

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ *FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YANDAN TARAMALI SONAR İMGELERİNİN İŞLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik ve Haberleşme Mühendisi Levent ŞAHİNTÜRK

Anabilim Dalı: Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

Danışman: Prof. Dr. Sarp Ertürk

KOCAELİ, 2010

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YANDAN TARAMALI SONAR İMGELERİNİN İŞLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik ve Haberleşme Mühendisi Levent ŞAHİNTÜRK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 18 Aralık 2009

Tezin Savunulduğu Tarih: 28 Ocak 2010

Tez Danışmanı

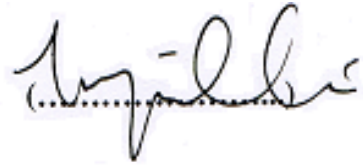
Üye

Üye

**Prof.Dr.
Sarp ERTÜRK**

**Doç.Dr.
Cabir VURAL**

**Yrd.Doç.Dr.
M. Kemal GÜLLÜ**



KOCAELİ, 2010

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez kapsamında yandan taramalı sonar imgelerinin işlenmesi konusu incelenmiş, çalışmaların gelecekte deniz tabanındaki cisimlerin tanınması ve sınıflandırılması üzerinde çalışmak isteyen araştırmacılara ve öğrencilere faydalı olmasını dilerim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca çalışmalarımın her aşamasında bana yol gösteren danışman hocam, sayın Prof. Dr. Sarp ERTÜRK'e, tez çalışmalarım boyunca hiçbir konuda yardımlarını esirgemeyen Yük. Müh. Aysun ÇELEBİ'ye teşekkür ederim.

Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi çalışanlarından Yük. Müh. Ahmet Nuri ÜNLÜ ve Yük. Müh. Şeyhmus DİREK'e Benthos Isis-1500 Model Yandan Taramalı Sonarın tanıtımı ve Matlab R2008a'nın kullanımı, tercüme konularındaki yardımlarından dolayı Yük.Müh. Cemalettin ÇİFTÇİ'ye en içten şükranlarımı sunarım. Ayrıca tezin hazırlanmasını dört gözle bekleyen biricik eşim ve kızıma gösterdikleri anlayış ve fedakârlıkları için teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR..... | i |
| İÇİNDEKİLER | ii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | iii |
| TABLolar DİZİNİ | v |
| SİMGELER DİZİNİ..... | vi |
| KISALTMALAR | vi |
| ÖZET..... | vii |
| İNGİLİZCE ÖZET | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı | 2 |
| 2. YANDAN TARAMALI SONARLAR..... | 4 |
| 2.1. Yandan Taramalı Sonarı Oluşturan Temel Birimler | 5 |
| 2.2. Yandan Taramalı Sonarın Çalışma Prensipleri..... | 6 |
| 2.3. Sonar İmgelerindeki Gürültülerin Nedenleri | 7 |
| 2.3.1. Dümen gürültüsü ve pervane etkisi..... | 7 |
| 2.3.2. Deniz yüzeyindeki dalgalar..... | 8 |
| 2.3.3. Deniz canlıları | 9 |
| 2.3.4. Deniz tabanındaki çukurlar ve tepeler | 10 |
| 2.3.5. Gemi rotasının değişmesi..... | 10 |
| 2.3.6. Yandan taramalı sonarın yan lobunun yansımaları | 11 |
| 3. YTS İMGELERİNDE GÜRÜLTÜ GİDERİMİ | 12 |
| 3.1. YTS İmgelerinde Hedef ve Gölgenin İlişkisi | 13 |
| 3.2. YTS İmgelerinde Süzgeçleme Uygulamaları | 14 |
| 3.2.1. YTS imgelerinde ortanca süzgeç kullanımı | 15 |
| 3.2.2. YTS imgelerinde wiener süzgeç kullanımı..... | 16 |
| 3.2.3. YTS imgelerinde faz korumalı gürültü giderimi | 18 |
| 4. YTS İMGELERİNDE BÖLÜTLEME UYGULAMALARI..... | 21 |
| 4.1. Matematiksel Morfolojik İşlemler..... | 21 |
| 4.1.1. Yapı elemanı | 22 |
| 4.1.2. YTS imgelerine aşındırma işlemi uygulanması..... | 22 |
| 4.1.3. YTS imgelerine yayma işlemi uygulanması | 24 |
| 4.1.4. YTS imgelerine açma işlemi uygulanması | 26 |
| 4.1.5. YTS imgelerine kapama işlemi uygulanması | 29 |
| 4.2. YTS İmgelerinde Hedef ve Gölgenin Tespiti..... | 32 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 38 |
| KAYNAKLAR | 40 |
| KİŞİSEL YAYINLAR ve ESERLER..... | 43 |
| ÖZGEÇMİŞ | 44 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1: Ses hızını ölçmek için kurulan düzenek [1]..... | 1 |
| Şekil 2.1: Tek Işınlı Klasik İskandilin Şematik Gösterimi [27]..... | 4 |
| Şekil 2.2: YTS Ölçümünün Şematik Görünümü [2]..... | 5 |
| Şekil 2.3: Yandan Taramalı Sonar Temel Birimleri [2]..... | 5 |
| Şekil 2.4: Yandan Taramalı Sonar Siteminin Şematik Işın Şekli [2]..... | 6 |
| Şekil 2.5: (a) SIS 1500 Towfish, (b) Benthos TowFish -TTV -190 [29]..... | 6 |
| Şekil 2.6: Pervane ve Dümen Suyunun Sonar İmgesindeki İzleri [2]..... | 8 |
| Şekil 2.7: Deniz Yüzeyinde Oluşan Dalgaların Sonar İmgesindeki İzleri[2] | 8 |
| Şekil 2.8: Balık Sürüsünün Sonar İmgesindeki İzleri [2] | 9 |
| Şekil 2.9: Çeşitli Tıp Balıklara ait Sonar İşaretleri [6]..... | 9 |
| Şekil 2.10: (a) Yükselti ve Tepelerin Şematik Görünümleri, (b) Yükselti ve Tepelerin Sonar İmgelerindeki İzleri [2]..... | 10 |
| Şekil 2.11: Dönüş Nedeniyle Oluşan Gürültünün Sonar İmgesindeki İzleri [2] | 10 |
| Şekil 2.12: Yan Lob Yansımalarının Şematik Görünümü [2]..... | 11 |
| Şekil 3.1: Yandan Taramalı Sonar İmgelerinin Karakteristikleri [2]..... | 13 |
| Şekil 3.2: YTS İmgesinde Gölge ve Hedefin Boyut İlişkisi [26] | 13 |
| Şekil 3.3: Örnek bir YTS İmgede Mevcut Gürültü Etkisi | 14 |
| Şekil 3.4: Ortanca Süzgecin Şematik Gösterimi [28]. | 15 |
| Şekil 3.5: (a) YTS İmgesi, (b) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi..... | 16 |
| Şekil 3.6: (a) YTS İmgesi, (b) Wiener Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi | 17 |
| Şekil 3.7: (a) Çift-Simetrik Dalgacıkların, (b)Tek-Simetrik Dalgacıkların Transfer İşlemleri[31] | 18 |
| Şekil 3.8: (a) YTS İmgesi, (b) FKGG Uygulanmış YTS İmgesi | 20 |
| Şekil 4.1: (a) 4-Komşuluklu (Elmas) YE Ailesinin $k=1,2$ Üyeleri, (b) 8-Komşuluklu (Kare) YE Ailesinin $k=1,2$ Üyeleri, (c) Daire YE Ailesinin $k=3,4,5$ Üyeleri ($k=1,2$ Üyeler, Kare İle Aynı) [16]..... | 22 |
| Şekil 4.2: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge..... | 23 |
| Şekil 4.3: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri..... | 24 |
| Şekil 4.4: (a) YTS İmgesi, (b) YTS İmgesine 9x9 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulanmış İmge | 24 |
| Şekil 4.5: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge..... | 25 |
| Şekil 4.6: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri..... | 26 |
| Şekil 4.7: (a) YTS İmgesi, (b) YTS İmgesine 9x9 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulanmış İmge | 26 |
| Şekil 4.8: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge, (c) 3x3 Kare YE ile MM Açma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge..... | 27 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.9: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri, (c) 3x3 Kare YE ile Aşındırma ve 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri .. | 28 |
| Şekil 4.10: (a) Gri imgenin bir satır pikselinin gri ton değerleri, (b) Yuvarlanan topun pozisyonu, (c) Gri imgenin bir satır pikselinin yeni gri ton değerleri..... | 28 |
| Şekil 4.11: (a) YTS İmgesi, (b) 9x9 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulanmış İmge, (c) 9x9 Kare YE ile Aşındırma ve 9x9 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulanmış İmge | 29 |
| Şekil 4.12: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge, (c) 3x3 Kare YE ile Yayma ve 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge | 30 |
| Şekil 4.13: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri, (c) 3x3 Kare YE ile Yayma ve 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri.... | 30 |
| Şekil 4.14: (a) Gri imgenin bir satır pikselinin gri ton değerleri, (b) Yuvarlanan topun pozisyonu, (c) Gri imgenin bir satır pikselinin yeni gri ton değerleri..... | 31 |
| Şekil 4.15: (a) YTS İmgesi, (b) YTS İmgesine 9x9 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulanmış İmge, (c) 9x9 Kare YE ile Yayma ve 9x9 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulanmış İmge | 31 |
| Şekil 4.16: Deniz Tabanından Yansıyan İşaretler [18] | 32 |
| Şekil 4.17: MM Algılayıcının Şematik Gösterimi [18] | 33 |
| Şekil 4.18: (a) En Yüksek İşaret Seviyesinin Tahmini için Kullanılan Algılayıcı, (b) En Alçak İşaret Seviyesinin Tahmini için Kullanılan Algılayıcı [18] | 33 |
| Şekil 4.19: (a) En Yüksek İşaret Seviyesinin Tahmini, (b) En Alçak İşaret Seviyesinin Tahmini [18] | 33 |
| Şekil 4.20: MM Algılayıcı gerçekleyen algoritma..... | 34 |
| Şekil 4.21: (a) YTS İmgesi, (b) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi, (c) Wiener Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi, (d) FKGG Uygulanmış YTS İmgesi..... | 35 |
| Şekil 4.22: (a) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS imgesi, (b) 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE ile Kapama İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge, (c) (b) İmgesine 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE ile Açma İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge..... | 35 |
| Şekil 4.23: (a) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS imgesi, (b) 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE ile Açma İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge, (c) (b) İmgesine 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE ile Kapama İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge..... | 36 |
| Şekil 4.24: (a) YTS imgesi, (b) 3x3 Ortanca Süzgeç ve 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Hedef Bölge, (c) 3x3 Ortanca Süzgeç ve 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Gölge Bölge..... | 36 |
| Şekil 4.25: (a) FKGG Uygulanan YTS imgesi, (b) FKGG ve 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Hedef Bölge, (c) FKGG ve 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Gölge Bölge, (d) Wiener Süzgeç Uygulanan YTS imgesi, (e) 3x3 Wiener Süzgeç ve 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Hedef Bölge, (f) 3x3 Wiener Süzgeç ve 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Gölge Bölge..... | 37 |

TABLolar DİZİNİ

| | |
|--|---|
| Tablo 2.1: Yandan Taramalı Sonarların Türleri..... | 7 |
|--|---|

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|---------------|--|
| kHz | : Kilo Hertz |
| $d(n)$ | : Gürültü azaltımı sonrasında istenen imge |
| $x(n)$ | : Gürültülü imge |
| $\hat{d}(n)$ | : Gürültü azaltımı sonrasında tahmin edilen imge |
| $e(n)$ | : Hata miktarı |
| $v(n)$ | : İmgedeki gürültü |
| $A_n(x)$ | : Dalgacık genliği |
| $\Phi_n(x)$ | : Dalgacık fazı |
| ε | : Aşındırma |
| Θ | : Aşındırma işleci |
| δ | : Yayma |
| \oplus | : Yayma işleci |
| B | : Yapı elemanı |
| α | : Morfolojik açma |
| O | : Açma işleci |
| \bullet | : Kapama işleci |
| κ | : Morfolojik kapama |
| H_t | : Hedefin yüksekliği |
| H_f | : Towfishin yüksekliği |
| L_s | : Gölgenin uzunluğu |
| R | : Towfishin gölgenin en ucuna mesafesi |
| Knot | : Denizcilik hız birimi (1852metre/saat) |

KISALTMALAR

| | |
|-------|---------------------------------|
| YTS | : Yandan Taramalı Sonar |
| SONAR | : Sound Navigation and Radar |
| FKGG | : Faz Korumalı Gürültü Giderimi |
| YE | : Yapı Elemanı |
| MM | : Matematiksel Morfolojik |

YANDAN TARAMALI SONAR İMGELERİNİN İŞLENMESİ

Levent ŞAHİNTÜRK

Anahtar Kelimeler: Yandan Taramalı Sonar, Gürültü, Faz Korumalı Gürültü Giderimi, Wiener Süzgeç, Ortanca Süzgeç, Matematiksel Morfoloji, Yapı Elemanı

Özet: Akustik yöntemler, ses dalgalarının deniz içerisinde hızlı ve iyi şekilde yayılması nedeniyle deniz tabanı ve tabandaki cisimlerin tanınması ve sınıflandırılmasında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Deniz tabanında mevcut nesnelerin tanınması ve sınıflandırılması için Yandan Taramalı Sonar (YTS) sisteminden elde edilen veriler, yorumlama aşamasına gelinceye kadar gerekli düzeltme işlemlerine tabi tutulmaktadır. YTS imgelerinde; dümen gürültüsü, pervane etkisi, deniz yüzeyindeki dalgalar, deniz canlıları, gemi rotasının değişmesi, deniz tabanındaki tepe ve çukurlardan kaynaklanabilen birçok imge bozucu faktör bulunmaktadır. Gürültüleri asgari seviyeye indirebilmek için imgelere ortanca, faz korumalı gürültü giderimi (FKGG) ve Wiener süzgeçleme teknikleri gibi değişik gürültü azaltma algoritmaları uygulanmıştır. Bu tez kapsamında özellikle kenar belirleme işlemleri uygulanacak imgeler için FKGG'nin daha kullanışlı bir süzgeçleme yöntemi olduğu değerlendirilmektedir. Gürültü giderimi uygulanan cisme ait imge ve gölgeleri belirgin hale getirebilecek çeşitli tip ve boyutlarda yapı elemanı ile birlikte matematiksel morfolojik (MM) işlemler uygulanmıştır. MM işlemlerle tasarlanmış bir katlı algılayıcı incelenmiş, bu algılayıcı ile ilgili denemeler gerçekleştirilmiştir. Özellikle FKGG uygulanan YTS imgelerinde gürültü giderimi konusunda iyi sonuç alınmasına rağmen, ortanca süzgeçle birlikte MM işlem uygulanan YTS imgelerinde gölge ve hedef bölgeler daha iyi tespit edilebilmiştir.

THE SIDE SCAN SONAR IMAGE PROCESSING

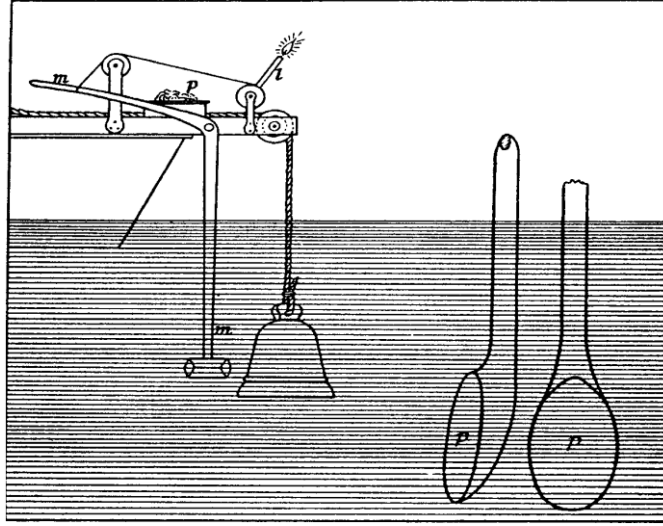
Levent ŞAHİNTÜRK

Keywords: Side Scan Sonar, Noise, Phase Preserving Denoising of Images, Wiener Filter, Median Filter, Mathematical Morphology, Structuring Element, Segmentation

Abstract: Acoustic methods are efficiently used to identify and classify objects on the sea bottom because sound waves can spread out quickly in the sea. To identify and classify objects on the sea bottom, it is required to apply a correction process on data obtained from a side scan sonar (SSS) before the interpretation step. In SSS images, there is noise arising from various factors, such as waves on the sea surface, rudder noise, propeller effects, sea animals, ship's course changes, pits and mounds on the sea bottom. To decrease the noise to a minimum level, denoising algorithms like median, Wiener and phase preserved denoising (PPD) based filtering techniques are evaluated in this thesis. In this thesis it is observed that PPD is a more useful filtering method for images if an edge detection process will be applied. In this thesis, structuring elements with various types and dimensions are used in a mathematical morphologic (MM) process to clarify echos and shadows concerning to an object after denoising is applied. A cascaded detector designed using an MM process was investigated and various trials were carried out with this detector. Particularly it is observed that, although good denoising results have been obtained in SSS images using PPD, shadow and echo regions can be detected at better in SSS images if a median filter is applied before the MM process.

1. GİRİŞ

Sualtı hedeflerinin tespitine yönelik ilk çalışma, 1827 yılında Colladon ve Sturm tarafından İsviçre'nin Genova gölünde gerçekleştirilen [1], sudaki ses hızının ölçülmesidir (Şekil 1.1). Bu çalışmada ölçülen ses hızı gerçek değerine oldukça yakındı.



Şekil 1.1: Ses hızını ölçmek için kurulan düzenek [1].

Deniz tabanı araştırmalarına ilk olarak, Wood tarafından ses dalgalarını kullanarak tasarlanan, basit iskandil (echosounder) [2] ile başlanmıştır. Sonar ismi, “Sound, Navigation and Ranging” kelimelerinin kısaltılmışı olarak, ses dalgalarını kullanarak cisimlerin boyutu, uzaklığı ve yapıları hakkında uzaktan bilgi sahibi olunabilmesi için kullanılan bir sistemdir. II. Dünya savaşı sırasında denizaltıların yerlerinin tespiti amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Chesterman, 1958 yılında Yandan taramalı sonar (YTS) ile jeolojik incelemeler yapmış, çalışmalarında yüksek frekanslı ses dalgaları kullanmıştır. İlk düzenli yandan taramalı sonar uygulamaları Clay ve Weisman ile başlar. Clay, Kuzey Amerika batısında 2400 m derinlikteki deniz altı sirtlarının varlığını ortaya çıkarmıştır. 1969-71 yılları arasında Sanders, Wong, Chesterman ve diğerleri bu uygulamaları genişletmiştir. YTS imgelerinden deniz

tabanı haritalarının üretilmesi işlemi bilgisayar destekli hale getirildikten sonra oldukça detaylı etütler yapılmıştır. 1972-75 yılları arasında Hopkins tarafından yüksek imge kaliteli sonar verisi üretebilen fiber optik kayıt osiloskopları da geliştirilmiştir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasının başlıca amacı; YTS sisteminden elde edilen verilerin, yorumlama aşamasına gelinceye kadar gerekli düzeltme işlemlerine tabi tutularak, deniz tabanında mevcut nesnelere tanınması ve sınıflandırılmasıdır. Bu yöntemle geniş bir alan hem ekonomik hem de hızlı biçimde taranabildiği için genellikle tercih edilmektedir.

Önceleri balık sürülerinin tespiti için geliştirilmiş olan YTS günümüzde deniz dibi araştırmaları için kullanılmaktadır. Sonar imgelerinden oluşturulacak veritabanı ile aşağıdaki alanlarda etkinliğin artırılması sağlanabilecektir;

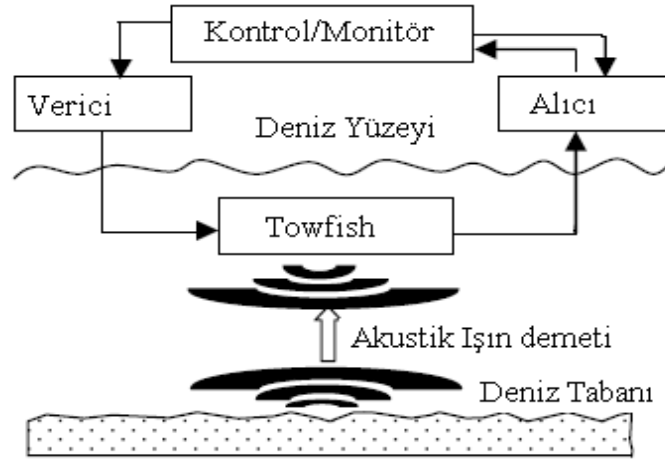
- Deniz tabanında bulunan gemi ve uçak batığı, arkeolojik eserler, boru hatları, kablo ve petrol platformlarından düşürülmüş olan birçok değerli malzemelerin tespiti,
- Günümüzde yüksek çözünürlükteki YTS ile deniz dibindeki mayınların yerleri, tipleri ve mevcut durumları hakkında sağlıklı bilgilerin elde edilmesi,
- Denizaltı savunma harbinin planlama ve uygulama safhalarında kullanıcıya temiz kanal seçimi ve güvenli geçişler hakkında gerekli bilgilerin sağlanabilmesi,
- Deniz tabanına inşa edilebilecek petrol platformu, askeri /sivil tesis ve sualtı geçitleri, kablo ve cihaz döşenmesi maksadıyla zemin etüdünün yapılması,
- Çevre denizlerimizin deniz tabanı sınıflandırılmasının yapılarak gemiler için gerekli demirleme bölgelerinin tespit edilmesinin sağlanması.

Bu tez kapsamında YTS Sistemi tanıtılarak, imge işleminin en önemli aşamalardan birisini oluşturan önışlem adımıındaki gürültü giderimi algoritmalar ile YTS imgeleri

işlenerek, bölütleme aşamasında imgede mevcut nesnenin ve nesneye ait gölgenin belirlenmesi hedeflenmektedir. YTS imgelerinin işlenmesi kapsamında; gürültü giderimine yönelik çeşitli süzgeçler incelenmiş, imgedeki hedef ve gölge bölgelerin tespiti maksadıyla kullanılan matematiksel morfolojik işlemler ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

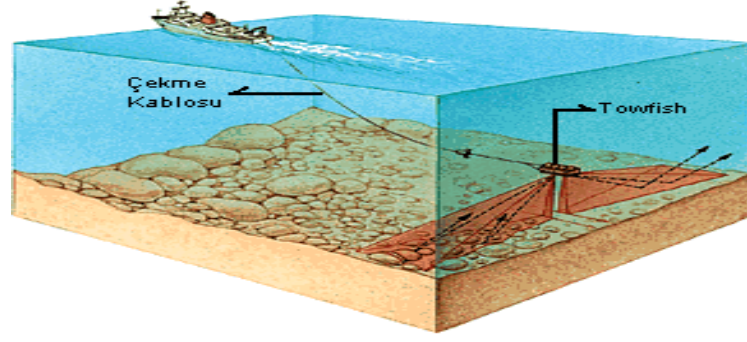
2. YANDAN TARAMALI SONARLAR

Ses dalgalarının deniz içerisinde hızlı ve iyi şekilde yayılması nedeniyle akustik yöntemler, deniz tabanı ve tabandaki cisimlerin tanınması ve sınıflandırılmasında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu amaçla farklı iki akustik yöntem kullanılmaktadır. İlk yöntemde; Şekil 2.1' de olduğu gibi düşey doğrultuda yayılan akustik bir ışın demeti kullanılmakta olup, incelenecek derinlikteki mesafeye ulaşacak frekansta ses dalgası üretilmektedir. Genellikle Tek Işınlı ve Çok Işınlı Klasik İskandiller (derinlik ölçer) olarak adlandırılırlar.



Şekil 2.1: Tek Işınlı Klasik İskandilin Şematik Gösterimi [27]

Bir diğer yöntem olan YTS'larda[11], deniz tabanına yakın bir işaret üreticiden gönderilen açılı ışın demeti kullanılmaktadır (Şekil 2.2). Yanlara saçılan ışınların geri yansımalarıyla deniz tabanının geniş planda ve ayrıntılı imgesi elde edilir. Elde edilen YTS imgeleri sonograf olarak da isimlendirilebilmektedir.

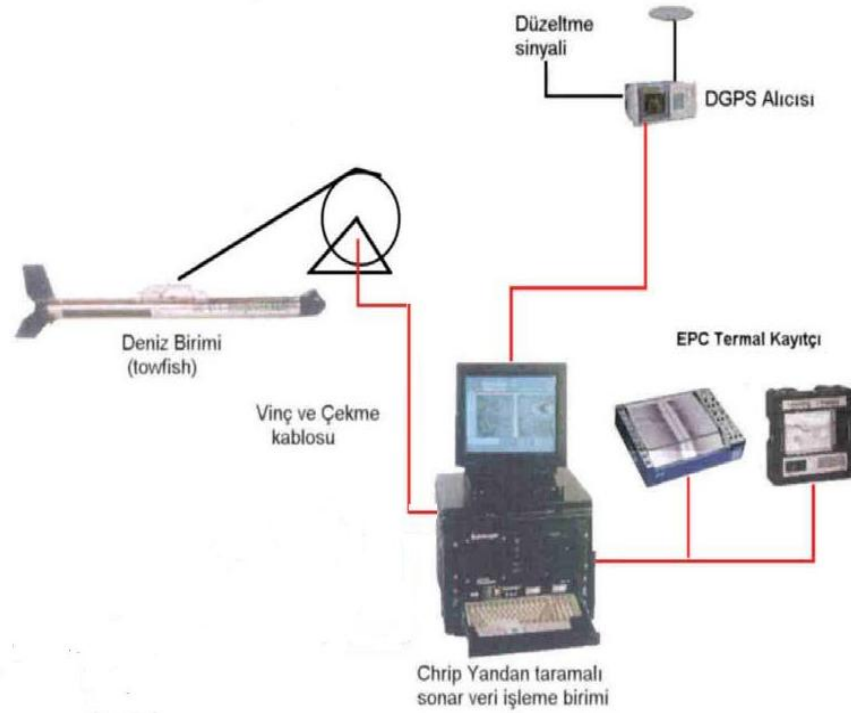


Şekil 2.2: YTS Ölçümünün Şematik Görünümü [2]

2.1. Yandan Taramalı Sonarı Oluşturan Temel Birimler

Temel olarak bir YTS aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır (Şekil 2.3);

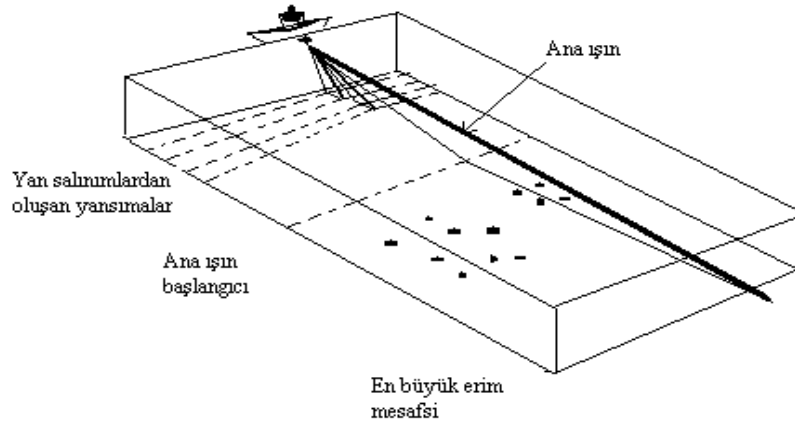
- Fish yada Towfish diye adlandırılan deniz birimi,
- İşaretlerin gönderilip alınması sağlayan birim (Alıcı/Verici),
- Grafik kayıt cihazı,
- Sonar imgelerini toplayan ve işleyen bilgisayar,
- Towfish ve kabloyu denize indirmeye yarayan uzaktan kumandalı kreyn,



Şekil 2.3: Yandan Taramalı Sonar Temel Birimleri [2]

2.2. Yandan Taramalı Sonarın Çalışma Prensibi

Bu sistem [4], towfish'in sağ ve solunda bulunan kristalin belirli zaman aralıklarında yüksek frekanslı (10-500 kHz) işaretler göndermesi ve tabandan yansiyıp gelen işaretlerin alıcılar tarafından algılandıktan sonra bilgisayarlarda kayıt edilmesi ilkesine dayanır. Aktif sonar sistemleri Şekil 2.4'de olduğu gibi ortama ses işaretleri yayarlar ve nesnelere geri dönen saçılmaları dinlerler. Pasif sonar sistemler ise bir işaret yaymazlar, ortamda mevcut bulunan işaretleri dinlerler.



Şekil 2.4: Yandan Taramalı Sonar Sisteminin Şematik Işın Şekli [2]

Her iki taraftaki kristaller, geminin arkasından belirli bir derinlikten çekilen ve aerodinamik biçime sahip bir towfish içerisine monte edilmişlerdir. Şekil 2.5, SIS 1500 ve Benthos towfish birimlerinin fotoğraflarını göstermektedir. Towfish kötü hava şartlarında bile çalışmaya müsait bir hidrodinamik yapıya sahiptir. Yine bu özel yapı nedeniyle geminin salınım hareketlerinden pek fazla etkilenmemektedir. Towfish' i çekmekte kullanılan kablunun boyu, çalışma alanındaki su derinliğine ve geminin hızına bağlıdır.



Şekil 2.5: (a) SIS 1500 Towfish, (b) Benthos TowFish -TTV -190 [29]

YTS, menzillerine göre Tablo 2.1’de olduğu gibi 3 kategoriye ayrılırlar.

Tablo 2.1: Yandan Taramalı Sonarların Türleri

| YTS Tipi | Kullanım Amacı | Çalışma Frekansı | Towfish Çekme Hızı | Tarama Genişliği |
|---------------|--|------------------|--------------------|------------------|
| Kısa Menzilli | Küçük sahaların imgesini elde etmek | 100 - 410 kHz | 4 - 5 knot | 25 - 750 mt |
| Orta Menzilli | Derin denizlerin dip yapısının tespiti | 11 - 30 kHz | 1.5-4 knot | 5-10 km |
| Uzun menzilli | Okyanus tabanı yapısının araştırılması | 6.5 kHz | 9 knot | En fazla 60 km |

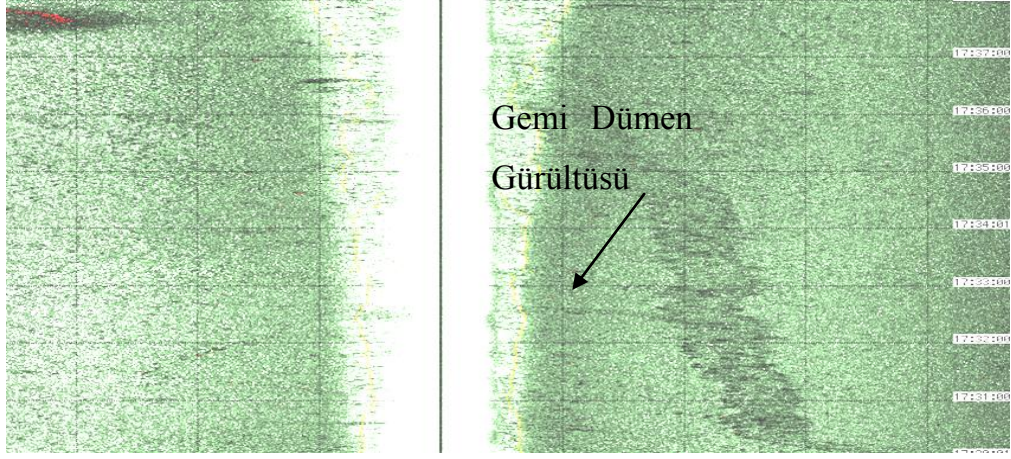
Kısa menzilli YTS’ler genellikle kıtasal şelflerde kullanılırlar. Bunlar, oldukça yüksek frekanslarda çalışan çok yüksek ayrımlı sistemler olup, deniz tabanının ayrıntılı şekilde incelenmesine olanak sağlarlar. Uzun menzilli sistemler, deniz tabanının jeolojik olarak araştırılmasındaki ana araçlardan birisidir. Uzun erimli sistemler oldukça büyük hacimli olup, çalıştırılmaları için özel ekipmanlara ihtiyaç duyulur.

2.3. Sonar İmgelerindeki Gürültülerin Nedenleri

Görmek istediklerimizi gösteren sonar imgesi iyi bir kayıttır. İdealde koyu alanlar olarak görünen deniz dibindeki sert cisimlerin dışındakilerin aynı yoğunlukta görünmesi istenir. İmgelerdeki ton farklılığı cisimlerin algılanması için önemlidir. Sonar imgesindeki tüm bölgeler eşit yoğunlukta ve koyu ise, deniz dibindeki cisim koyu bir arka plan üzerinde görüneceğinden ayırt edilemeyecektir. Eğer arka plan açık tonda olursa hedef belirgin bir şekilde görünecektir. YTS imgelerinde çeşitli nedenlerden kaynaklanabilen birçok imge bozucu faktör[5,11] bulunmaktadır. Bu faktörleri aşağıdaki başlıklar altında toplayabiliriz.

2.3.1. Dümen gürültüsü ve pervane etkisi

Dönen pervaneler arasında oluşan hava boşluğu gürültünün kaynağıdır. Şekil 2.6’deki gibi Towfish hemen bu kaynağın karşısında olduğu zaman, sonar imgesinin büyük kısmında koyu çizgiler görünecektir. Bu kısa süreli değil, sürekli bir gürültü kaynağıdır ve bu nedenle imgede uzun bir çizgi olarak görünecektir.

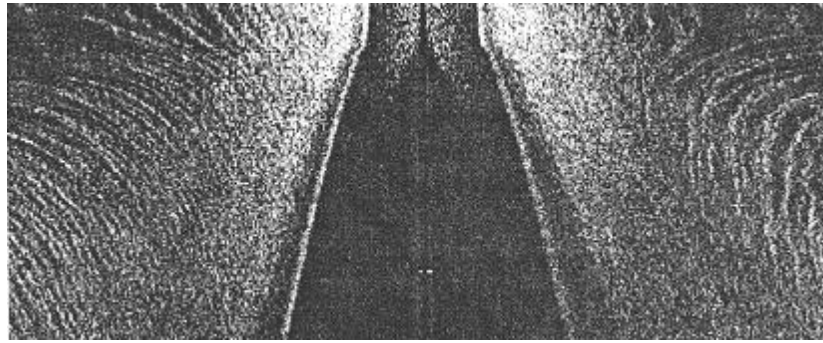


Şekil 2.6: Pervane ve Dümen Suyunun Sonar İmgesindeki İzleri [2]

Pervane; geminin geçip gitmesine rağmen arkada deniz yüzeyinde kabarcık bırakır. Pervanenin oluşturduğu kabarcıkların üzerinden ne kadar zaman geçerse imge üzerindeki gürültü o kadar geniş olur. Ayrıca towfish pervanenin oluşturduğu kabarcıklara ne kadar yakınsa imge üzerindeki gürültüler o kadar yoğun olur.

2.3.2. Deniz yüzeyindeki dalgalar

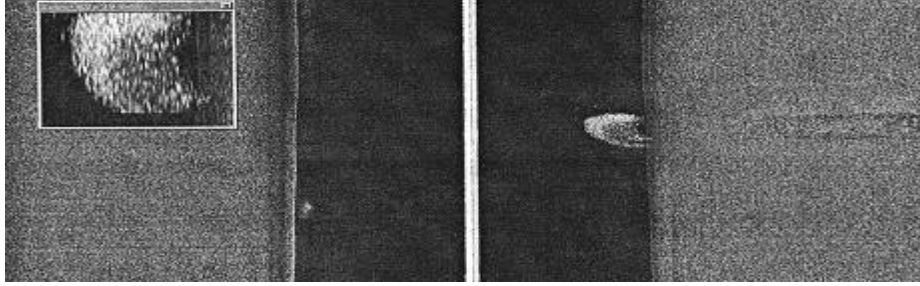
Ortam şartlarına bağlı olarak deniz yüzeyinde mevcut dalgalar sonar imgesinde düz bir çizgi olarak görülebilir (Şekil 2.7). Sığ denizde ya da towfish'in deniz yüzeyine yakın olduğu durumlarda dalganın etkisi büyük olmaktadır. Gemi emniyeti ön planda olduğu için towfish her zaman deniz tabanına yakın olarak çekilemeyebilir. Derinlik değişimleri sonar imgelerinde farklı açısız hareket şeklinde belirlemektedir.



Şekil 2.7: Deniz Yüzeyinde Oluşan Dalgaların Sonar İmgesindeki İzleri[2]

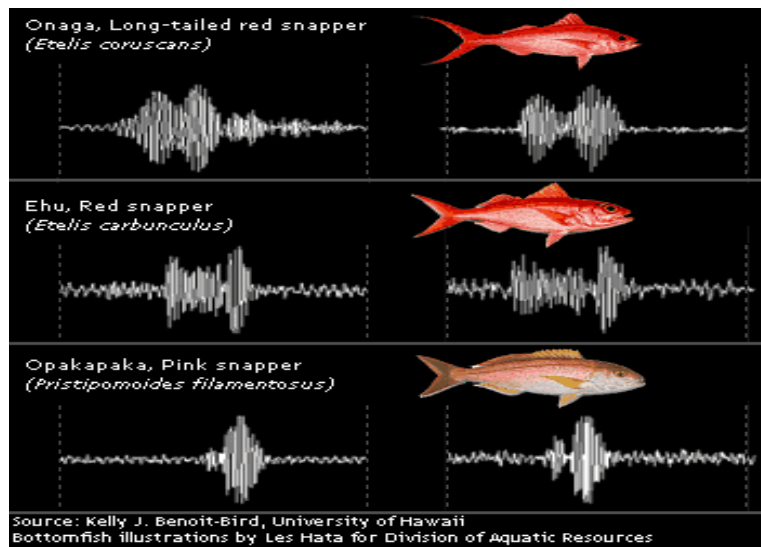
2.3.3. Deniz canlıları

Özellikle balık sürüsü sonar imgelerinde yuvarlak hatlı bir alan olarak görünür. Balık sürüleri genellikle deniz yüzeyine yakın yerlerde beslendikleri için sonar imgelerinde gölgeleri olmaz (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Balık Sürüsünün Sonar İmgesindeki İzleri [2]

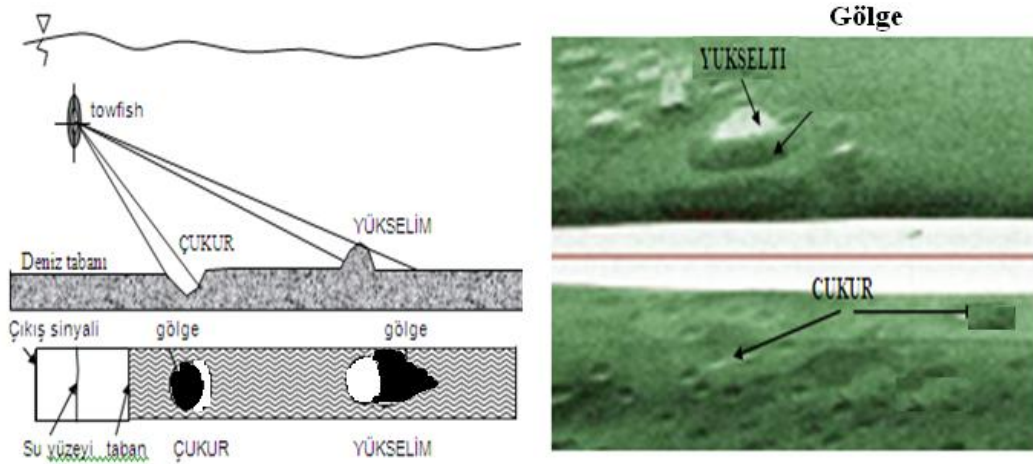
Balıkçılar sonar kullanma konusunda o kadar profesyonelleşmişler ki, sonarda mevcut izin hangi balık cinsine [6] ait olduğunu güçlü şekilde tahmin edebilmektedirler. Örneğin; yavaş hareket eden sazan cinsi balık daha kalın ve kısa iz bırakırken, akyem cinsi balıklar hızlı hareket ettiği için sonarda ince ve noktalı şekilde iz bırakırlar. Şekil 2.9’ da farklı balık türlerine göre farklı sonar işaretleri mevcuttur.



Şekil 2.9: Çeşitli Tip Balıklara ait Sonar İşaretleri [6]

2.3.4. Deniz tabanındaki çukurlar ve tepeler

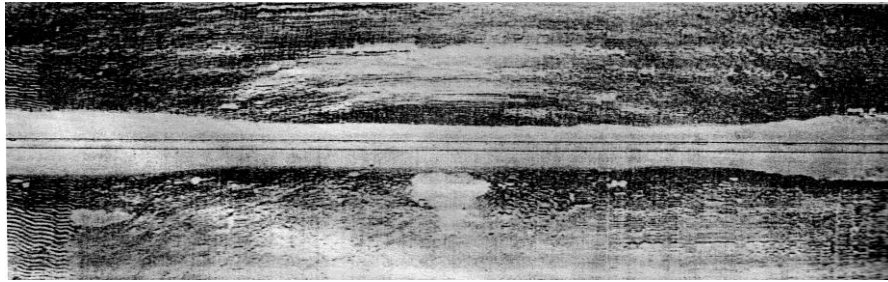
Sonar imgesindeki koyu ve açık tonlar, deniz tabanındaki çukur ve tepelerden kaynaklanır. Şekil 2.10'da deniz tabanındaki bir çukur, sonar imgesinde önde açık arkada koyu görünürken, mevcut bir tepe ise, önde açık arkada koyu tonda bir gürültü olarak görünmektedir.



Şekil 2.10: (a) Yükselti ve Tepelerin Şematik Görünümleri, (b) Yükselti ve Tepelerin Sonar İmgelerindeki İzleri [2]

2.3.5. Gemi rotasının değişmesi

Şekil 2.11'de olduğu gibi gemini rota değiştirmesi durumunda eğer hız artmazsa yedekleme hızı azalacaktır. Towfish'i gemiye bağlayan halat rota değişikliklerinde deniz tabanına yaklaşacağı için sürat arttırılmalıdır. Towfish'in kayıt işaret gönderip alma durumunda deniz tabanından mesafesi sabit olmalıdır.

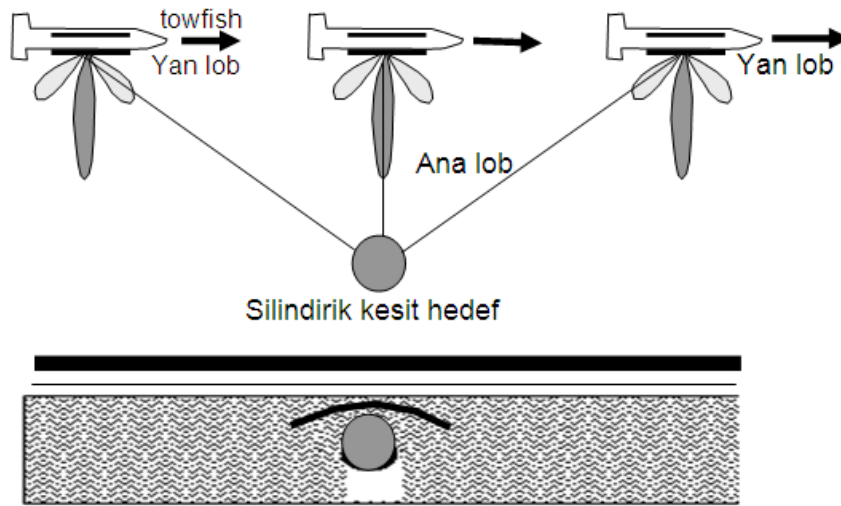


Şekil 2.11: Dönüş Nedeniyle Oluşan Gürültünün Sonar İmgesindeki İzleri [2]

Böylece towfish deniz tabanına doğru yaklaşacak imgenin bozulmasına sebep olacaktır. Bunu engellemek için ya hız arttırılmalı, ya da dönüş anında yedekleme donanımı geri çekilmelidir.

2.3.6. Yandan taramalı sonarın yan lobunun yansıması

Gönderilen ana ışının yanında istenmeyen az miktarda farklı açı ile gönderilen ışın da mevcuttur (Şekil 2.12). Eğer hedef yeterince kuvvetli bir yansıtıcı ise yan lob enerjisinin büyük kısmını kayıt edilmek üzere sonara gönderebilir.



Şekil 2.12: Yan Lob Yansımalarının Şematik Görünümü [2].

Yan loblardan kaynaklanan gürültüye az rastlanır. Hedefe yaklaşırken ve hedefi geçtikten sonra yan lob yansıması en yüksek seviyededir. Hedefle aynı kerterize gelindiğinde yansıma en az seviyededir.

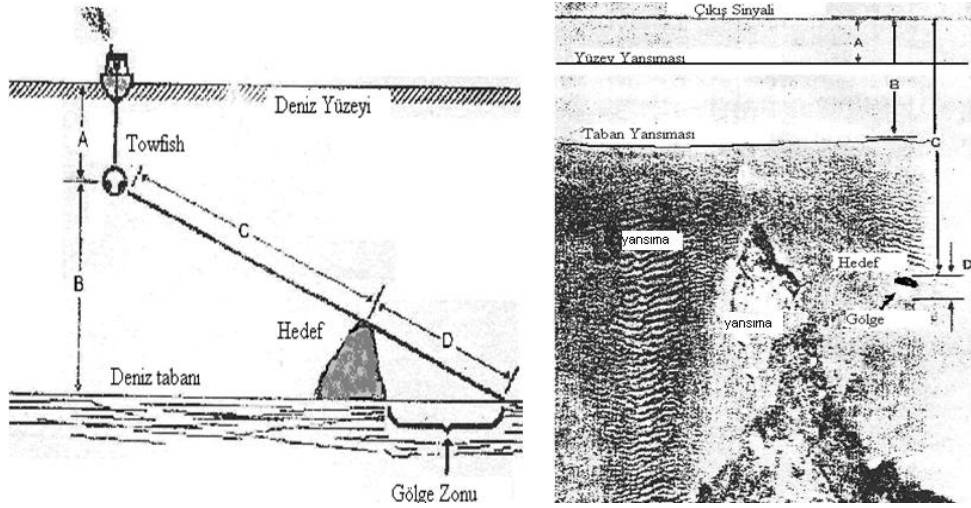
3. YTS İMGELERİNDE GÜRÜLTÜ GİDERİMİ

Sonar imgeleri işlenirken genellikle dört adım takip edilmektedir [7]. İlk aşamada imgeler bir önışlemeden (preprocessing) geçirilmekte olup, gürültülerin azaltılmasını ya da yok edilmesi beklenir [8,9]. İkinci aşama bölütleme (segmentation) aşaması olup, cisimlerin tespit edilmesini içermektedir. Diğer aşamada; tespit edilen cisimlere ait özelliklerin çıkartılması (feature extraction) amaçlanmaktadır. Son olarak cisimlerin sınıflandırılması (classification) hedeflenmektedir.

Bu tez çalışmasında sonar imgelerine önışlem aşamasında değişik gürültü azaltma algoritmaları uygulandıktan sonra, bölütleme kapsamında cisme ait imge ve gölgeleri belirgin hale getirebilecek matematiksel morfolojik (MM) işlemlerin uygulamaları hedeflenmiştir.

Şekil 3.1’ de görüldüğü gibi, sonar imgelerinde tanımlanması gereken üç bölge bulunmaktadır [10].

- Hedef (Echo); sonar imgesinde, gerçek deniz tabanı ve deniz yüzeyi hariç deniz tabanındaki her türlü cisimden yansıyan ışınların oluşturduğu yüksek gri tondaki bölge,
- Gölge (Shadow); ses işaretinin, hedef tarafından deniz tabanına ulaşmasının engellenmesiyle cismin arkasında kalan alçak gri tondaki bölgedir. Gölgeler yandan taramalı sonar kaydının yorumlamasında büyük destek olabilmektedir. Ayrıca gölge uzunluğu, hedefin deniz tabanından yaklaşık yüksekliğinin hesaplanmasında kullanılabilir.
- Yansıma (Reverberation); ses işaretinin yayılırken, düzgün olmayan su yüzeyi, hava kabarcıkları, balıklar veya engebeli deniz tabanı ile karşılaşması ile farklı doğrultularda saçılmasından oluşan bölgedir.

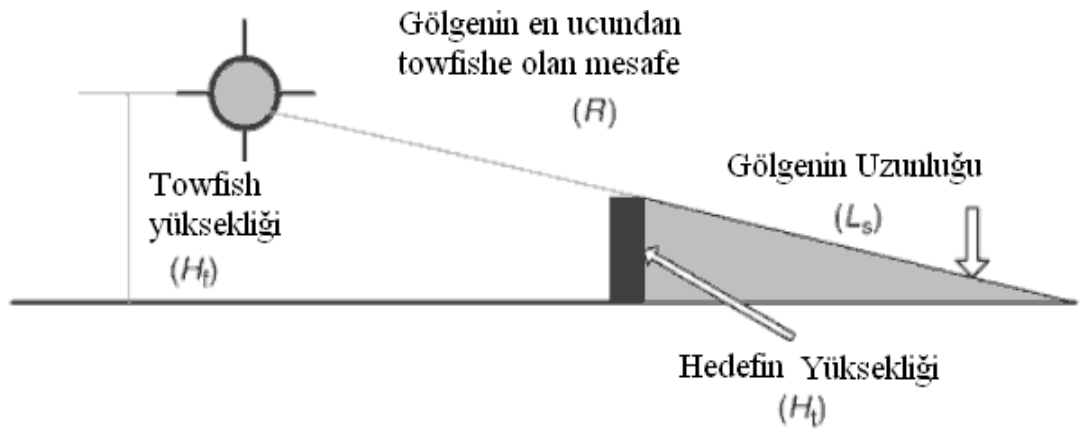


Şekil 3.1: Yandan Taramalı Sonar İmgelerinin Karakteristikleri [2]

Şekil 3.1’de A ile gösterilen bölge gönderilen işaretin yüzeyden yansımısını, B ile gösterilen bölge gönderilen işaretin deniz tabanından yansımısını, C ve D ile gösterilen bölgeler ise hedef ve gölge bölgesinin yansımalarını ifade etmektedir.

3.1. YTS İmgelerinde Hedef ve Gölgenin İlişkisi

Denizde mevcut bir nesnenin görüldüğü yer, bakıldığı yere göre değişmektedir. Bu sebeple sonara ait towfish’in yeri deniz tabanında bulunan nesneyi analiz ederken önemli rol oynamaktadır. YTS imgesinde bulunan bir hedefin analizinde hedefe ait gölgenin boyutu, towfish’in deniz tabanından yükseklikleri dikkate alınmaktadır[26].



Şekil 3.2: YTS İmgesinde Gölge ve Hedefin Boyut İlişkisi [26]

$$H_s = \left(L_s \times H_f \right) / R \quad (3.1)$$

Şekil 3.2 ve denklem 3.1'den de görüldüğü gibi hedefin yüksekliği (H_f) ; gölgenin uzunluğu (L_s)'nun towfish'in deniz tabanından olan yüksekliği (H_f) ile çarpımının towfish ile gölgenin en ucuna kadar olan mesafesine oranı olarak hesaplanmaktadır. Buradan anlaşıldığı gibi deniz tabanındaki nesnenin boyu, gölgenin boyu, towfish'in denizden yüksekliği ve towfish ile gölge arasındaki mesafe ile doğrudan ilişkili olmaktadır.

3.2. YTS İmgelerinde Süzgeçleme Uygulamaları

Şekil 3.3'te gösterilen örnek YTS imgesinden de görüldüğü gibi YTS imgeleri önemli oranda gürültü içerebilmektedir. Bu nedenle genelde önışlem aşamasında gürültü azaltımı kullanılmaktadır.



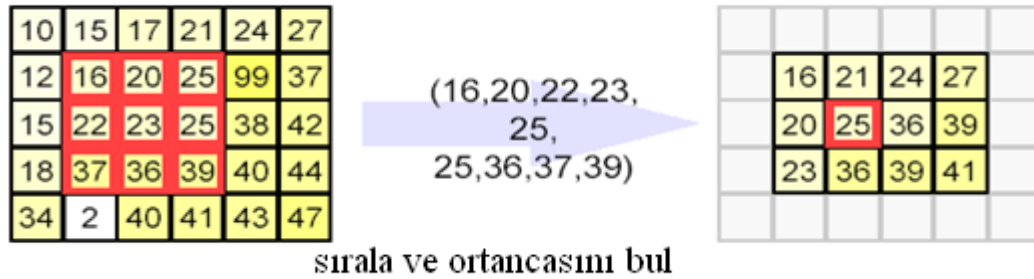
Şekil 3.3: Örnek bir YTS İmgede Mevcut Gürültü Etkisi

Süzgeçleme; imgede belirli ayrıntıların ayıklanması ya da daha belirgin hale getirilmesi için gürültü azaltımı ve imge zenginleştirme amacı uygulanan operasyonlardır. Kenar keskinleştirme, kenar yakalama, imge yumuşatma v.b. gibi

farklı amaçlar için kullanılmaktadırlar. Bu tez çalışmasında gürültü azaltımı gerçekleştirebilmek için Ortanca Süzgeçleme, Wiener Süzgeçleme ve Faz Korumalı gürültü giderimi (FKGG) konularından bahsedilecektir.

3.2.1. YTS imgelerinde ortanca süzgeç kullanımı

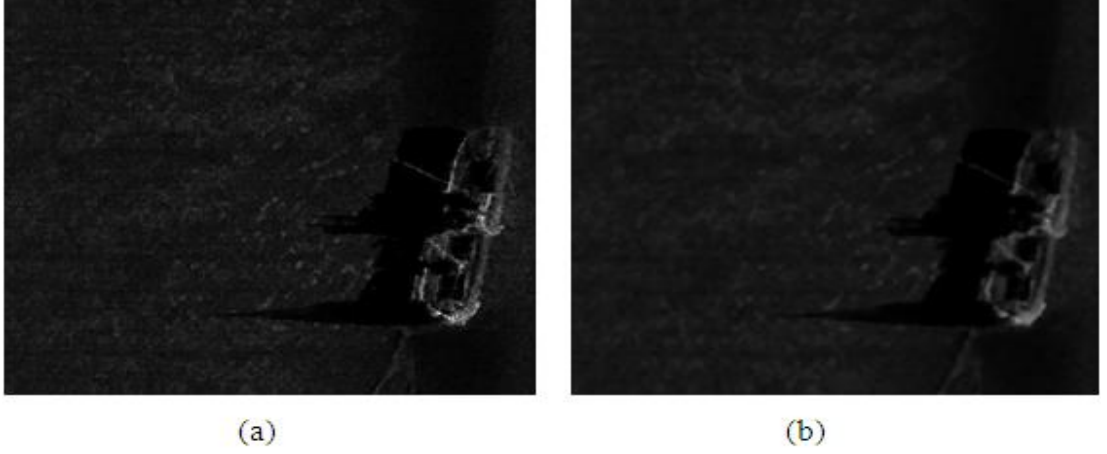
Ortanca süzgeç doğrusal olmayan bir süzgeçleme yöntemidir. Doğrusal olmayan süzgeçte çıktı; girdinin doğrusal bir fonksiyonu olmadığı devre ya da algoritmalarıdır. Merkezi bizim pikselimiz olan bir bölgenin çevresindeki piksellerin ortancalarının bulunmasına dayanır[21, 23].



Şekil 3.4: Ortanca Süzgecin Şematik Gösterimi [28].

Şekil 3.4'deki örnekte gösterildiği gibi; 3x3 ortanca süzgecin merkezindeki piksel değeri olan 23, çevresindeki (16,20,22,23,25,25,36,37,39) değerlerinin ortancası (ortasındaki değer) olan 25 ile değiştirilmektedir. Bu işlem tüm piksellerde tekrarlanarak imgeye ait gürültüler yok edilmektedir.

Gürültü giderimi için ortanca süzgeç uygulamalarının çeşitli metotları bulunmaktadır. Bunlardan birisi tasarlanan süzgecin boyutunu 3x3'den 5x5'e çıkartmaktır. Eğer bu süzgeçte etkili olmazsa 7x7 ve daha büyük boyutta süzgeç kullanılmalıdır. Örneklerden de görüldüğü gibi boyutlar tek sayılardan seçilmektedir. Bir diğer metot ise iki katlı (cascade) süzgeç kullanılmasıdır.



Şekil 3.5: (a) YTS İmgesi, (b) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi

Yukarıda anlatılan çalışma prensibine göre YTS imgesine 5x5 ortanca süzgeç uygulanmış ve Şekil 3.5' teki sonuç alınmıştır. YTS imgesinden belirli ayrıntılar ve gürültüler ayıklanmış, hedef daha belirgin hale getirilmiştir.

Büyük boyutta uygulanan süzgeç; gölge, hedef ve yansıma bölgelerindeki gürültüleri azaltmasının yanı sıra tez çalışmasının amacı olan gölge ve hedef bölgelerinin tespit olasılığını azaltmaktadır. Çünkü çok parlak alanlar kaybedilmiştir.

3.2.2. YTS imgelerinde wiener süzgeç kullanımı

Wiener süzgeç [25], uyarlamalı bir süzgeçtir ve gürültü azaltımı için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Wiener süzgeçler, yerel imge değişiminin uygunlaştırılmasında kullanılmakta olup, imgedeki kenar veya diğer özelliklerin tespit edilmesinde doğrusal süzgeçlerden daha seçicidir. Wiener süzgeçleme, beyaz normal gürültü eklenen imgenin en iyi şekilde yeniden oluşturulmasını sağlayan süzgeçleme yöntemidir. Wiener süzgeçleme tekniği wiener-hopf denklemlerini temel olarak frekans güç izgesini inceler ve en uygun süzgeci bulur. Bu yöntem genelde bozulmuş görüntünün yeniden oluşturulmasında kullanılır ve oldukça başarılıdır. En Küçük Ortalama Kare Hata olarak da bilinen yöntem en optimum çözüm olarak bilinmektedir[15]. Wiener süzgeçlemede amaç; denklem 3.2'de de gösterildiği gibi,

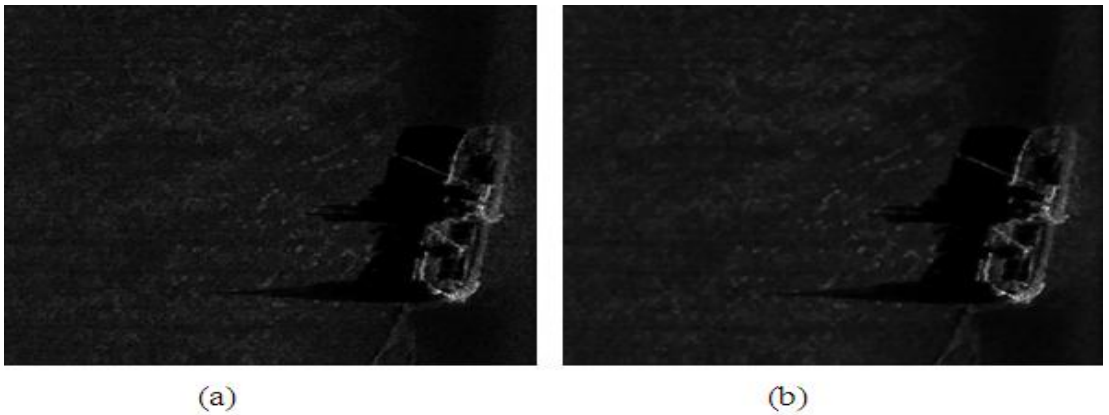
bozulmamış görüntünün (f) doğrusal kestirimini (\hat{f}) bulmak ve arasındaki ortalama karesel hatanın en aza indirilmesidir[24, 25].

$$e^2 = E\left\{(f - \hat{f})^2\right\} \quad (3.2)$$

Burada $E\{+}$, fonksiyonun beklenen değeridir. Gürültü ve imge arasında herhangi bir ilişki mevcut değildir. Herhangi biri sıfır ortalamaya sahip olan ve kestirimi yapılacak imgenin piksel şiddeti, bozulmaya uğrayan imgenin piksel şiddetinin doğrusal fonksiyonu olmaktadır. Bu şartlar temel alındığında; denklem 3.2'nin en küçük hata fonksiyonu denklem 3.3'de olduğu gibi ifade edilmektedir.

$$\hat{F}(u, v) = \left[\frac{1}{H(u, v)} \frac{|H(u, v)|^2}{|H(u, v)|^2 + S_\eta(u, v) / S_f(u, v)} \right] G(u, v) \quad (3.3)$$

Denklem 3.3'de parantez içindeki ifade En Küçük Ortalama Karesel Hata süzgeci yada En Az Karesel Hata süzgeci olarak da bilinmektedir. Burada $H(u, v)$, bozulma fonksiyonu, $S_\eta(u, v)$, eklenen gürültünün güç izgesi, $S_f(u, v)$, orijinal imgenin güç izgesi, $G(u, v)$ ise gürültülü imgeyi ifade etmektedir.



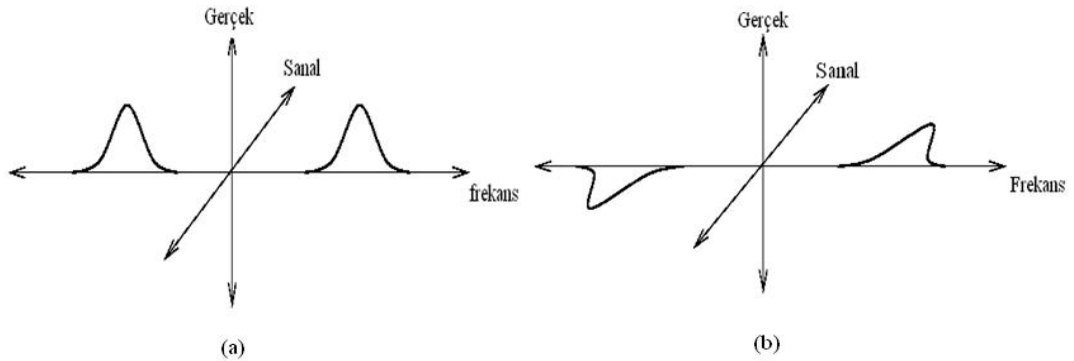
Şekil 3.6: (a) YTS İmgesi, (b) Wiener Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi

Yukarıda anlatılan çalışma prensibine göre YTS imgesine 5x5 wiener süzgeç uygulanmış ve Şekil 3.6' deki sonuç alınmıştır. YTS imgesinden belirli ayrıntılar ve gürültüler ayıklanmış, hedef daha belirgin hale getirilmiştir.

Literatür taraması yapıldığında sonar imgesindeki detayların kaybolmadan gürültü azaltımı sağlanabilmesi için genellikle 2-boyutlu wiener süzgeçleme yönteminin kullanıldığı görülmektedir [17,34]. Wiener süzgeç gürültü azaltımı gerçekleştirirken nesnede az da olsa bir bozunuma yol açmaktadır[8]. Fakat genel başarımlı açısından gürültü azaltımı ve nesnenin korunması bakımından genel bir değerlendirme yapıldığında wiener süzgeci, ortanca süzgece oranla daha iyi bir başarımlı sergilemektedir.

3.2.3. YTS imgelerinde faz korumalı gürültü giderimi

Bu çalışma kapsamında denenen ve gürültü giderimi kapsamında en başarılı sonuç verdiği değerlendirilen gürültü azaltımı yöntemi, standart dalgacık dönüşüm yöntemlerinden farklı olan Faz Korumalı Gürültü Giderimi[13, 14, 19] (Phase Preserving Denoising of Images) yöntemidir. Bu yöntem, diğer yöntemlerden farklı olarak dikgen olmayan (non-orthogonal) dalgacıkları kullanmaktadır ve imgedeki faz bilgisini korumaktadır. FKGG yönteminde faz bilgisinin korunabilmesi için imgenin her noktada yerel faz ve genlik bilgilerinin çıkartılması gerekmektedir. Karmaşık dalgacık uzayında eşik değeri uygulanması ile imgedeki faz bilgisi bozulmamış olur.



Şekil 3.7: (a) Çift-Simetrik Dalgacıkların, (b) Tek-Simetrik Dalgacıkların Transfer İşlemleri[31]

Bu amaçla şekil 3.7’de olduğu gibi karmaşık değerleri kullanan kosinüs (çift simetrik) ve sinüs (tek simetrik) dalgaları gibi düzeltici özelliğe sahip karmaşık değerli Logaritmik-Gabor süzgeci kullanılmaktadır.

Gürültü bileşenlerini kolayca belirleyebilmek için imge başka bir uzaya (domain) dönüştürülür[13, 19, 20]. İmgeye eşikleme (tresholding) işlemi uygulandıktan sonra gürültü giderilir ve imge tekrar eski uzayına dönüştürülür. Gürültüyü belirgin hale getirmek için dalgacık dönüşümü kullanılmaktadır. Dalgacık dönüşümü, gürültü temizleme [14] ve sıkıştırma gibi işaret işleme uygulamalarında başarılı sonuçlar veren bir işaret dönüşüm tekniğidir. Dalgacık dönüşüm yöntemi ile gürültü temizleme, dalgacık dönüşümü sonucunda elde edilen dalgacık katsayılarının belli bir eşik değeri ile kesilmesiyle yapılmaktadır. Bu kesme işlemi yumuşak veya sert şekilde olabilir. Her iki durumda da, eşik değerin altında kalan katsayılar sıfıra çekilmektedir. Eşik değerin üstünde kalan katsayılar, sert eşik kullanılıyor ise aynen kalır; aksi durumda eşik değerin büyüklüğü kadar azaltılır.

Dalgacık uzayında gürültü azaltma işlemi temelde gürültü katsayısı genliğini küçülterek sağlanmaktadır. Gürültü içeren dalgacık katsayıları sıfırlanmakta veya ihmal edilebilir değerlere indirilmekte, fakat gürültüsüz bileşenler sabit tutulmakta veya çok az bir oranda azaltılmaktadır. Bu yöntemler kapsamında değişik süzgeçler ve kestirim algoritmaları kullanılmaktadır.

I işlenecek imgeyi, M_n^e ve M_n^o ise n . ölçekte çift ve tek simetrik dalgacıkları gösterecek olursa, her bir süzgeç çiftinin tepkisi denklem 3.4 ‘deki tepki vektörü şeklinde ifade edilebilir.

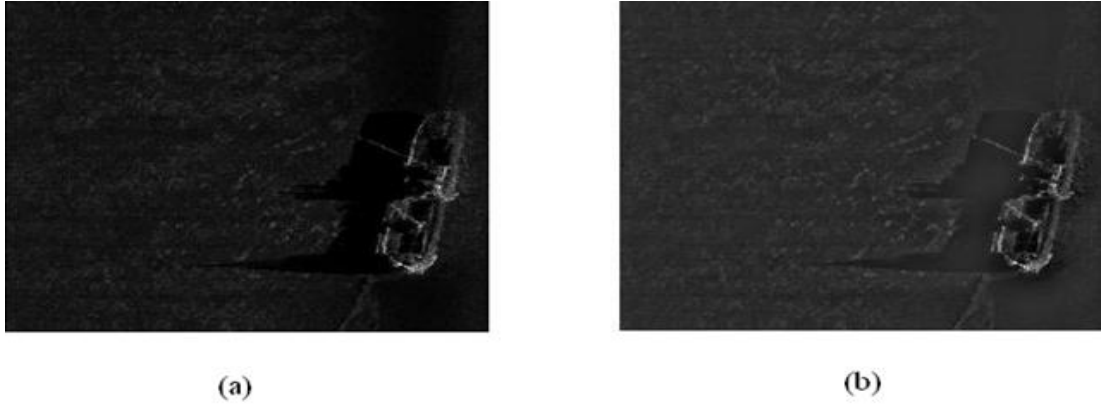
$$[e_n(x), o_n(x)] = [I(x) * M_n^e, I(x) * M_n^o] \quad (3.4)$$

Burada $e_n(x)$ ve $o_n(x)$ karmaşık değerli frekans bileşenlerinin gerçekte ve sanal kısımlarını göstermektedir. Verilen dalgacık ölçeğinde dönüşümün genliği ve fazı sırası ile denklem (3.5) ve (3.6)'da verilmektedir.

$$A_n(x) = \sqrt{(e_n^2(x) + o_n^2(x))} \quad (3.5)$$

$$\Phi_n(x) = \text{atan2}(o_n(x), e_n(x)) \quad (3.6)$$

FKGG ayrıca önemli bir üstünlüğü kendiliğinden uyarlanabilir bir eşik kullanılmasıdır. Bu sayede gürültü azaltımı yöntemlerinin en kritik noktasını teşkil eden eşik belirlenmesi yaklaşımı otomatik bir yaklaşımla çözülmektedir. Eşik değeri, en küçük ölçekli süzgeç çiftinin genlik tepkisinin istatistikinden otomatik olarak belirlenmektedir. Bu sırada da faz bilgisi korunmaktadır.



Şekil 3.8: (a) YTS İmgesi, (b) FKGG Uygulanmış YTS İmgesi

Şekil 3.8'de örnek bir YTS imgesine FKGG uygulanarak, sonucunda elde edilen imge gösterilmektedir. Wiener ve ortanca süzgeç uygulanmış imgelerle kıyaslandığı takdirde imgeye ait yansıma ve gölge bölgelerindeki gürültü giderimi konusunda daha iyi sonuçlar alınmıştır. FKGG süzgeçlerinin kullanıldığı imgelerdeki hedef bölgeler, diğer süzgeçlerin uygulandığı imgelerdeki hedeflere oranla daha az bozulmaya uğramıştır. Özellikle kenar belirleme işlemleri uygulanacak imgeler için daha kullanışlı bir süzgeçleme yöntemi olduğu değerlendirilmektedir [8].

4. YTS İMGELERİNDE BÖLÜTLEME UYGULAMALARI

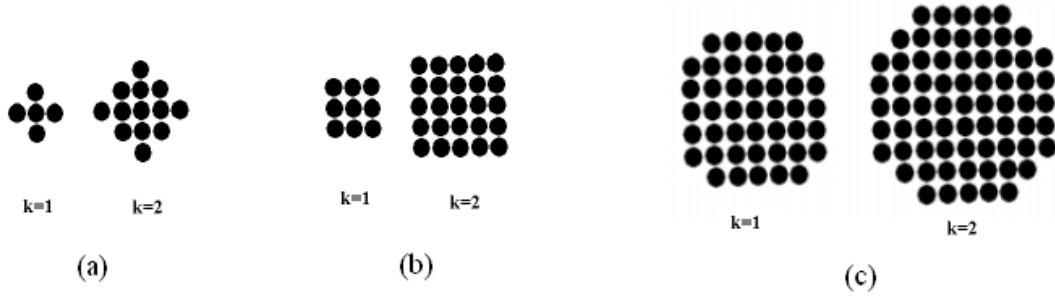
Görüntü iyileştirme ve görüntü onarmadan farklı olarak görüntü bölütleme, görüntü analizi ile ilgili bir problem olup, görüntü işlemenin gösterim ve tanıma aşamalarına görüntüyü hazırlama işlemidir. Bu anlamda görüntü bölütleme, bir görüntüyü her biri içerisinde farklı özelliklerin tutulduğu anlamlı bölgelere ayırmak olarak tarif edilebilir. Bu özellikler örneğin, görüntü içerisindeki benzer parlaklıklar olabilir ve bu parlaklıklar ilgili görüntünün farklı bölgelerindeki nesnelere temsil edebilir. Görüntü içerisinde aynı parlaklıklara sahip nesne parçacıklarının belirlenmesi, sınıflandırma ve tanıma amacı için kullanılabilir. Tüm görüntülere uygulanabilecek genel bir bölütleme yöntemi yoktur ve hiçbir bölütleme yöntemi mükemmel değildir. Başka bir deyişle, görüntü iyileştirme ve onarma problemlerinde olduğu gibi görüntü bölütleme için tasarlanan yöntemler ve bu yöntemlerin başarımları, görüntüden görüntüye ve uygulamaya dayalı olarak değişiklik arz eder.

4.1. Matematiksel Morfolojik İşlemler

Matematiksel morfoloji (biçimbilim), gri seviyeli imgelerden geometrik bilgi çıkartan bir araçtır. İmgelerdeki hedefleri ve gölgeleri imgenin diğer bölgelerinden ayırt etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca imgeye cismin büyüklüğünü bozmadan işlemler yapar. MM'in temel amacı [16, 17], daha önceden belirlenmiş bir piksel grubunu imge üzerinde gezdirip, ne kadarının uyduğu veya uymadığı durumunu incelemektir. Daha önceden belirtilmiş bu piksel grubuna yapı elemanı (YE) denir. YE'nin kendisi de gri düzeyli veya ikili düzeyli bir imgedir. Bu tez kapsamında MM işlemlerin daha kolay ve anlaşılır şekilde anlatılması maksadıyla ikili imgeler kullanılacaktır.

4.1.1. Yapı elemanı

Yapı Elemanı (Structuring Element), farklı şekillerde ve büyüklüklerde olabilmektedir. Bunların bir merkez noktası bulunmakta olup, işlenecek resmin her bir pikseli bu noktaya oturtularak işlem yapılmaktadır. Sunulan çalışmada YE olarak Şekil 4.1 (a), (b) ve (c)'de gösterilen elmas (diamond), kare (square) daire (disk), dörtgen (rectangle) ve çizgi (line) şeklindeki yapı elemanları kullanılmıştır. Yapılan çalışmalara ait sonuçlar sonraki bölümlerde sunulacaktır.



Şekil 4.1: (a) 4-Komşuluklu (Elmas) YE Ailesinin k=1,2 Üyeleri, (b) 8-Komşuluklu (Kare) YE Ailesinin k=1,2 Üyeleri, (c) Daire YE Ailesinin k=3,4,5 Üyeleri (k=1,2 Üyeler, Kare İle Aynı) [16]

En temel MM operatörler, aşındırma (erosion) ve yayma (dilation)'dir. Yayma ile görüntü içerisindeki objeler büyür veya kalınlaşır. Aşındırmada ise tam tersi incelmeye veya büzülme olur. Operatörlerin etkileri YE'nin yapısına veya büyüklüğüne bağlıdır. Aşındırma ve yaymanın birbiri ardına kullanılması ile açma (opening) ve kapama (closing) denilen üst seviye operatörler oluşturulur.

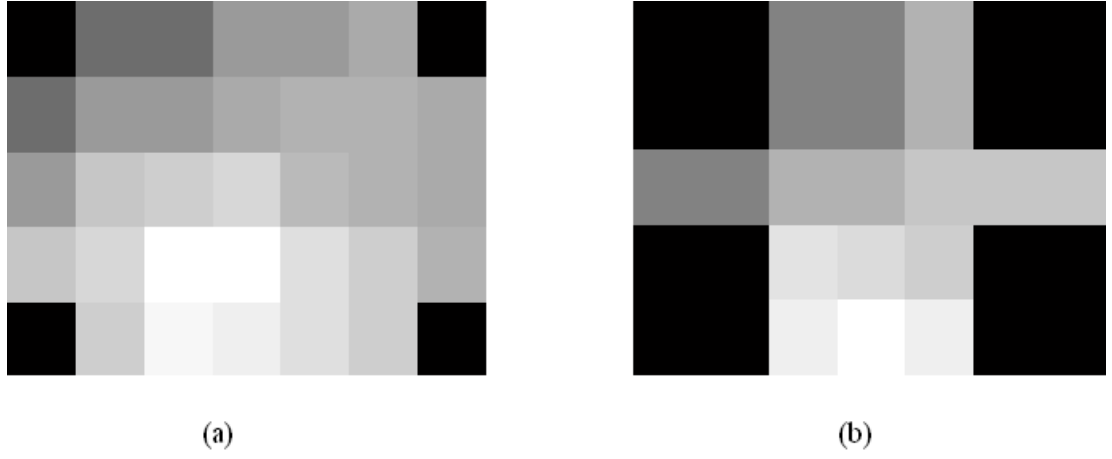
4.1.2. YTS imgelerine aşındırma işlemi uygulanması

Aşındırma, MM'nin en temel işlemlerinden biridir. YTS imgesindeki aşındırma işlemi, imgenin parlaklığını arttırmaktadır. İmgede koyu tonlu bölgelerle çevrili parlak bölgeler daralırken, parlak bölgelerle çevrili koyu tonlu bölgeler genişlemektedir [15]. F1 ve F2, birer küme olmak üzere, her (F1, F2) gri tonlu imge ikilisi için, aşındırma ϵ , (Şekil 4.2) aşağıdaki şekilde ifade edilir [16] :

$$\varepsilon(F) = \bigcap_{b \in B} F - b = F \ominus B \quad (4.1)$$

Burada B, herhangi bir YE'dır.

Şekil 4.2 (a)'da bulunan gri imgeye 3x3 kare YE ile aşındırma işlemi uygulanmış ve Şekil 4.2 (b)'deki gri imge elde edilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi aşındırma işlemi uygulandıktan sonra imgedeki parlak bölgelerin alanı ve parlaklık miktarları azalmaktadır. Koyu bölgeler ve şiddetleri de artmaktadır.



Şekil 4.2: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge

Şekil 4.2 (a)'da bulunan gri imgeye 3x3 kare YE ile aşındırma işlemi uygulandığında, her bir pikselin şiddetindeki değişim Şekil 4.3'de görülmektedir. İşlem yapılacak piksel merkezde olacak şekilde 3x3 kare YE koyu renkle gösterilmiş bölgeye oturtulmuştur. Gri imgenin piksel şiddetlerinin (13,18,18,18,20,21,22,24,25) en küçüğü aşındırma işlemi uygulanan pikselin yeni değeri 13 olacaktır (Şekil 4.3 (b)).

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 13 | 13 | 18 | 18 | 20 | 0 |
| 13 | 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 20 |
| 18 | 23 | 24 | 25 | 22 | 21 | 20 |
| 23 | 25 | 30 | 30 | 26 | 24 | 21 |
| 0 | 24 | 29 | 28 | 26 | 24 | 0 |

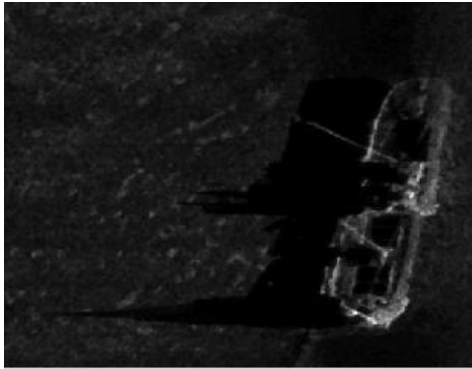
(a)

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 13 | 13 | 18 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 13 | 13 | 18 | 0 | 0 |
| 13 | 13 | 18 | 18 | 20 | 20 | 20 |
| 0 | 0 | 23 | 22 | 21 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 24 | 26 | 24 | 0 | 0 |

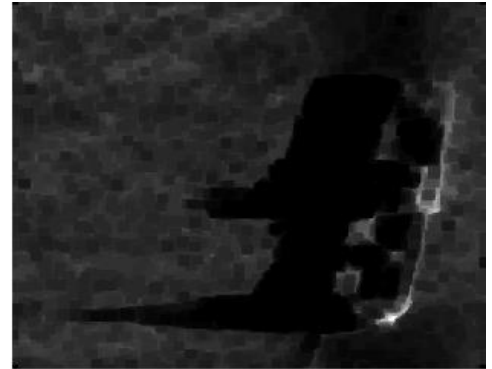
(b)

Şekil 4.3: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri

Çalışmamızda kullandığımız YTS imgesine 9x9 kare YE ile aşındırma işlemi uygulanarak elde edilen sonuç Şekil 4.4'te görülmektedir. YTS imgesindeki parlaklıkların şiddeti ve parlak bölgelerin sınırları küçülürken gölge bölgelerin sınırları genişletilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 4.4: (a) YTS İmgesi, (b) YTS İmgesine 9x9 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulanmış İmge

4.1.3. YTS imgelerine yayma işlemi uygulanması

Yayma işlemi, imgedeki koyu tonlu bölgeleri açmaktır. İmgede koyu tonlu bölgelerle çevrili parlak bölgeler genişlerken, parlak bölgelerle çevrili koyu tonlu bölgeler zayıflamakta, hatta yapı elemanı ve koyu tonlu bölgenin boyutuna bağlı olarak

kaybolabilmektedir [15]. F_1 ve F_2 , birer küme olmak üzere, her (F_1, F_2) gri tonlu imge ikilisi için, yayma δ aşağıdaki şekilde ifade edilir [16]:

$$\delta(F) = \bigcap_{b \in B} F + b = F \oplus B \quad (4.2)$$

Burada B , herhangi bir YE'dir.

Şekil 4.5 (a)'da bulunan gri imgeye 3x3 kare YE ile yayma işlemi uygulanmış ve Şekil 4.5 (b)'deki gri imge elde edilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi yayma işlemi uygulandıktan sonra imgedeki parlak bölgelerin alanı ve parlaklık miktarları artmaktadır. Koyu bölgeler ve şiddetleri de azalmaktadır.



Şekil 4.5: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge

Şekil 4.5 (a)'da bulunan gri imgeye 3x3 kare YE ile yayma işlemi uygulandığında, her bir pikselin şiddetindeki değişim Şekil 4.6'da görülmektedir. İşlem yapılacak piksel merkezde olacak şekilde 3x3 kare YE koyu renkle gösterilmiş bölgeye oturtulmuştur. Gri imgenin piksel şiddetlerinin (20,20,21,21,21,21,22,24,26) en büyüğü yayma işlemi uygulanan pikselin yeni değeri 26 olacaktır (Şekil 4.6 (b)).

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 13 | 13 | 18 | 18 | 20 | 0 |
| 13 | 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 20 |
| 18 | 23 | 24 | 25 | 22 | 21 | 20 |
| 23 | 25 | 30 | 30 | 26 | 24 | 21 |
| 0 | 24 | 29 | 28 | 26 | 24 | 0 |

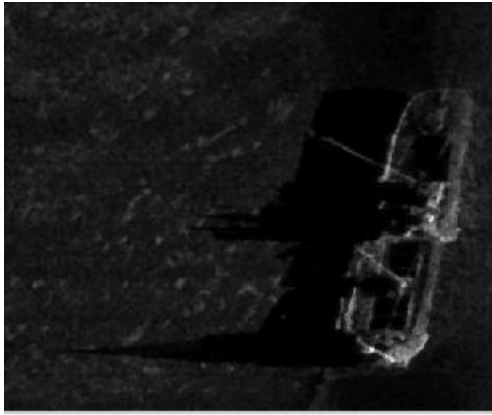
(a)

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 23 | 24 | 25 | 25 | 25 | 22 | 21 |
| 25 | 30 | 30 | 30 | 30 | 26 | 24 |
| 25 | 30 | 30 | 30 | 30 | 26 | 24 |
| 25 | 30 | 30 | 30 | 30 | 26 | 24 |

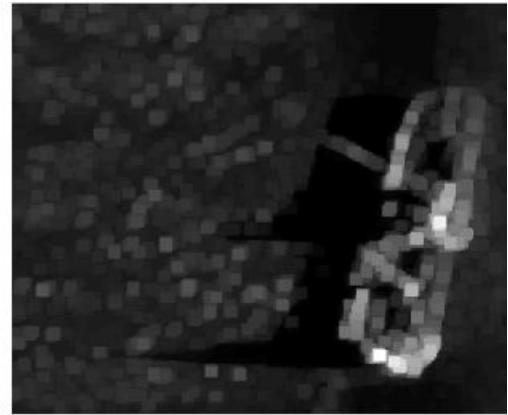
(b)

Şekil 4.6: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri

Çalışmamızda kullandığımız YTS imgesine 9x9 kare YE ile yayma işlemi uygulanarak elde edilen sonuç Şekil 4.7’de görülmektedir. YTS imgesindeki parlaklıkların şiddeti ve parlak bölgelerin sınırları büyürken, gölge bölgelerin sınırları daralmıştır.



(a)



(b)

Şekil 4.7: (a) YTS İmgesi, (b) YTS İmgesine 9x9 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulanmış İmge

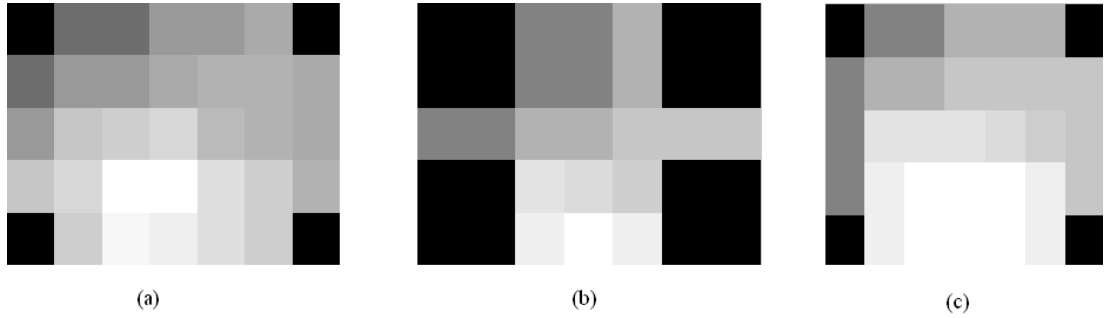
4.1.4. YTS imgelerine açma işlemi uygulanması

Temel olarak aşındırma işlemine benzese de imgede aşındırma işlemi kadar bozulma yaratmamaktadır. Açma işlemi genel olarak; aynı boyut ve tipteki YE’ni kullanarak,

imgeye önce aşındırma sonra yayma işlemi uygulanmasıdır. İmgelerdeki açma işlemi aşağıdaki şekilde ifade edilir [16] :

$$F \circ B = (F \ominus B) \oplus B \quad (4.3)$$

Bir F şekline bir B yapı elemanı ile morfolojik açma (α) işlemi uygulamak, F'in B' den küçük tüm bileşenlerini çıkarır. Açma işlemi, bir düzleyici filtre gibi davranır. Düzlemenin miktarı ve tipi, kullanılan YE'nin şekli ve büyüklüğü tarafından belirlenir. Şekil 4.9 da görüldüğü üzere açma işlemi uygulanmış imge aşındırma işlemi uygulanmış imgeye oranla daha az bozulmuştur. Açma işlemi uygulanmış imge orijinal imgeye oranla çok büyük değişikliğe uğramamaktadır.



Şekil 4.8: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge, (c) 3x3 Kare YE ile MM Açma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge

Şekil 4.8 (a)'da bulunan gri imgeye 3x3 kare YE ile aşındırma işlemi uygulandığında, her bir pikselin şiddetindeki değişim Şekil 4.9 (b)'de, daha sonra 3x3 kare YE ile yayma işlemi uygulanarak sonuçta MM açma işlemi uygulanmış olan her bir pikselin şiddetindeki değişim Şekil 4.9 (c)'de görülmektedir. Önceki kısımlarda anlatılan aşındırma ve genişleme ile ilgili işlemler bu kısımda da tekrar edilmiş ve MM açma işlemi sonucunda aşağıdaki piksel değerleri elde edilmiştir.

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 13 | 13 | 18 | 18 | 20 | 0 |
| 13 | 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 20 |
| 18 | 23 | 24 | 25 | 22 | 21 | 20 |
| 23 | 25 | 30 | 30 | 26 | 24 | 21 |
| 0 | 24 | 29 | 28 | 26 | 24 | 0 |

(a)

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 13 | 13 | 18 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 13 | 13 | 18 | 0 | 0 |
| 13 | 13 | 18 | 18 | 20 | 20 | 20 |
| 0 | 0 | 23 | 22 | 21 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 24 | 26 | 24 | 0 | 0 |

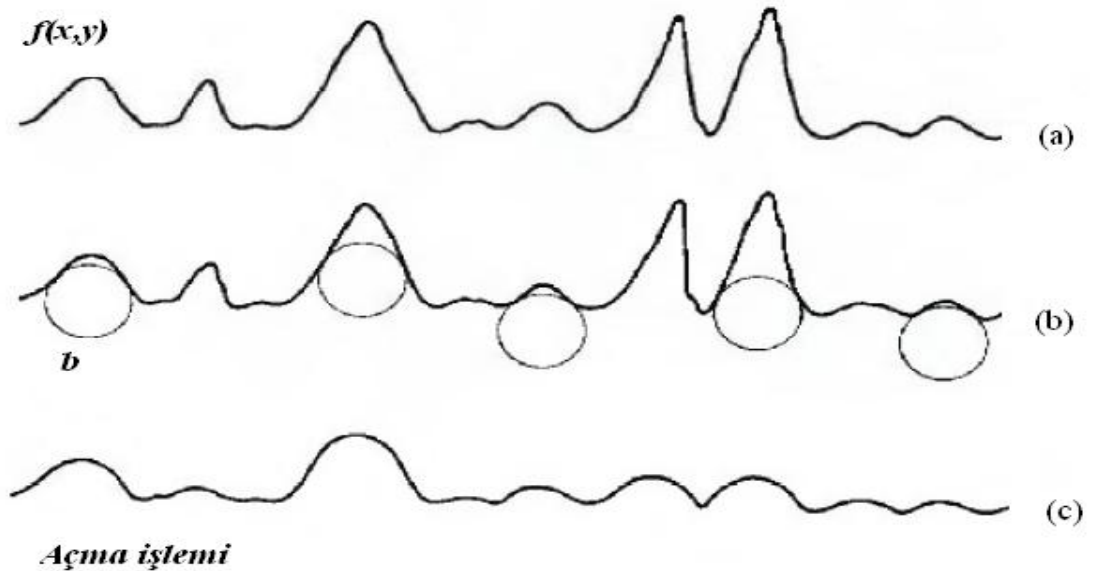
(b)

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 13 | 13 | 18 | 18 | 18 | 0 |
| 13 | 18 | 18 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 13 | 23 | 23 | 23 | 22 | 21 | 20 |
| 13 | 24 | 26 | 26 | 26 | 24 | 20 |
| 0 | 24 | 26 | 26 | 26 | 24 | 0 |

(c)

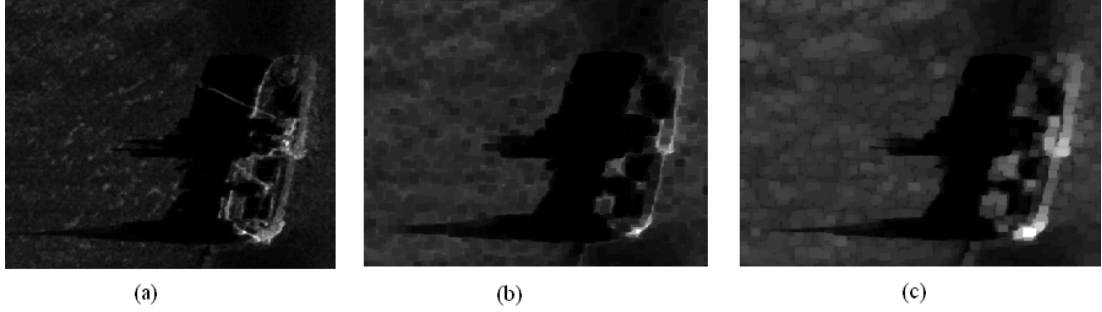
Şekil 4.9: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri, (c) 3x3 Kare YE ile Aşındırma ve 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri

Açma işlemini daha iyi anlayabilmek için “yuvarlanan top” örneğini verebiliriz[15]. $F(x,y)$ 'yi 3-boyutlu bir uzayda imge fonksiyonu olarak düşünelim. Bu imgeye, b küresel YE ile açma işlemi uygulandığında, şekil 4.10'da olduğu gibi imge yüzeyinin altında bir topun yuvarlandığı varsayılır. YE'nın geçtiği yerlerdeki çok yüksek piksel değerleri yuvarlanan topun yüzeyi gibi düzlenir. Burada piksel değerleri yuvarlanan topun çapına göre değişmeye uğrar. Büyük çaplı bir YE kullanılırsa imgede büyük boyutlu bozulma meydana gelir. Açma işlemi imgenin genelinde mevcut olmayan aşırı yüksek parlaklıkları yok ederken, genel gri ve büyük alana yayılmış parlaklıkları bozulmaya uğratmaz.



Şekil 4.10: (a) Gri imgenin bir satır pikselinin gri ton değerleri, (b) Yuvarlanan topun pozisyonu, (c) Gri imgenin bir satır pikselinin yeni gri ton değerleri

Çalışmamızda kullandığımız YTS imgesine 9x9 kare YE ile MM açma işlemi uygulanarak elde edilen sonuç Şekil 4.11’de görülmektedir.



Şekil 4.11: (a) YTS İmgesi, (b) 9x9 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulanmış İmge, (c) 9x9 Kare YE ile Aşındırma ve 9x9 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulanmış İmge

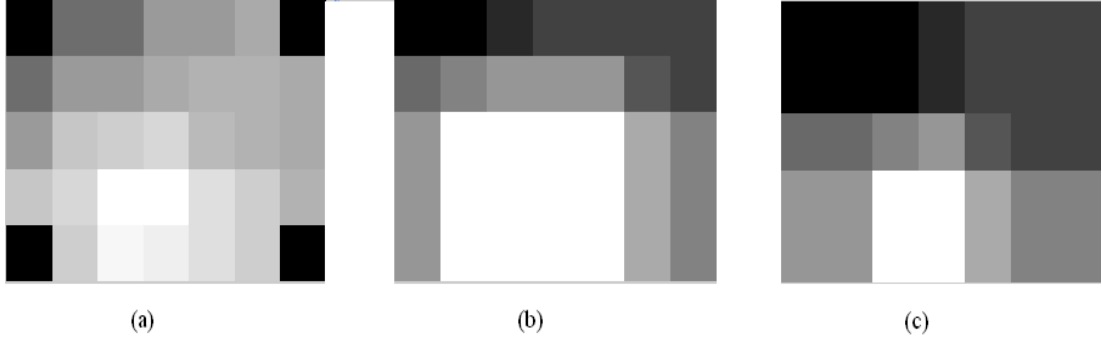
YTS imgesine aşındırma işlemi uygulanması hedef ve gölgelerin aşırı derecede bozulmasına sebep olmaktadır. Aşındırma işlemi uygulandıktan sonra aynı imgeye yayma işlemi uygulanması ile aslında orijinal imgeye açma işlemi uygulanmıştır. Açma işlemi aşındırma işlemine oranla daha az bozulmaya sebep olmaktadır.

4.1.5. YTS imgelerine kapama işlemi uygulanması

Temel olarak yayma işlemine benzese de imgedeki hedef ve gölge bölgelerin kenarlarının daha fazla korunmasını sağlamaktadır. Kapama işlemi genel olarak; aynı boyut ve tipteki YE’ni kullanarak, imgeye önce yayma sonra aşındırma işlemi uygulanmasıdır. Şekil 4.12’de de görüldüğü gibi imgelerdeki kapama işlemi aşağıdaki şekilde ifade edilir [16] :

$$F \bullet B = (F \oplus B) \ominus B \quad (4.4)$$

Bir F şekline bir B YE ile morfolojik kapama (κ) işlemi uygulamak, F^c 'nin B^c 'den küçük tüm bileşenlerini çıkarır.



Şekil 4.12: (a) Gri imge, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge, (c) 3x3 Kare YE ile Yayma ve 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmge

Şekil 4.12 (a)'da bulunan gri imgeye 3x3 kare YE ile yayma işlemi uygulandığında, her bir pikselin şiddetindeki değişim Şekil 4.13 (b)'de, daha sonra 3x3 kare YE ile aşındırma işlemi uygulanarak sonuçta MM kapama işlemi uygulanmış olan her bir pikselin şiddetindeki değişim Şekil 4.13 (c)'de görülmektedir. Önceki kısımlarda anlatılan genişleme ve aşındırma ile ilgili işlemler bu kısımda da tekrar edilmiş ve MM kapama işlemi sonucunda aşağıdaki piksel değerleri elde edilmiştir.

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 13 | 13 | 18 | 18 | 20 | 0 |
| 13 | 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 20 |
| 18 | 23 | 24 | 25 | 22 | 21 | 20 |
| 23 | 25 | 30 | 30 | 26 | 24 | 21 |
| 0 | 24 | 29 | 28 | 26 | 24 | 0 |

(a)

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 23 | 24 | 25 | 25 | 25 | 22 | 21 |
| 25 | 30 | 30 | 30 | 30 | 26 | 24 |
| 25 | 30 | 30 | 30 | 30 | 26 | 24 |
| 25 | 30 | 30 | 30 | 30 | 26 | 24 |

(b)

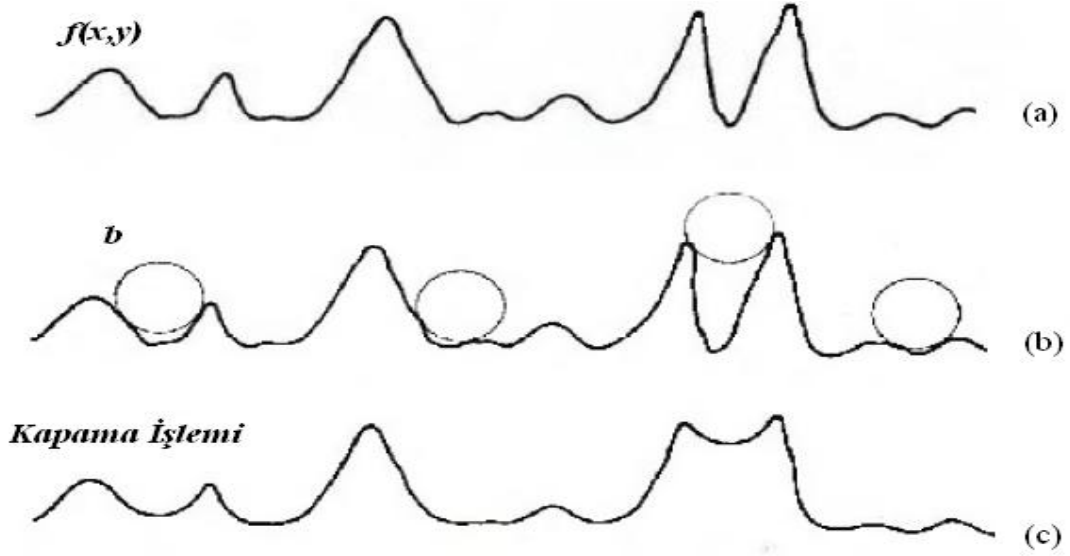
| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 18 | 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 21 |
| 18 | 18 | 18 | 20 | 21 | 21 | 21 |
| 23 | 23 | 24 | 25 | 22 | 21 | 21 |
| 25 | 25 | 30 | 30 | 26 | 24 | 24 |
| 25 | 25 | 30 | 30 | 26 | 24 | 24 |

(c)

Şekil 4.13: (a) Gri imgenin Piksel Şiddetleri, (b) 3x3 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri, (c) 3x3 Kare YE ile Yayma ve 3x3 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulandıktan Sonraki İmgenin Piksel Şiddetleri

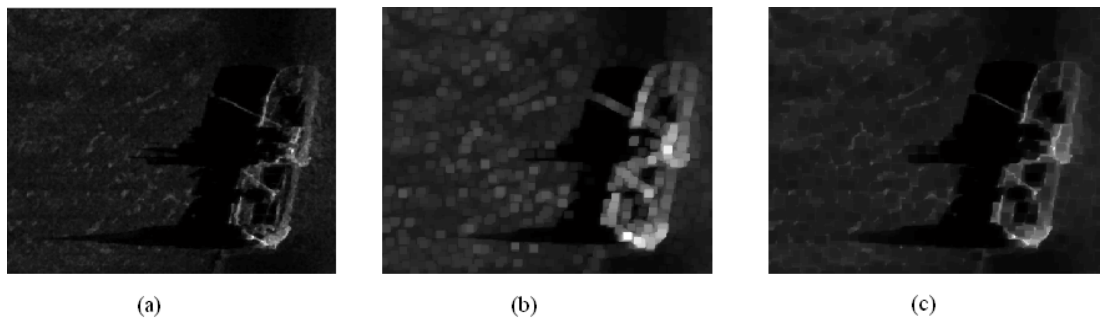
Kapama işlemi daha iyi anlayabilmek için “yuvarlanan top” örneğini verebiliriz[15]. $F(x,y)$ 'yi 3-boyutlu bir uzayda imge fonksiyonu olarak düşünelim. Bu imgeye, b küresel YE ile kapama işlemi uygulandığında, şekil 4.14'de olduğu gibi imge yüzeyinin üzerinde bir topun yuvarlandığı varsayılır. YE'nın geçtiği yerlerdeki çok düşük seviyedeki piksel değerleri yuvarlanan topun yüzeyi gibi düzlenir. Burada piksel değerleri yuvarlanan topun çapına göre değişmeye uğrar. Büyük çaplı bir YE

kullanılırsa imgede büyük boyutlu bozulma meydana gelir. Kapama işlemi imgenin genelinde mevcut olmayan aşırı yüksek koyulukları yok ederken, genel gri ve büyük alana yayılmış koyulukları bozulmaya uğratmaz.



Şekil 4.14: (a) Gri imgenin bir satır pikselinin gri ton değerleri, (b) Yuvarlanan topun pozisyonu, (c) Gri imgenin bir satır pikselinin yeni gri ton değerleri

Çalışmamızda kullandığımız YTS imgesine 9x9 kare YE ile MM kapama işlemi uygulanarak elde edilen sonuç Şekil 4.15’de görülmektedir.



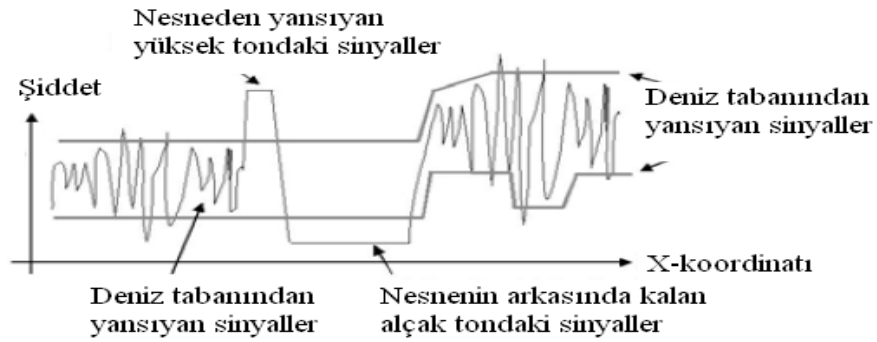
Şekil 4.15: (a) YTS İmgesi, (b) YTS İmgesine 9x9 Kare YE ile Yayma İşlemi Uygulanmış İmge, (c) 9x9 Kare YE ile Yayma ve 9x9 Kare YE ile Aşındırma İşlemi Uygulanmış İmge
YTS imgesine yayma işlemi uygulanması hedef ve gölgelerin aşırı derecede bozulmasına sebep olmaktadır. Yayma işlemi uygulandıktan sonra aynı imgeye aşındırma işlemi uygulanması ile aslında orijinal imgeye kapama işlemi uygulanmış

olmaktadır. Kapama işlemi yayma işlemine oranla daha az bozulmaya sebep olmaktadır.

4.2. YTS İmgelerinde Hedef ve Gölgenin Tespiti

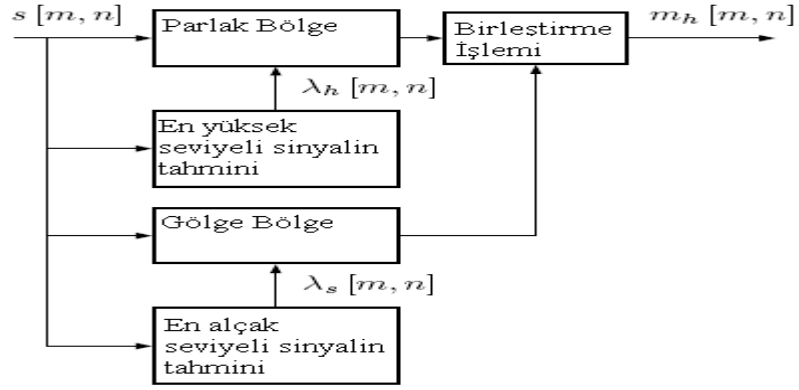
Bu bölümde; baş tarafta anlatılan yöntemler kullanılarak, tasarlanan bir MM algılayıcı ile YTS imgelerindeki hedef ve gölge bölgeler tespit edilmeye çalışılacaktır.

Sualtındaki nesnelere farklı boyutlarda olmakta ve deniz tabanında farklı açılarla bulunmaktadır [18]. Bundan dolayı deniz tabanındaki nesneden dönen işaretler nesneye ait gerçek boyut ve duruş açısını yansıtmamaktadır. Tasarlanan algılayıcı, imgedeki en koyu tona sahip bölgeleri gölge, en yüksek tona sahip bölgeleri ise hedef olarak algılamaktadır (Şekil 4.16).



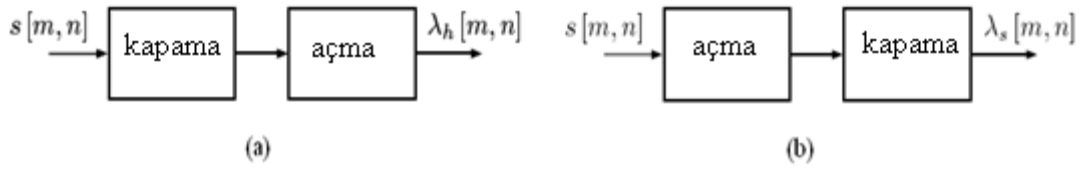
Şekil 4.16: Deniz Tabanından Yansıyan İşaretler [18]

Şekil 4.16'da görüldüğü gibi tasarlanan algılayıcı; parlak olan ve parlak olmayan bölgeleri aynı zamanda gölge olan ve gölge olmayan bölgeleri tespit etmektedir. Algılayıcının mimarisi Şekil 4.17'de olduğu gibidir. Giriş işareti ikiye ayrılır. Parlak bölgeleri ($\lambda_h [m, n]$) bulmak için en yüksek işaretlerin olduğu bölgeler ve gölge bölgeleri ($\lambda_s [m, n]$) bulmak için en düşük işaretlerin olduğu bölgeler eşik değeri kullanılarak tahmin edilir. Daha sonra bu iki değeri birleştirilerek algılanan imgedeki ($m_h [m, n]$) hedef tespit edilir.

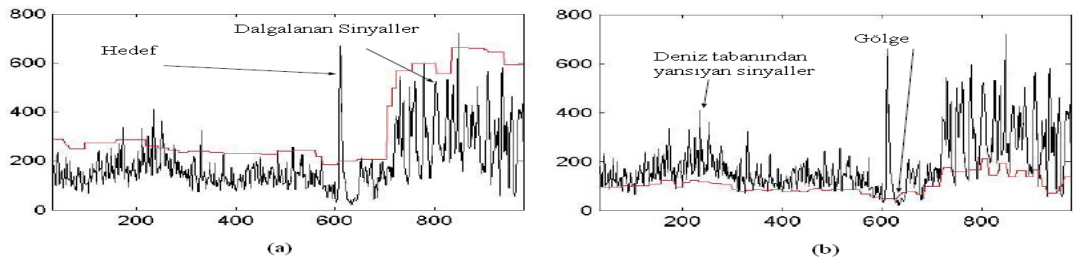


Şekil 4.17: MM Algılayıcının Şematik Gösterimi [18]

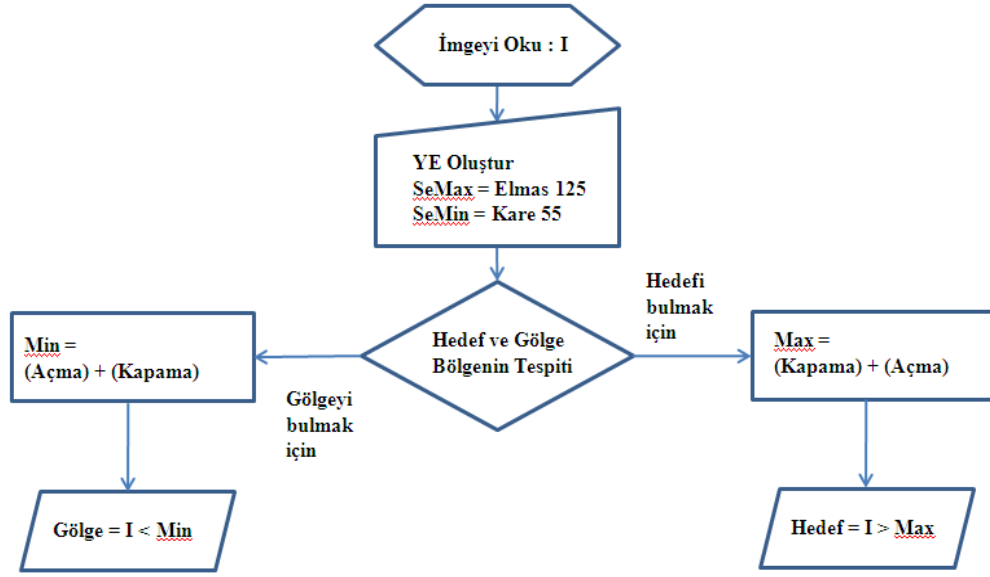
Yüksek ve alçak seviyedeki işaretleri tahmin edebilmek için katlı MM açma ve kapama işlemleri kullanılmaktadır (Şekil 4.18). Şekil 4.19’da olduğu gibi en yüksek ve en alçak işaretlerin sınırları eşik değeri kullanılarak tahmin edilmiş, kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.



Şekil 4.18: (a) En Yüksek İşaret Seviyesinin Tahmini için Kullanılan Algılayıcı, (b) En Alçak İşaret Seviyesinin Tahmini için Kullanılan Algılayıcı [18]



Şekil 4.19: (a) En Yüksek İşaret Seviyesinin Tahmini, (b) En Alçak İşaret Seviyesinin Tahmini [18]



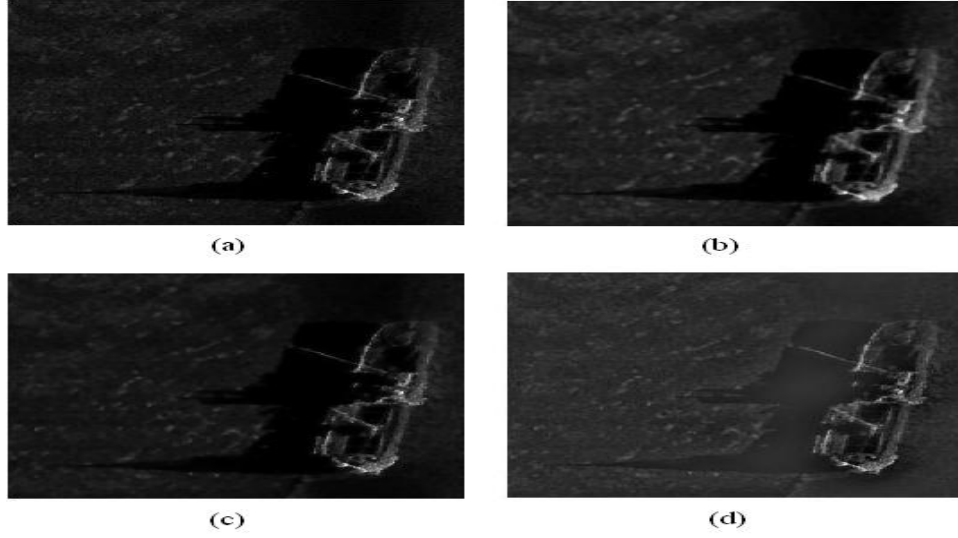
Şekil 4.20: MM Algılayıcı gerçekleyen algoritma

Şekil 4.20’de tasarlanan algılayıcıya ait algoritma bulunmaktadır.

Çalışmamızda kullandığımız YTS imgelerinde gürültülerin azaltımı için uygulanan çeşitli süzgeçler 3. bölümde anlatılmıştı. Buradan elde edilen tüm imgelere 4. bölümde anlatılan katlı MM işlemler uygulanarak elde edilen gölge ve hedeflere yönelik incelemeler aşağıda sunulmuştur.

YTS imgesine sırasıyla 5x5 ortanca süzgeç, 5x5 wiener süzgeç ve faz korumalı gürültü giderimi uygulanarak aşağıdaki imgeler elde edilmiştir. Şekil 4.21 (d)’de görüldüğü gibi FKGG uygulanan imgelerde gölge bölge özelliğini kaybederek büyük ölçüde bozulmaya uğramaktadır. Bu, MM işlemler uygulanarak gölge bölgenin tespit edilmesi aşamasında sorun olarak karşımıza çıkacaktır.

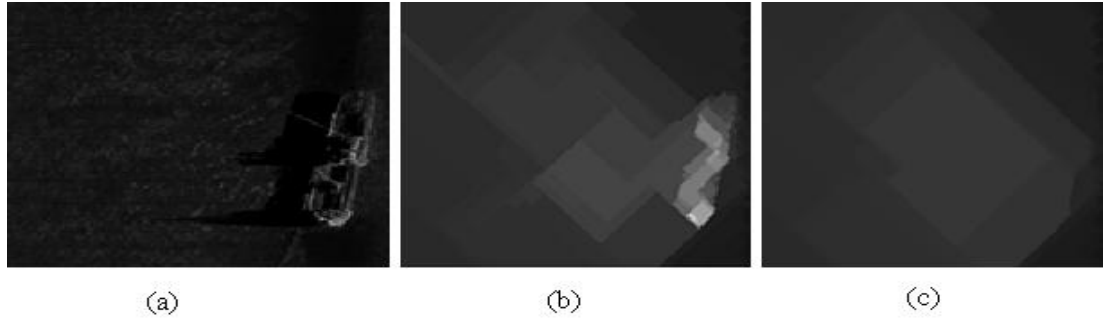
Diğer iki süzgeç ile gürültü giderimi uyguladığımız imgeler hemen hemen birbirine benzer sonuçlar vermektedir. Bu önceki bölümlerde gösterilen grafiklerden de anlaşılmaktadır.



Şekil 4.21: (a) YTS İmgesi, (b) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi, (c) Wiener Süzgeç Uygulanmış YTS İmgesi, (d) FKGG Uygulanmış YTS İmgesi

Şekil 4.22'deki imgelere 3. bölümde anlatılan MM algılayıcı çeşitli tip ve boyutlarda YE ile birlikte uygulanmıştır. Özellikle imgedeki gölge bölgenin tespiti için imgeye 3x3 ortanca süzgeç uygulanmış ve 55-komşuluklu kare tipindeki YE, hedef bölgenin tespiti için imgeye 3x3 ortanca süzgeç uygulanmış ve 125-komşuluklu elmas tipindeki YE kullanılarak iyi sonuç alınmıştır.

Şekil 4.18 (a) ile gösterilen algoritmalar gerçekleştirilerek aşağıdaki gri imgeler elde edilmiştir. İmgelerin işlenmesinde kullanılan elmas tipindeki YE'lar, hedef bölgelerin parlaklıklarını arttırmaktadır.



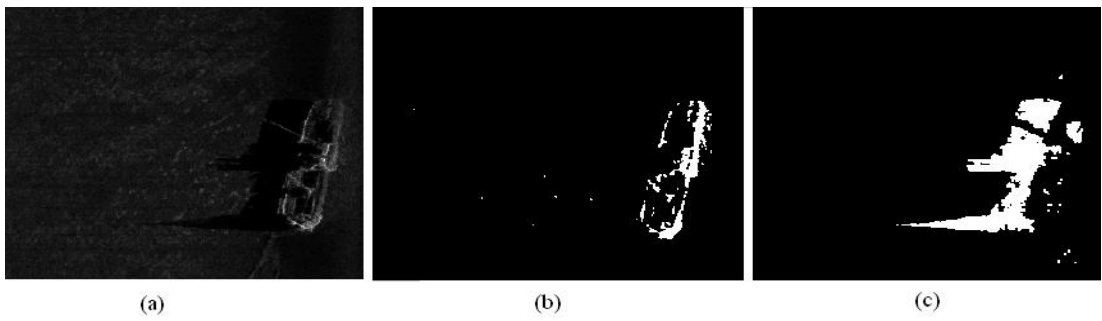
Şekil 4.22: (a) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS imgesi, (b) 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE ile Kapama İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge, (c) (b) İmgesine 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE ile Açma İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge

Şekil 4.22 (c)'de elde edilen gri imgenin her bir pikselinin şiddeti YTS imgesindeki pikseller ile karşılaştırılır. YTS imgesinde piksel değerlerinin daha yüksek olanları hedefi oluşturmaktadır.



Şekil 4.23: (a) Ortanca Süzgeç Uygulanmış YTS imgesi, (b) 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE ile Açma İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge, (c) (b) İmgesine 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE ile Kapama İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Gri İmge

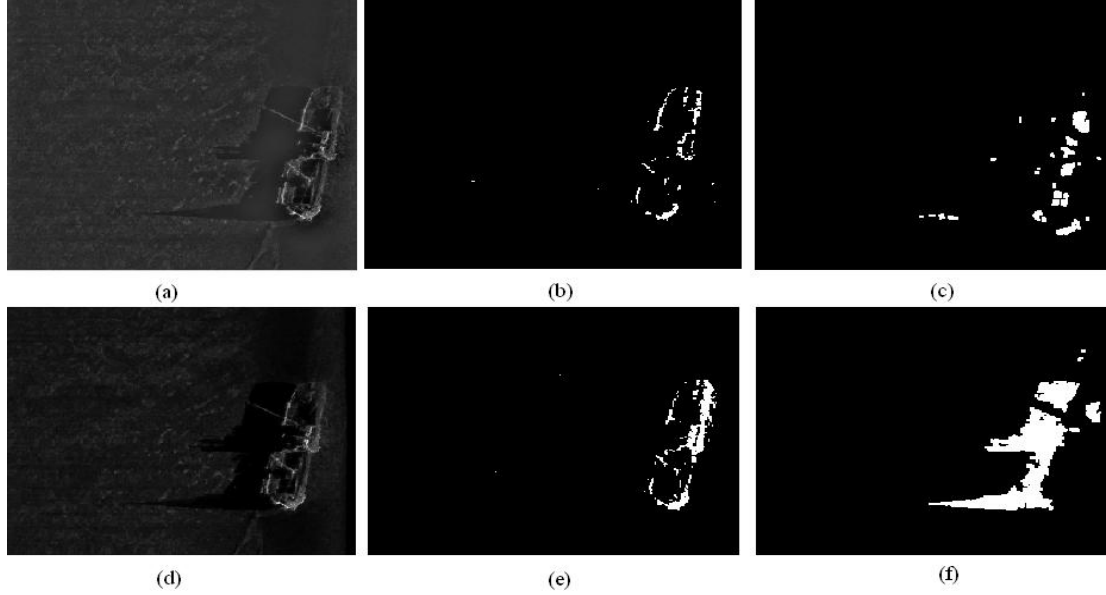
Aynı şekilde Şekil 4.18 (b) ile gösterilen algoritmalar gerçekleştirilerek aşağıdaki gri imgeler elde edilmiştir. İmgelerin işlenmesinde kullanılan kare tipindeki YE'lar, gölge bölgelerin parlaklıklarını azaltmaktadır. Şekil 4.23 (c)'de elde edilen gri imgenin her bir pikselinin şiddeti YTS imgesindeki pikseller ile karşılaştırılır. YTS imgesinde piksel değerlerinin daha küçük olanları gölge bölgeyi oluşturmaktadır. Şekil 4.23 deki imgelerin parlaklıkları % 50 oranında arttırılmıştır.



Şekil 4.24: (a) YTS imgesi, (b) 3x3 Ortanca Süzgeç ve 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Hedef Bölge, (c) 3x3 Ortanca Süzgeç ve 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Gölge Bölge

Başarılı sonuç alındığı değerlendirilen imgeler Şekil 4.24'de, kullanılan diğer daire, dörtgen ve çizgi şeklinde ve farklı boyutlarda yapı elemanları ile ilgili denemelerde

elde edilen imgeler ise Şekil 4.25'te sunulmuştur. YE seçilirken, imgede tespit edilmeye çalışılan bölgenin şekli dikkate alınmalıdır [17].



Şekil 4.25: (a) FKGG Uygulanan YTS imgesi, (b) FKGG ve 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Hedef Bölge, (c) FKGG ve 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Gölge Bölge, (d) Wiener Süzgeç Uygulanan YTS imgesi, (e) 3x3 Wiener Süzgeç ve 125-Komşuluklu Elmas Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Hedef Bölge, (f) 3x3 Wiener Süzgeç ve 55-Komşuluklu Kare Tipindeki YE Uygulanarak Elde Edilen Gölge Bölge

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında YTS Sistemi tanıtılmış, imge işlemenin en önemli aşamalardan birisini oluşturan önışlem adımıındaki gürültü giderimi algoritmalar ile YTS imgeleri işlenerek, imgede mevcut nesnenin ve nesneye ait gölgenin belirlenmesi hedeflenmiştir. YTS imgelerinin işlenmesi kapsamında; gürültü giderimine yönelik çeşitli süzgeçler incelenmiş, imgedeki hedef ve gölge bölgelerin tespiti maksadıyla kullanılan matematiksel morfolojik işlemler ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

Matlab'da bulunan hazır yazılımlar ile imgelere FKGG, wiener ve ortanca süzgeçler uyarlanarak gürültüler yok edilmeye çalışılmıştır. Farklı parametreler uygulanarak denenen süzgeçlerden özellikle imgedeki nesnenin korunması aşamasında FKGG diğerlerine oranla daha iyi sonuç vermiştir.

Çeşitli süzgeçler ile gürültü giderimine tabi tutulan imgeler, farklı tip ve boyuttaki yapı elemanları ile işlenmiş ve orijinal YTS imgesindeki hedef ve gölge bölgeler en az bozulmaya uğrayacak şekilde belirlenmeye çalışılmıştır. FKGG uygulanarak gürültü gideriminde başarılı sonuç alınan imgelerin, farklı yapı elemanı ve MM algılayıcı ile işlenmesi aşamasında aynı başarıya ulaşılamamıştır. İmgelerin FKGG ile işlenmesinde özellikle gölge ve yansıma bölgelerine ait piksellerin hemen hemen aynı seviyede işaret şiddetine dönüşmesi nedeni ile bu iki bölge birbirinden ayırt edilememektedir. Yapı elemanı ile MM işlemlere tabi tutulan imgelerden özellikle ortanca süzgeç uygulananlardan başarılı sonuçlar alınmıştır.

Deniz tabanında mevcut batıklara ait imgelerin işlenmesinde karşılaşılan problemlerin yanı sıra en büyük sıkıntı nesnelere deniz tabanında oturma profillerinin farklılıklarıdır. Farklı açılarla deniz tabanında bulunan nesnelere oluşturduğu hedef ve gölgeler nesnelere belirlenmesinde problem yaratabilmektedir.

Pahalı ve zahmetli bir çalışma olan YTS uygulamalarında amaca uygun kaliteli veri

toplamak için çalışmanın başında uygun parametre seçimi yapılmalıdır. Özellikle imgelere ait detayların ortaya çıkarılması için YTS'nin taradığı alan tanımlanırken deniz tabanındaki nesneyle towfish arasındaki mesafe ölçeği mümkün olduğunca küçük seçilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Herman, M., *Ocean Acoustics to Acoustical Oceanography* [online] , <http://www.cambridge.org/catalogue/catalogue.asp?isbn=052182950X>, (**Ziyaret Tarihi: 22 Ekim 2009**).
- [2] Özturan, M., “XTF Formatlı Yandan Taramalı Sonar Verilerinin Matlab Yazılımları ile Analizi ve Deniz Tabanı Sınıflandırması”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü*, İstanbul, 2-4, (2003)
- [3] Alpar, B., “Jeofizik ve Jeodezik Uygulamalarda Yandan Taramalı Sonar ve Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü*, İstanbul, 2-4, (1988)
- [4] In Depth International, <http://www.indepthconsulting.com/Sonar/Sidescan.htm>, (**Ziyaret Tarihi: 20 Ekim 2009**).
- [5] Klein 5900 Technical Manual [online], (2004), http://www.1-3klein.com/?page_id=757 (**Ziyaret Tarihi: 29 Ekim 2009**).
- [6] University of Rhode Island [online], *Discovery of Sound In The Sea*, <http://www.dosits.org/people/fishing/2.htm> , (**Ziyaret Tarihi: 21 Ekim 2009**).
- [7] Tian, J., Zhang, C., “Automated detection/classification of objects in side-scan sonar imagery”, *IEEE Intelligent Mechatronics and Automation, 2004 International Conference*, 632- 637, (2004).
- [8] Çelebi, A., Güllü, M.K., Ertürk, S., "Performance comparison of different denoising methods for sonar images", *IEEE Signal Processing and Communications Applications Conference on SIU 2009*, 772 - 775, April (2009).
- [9] Altuntaş, C., Çorumluoğlu, Ö., “Uzaktan Algılama Görüntülerinde Digital Görüntü İşleme Ve Rsimage Yazılımı”, *30. Yıl Sempozyumu*, Konya, 2-4, 18 Ekim (2002).
- [10] Daniel, S., Le Leannec, F., Roux, C., “Side-Scan Sonar Image Matching”, *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, vol. 23, no. 3, 245-259, july (1998).
- [11] Waite, A.D., “Sonar For Practising Engineers”, Third edition, *John Wiley & Sons Ltd.*, 83-231,(2002).

- [12] Pratt, W.K., "Digital Image Processing", Fourth edition, *John Wiley & Sons Inc. Publication*, 277-280, (2007).
- [13] Kovese, P., "Phase Preserving Denoising of Images", *The Australian Pattern Recognition Society Conference: DICTA'99.*, 212-217, (1999).
- [14] Bala, E., Ertüzün, A., "Çoklu-Dalgacık (Multiwavelet) Teknikleri ile İmgelerden Gürültü Temizleme Uygulamaları", *10. İşaret İşleme ve Uygulamaları Kurultayı (SIU 2002)*, 1232-1237, (2002).
- [15] Gozalez, R., C., and Woods, R., E., "Digital Image Processing", Second Edition, *Prentice Hall*, 262-265, 550-556, (2002).
- [16] Küçüköncü, T., Gebizlioğlu, Ö., L., "Matematiksel Morfolojik İşleçlerin Rastgele Yapay Sinir Ağlarıyla Gerçeklenmesi", *EEBM 12. Ulusal Kongresi*, 14-18 Oct. 2007.
- [17] Acar, U., Bayram, B., "Morfolojik Görüntü Filtreleri ile İkonos Görüntülerinden Otomatik Bina Çıkarımı", *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 11-15 May. 2009.
- [18] Grasso, R., Spina, F., "Small Bottom Object Density Analysis From Side Scan Sonar Data by a Mathematical Morphology Detector", *9th International Conference on Information Fusion*, Jul. 2006.
- [19] Wang, J., Shen, H., Ding, R., "A Novel Fingerprint Image Enhancement Algorithm Using Phase Preserving", *IEEE International Symposium on Communications and Information Technology*, Vol.2, 1472 - 1475, (2005).
- [20] Wang, J., Shen, H., Ding, R., "Iris Image Denoising Algorithm Based on Phase Preserving", *Sixth International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies*, 832 - 835, (2005).
- [21] Bottema, M.J., "Deterministic Properties of Analog Median Filters", *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol.37, 1629 - 1640, (1991).
- [22] Vijaykumar, V.R., Ebenzer, D., Vanathi, P.T., "Iris Image Denoising Algorithm Base on Phase Preserving", *9th International Conference on Signal Processing* 793 - 796, (2008).
- [23] Arce, G., Stevenson, R., "Deterministic Properties of Analog Median Filters", *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, Vol.34, 420 - 429, (1987).
- [24] Chen, J., Benesty, J., Huang, Y., Doclo, S., "New Insights into The Noise Reduction Wiener Filter", *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, Vol.14, 1218 - 1234, (2006).
- [25] Wang, X., Wang, H., Ye, X., Zhao, L., Wang, K., "A novel segmentation algorithm for side-scan sonar imagery with multi-object", *IEEE International*

- Conference*, 2110- 2114, (2006).
- [26] Christ, R.D., Wernli Sr., R.,L., "The ROV Manual: A User Guide for Observation Class Remotely Operated Vehicles", First Edition, *A Macmillian Company*, 161-163 (2007)
- [27] Xiaojun, J., Nan, L., Renyi, L., Tianhe, Y., "Study and Implementation of the Methods of the Side-scan Sonar Image Processing", *2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering*, (2008)
- [28] Yıldırım, K.S., İnce, C., Kalaycı, T.,E., "Görüntü İşleme Ders Notları", *Ege Üni. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü*, (2003)
- [29] Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı Web Sitesi jeolojik cihaz ve sistemler, http://www.shodb.gov.tr/jeofizij_jeolojik_cihaz_sistem/yts_ore.htm, **(Ziyaret Tarihi: 20 Ekim 2009)**.
- [30] Poularikas, A.,D., Ramadan, Z., M., "Adaptive Filtering Primer with Matlab", First Edition, *Taylor & Francis, Inc.*, 58, (2006)
- [31] University of Western Australia [online], ,*What Are Log-Gabor Filters and Why Are They Good?*, <http://www.csse.uwa.edu.au/~pk/research/matlabfns/ Docs/convexpl.html>
- [32] Instituto de Optica (CSIC) [online], *Image Processing and Vision Modelling Group*, <http://www.iv.optica.csic.es/page49/page16/page16.html>, **(Ziyaret Tarihi: 25 Kasım 2009)**
- [33] Image Processing Learning Res., <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/morops.htm> **(Ziyaret Tarihi: 26 Kasım 2009)**
- [34] Khireddine, A., Benmahammed, K., Puech, "Wiener filter in two-dimensional case applied to corrected images", *IEEE International Conference on*, 133, (2003).

KİŞİSEL YAYINLAR ve ESERLER

1. Levent Şahintürk, Aysun Taşyapı, Sinem Özer, Anıl Çelebi, Sarp Ertürk, "Etiketleme Tabanlı Taşıt Plakası Tanıma Sistemi", **11. İşaret İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SIU'2003)**, İstanbul, sf. 375-378, (2003)

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Afyon'da doğdu. İlkokulu Dinar/Afyon, ortaokulu Nazilli/Aydın'da tamamladı. Lise öğrenimini Deniz Lisesi, Üniversite öğrenimini 1991 yılında girdiği Deniz Harp Okulu Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü'nden 1995 yılında mezun olarak tamamladı. Mezuniyeti müteakip Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'nın çeşitli birimlerinde görev yaparak 1998 tarihinde Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde 1 yıl süre ile hızlandırılmış şekilde Bilgisayar Mühendisliğine ait dersleri aldı. Halen TCG Tufan Hücumbotunda Başçarkçılık görevini deruhte etmektedir. 2002 yılından beri Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans'a devam etmekte olup evli ve bir çocuk babasıdır.