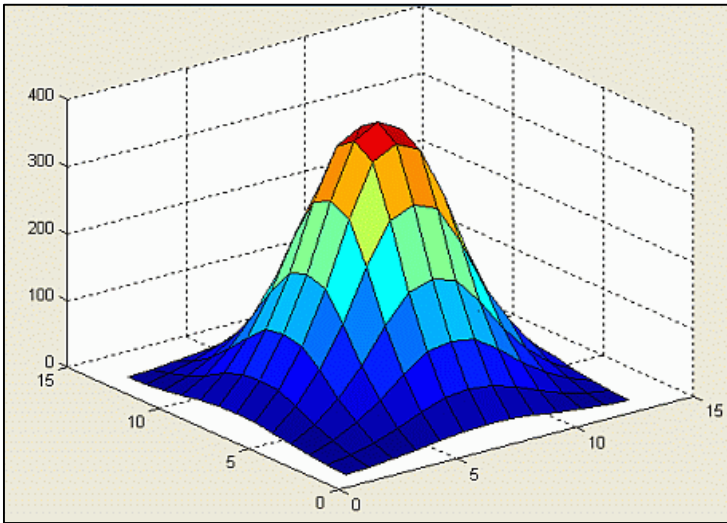
Son aşamada bu iki değerin ortalaması alınarak $SSIM_{ort}$ (ortalama SSIM indeksi) elde edilmiştir. Söz konusu değer referans alınarak füzyon resimleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Gauss filtresi

SSIM hesaplamasında kullanılan Gauss filtreleri görüntü işleme ve bilgisayar uygulamalarında gürültü bastırma için kullanılır. Fakat gürültü bastırılırken sinyalin kendisi de bastırıldığı için bozulmaya neden olabilir.

Gauss yumuşatma operatörü, görüntüleri 'bulanıklaştırmak', ayrıntı ve gürültüyü ortadan kaldırmak için kullanılan 2 boyutlu konvolüsyon (çekirdek matris ile resim üzerindeki piksellerin çarpımı işlemi) operatörüdür. Bu anlamda, ortalama (Mean) filtreye benzer. Ancak Gauss, Şekil 4.7’de resmi verilen "çan şeklindeki" grafikte temsil edilebilecek farklı bir çekirdek şablon (matris) kullanılır. Burada “ σ ” dağılımın standart sapmasıdır. Ayrıca, dağılımın ortalamasının sıfır olduğu varsayılmıştır (yani, $x = 0$ çizgisine ortalanmıştır). 2 boyutlu gauss filtresi eşitliği ile tanımlanır. Burada x resmin yatay piksel büyüklüğü, y resmin dikey piksel büyüklüğü olarak tanımlanır [10].

$$G(x,y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (4.10)$$

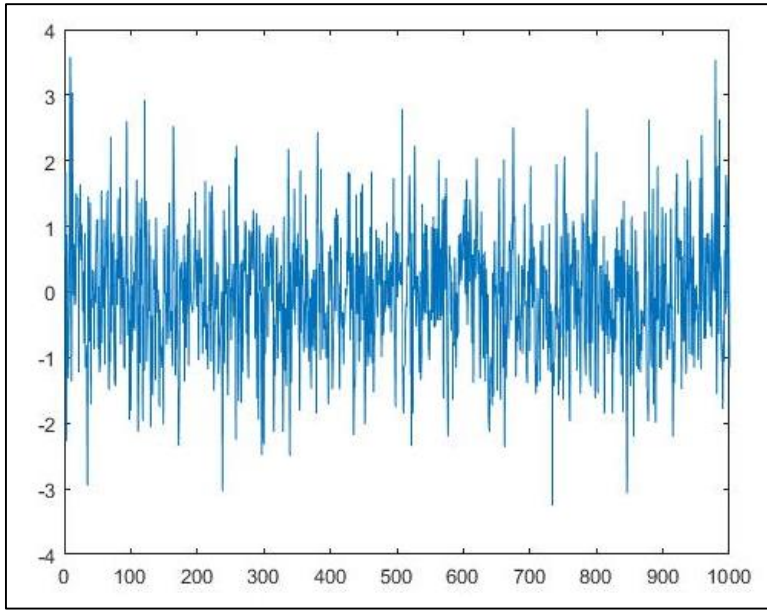


Şekil 4.7. Gauss filtresi

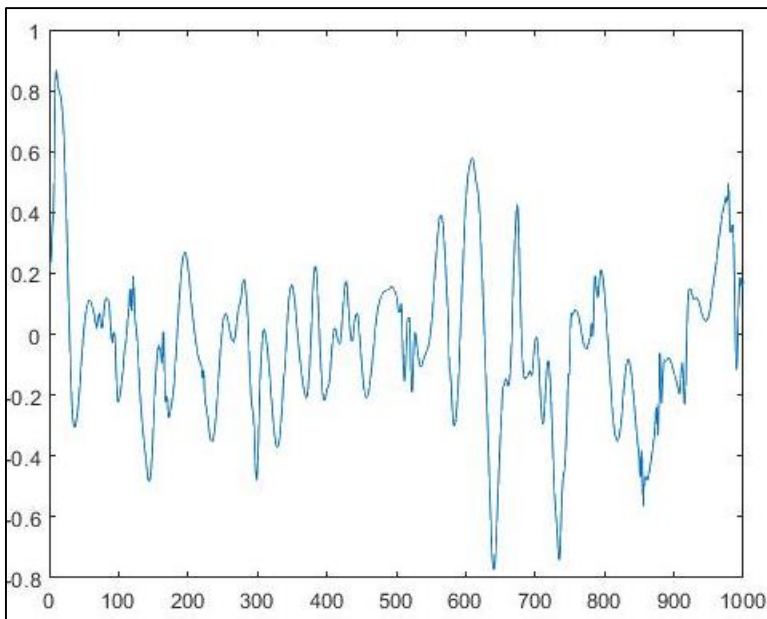
SSIM metriği hesaplanması ve symlet dalgacığı

SSIM hesaplamasında Eş. 4.5'te görüldüğü gibi Gauss filtresi kullanılır. Bu nedenle bu metriği hesaplamak PSNR yada MSE'ye göre daha çok zaman alır.

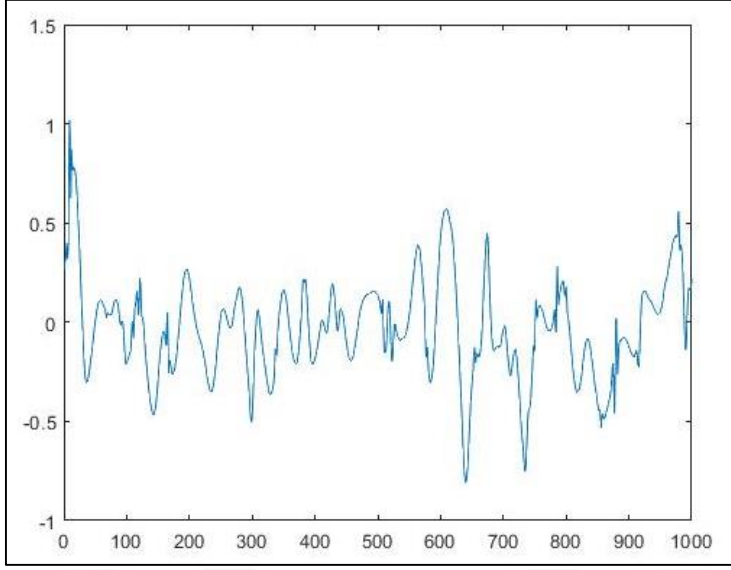
İki dalgacık türünü (db ve sym), SSIM metriği hesaplamasında karşılaştırmak için sanal Gürültü oluşturup sonrasında Gauss filtresinden geçirilir.



Şekil 4.8. Gauss gürültüsü



Şekil 4.9. Gürültü bastırma (db-level4)



Şekil 4.10. Gürültü bastırma (sym-level4)

Sonuçları karşılaştırdığımızda en düzgün sinyalin Şekil 4.10'da olduğu anlaşılır. Söz konusu sinyal için; iniş çıkışların çok olmadığını, daha düzgün olduğunu ve dikeyde başlangıç değerinin bir'e (1'e) en yakın olduğu görülmektedir. Sonuç olarak SSIM hesaplanmasında Symlet dalgacık ailesi'nin daha verimli sonuç verdiği görülmüştür.

4.3.2. Referans (ideal) resim alınmadan yapılan görüntü kalite ölçüm parametreleri

Referans olmayan algoritmalar, görüntü kalitesini değerlendirmek için giriş görüntüsünün istatistiksel özelliklerini kullanır. Kör nokta (referanssız) kalite parametreleri Doğal Sahne İstatistik (NSS-Natural Scene Statistic) modelini kullanır. NSS modeli doğal bozulmamış resimleri referans alır, insan kaynaklı bozulmaları hesaplamaya almaz. Bu referans olmayan algoritmalar şunları içerir [11].

BRISQUE (blind/referenceless image spatial quality evaluator, kör/ referanssız görüntü kalite değerlendiricisi)

NSS Modelini kullanarak normalize edilmiş parlaklık sabitlerini referans olarak kaybedilmiş doğal parlaklık miktarını ölçer. Değeri ne kadar büyük ise kaybedilmiş parlaklık o kadar çok demek yani görüntü kalitesi o kadar düşük demektir [11].

BRISQUE parametresi söz konusu resmi az distorsiyonu olan doğala en yakın kabul ettiği resimle karşılaştırır. Algısal kalite puanlaması ona göre hesaplanır.

Özellikle uydudan ya da havadan alınan görüntülerin kalite değerinin belirlenmesinde kullanılır. Brisque puanlaması az olan resim daha iyi algısal kalitesi olan resim demektir [12].

Doğal Görüntü Kalite Değerlendiricisi (NIQE-naturalness image quality evaluator)

NSS Modelini kullanarak normalize edilmiş netlik keskinlik sabitlerini referans olarak kaybedilmiş netlik (sharpness) miktarını ölçer. Değeri ne kadar büyük ise kaybedilmiş netlik o kadar fazla yani görüntü kalitesi o kadar düşük demektir.

Niçe parametresi söz konusu resmi doğala en yakın kabul ettiği resimle karşılaştırır. Algısal kalite puanlamasını ona göre hesaplar. Niçe puanlaması az olan resim daha iyi algısal kalitesi olan resim demektir [8,12].

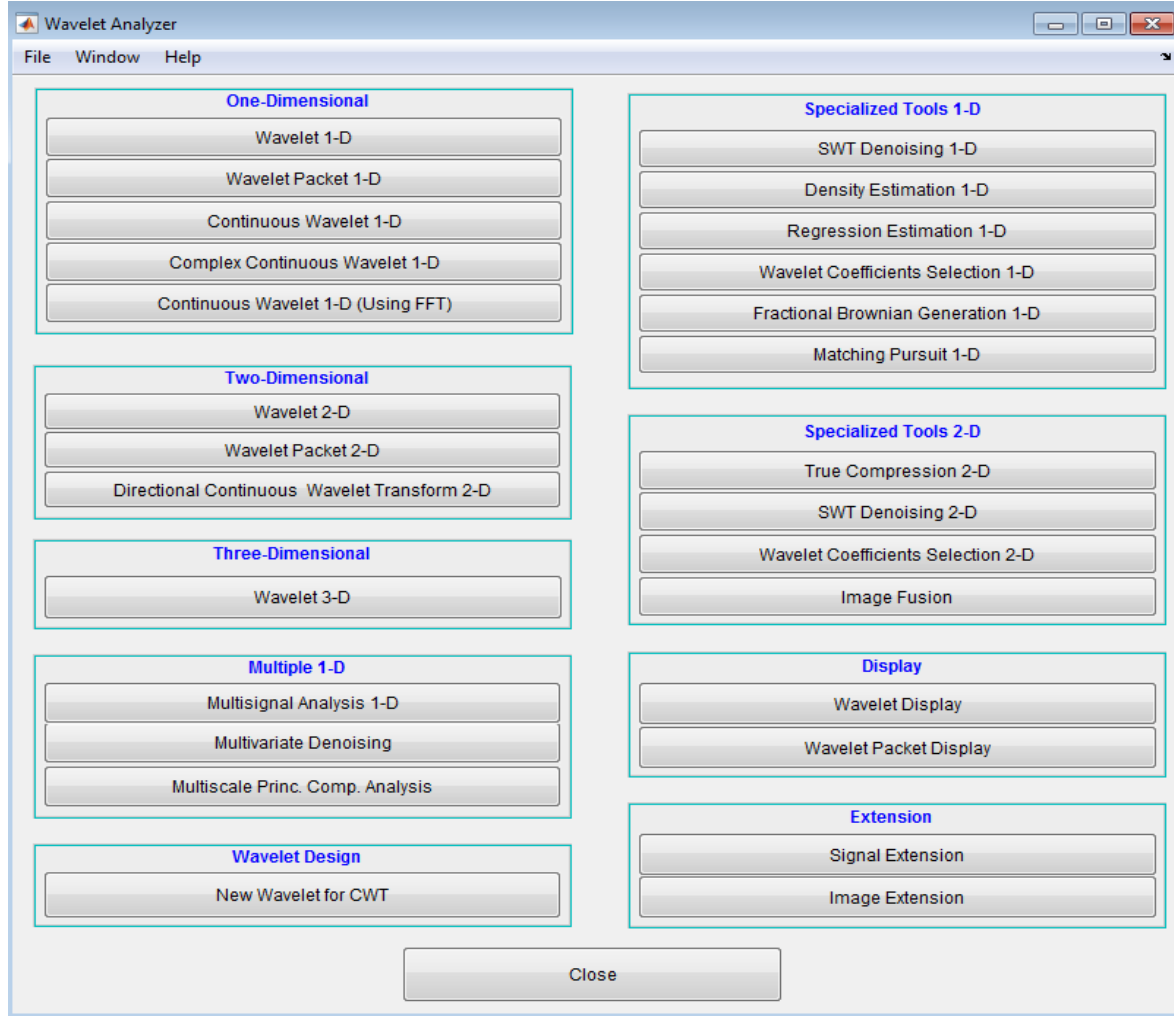




5. GÖRÜNTÜ FÜZYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

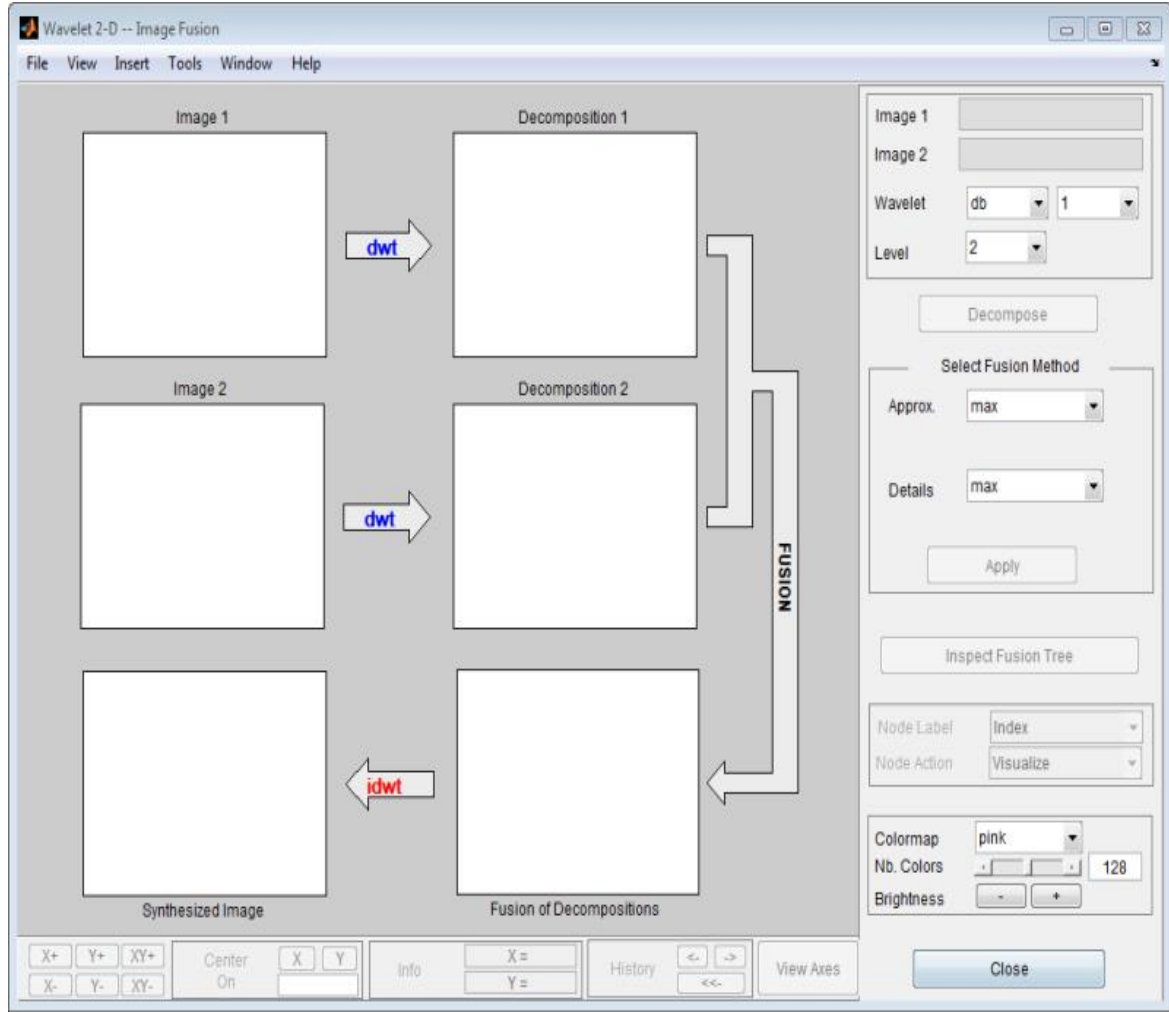
5.1. Farklı Resimlerin Görüntü Füzyonunun Karşılaştırılması

Bu bölümde Matlab kullanılarak görüntü füzyonuna yönelik arayüz geliştirilmiştir (Şekil 5.1).



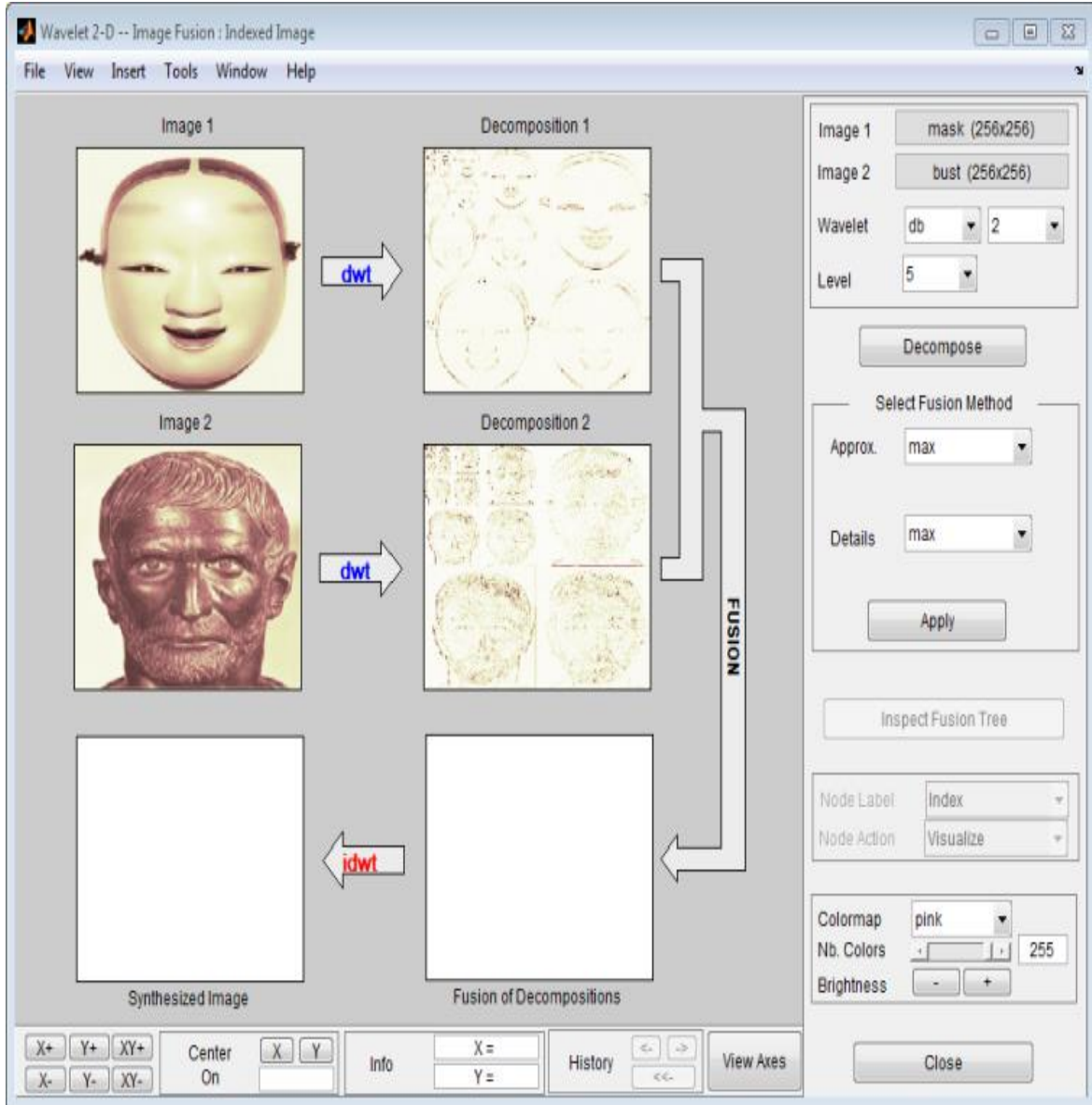
Şekil 5.1. Dalgacık analizi arayüzü

Şekil 5.2'deki arayüz ile füzyon yapılan resimlerin seçilmesini ve füzyon nesnelерinin oluşturulması sağlanır.



Şekil 5.2. Görüntü füzyonu arayüzü

Şekil 5.3'teki arayüz ile füzyon yöntemleri ve dalgacık ailelerinin seçilmesi sağlanır.



Şekil 5.3. Görüntü füzyon yöntemleri seçim aşaması

Şekil 5.2. ve Şekil 5.3'teki arayüzler kullanılarak Şekil 5.4'teki Görüntü füzyon resminin oluşturulması ve kaydedilmesi sağlanmıştır.



Şekil 5.4. Görüntü füzyonu resmi


















Şekil 5.3'teki arayüzü kullanarak füzyon resimlerini “.jpg” olarak kaydedip sonra paintte “.png” formatına çevrildiğinde görüntü kalitesinde bozulma olmamakta, matris 3 boyutlu olmaktadır, füzyon görüntüsünü referans resimle karşılaştırarak kalite parametrelerini alınabilmektedir.

Füzyon resmi doğrudan “.png” olarak kaydedilirse oluşturulan nesne matrisi 2 boyutlu olur, mask ve bust nesnelere 3 boyutlu matris olduğu için görüntü kalite parametreleri alınamaz.

Şekil 5.4'ü oluşturmak için yapılan işlemler farklı ayrıştırma (decompose) seviyeleri ve füzyon yöntemleri için ayrı ayrı tekrarlanmış ve füzyon resimleri “B2018” klasöründe toplanmıştır. Böylece en kaliteli görüntü füzyon resmi bulunmak istenmiştir.

5.1.1. Görüntü füzyon resim nesnelere oluşturulması

Şekil 5.3'teki arayüzü kullanarak oluşturulan füzyon resimleri okunarak, Şekil 5.5'teki nesnelere oluşturulmuştur.

	B00	<i>254x256x3 uint8</i>
	B01	<i>256x256x3 uint8</i>
	B1	<i>256x256x3 uint8</i>
	B10	<i>256x256x3 uint8</i>
	B11	<i>256x256x3 uint8</i>
	B12	<i>256x256x3 uint8</i>
	B13	<i>256x256x3 uint8</i>
	B14	<i>256x256x3 uint8</i>
	B15	<i>256x256x3 uint8</i>
	B2	<i>256x256x3 uint8</i>
	B3	<i>256x256x3 uint8</i>
	B4	<i>256x256x3 uint8</i>
	B5	<i>256x256x3 uint8</i>
	B6	<i>256x256x3 uint8</i>
	B7	<i>256x256x3 uint8</i>
	B8	<i>256x256x3 uint8</i>
	B9	<i>256x256x3 uint8</i>

Şekil 5.5. Nesnelerin çalışma alanı

Şekil 5.5'te füzyon yapılan Mask nesnesi B00 olarak, Bust nesnesi ise B01 olarak gösterilmektedir.

Şekil 5.5'te görüldüğü gibi bütün nesnelerin sınıfları (uint8) aynıdır, yalnızca boyutları farklıdır. Bazı görüntü kalite parametrelerinin hesaplanmasında referans resimle (Mask ya da Bust) karşılaştırabilmek için nesnelerin boyutlarının değiştirilmesi gerekecektir.

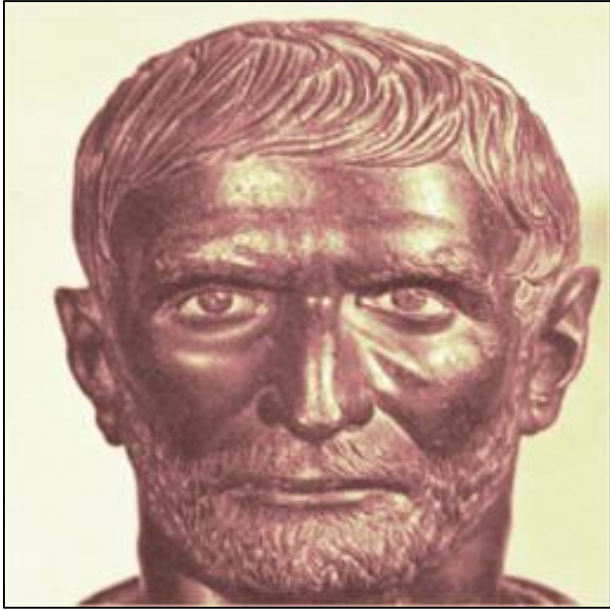
5.1.2. Oluşturulan görüntü füzyon nesnelere

Bu tez kapsamında Şekil 5.6'da Füzyon yapılan Mask nesnesi, Şekil 5.7'de Füzyon yapılan Bust nesnesi görülmektedir.

Şekil 5.8'teki B1 nesnesi için "sym4" dalgacık ailesi "seviye2" ayrıştırma seviyesi ve "max min" füzyon yöntemi kullanılmıştır. Benzer şekilde her bir nesne için, görüntü ve kullanılan füzyon yöntemleri Şekil 5.9-22'de verilmiştir.



Şekil 5.6. Mask (B00)



Şekil 5.7. Bust (B01)



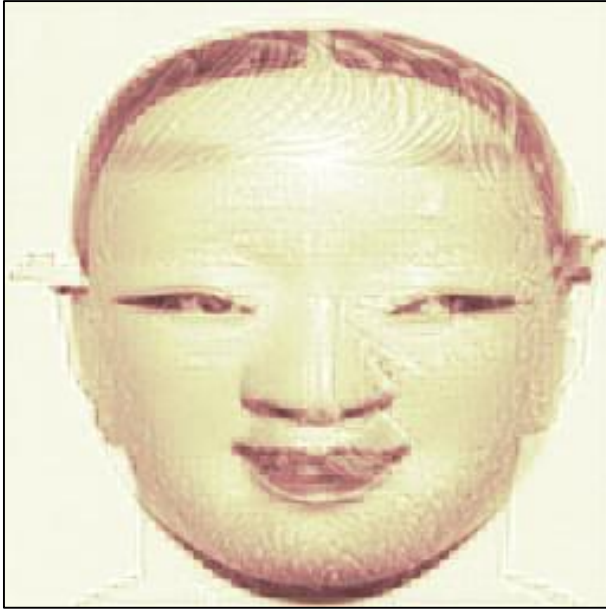
Şekil 5.8. Sym4level2maxmin(B1)



Şekil 5.9. Db2level2maxmin(B2)



Şekil 5.10. Sym4level2maxmean(B3)



Şekil 5.11. Db2level2maxmean(B4)



Şekil 5.12. Sym4level5maxmean(B5)



Şekil 5.13. Db2level5maxmin (B6)



Şekil 5.14. Db2level5maxmax(B7)



Şekil 5.15. Sym4level5maxmax(B8)



Şekil 5.16. Db2level5maxmean(B9)



Şekil 5.17. Sym4level5maxmean (B10)



Şekil 5.18. Db2level2meanmean(B11)



Şekil 5.19. Sym4level2meanmean(B12)



Şekil 5.20. Sym4level5meanmean(B13)



Şekil 5.21. Db2level5meanmean(B14)



Şekil 5.22. Sym2level5meanmean(B15)

5.2. Referans Olan Görüntü Kalite Parametrelerinin Hesaplanması

Referans olan görüntü kalite parametrelerinin hesaplanmasında en önemli husus referans nesne ile (Mask yada Bust), görüntü füzyon nesnesinin türü ve boyutunun aynı olmasıdır.

5.2.1. PSNR hesaplanması

PSNR, referans alınan en önemli parametrelerden biridir. Psnr'nin yüksek olması MSE hata oranının düşük olduğunu ve füzyon resminin daha kaliteli olduğunu göstermektedir [9].

B01 nesnesi referans alınarak PSNR hesaplanması

EK-5'teki B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman PSNR parametresi hesaplama komutları çalıştırılmıştır.

B00 nesnesi referans alınarak PSNR hesaplanması

Nesnelerin boyutu referans alınan B00 nesnesiyle aynı olmadığı için B00 nesnesinin boyutu olan [254 256 3] şekline çevrilmiştir.

EK-6'daki B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman PSNR parametresi hesaplama komutları çalıştırılmıştır.

B00 ve B01 referans alındığı zaman bulunan PSNR değerleri ve ortalaması bütün nesnelere için alınır. Çizelge 5.1'deki tablo ortaya çıkmaktadır. Genel ortalama ikisinin ortalaması alınarak bulunur.

Çizelge 5.1. Görüntü füzyon resimlerinin PSNR değerleri

	Psnr(B00)	Psnr(B01)	Psnr(ort)
B1	21,3786	11,1226	16,2506
B2	21,3827	11,1286	16,2556
B3	21,5152	11,1904	16,3528
B4	21,6214	11,2019	16,4116
B5	21,4549	11,7313	16,5931
B6	18,5518	11,3873	14,9695
B7	20,6493	11,6167	16,1330
B8	20,8233	11,5402	16,1817
B9	21,5679	11,7440	16,6559
B10	21,4549	11,7313	16,6496
B11	17,4119	15,7825	16,5972
B12	17,3999	15,7947	16,5973
B13	17,4031	15,7916	16,5973
B14	17,4102	15,7844	16,5973
B15	17,4044	15,7844	16,5944

En son aşamada da referans olarak B00 nesnesi alındığı ve Referans olarak B01 nesnesi alındığı zamanki değerlerin PSNR ortalaması her bir nesne için alınıp kaydedilmiştir.

5.2.2. MSE hesaplanması

Referans olarak B01 nesnesi alındığı zaman MSE hesaplanması

EK-3'te B nesnelere için B01 nesnesi referans alınarak MSE parametresi hesaplanmıştır.

B6 nesnesi için MSE değeri Eş.5.1’de görüldüğü şekilde bulunmuş ve not alınmıştır.

$$\text{MSE} = 4725,9248 \quad (5.1)$$

Referans olarak B00 nesnesi alındığı zaman MSE hesaplanması

Diğer nesnelere B00 nesnesinin boyutu aynı olmadığı için nesnelerin boyutu B00 nesnesinin boyutu olan [254 256 3] haline getirilmiştir.

EK-4’teki B nesneleri için B00 nesnesi referans alınarak MSE parametresi hesaplama komutları çalıştırılmıştır.

En son aşamada referans olarak B00 ve B01 nesnesi alındığı zamanki değerlerin MSE ortalaması her bir nesne için alınıp Çizelge 5.2’deki tabloya kaydedilmiştir.

5.2.3. SSIM hesaplanması

B00 nesnesi referans alınarak SSIM hesaplanması

EK-7’deki B nesneleri için B00 nesnesi referans alınarak SSIM parametresi hesaplama komutları çalıştırılmıştır.

Sonuçlar SSIM (B00) olarak Çizelge 5.2’deki tabloya kaydedilmiştir.

SSIM değerinin B01 referans alınarak hesaplanması

B01 nesnesiyle karşılaştırabilmek için bütün nesnelerin boyutlarını B01 değeriyle aynı hale getirilmelidir.

EK-8’teki B nesneleri için B01 nesnesi referans alınarak SSIM parametresi hesaplama komutları çalıştırılmıştır.

Sonuçlar SSIM (B01) olarak Çizelge 5.2’deki tabloya kaydedilmiştir.

En son aşamada referans olarak B00 ,B01 nesneleri alınarak SSIM ortalaması Çizelge 5.2'deki tabloya SSIM (ort) olarak kaydedilmiştir.

5.3. Referans Olmayan Değerlerin Hesaplanması

5.3.1. Niqe hesaplanması

EK-1'de B nesneleri oluşturulduktan sonra her bir nesne için Niqe parametresi hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 5.2'deki tabloda verilmiştir.

5.3.2. Brisque hesaplanması

EK-2'de B nesneleri için Brisque parametresi hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 5.2'deki tabloda gösterilmiştir [12].

5.4. Görüntü Füzyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çizelge 5.2. Füzyon resimlerinin görüntü kalite parametreleri tablosu

	Füzyon Yöntemi	NIQE	BRISQUE	MSE	PSNR	SSIM(B00)	SSIM(B01)	SSIM(ort)
B1	sym4lev2maxmin	7,1647	53,5583	2748,4506	16,2460	0,9316	0,6014	0,7665
B2	db2lev2maxmin	8,6664	51,6650	2745,9900	16,2508	0,9289	0,6009	0,7649
B3	sym4lev2maxmean	3,6404	21,8429	2701,7590	16,4044	0,9226	0,6384	0,7805
B4	db2lev2maxmean	3,1620	22,5395	2689,9400	16,4611	0,9230	0,6388	0,7809
B5	sym4lev5maxmean	2,9406	24,1033	2550,0760	16,6519	0,8718	0,6766	0,7742
B6	db2lev5maxmin	6,8126	41,5553	2817,3500	14,9137	0,8527	0,6149	0,7338
B7	db2lev5maxmax	3,3794	13,4884	2528,5470	16,0349	0,7776	0,6544	0,7160
B8	sym4lev5maxmax	3,1439	8,6673	2556,4800	16,0975	0,7801	0,6555	0,7178
B9	db2lev5maxmean	3,0925	23,8468	2402,6802	16,5423	0,8714	0,6763	0,7738
B10	sym4lev5maxmean	2,9406	24,1033	2415,0700	16,2519	0,8718	0,6766	0,7742
B11	db2lev2meanmean	3,6307	24,2805	1448,9220	16,5950	0,8121	0,8381	0,8251
B12	sym4lev2meanmean	3,2891	26,3549	1448,2050	16,5943	0,8097	0,8399	0,8248
B13	sym4lev5meanmean	3,5953	25,6846	1448,3616	16,5956	0,8102	0,8390	0,8246
B14	db2lev5meanmean	3,5754	25,5917	1448,8139	16,5944	0,8107	0,8390	0,8248
B15	sym2lev5meanmean	3,7435	25,6934	1448,0340	16,5956	0,8107	0,8406	0,8256

Çizelge 5.2'deki tabloya göre MSE düştükçe PSNR'nin arttığı görülmektedir. MSE yani füzyon sırasında oluşan ortalama kare hatası sifira yaklaştıkça, PSNR sonsuza gitmektedir. Eş.5.2'de görüldüğü gibi yüksek PSNR değeri daha iyi görüntü kalitesi demektir.

$$\text{PSNR}=10 \log_{10} \frac{\text{peak}^2}{\text{MSE}} \quad (5.2)$$

B13 ve B15 nesnelere en yüksek PSNR değerlerine sahip olarak görülmektedir. Çizelge 5.2'deki tablodan SSIM değeri ile PSNR değeri arasında doğrudan bir iliŐki olmadığı görülmektedir. rnek olarak B14 ve B12 nesnelere SSIM değerleri aynı olmakla birlikte PSNR değerleri farklıdır. B14 nesnesi daha yüksek PSNR değeri ile daha iyi bir nesne olarak görülmektedir.



Şekil 5.23. Sym4level2maxmin (B1)



Şekil 5.24. Sym4level5maxmax (B8)

Brisque ve Niqe parametrelerini incelemek istersek Şekil 5.23'teki B1 için Niqe ve Brisque değerleri 7,1647 ve 53,5583; Şekil 5.24'teki B8 için 3,1439 ve 8,6673 olarak görülmektedir. Söz konusu parametreleri hesaplarırken insan kaynaklı bozulmaların referans alınmadığı B8 nesnesinden anlaşılmaktadır. B8 nesnesinde ağız bozukluğu olmasına rağmen Brisque ve Niqe değerleri çok düşük görülmektedir. Parlaklık ve netlik değerlerinin insan kaynaklı bozulmaları dikkate almadan NSS Modeli referans alınarak hesaplandığı B8 nesnesinden anlaşılmaktadır. B1 nesnesinde parlaklık ve netlik, B8 nesnesine göre çok düşüktür. B1 nesnesinin Brisque ve Niqe parametreleri B8 nesnesine göre yüksektir.



Şekil 5.25. Db2level5maxmin(B6)



Şekil 5.26. Db2level5maxmax(B7)

Şekil 5.25'teki B6 nesnesi için SSIM(ort) değeri 0,7338 iken Şekil 5.26'daki B7 nesnesi için SSIM(ort) değeri 0,7160'dır. B6 nesnesi bozuk olmasına rağmen SSIM değeri B7'den daha yüksektir. Söz konusu durum SSIM parametresi hesaplanırken, Gauss filtresi kullanılarak bozuklukların bastırıldığını kanıtlamaktadır.

Çizelge 5.2'deki tablodan Şekil 5.25'teki B6 nesnesinin MSE değeri 2817,3500 en yüksek değer olarak görülmektedir. Bu durum bozulmayı ölçen parametrenin MSE olduğunu kanıtlamaktadır.

Sonuç olarak Çizelge 5.2'deki tabloya göre yüksek SSIM; PSNR ve düşük Brisque, Niqe değerleriyle en iyi nesnelere B14 ve B15 nesnelere olarak görülmektedir.



Şekil 5.27. (B14)db2lev5meanmean



Şekil 5.28. (B15)sym2lev5meanmean

Şekil 5.27'deki B14 nesnesi ile Şekil 5.28'deki B15 nesnesinin aynı ayrıştırma seviyesi ve aynı füzyon yöntemlerine sahip olduğu, yalnız dalgacık ailelerinin farklı olduğu görülmektedir. B15 nesnesinin B14 nesnesinden daha yüksek SSIM, PSNR değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Symlet dalgacık ailesinin Dauchbecies ailesinden daha verimli sonuç verdiği B15 nesnesinden anlaşılmaktadır.

“Mean Mean” füzyon yöntemi bütün dalgacık ailelerinde ve ayrıştırma seviyelerinde en iyi sonucu vermektedir.

Çizelge 5.2'deki tabloya göre en iyi nesne B15 nesnesidir. Sonuç olarak en iyi füzyon yöntemi “sym2 dalgacık ailesi seviye5 ayrıştırma seviyesi, Mean Mean” olarak görülmektedir.



6. UYDULARDAN ALINAN GÖRÜNTÜLERİN FÜZYONU

Bu bölümde bir uydudan alınan aynı nesnelere ait farklı görüntülerin füzyonu incelenmiştir. Şekil 6.1. ve Şekil 6.2’de füzyon yapılan resimler gösterilmiştir.

Şekil 6.3’teki A1 nesnesi için “db” dalgacık ailesi “seviye2” ayrıştırma seviyesi ve “Mean Mean” füzyon yöntemi kullanılmıştır. Benzer şekilde her bir nesne için görüntü ve kullanılan füzyon yöntemleri Şekil 6.4-10’da verilmiştir.



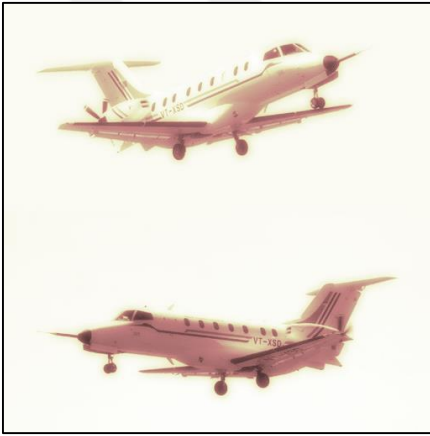
Şekil 6.1. Saras51.jpg



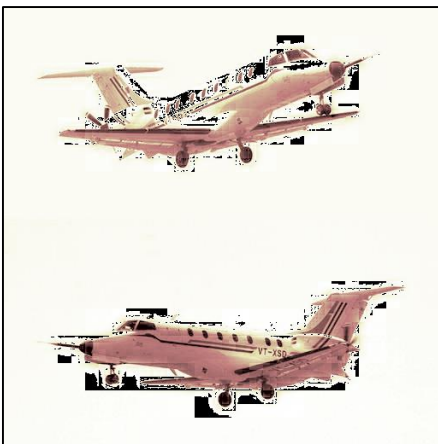
Şekil 6.2. Saras52.jpg



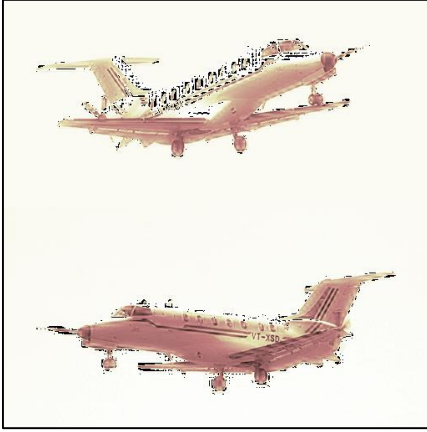
Şekil 6.3. Dblevel2meanmean(A1)



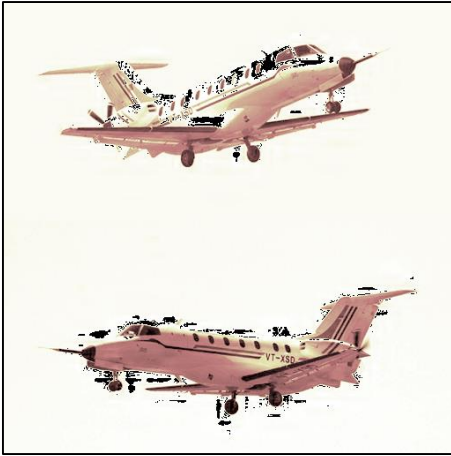
Şekil 6.4. Symlevel2meanmean(A2)



Şekil 6.5. Dblevel5maxmax(A3)



Şekil 6.6. Symlevel2maxmax(A4)



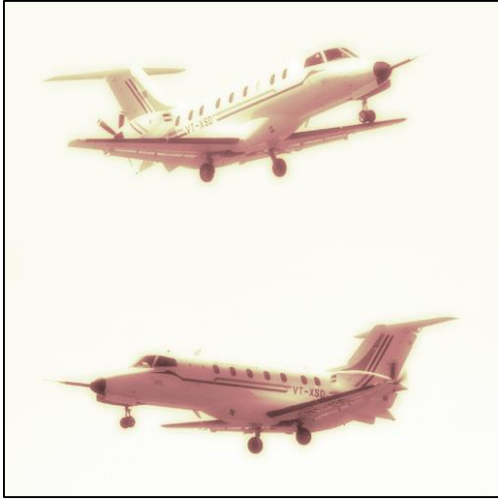
Şekil 6.7. Symlevel5maxmax(A5)



Şekil 6.8. Symlevel5maxmean(A6)



Şekil 6.9. Symlevel5maxmin(A7)



Şekil 6.10. Sym5meanmean(A8)

6.1. Görüntü Füzyon Resim Nesnelinin Oluşturulması

Ek-9'daki A nesneleri oluşturma komutu çalıştırılmış ve Şekil 6.11'deki nesnelerin oluşması sağlanmıştır.

A	512x512 uint8
A1	512x512 uint8
A2	512x512 uint8
A3	512x512 uint8
A4	512x512 uint8
A5	512x512 uint8
A6	512x512 uint8
A7	512x512 uint8
A8	512x512 uint8
B	512x512 uint8

Şekil 6.11. Nesnelerin çalışma alanı

Şekil 6.11'de A ve B nesneleri füzyon yaptığımız resimlerini göstermektedir. A1-A8 nesnelerinin çalışma alanı Şekil 6.11'de görüldüğü gibi aynı boyutta (512*512) ve aynı sınıftadır (uint8), bu nedenle görüntü kalite parametrelerinin hesaplanması B nesnelere göre daha kolay olacaktır.

6.2. Referans Olan Değerlerin Hesaplanması

6.2.1. PSNR değerinin A nesnesi referans alınarak hesaplanması

EK-13'deki A nesneleri için PSNR değerinin A nesnesi referans alınarak hesaplanması komutları çalıştırılmıştır. Sonuçlar PsnrA olarak Çizelge 6.1'deki tabloya kaydedilmiştir.

6.2.2. PSNR değerinin B nesnesi referans alınarak hesaplanması

EK-14'teki A nesneleri için PSNR değerinin, B nesnesi referans alınarak hesaplanması komutları çalıştırılmıştır. Sonuçlar PsnrB olarak Çizelge 6.1'deki tabloya kaydedilmiştir. PSNR ortalama değeri, PsnrA ve PsnrB değerlerinin ortalaması alınarak Çizelge 6.1'deki tabloya Psnr(ort) olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 6.1. Görüntü füzyon resimlerinin PSNR değeri

	PsnrA	PsnrB	Psnr(ort)
A1	27,3108	27,3124	27,3116
A2	27,3034	27,2981	27,3007
A3	24,0502	24,9322	24,4912
A4	24,7307	24,4957	24,6132
A5	24,1306	24,6413	24,3859
A6	27,3047	27,2994	27,3020
A7	24,5883	24,0913	24,3398
A8	27,3036	27,2981	27,3008

En son aşamada Psnr(ort) değeri Çizelge 6.2'deki tabloya da Psnr(ort) olarak kaydedilmiştir.

6.2.3. SSIM değerinin A nesnesi referans alınarak hesaplanması

EK-11'deki A nesneleri için SSIM değerinin A nesnesi referans alınarak hesaplanması komutları çalıştırılmış ve sonuçlar Çizelge 6.2'deki tabloya SSIMA olarak kaydedilmiştir.

6.2.4. SSIM değerinin B nesnesi referans alınarak hesaplanması

EK-12'deki A nesneleri için SSIM değerinin B nesnesi referans alınarak hesaplanması komutları çalıştırılmış sonuçlar Çizelge 6.2'deki tabloya SSIMB olarak kaydedilmiştir.

En son aşamada da hem A hem B nesneleri için olan SSIM değerlerinin ortalaması alınıp Çizelge 6.2'deki tabloya SSIMort olarak kaydedilmiştir.

6.2.5. Ortalama Kare hatasının A nesnesi referans alınarak hesaplanması

EK-15'teki A nesneleri için MSE değerinin A nesnesi referans alınarak hesaplanması komutları çalıştırılmıştır

6.2.6. Ortalama Kare hatasının B nesnesi referans alınarak hesaplanması

EK-16'daki A nesneleri için MSE değerinin B nesnesi referans alınarak hesaplanması komutları çalıştırılmıştır.

Hem A hem B nesneleri için olan MSE değerlerinin ortalamasını alınıp Çizelge 6.2'deki tabloya MSE(ort) olarak kaydedilmiştir.

6.3. Referans Olmayan Değerlerin Hesaplanması

6.3.1. Niqe hesaplanması

EK-9'daki A nesnelere oluşturma ve Niqe parametresi hesaplama komutları çalıştırılmış ve sonuçlar Çizelge 6.2'deki tabloya kaydedilmiştir.

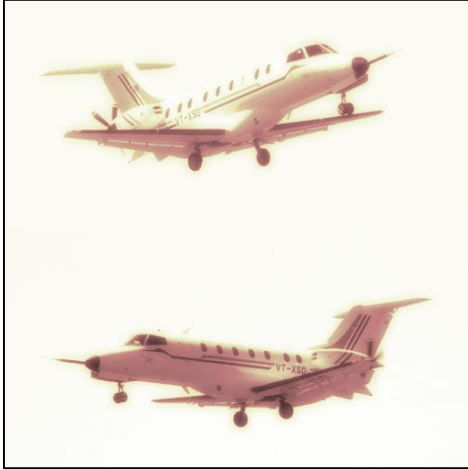
6.3.2. Brisque hesaplanması

EK-10'daki A nesneleri için Brisque parametresi hesaplama komutları çalıştırılmış ve sonuçlar Çizelge 6.2'deki tabloya kaydedilmiştir.

6.4. Uydulardan Alınan Resimlerin Füzyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çizelge 6.2'deki tablodan SSIMort ve Psnr(ort) değeri en yüksek olan nesnelere Şekil 6.12'deki A1 nesnesi ve Şekil 6.13'teki A8 nesnesidir.

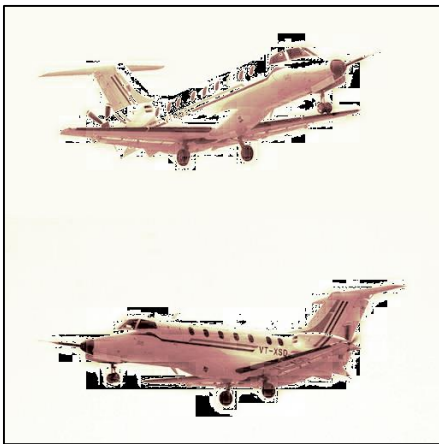
SSIMort ve PSNR değeri en düşük olan Şekil 6.14'teki A3 nesnesi, en bozuk görüntüsü olan nesne olarak görülmektedir. Çizelge 6.2'deki tablodan nesnelere karşılaştırıldığında en bozuk nesnenin yüksek MSE(ort) ve düşük SSIM değeri ile A3 nesnesi olduğu görülür.



Şekil 6.12. Dblevel2meanmean(A1)



Şekil 6.13. Symlev5meanmean(A8)



Şekil 6.14. Dblevel5maxmax(A3)

Çizelge 6.2. Füzyon resimlerinin görüntü kalite parametreleri tablosu

	Füzyon Yöntemi	NIQE	BRISQUE	Psnr(ort)	MSE(ort)	SSIMA	SSIMB	SSIMort
A1	Dblevel2meanmean	5,5800	48,5925	27,3007	120,75	0,9343	0,9411	0,9377
A2	symlevel2meanmean	5,9594	48,5379	27,3007	121,05	0,9343	0,9411	0,9377
A3	Dblevel5maxmax	4,7547	44,5964	24,4912	232,37	0,9005	0,9098	0,9051
A4	symlevel2maxmax	4,8808	46,7577	24,6132	224,86	0,9056	0,9111	0,9083
A5	symlevel5maxmax	3,4226	42,8661	24,3859	237,160	0,9098	0,9156	0,9127
A6	symlevel5maxmean	5,4493	49,6387	27,3020	121,02	0,9346	0,9406	0,9376
A7	symlevel5maxmin	7,5925	49,8085	24,3398	239,74	0,9122	0,9098	0,9111
A8	symlevel5meanmean	5,7507	48,5103	27,3003	120,056	0,9350	0,9408	0,9379

En yüksek SSIM ile A1 ve A8 nesneleri en iyi nesnelere olarak görülmektedir.

A1 ile A8 nesneleri karşılaştırıldığında A8 nesnesinin düşük MSE(ort) ve düşük Brisque değeri ile daha iyi nesne olduğu görülür.

Çizelge 6.2'deki tablodan en iyi nesne A8 nesnesidir. Sonuç olarak en iyi füzyon yöntemi “sym2 dalgacık ailesi seviye5 ayırıştırma seviyesi, Mean Mean” olarak görülmektedir.



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Görüntü füzyon yöntemleri Mask ve Bust gibi iki farklı resim ve uydulardan alınan farklı resimler için ayrı ayrı incelenmiştir. Görüntü füzyonu sonucu oluşan füzyon resimlerinin görüntü kalite parametreleri ayrı ayrı hesaplanmış ve iki önemli tabloda toplanmıştır.

Tez kapsamında Mask ve Bust için 15 tane füzyon resmi bütün kalite parametreleriyle incelenmiş, karşılaştırma yapılarak, en iyi görüntü füzyon resmine, dolayısıyla en iyi füzyon yöntemine ulaşılmaya çalışılmıştır.

Benzer şekilde uydulardan alınan farklı resimler için füzyon yapılmış, 8 tane füzyon resmi bütün kalite parametreleriyle incelenmiş, karşılaştırma yapılarak en iyi görüntü füzyon resmine dolayısıyla en iyi füzyon yöntemine ulaşılmaya çalışılmıştır.

Dalgacıklar arasında Symlet dalgacık ailesinin daha verimli sonuçlar verdiği, aynı zamanda “Mean Mean” füzyon yönteminin en iyi füzyon yöntemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

MSE oranı yani hata oranı arttıkça füzyon resimlerinin daha çok bozulduğu görülmüştür. MSE arttıkça PSNR değerleri de düşmektedir.

MSE arttıkça PSNR azalmaktadır. Görüntü kalite parametreleri arasında sadece bu iki değer arasında bağlantı tespit edilmiştir. MSE değeri yani hata oranı azaldıkça görüntü kalitesi artmaktadır.

Görüntü Kalite Parametreleri arasında PSNR ve MSE parametreleri dışında hiç bir bağlantı bulunamamıştır. SSIM arttıkça bazı durumlarda Niqe, Brisque değerleri azalmakta ya da artmaktadır. MSE arttıkça SSIM'in azaldığı ya da arttığı durumlar oluşmuştur. Bu nedenle en kaliteli füzyon resmini bulabilmek için görüntü kalite parametrelerinin hepsinin teker teker hesaplanması gerekmektedir.

Farklı kullanıcılar bu tezde verilen çizelgelere bakarak, kendi kullanım amaçlarına göre hangi parametrelerin daha önemli olduğu konusunda fikir edinebilirler ve hangi füzyon yönteminin kendileri için uygun olduğuna karar verebilirler.



KAYNAKLAR

1. Mitchell, H.B. (2010). *Image fusion: Theories, techniques and applications*. Berlin: Springer, 1-4.
2. Gonzalez, R.C., Woods, R.E. (2008). *Digital image processing* (2nd Edition). New Jersey: Pearson Prentice Hall, 234-236.
3. Wen, C. Y., Chen, J. K. (2004). Multi-resolution image fusion technique and its application to forensic science. *Forensic Science International*, 4(1), 217–232.
4. Kaplan, H. (2008). *Kafes süzgeç yapıları ile görüntü füzyonu*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2-5.
5. Mallat, S. G. (1989). Multifrequency channel decompositions of images and wavelet models. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 37(12), 2091-2110.
6. Kafadar, Ö., Sertçelik, İ., Kurtuluş, C. (2013). *İki boyutlu gabor filtresi kullanılarak Marmara Denizi manyetik verilerinin yorumlanması*. 20. Uluslararası Jeofizik Kongresi, Antalya, 479-480.
7. Hill, P., Canagarajah, N., Bull, D. (2002). *Image fusion using complex wavelets*. Bristol: The University of Bristol, 512-515.
8. İnternet: Math Works. (2019) Image quality metrics. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.mathworks.com%2Fhelp%2Fimages%2Fimage-quality-metrics.html&date=2019-04-05>, Son Erişim Tarihi: 05.04.2016.
9. Silpa, K., Mastani, A. (2012). Comparison of image quality metrics. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 4(1), 1-2.
10. Alghurair, D., Al-Rawi, S. S. (2013). Design of sobel operator using field programmable gate arrays. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 4(2), 589-594.
11. Sun, Y., Lu, H., Zhang, L., Yang, J., Huang, H. (2015). *Intelligence science and big data engineering*. 7th International Conference, IScIDE 2017, Dalian, China, 471-473.
12. Mittal, A., Moorthy, K. (2012). No-reference image quality assessment in the spatial domain. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers Signal Processing Letters*, 4(2), 4695-4696.





EKLER

EK-1. B nesneleri oluşturulması ve NIQE hesaplanması

```
>> B00 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B00.png');
>> B01 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B01.png');
>> B1 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B1.png');
>> B2 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B2.png');
>> B3 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B3.png');
>> B4 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B4.png');
>> B5 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B5.png');
>> B6 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B6.png');
>> B7 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B5.png');
>> B8 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B6.png');
>> B9 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B7.png');
>> B10 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B10.png');
>> B11 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B11.png');
>> B12 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B12.png');
>> B13 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B13.png');
>> B14 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B14.png');
>> B15 = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\B2018\B15.png');
```

B nesneleri için Niqe hesaplaması

```
>> niqeI = niqe(B1);
>> fprintf('NIQE puanı B1 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B2);
>> fprintf('NIQE puanı B2 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B3);
>> fprintf('NIQE puanı B3 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B4);
>> fprintf('NIQE puanı B4 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B5);
>> fprintf('NIQE puanı B5 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B6);
>> fprintf('NIQE puanı B6 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B7);
```

EK-1. (devam) B nesneleri oluşturulması ve NIQE hesaplanması

```
>> fprintf('NIQE puanı B7 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B8);
>> fprintf('NIQE puanı B8 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B9);
>> fprintf('NIQE puanı B9 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B10);
>> fprintf('NIQE puanı B10 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B11);
>> fprintf('NIQE puanı B11 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B12);
>> fprintf('NIQE puanı B12 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B13);
>> fprintf('NIQE puanı B13 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B14);
>> fprintf('NIQE puanı B14 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(B15);
>> fprintf('NIQE puanı B15 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
```

yukardaki komutları yazıp enter'a basınca otomatik olarak aşağıdaki değerleri gösterdi.

```
NIQE puanı B1 nesnesi için 7,1647
NIQE puanı B2 nesnesi için 8,6664
NIQE puanı B3 nesnesi için 3,6404
NIQE puanı B4 nesnesi için 3,1620
NIQE puanı B5 nesnesi için 2,9406
NIQE puanı B6 nesnesi için 6,8126
NIQE puanı B7 nesnesi için 3,3794
NIQE puanı B8 nesnesi için 3,1439
NIQE puanı B9 nesnesi için 3,0925
NIQE puanı B10 nesnesi için 2,9406
NIQE puanı B11 nesnesi için 3,6307
```

EK-1. (devam) B nesneleri oluşturulması ve NIQE hesaplanması

NIQE puanı B12 nesnesi için 3,2891

NIQE puanı B13 nesnesi için 3,5953

NIQE puanı B14 nesnesi için 3,5754

NIQE puanı B15 nesnesi için 3,7435



EK-2. B nesneleri için brisque hesaplaması

```
>> brisqueI = brisque(B1);
>>fprintf('BRISQUE puanı B1 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B2);
>>fprintf('BRISQUE puanı B2 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B3);
>>fprintf('BRISQUE puanı B3 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B4);
>>fprintf('BRISQUE puanı B4 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B5);
>>fprintf('BRISQUE puanı B5 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B6);
>>fprintf('BRISQUE puanı B6 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B7);
>>fprintf('BRISQUE puanı B7 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B8);
>>fprintf('BRISQUE puanı B8 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B9);
>>fprintf('BRISQUE puanı B9 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B10);
>>fprintf('BRISQUE puanı B10 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B11);
>>fprintf('BRISQUE puanı B11 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B12);
>>fprintf('BRISQUE puanı B12 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B13);
>>fprintf('BRISQUE puanı B13 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B14);
>>fprintf('BRISQUE puanı B14 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
>>brisqueI = brisque(B15);
>>fprintf('BRISQUE puanı B15 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
```

EK-2. (devam) B nesneleri için brisque hesaplaması

enter tuşuna basınca otomatik aşağıdaki değerler geldi[14].

BRISQUE puanı B1 nesnesi için 53,5583
BRISQUE puanı B2 nesnesi için 51,6650
BRISQUE puanı B3 nesnesi için 21,8429
BRISQUE puanı B4 nesnesi için 22,5395
BRISQUE puanı B5 nesnesi için 24,1033
BRISQUE puanı B6 nesnesi için 41,5553
BRISQUE puanı B7 nesnesi için 13,4884
BRISQUE puanı B8 nesnesi için 8,6673
BRISQUE puanı B9 nesnesi için 23,8468
BRISQUE puanı B10 nesnesi için 24,1033
BRISQUE puanı B11 nesnesi için 24,2805
BRISQUE puanı B12 nesnesi için 26,3549
BRISQUE puanı B13 nesnesi için 25,6846
BRISQUE puanı B14 nesnesi için 25,5917
BRISQUE puanı B15 nesnesi için 25,6934

EK-3. B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman MSE hesaplaması

```
>>err = IMMSE(B1, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B1 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B2, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B2 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B3, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B3 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B4, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B4 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B5, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B5 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B6, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B6 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B7, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B7 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B8, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B8 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B9, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B9 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B10, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B10 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B11, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B11 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B12, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B12 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B13, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B13 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B14, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B14 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B15, B01);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B15 nesnesi için %0.4f\n', err);
```

EK-3. (devam) B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman MSE hesaplaması

enter tuşuna basınca otomatik aşağıdaki değerler geldi.

Mean-squared hatası B1 nesnesi için 5022,6240
Mean-squared hatası B2 nesnesi için 5017,2089
Mean-squared hatası B3 nesnesi için 4943,6009
Mean-squared hatası B4 nesnesi için 4930,7766
Mean-squared hatası B5 nesnesi için 4364,0820
Mean-squared hatası B6 nesnesi için 4725,9248
Mean-squared hatası B7 nesnesi için 4488,8742
Mean-squared hatası B8 nesnesi için 4567,1868
Mean-squared hatası B9 nesnesi için 4351,2431
Mean-squared hatası B10 nesnesi için 4364,0820
Mean-squared hatası B11 nesnesi için 1716,2992
Mean-squared hatası B12 nesnesi için 1711,5165
Mean-squared hatası B13 nesnesi için 1712,6910
Mean-squared hatası B14 nesnesi için 1715,5732
Mean-squared hatası B15 nesnesi için 1715,5732

EK-4. B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman MSE hesaplaması

```
>>B1=imresize3(B1,[254 256 3]);
>>B2=imresize3(B2,[254 256 3]);
>>B3=imresize3(B3,[254 256 3]);
>>B4=imresize3(B4,[254 256 3]);
>>B5=imresize3(B5,[254 256 3]);
>>B6=imresize3(B6,[254 256 3]);
>>B7=imresize3(B7,[254 256 3]);
>>B8=imresize3(B8,[254 256 3]);
>>B9=imresize3(B9,[254 256 3]);
>>B10=imresize3(B10,[254 256 3]);
>>B11=imresize3(B11,[254 256 3]);
>>B12=imresize3(B12,[254 256 3]);
>>B13=imresize3(B13,[254 256 3]);
>>B14=imresize3(B14,[254 256 3]);
>>B15=imresize3(B15,[254 256 3]);
>>err = IMMSE(B1, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B1 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B2, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B2 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B3, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B3 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B4, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B4 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B5, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B5 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B6, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B6 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B7, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B7 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B8, B00);
```

EK-4. (devam) B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman MSE hesaplaması

```
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B8 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B9, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B9 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B10, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B10 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B11, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B11 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B12, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B12 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B13, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B13 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B14, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B14 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(B15, B00);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası B15 nesnesi için %0.4f\n', err);
```

enter tuşuna basınca otomatik aşağıdaki değerler geldi[17].

```
Mean-squared hatası B1 nesnesi için 474,2772
Mean-squared hatası B2 nesnesi için 474,7878
Mean-squared hatası B3 nesnesi için 459,9188
Mean-squared hatası B4 nesnesi için 449,1312
Mean-squared hatası B5 nesnesi için 466,0717
Mean-squared hatası B6 nesnesi için 908,7796
Mean-squared hatası B7 nesnesi için 568,2203
Mean-squared hatası B8 nesnesi için 545,7785
Mean-squared hatası B9 nesnesi için 454,1173
Mean-squared hatası B10 nesnesi için 466,0717
Mean-squared hatası B11 nesnesi için 1181,5457
Mean-squared hatası B12 nesnesi için 1184,8942
```

EK-4. (devam) B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman MSE hesaplaması

Mean-squared hatası B13 nesnesi için 1184,0322

Mean-squared hatası B14 nesnesi için 1182,0546

Mean-squared hatası B15 nesnesi için 1182,0546



EK-5. B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman PSNR hesaplaması

```
>> [peaksnr, snr] = psnr(B1, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B1 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B2, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B2 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B3, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B3 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B4, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B4 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B5, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B5 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B6, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B6 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B7, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B7 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B8, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B8 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B9, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B9 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B10, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B10 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B11, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B11 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B12, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B12 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B13, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B13 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B14, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B14 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B15, B01);
>>fprintf('\n Psnr B01değeri B15 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
```


EK-5. (devam) B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman PSNR hesaplaması

enter tuşuna basınca otomatik aşağıdaki değerler geldi.

Psnr B01değeri B1 nesnesi için 11,1226
Psnr B01değeri B2 nesnesi için 11,1286
Psnr B01değeri B3 nesnesi için 11,1904
Psnr B01değeri B4 nesnesi için 11,2019
Psnr B01değeri B5 nesnesi için 11,7313
Psnr B01değeri B6 nesnesi için 11,3873
Psnr B01değeri B7 nesnesi için 11,6167
Psnr B01değeri B8 nesnesi için 11,5402
Psnr B01değeri B9 nesnesi için 11,7440
Psnr B01değeri B10 nesnesi için 11,7313
Psnr B01değeri B11 nesnesi için 15,7825
Psnr B01değeri B12 nesnesi için 15,7947
Psnr B01değeri B13 nesnesi için 15,7916
Psnr B01değeri B14 nesnesi için 15,7844
Psnr B01değeri B15 nesnesi için 15,7844

EK-6. B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman PSNR hesaplaması

```

>>B1=imresize3(B1,[254 256 3]);
>>B2=imresize3(B2,[254 256 3]);
>>B3=imresize3(B3,[254 256 3]);
>>B4=imresize3(B4,[254 256 3]);
>>B5=imresize3(B5,[254 256 3]);
>>B6=imresize3(B6,[254 256 3]);
>>B7=imresize3(B7,[254 256 3]);
>>B8=imresize3(B8,[254 256 3]);
>>B9=imresize3(B9,[254 256 3]);
>>B10=imresize3(B10,[254 256 3]);
>>B11=imresize3(B11,[254 256 3]);
>>B12=imresize3(B12,[254 256 3]);
>>B13=imresize3(B13,[254 256 3]);
>>B14=imresize3(B14,[254 256 3]);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B1, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B1 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B2, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B2 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B3, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B3 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B4, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B4 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B5, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B5 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B6, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B6 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr]= psnr(B7, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B7 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B8, B00);
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B8 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
>> [peaksnr, snr] = psnr(B9, B00);

```

EK-6. (devam) B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman PSNR hesaplaması

```
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B9 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr] = psnr(B10, B00);  
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B10 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr] = psnr(B11, B00);  
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B11 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr] = psnr(B12, B00);  
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B12 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr] = psnr(B13, B00);  
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B13 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr] = psnr(B14, B00);  
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B14 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr] = psnr(B15, B00);  
>>fprintf('\n Psnr B00değeri B15 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
yazıp Enter tuşuna basarsak, otomatik aşağıdaki değerler geliyor.
```

```
Psnr B00değeri B1 nesnesi için 21,3786  
Psnr B00değeri B2 nesnesi için 21,3827  
Psnr B00değeri B3 nesnesi için 21,5152  
Psnr B00değeri B4 nesnesi için 21,6214  
Psnr B00değeri B5 nesnesi için 21,4549  
Psnr B00değeri B6 nesnesi için 18,5518  
Psnr B00değeri B7 nesnesi için 20,6493  
Psnr B00değeri B8 nesnesi için 20,8233  
Psnr B00değeri B9 nesnesi için 21,5679  
Psnr B00değeri B10 nesnesi için 21,4549  
Psnr B00değeri B11 nesnesi için 17,4119  
Psnr B00değeri B12 nesnesi için 17,3999  
Psnr B00değeri B13 nesnesi için 17,4031  
Psnr B00değeri B14 nesnesi için 17,4102  
Psnr B00değeri B15 nesnesi için 17,4044
```

EK-7. B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman SSIM hesaplaması

Matlab Komutu

```
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B1, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B1 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B2, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B2 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval)
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B3, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B3 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B4, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B4 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B5, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B5 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B6, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B6 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B7, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B7 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B8, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B8 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B9, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B9 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B10, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B10 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B11, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B11 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B12, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B12 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B13, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B13 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B14, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B14 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B15, B00);
>> fprintf('\n SSIM değeri B15 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
```

EK-7. (devam) B nesneleri için B00 nesnesi referans alındığı zaman SSIM hesaplaması

yazıp Enter tuşuna basarsak, otomatik aşağıdaki değerler geliyor [19].

SSIM değeri B1 nesnesi için 0,9316

SSIM değeri B2 nesnesi için 0,9289

SSIM değeri B3 nesnesi için 0,9226

SSIM değeri B4 nesnesi için 0,9230

SSIM değeri B5 nesnesi için 0,8718

SSIM değeri B6 nesnesi için 0,8527

SSIM değeri B7 nesnesi için 0,7776

SSIM değeri B8 nesnesi için 0,7801

SSIM değeri B9 nesnesi için 0,8714

SSIM değeri B10 nesnesi için 0,8718

SSIM değeri B11 nesnesi için 0,8121

SSIM değeri B12 nesnesi için 0,8097

SSIM değeri B13 nesnesi için 0,8102

SSIM değeri B14 nesnesi için 0,8107

SSIM değeri B15 nesnesi için 0,8107

EK-8. B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman SSIM hesaplaması

```

>>B1=imresize3(B1,[256 256 3]);
>>B2=imresize3(B2,[256 256 3]);
>>B3=imresize3(B3,[256 256 3]);
>>B4=imresize3(B4,[256 256 3]);
>>B5=imresize3(B5,[256 256 3]);
>>B6=imresize3(B6,[256 256 3]);
>>B7=imresize3(B7,[256 256 3]);
>>B8=imresize3(B8,[256 256 3]);
>>B9=imresize3(B9,[256 256 3]);
>>B10=imresize3(B10,[256 256 3]);
>>B11=imresize3(B11,[256 256 3]);
>>B12=imresize3(B12,[256 256 3]);
>>B13=imresize3(B13,[256 256 3]);
>>B14=imresize3(B14,[256 256 3])
>>B15=imresize3(B15,[256 256 3])
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B1, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B1 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B2, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B2 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B3, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B3 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B4, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B4 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B5, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B5 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B6, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B6 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr]= SSIM(B7, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B7 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B8, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B8 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);

```

EK-8. (devam) B nesneleri için B01 nesnesi referans alındığı zaman SSIM hesaplaması

```
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B9, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B9 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B10, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B10 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B11, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B11 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B12, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B12 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B13, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B13 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B14, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B14 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
>> [SSIMval, snr] = SSIM(B15, B01);
>>fprintf('\n SSIM değeri B15 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
```

yazıp Enter tuşuna basarsak, otomatik aşağıdaki değerler geliyor [19].

SSIM değeri B1 nesnesi için	0,6014
SSIM değeri B2 nesnesi için	0,6009
SSIM değeri B3 nesnesi için	0,6384
SSIM değeri B4 nesnesi için	0,6388
SSIM değeri B5 nesnesi için	0,6766
SSIM değeri B6 nesnesi için	0,6149
SSIM değeri B7 nesnesi için	0,6544
SSIM değeri B8 nesnesi için	0,6555
SSIM değeri B9 nesnesi için	0,6763
SSIM değeri B10 nesnesi için	0,6766
SSIM değeri B11 nesnesi için	0,8381
SSIM değeri B12 nesnesi için	0,8399
SSIM değeri B13 nesnesi için	0,8390
SSIM değeri B14 nesnesi için	0,8390
SSIM değeri B15 nesnesi için	0,8406

EK-9. A nesneleri oluşturulması ve niqe hesaplaması

```
>> A = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\saras51.jpg');
>> B = imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\saras52.jpg');
>> A1=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A1.png');
>> A2=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A2.png');
>> A3=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A3.png');
>> A4=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A4.png');
>> A5=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A5.png');
>> A6=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A6.png');
>> A7=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A7.png');
>> A8=imread('C:\Users\sahestepehlivanli\Desktop\A2018\A8.png');
```

A nesneleri için niqe hesaplaması

```
>> niqeI = niqe(A1);
>> fprintf('NIQE puanı A1 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(A2);
>> fprintf('NIQE puanı A2 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(A3);
>> fprintf('NIQE puanı A3 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(A4);
>> fprintf('NIQE puanı A4 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(A5);
>> fprintf('NIQE puanı A5 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(A6);
>> fprintf('NIQE puanı A6 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(A7);
>> fprintf('NIQE puanı A7 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
>> niqeI = niqe(A8);
>> fprintf('NIQE puanı A8 nesnesi için %0.4f.\n',niqeI);
```


EK-9. (devam) A nesneleri oluşturulması ve niqe hesaplaması

komutlarını Matlab'da yazdıktan sonra enter tuşuna bastım. Otomatik aşağıdaki değerler geldi .

NIQE puanı A1 nesnesi için 5,5800

NIQE puanı A2 nesnesi için 5,9594

NIQE puanı A3 nesnesi için 4,7547

NIQE puanı A4 nesnesi için 4,8808

NIQE puanı A5 nesnesi için 3,4226

NIQE puanı A6 nesnesi için 5,4493

NIQE puanı A7 nesnesi için 7,5925

NIQE puanı A8 nesnesi için 5,7507

EK-10. A nesneleri için brisque hesaplaması

```
>> brisqueI = brisque(A1);  
>> fprintf('BRISQUE puanı A1 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);  
>>brisqueI = brisque(A2);  
>>fprintf('BRISQUE puanı A2 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);  
>>brisqueI = brisque(A3);  
>>fprintf('BRISQUE puanı A3 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);  
>>brisqueI = brisque(A4);  
>>fprintf('BRISQUE puanı A4 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);  
>>brisqueI = brisque(A5);  
>>fprintf('BRISQUE puanı A5 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);  
>>brisqueI = brisque(A6);  
>>fprintf('BRISQUE puanı A6 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);  
>>brisqueI = brisque(A7);  
>>fprintf('BRISQUE puanı A7 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);  
>>brisqueI = brisque(A8);  
>>fprintf('BRISQUE puanı A8 nesnesi için %0.4f.\n',brisqueI);
```

komutlarını Matlab'da yazdıktan sonra enter tuşuna bastım.

```
BRISQUE puanı A1 nesnesi için 48,5925  
BRISQUE puanı A2 nesnesi için 48,5379  
BRISQUE puanı A3 nesnesi için 44,5964  
BRISQUE puanı A4 nesnesi için 46,7577  
BRISQUE puanı A5 nesnesi için 42,8661  
BRISQUE puanı A6 nesnesi için 49,6387  
BRISQUE puanı A7 nesnesi için 49,8085  
BRISQUE puanı A8 nesnesi için 48,5103
```

EK-11. A nesneleri için A nesnesi referans alınarak SSIM hesaplaması

```
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A1, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A1 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A2, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A2 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A3, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A3 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A4, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A4 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A5, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A5 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A6, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A6 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A7, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A7 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A8, A);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A8 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
komutlarını Matlab'da yazdıktan sonra enter tuşuna bastım [19].
```

```
SSIM değeri A1 nesnesi için 0,9343  
SSIM değeri A2 nesnesi için 0,9343  
SSIM değeri A3 nesnesi için 0,9005  
SSIM değeri A4 nesnesi için 0,9056  
SSIM değeri A5 nesnesi için 0,9098  
SSIM değeri A6 nesnesi için 0,9346  
SSIM değeri A7 nesnesi için 0,9122  
SSIM değeri A8 nesnesi için 0,9350
```

EK-12. A nesneleri için B nesnesi referans alınarak SSIM hesaplaması

```
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A1,B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A1 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A2, B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A2 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A3, B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A3 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A4, B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A4 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A5, B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A5 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A6, B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A6 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A7, B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A7 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);  
>> [SSIMval, snr] = SSIM(A8, B);  
>>fprintf('\n SSIM değeri A8 nesnesi için %0.4f\n', SSIMval);
```

komutlarını Matlab'da yazdıktan sonra enter tuşuna bastım

```
SSIM değeri A1 nesnesi için 0,9411  
SSIM değeri A2 nesnesi için 0,9411  
SSIM değeri A3 nesnesi için 0,9098  
SSIM değeri A4 nesnesi için 0,9111  
SSIM değeri A5 nesnesi için 0,9156  
SSIM değeri A6 nesnesi için 0,9406  
SSIM değeri A7 nesnesi için 0,9098  
SSIM değeri A8 nesnesi için 0,9408
```

EK-13. A nesneleri için A nesnesi referans alınarak PSNR hesaplaması

```
>> [peaksnr, snr]= psnr(A1, A);  
>>fprintf('\n PsnrAdeğeri A1 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A2, A);  
>>fprintf('\n Psnr değeri A2 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A3, A);  
>>fprintf('\n PsnrAdeğeri A3 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A4, A);  
>>fprintf('\n PsnrAdeğeri A4 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A5, A);  
>>fprintf('\n The PsnrAdeğeri A5 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A6, A);  
>>fprintf('\n PsnrAdeğeri A6 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A7, A);  
>>fprintf('\n PsnrAdeğeri A7 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A8, A);  
>>fprintf('\n PsnrAdeğeri A8 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
```

komutlarını Matlab'da yazdıktan sonra enter tuşuna bastım [18].

```
PsnrAdeğeri A1 nesnesi için 27,3108  
PsnrAdeğeri A2 nesnesi için 27,3034  
PsnrAdeğeri A3 nesnesi için 24,0502  
PsnrAdeğeri A4 nesnesi için 24,7307  
PsnrAdeğeri A5 nesnesi için 24,1306  
PsnrAdeğeri A6 nesnesi için 27,3047  
PsnrAdeğeri A7 nesnesi için 24,5883  
PsnrAdeğeri A8 nesnesi için 27,3036
```

EK-14. A nesneleri için B nesnesi referans alınarak PSNR hesaplaması

```
>> [peaksnr, snr]= psnr(A1, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A1 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A2, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A2 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A3, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A3 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A4, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A4 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A5, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A5 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A6, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A6 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A7, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A7 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);  
>> [peaksnr, snr]= psnr(A8, B);  
>>fprintf('\n PsnrBdeğeri A8 nesnesi için %0.4f\n', peaksnr);
```

komutlarını Matlab'da yazdıktan sonra enter tuşuna bastım.

```
PsnrBdeğeri A1 nesnesi için 27,3124  
PsnrBdeğeri A2 nesnesi için 27,2981  
PsnrBdeğeri A3 nesnesi için 24,9322  
PsnrBdeğeri A4 nesnesi için 24,4957  
PsnrBdeğeri A5 nesnesi için 24,6413  
PsnrBdeğeri A6 nesnesi için 27,2994  
PsnrBdeğeri A7 nesnesi için 24,0913  
PsnrBdeğeri A8 nesnesi için 27,2981
```

EK-15. A nesneleri için A nesnesi referans alınarak MSE hesaplaması

Mean-squared hatası A nesnesi referans alınarak hesaplanması

```
>> err = IMMSE(A1, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A1 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A2, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A2 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A3, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A3 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A4, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A4 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A5, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A5 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A6, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A6 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A7, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A7 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A8, A);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A8 nesnesi için %0.4f\n', err);
```

Komutları yazıp enter tuşuna basınca otomatik aşağıdaki değerler geldi.

```
Mean-squared hatası A1 nesnesi için 120,7814
Mean-squared hatası A2 nesnesi için 120,9875
Mean-squared hatası A3 nesnesi için 255,8971
Mean-squared hatası A4 nesnesi için 218,7833
Mean-squared hatası A5 nesnesi için 251,1993
Mean-squared hatası A6 nesnesi için 120,9507
Mean-squared hatası A7 nesnesi için 226,0753
Mean-squared hatası A8 nesnesi için 120,9817
```

EK-16. A nesneleri için B nesnesi referans alınarak MSE hesaplaması

```
>> err = IMMSE(A1, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A1 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A2, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A2 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A3, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A3 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A4, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A4 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A5, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A5 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A6, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A6 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A7, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A7 nesnesi için %0.4f\n', err);
>>err = IMMSE(A8, B);
>>fprintf('\n Mean-squared hatası A8 nesnesi için %0.4f\n', err);
```

Komutları yazıp enter tuşuna basınca otomatik aşağıdaki değerler geldi.

```
Mean-squared hatası A1 nesnesi için 120,7379
Mean-squared hatası A2 nesnesi için 121,1348
Mean-squared hatası A3 nesnesi için 208,8613
Mean-squared hatası A4 nesnesi için 230,9454
Mean-squared hatası A5 nesnesi için 223,3291
Mean-squared hatası A6 nesnesi için 121,0994
Mean-squared hatası A7 nesnesi için 253,4824
Mean-squared hatası A8 nesnesi için 121,1362
```


ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : PEHLİVANLI, Şaheste
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 19.10.1981, Kırıkkale
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (532) 510 23 50
 e-mail : sahestepehlivanli@rtuk.gov.tr



Eğitim

Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / Elektrik Elektronik Müh.	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / Elektrik Elektronik Müh.	2003
Lise	Kırıkkale Fen Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-Halen	RTÜK	Üst Kurul Uzmanı
2005-2007	Milli Savunma Bakanlığı	ARGE Uzmanı
2003-2005	Armada Ltd. Şti.	Mühendis

Yabancı Dil

İngilizce
 Almanca

Hobiler

Kitap okumak, Yürüyüş yapmak, Seyahat etmek



GAZİ GELECEKTİR...