

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İLE ACİL DURUM  
TESPİT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Abdullah SEVİN**

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKT. VE BİLG. EĞT.**  
**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin EKİZ**  
**Ortak Danışman : Prof. Dr. İsmail ERTÜRK**

**Ocak 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İLE ACİL DURUM  
TESPİT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdullah SEVİN

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKT. VE BİLG. EĞT.

Bu tez 17 / 01 / 2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hüseyin EKİZ

Jüri Başkanı



Prof. Dr. İsmail ERTÜRK

Üye



Yrd. Doç. Dr. Cüneyt  
BAYILMIŞ

Üye

## **TEŐEKKÖR**

Bu tez çalıŐması sűresince danıŐmanlıđını yapan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Hűseyin EKİZ ve Prof. Dr. İsmail ERTÖRK'e, tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Cűneyt BAYILMIŐ'a, tez çalıŐmasının dâhil olduđu projenin gerçeklenmesinde emeđi geçen Adem ATILMIŐ, Yavuz MER ve Caner KAHRAMAN'a, projenin baŐlangıcında gűrev alan ArŐ. Gűr. Uđur BEKÇİBAŐI'na, bu projeye destek veren Sanayi ve Ticaret Bakanlıđına, Denizsan A.Ő. ve BADER Barbaros Denizciler Derneđine teŐekkűr ederim.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET .....	ix
SUMMARY .....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
BALIKÇILIK (AVLANMA) SEKTÖRÜ VE KARŞILAŞILAN ACİL DURUMLAR .....	3
2.1. Denize Adam Düştüğünde (DAD) Köprü Üstünde Uygulanacak İşlemler .....	4
2.2. Denize Adam Düştü (DAD) Durumunda Gemi Manevra Metotları .....	5
2.2.1. Williamson turns metodu .....	5
2.2.2. Tek dönüş metodu (Dairevi veya anderson metodu) .....	6
2.2.3. Yarış pisti metodu .....	7
2.2.4. Gecikmeli dönüş metodu.....	8
2.2.5. Bot (Vasıta) veya helikopter ile kurtarma metodu.....	9
2.3. Denizde Hayatta Kalma .....	9
2.4. Vücutta Isı Oluşması ve Kaybı Arasındaki Denge.....	12
2.4.1. Hipotermi ve bulguları .....	13
2.5. Türkiyede Yaygın Kullanılan Balıkçı Gemileri .....	15
2.5.1. Karadeniz gırgır teknelerinin genel yapısal özellikleri .....	16

## BÖLÜM 3.

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR .....	18
3.1. Kablosuz Algılayıcı Ağların Kullanım Alanları .....	19
3.2. Kablosuz Algılayıcı Ağ Karakteristiği .....	21
3.2.1. Kablosuz algılayıcı ağ düğümlerindeki bileşenler .....	22
3.2.1.1. Mikrodenetleyici .....	23
3.2.1.2. Bellek ve depolama ünitesi .....	23
3.2.1.3. Güç kaynağı .....	24
3.2.1.4. Algılayıcı .....	24
3.2.1.5. Radyo .....	25
3.3 Kablosuz Algılayıcı Ağ İletişim Mimarisi .....	25
3.3.1. Uygulama katmanı .....	27
3.3.2. Aktarım katmanı .....	27
3.3.3. Ağ katmanı .....	27
3.3.4 Veri bağlantı ve fiziksel katmanlar .....	27
3.4. TinyOS .....	28
3.5. NesC .....	30

## BÖLÜM 4.

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İLE KONUM BELİRLEME .....	31
4.1. Kablosuz Algılayıcı Ağlarla Hedef Konumunun Belirlenmesi .....	31
4.2 Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Konum Belirleme Algoritmaları .....	32
4.2.1 Geliş açışı yöntemleri (Angle of arrival , AOA) .....	33
4.2.2 Varış zamanı yöntemleri (Time of arrival , TOA) .....	34
4.2.3 Varış zaman farkı yöntemleri (Time difference of arrival, TDOA) .....	35
4.2.2 RSSI – Gelen sinyal gücü yöntemleri .....	36
4.3 Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Konum Belirlemedeki Hususlar .....	37
4.3.1 Kaynak sıkıntısı .....	38
4.3.2 Düğüm yoğunluğu .....	38
4.3.3 Çevresel engeller ve yüzey bozuklukları .....	38
4.3.4 Hareketli ve sabit düğümler .....	39

BÖLÜM 5.	
KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İLE ACİL DURUM TESPİT SİSTEMİ	
TASARIMI .....	40
5.1. Kablosuz Algılayıcı Ağ Düğümleri.....	41
5.2. Bilgisayarlı Denetim ve İzleme Sistemi .....	43
5.2.1. Bilgisayar arayüz programı .....	46
5.3. Denetim ve İzleme Sistemi .....	50
BÖLÜM 6.	
SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER.....	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ .....	58

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CDMA	: Code Division Multiple Access ( Kod Bölmeli Çoklu Erişim )
KAA	: Kablosuz Algılayıcı Ağlar
K-ADTS	: Kablosuz Algılayıcı Ağlar ile Acil Durum Tespit Sistemi
DAD	: Denize Adam Düştü
GPS	: Global Positioning System ( Küresel Konumlama Sistemi )
ASIC	: Application Specific Integrated Circuit ( Uygulamaya Özel Tümlşik Devre )
DSP	: Digital Signal Processing ( Sayısal İşaret İşleme )
FPGA	: Field Programmable Gate Array ( Alan Programlanabilir Kapı Dizileri )
MAC	: Medium Access Control ( Ortam Erişim Kontrolü )
TinyOS	: Tiny Operating System
NesC	: Network embedded systems C
TOA	: Time of Arrival
TDOA	: Time Difference of Arrival
RSSI	: Received Signal Strength Indicator
AOA	: Angle of Arrival

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Williamson turns metodu.....	6
Şekil 2.2.	Tek dönüş metodu (Dairevi veya anderson metodu).....	7
Şekil 2.3.	Yarış pisti metodu.....	8
Şekil 2.4.	Gecikmeli dönüş metodu.....	8
Şekil 2.5.	Bot (Vasıta) veya helikopter ile kurtarma metodu.....	9
Şekil 2.6.	Bitişik pozisyon.....	11
Şekil 2.7.	Grup pozisyonu.....	11
Şekil 2.8.	Vücut sıcaklığı.....	14
Şekil 3.1.	Kablosuz algılayıcı ağ uygulama modeli (Tarhan, 2006).....	18
Şekil 3.2.	Algılayıcı düğümünün sistem mimarisi(Tarhan, 2006).....	22
Şekil 3.3.	Algılayıcı ağlar için iletişim kuralları kümesi.....	26
Şekil 4.1.	AOA kablosuz konumlama yöntemi.....	34
Şekil 4.2.	TOA kablosuz konumlama yöntemi.....	35
Şekil 4.3.	TDOA kablosuz konumlama yöntemi.....	36
Şekil 4.4.	RSSI kablosuz konumlama yöntemi.....	37
Şekil 5.1.	KAA ile tespit sistemi genel blok şeması.....	40
Şekil 5.2.	Gemi maketi üzerinde prototip uygulama.....	41
Şekil 5.3.	MPR2400-MICAz düğümü ve standart anteni.....	42
Şekil 5.4.	MIB520CB arayüz kartı.....	43
Şekil 5.5.	Moteview arayüz programı.....	44
Şekil 5.6.	Sistemin algoritması.....	45
Şekil 5.7.	Veri tabanından verilerin okunması.....	46
Şekil 5.8.	Sağlık verilerinin görüntülediği sekme.....	47
Şekil 5.9.	Düğüm verilerinin görüntülediği sekme.....	47
Şekil 5.10.	Görsel bilgi ekranı.....	48
Şekil 5.11.	Düğümlerin gösterimi.....	49
Şekil 5.12.	Sistem alarm durumunun gösterilmesi.....	50



Şekil 5.13. Proteus programında tasarlanan kontrol devresi görünümü.....	51
Şekil 5.14. Denetim ve izleme sisteminin baskı devresi.....	51

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Trabzon ili deniz suyu sıcaklığı.....	15
Tablo 2.2.	Türkiye balıkçı gemilerinin avcılık türlerine göre dağılımı.....	16
Tablo 3.1.	Basitleştirilmiş TinyOS mimarisi.....	29
Tablo 3.2.	Geniş çapta kullanılan işletim sistemleri ve desteklediği platformlar.....	30
Tablo 5.1	Kullanılan formüller.....	48

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Kablosuz Algılayıcı Ağlar (WSN), Güvenlik, Denizcilik, Balıkçılık, Gemi Mühendisliği

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA'lar), buldukları ortamdaki fiziksel büyüklükleri algılayabilmeleri, küçük boyutları, bakım gerektirmeyen yapıları gibi özelliklerinden dolayı son zamanlarda birçok uygulamada tercih edilmektedir. Uygulama alanları arasında özellikle askeri kullanım amaçlı keşif/gözlem, sivil amaçlı yangın, sel, deprem gibi doğal afet izleme ve bina otomasyon sistemleri sayılabilir.

Bu tez çalışmasında, yeni bir yaklaşım olarak KAA'ların kullanıldığı, bir Acil Durum Tespit Sistemi (K-ADTS) tasarımı ve uygulaması sunulmuştur. K-ADTS ile deniz taşıtlarında Denize Adam Düştü (DAD) durumundaki ilk ve hızlı müdahale sorununa çözüm üretilmiştir. Denizcilik sektöründe karşılaşılan sorunların başında gelen DAD durumu, sistemin en temel avantajı olan gerçek zamanlı algılama ve konum tespiti ile çözülmüştür. Mevcut geleneksel çözümlerin içermediği acil durum alanının gerçek zamanlı aydınlatılması da sistemin önemli bir diğer avantajıdır. Gözetmen denetimindeki anlık konum bilgisine ek olarak olay yeri aydınlatması, sistemin en zor gece şartlarında dahi başarımını garanti etmektedir. Diğer taraftan sistemin bir parçası olan maliyet-etkin KAA altyapısı, standartlaştırma çalışmalarına da esas oluşturabilecek şekilde ilk kez kullanılmıştır. Günümüz geleneksel sistemlerin acil durumlarda sekiz saat çalışabilme özelliklerine karşın, K-ADTS yaklaşık bir yıl bakımsız çalışabilme yeteneği ile öne çıkmaktadır. Sistemin temel üstünlükleri, kurulum basitliği, standart enerji kaynakları kullanımı ve bakım maliyetlerinin düşüklüğüdür. Gerçekleştirilen K-ADTS, genel olarak maliyet-etkin donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşmaktadır ve KAA'ların tüm uygulama özelliklerini ve üstünlüklerini ihtiva etmektedir.

Bu tez çalışması Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Denizsan A.Ş. ve BADER Barbaros Denizciler Derneği tarafından 00246.stz.2008-1 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

# **DESIGN AND APPLICATION OF AN EMERGENCY DISCOVERY SYSTEM WITH A WIRELESS SENSOR NETWORK**

## **SUMMARY**

Key Words: Wireless Sensor Networks (WSN) , Security, Sailing, Fishery, Ship

Wireless Sensor Networks (WSNs) are preferred due to their advantageous sensing and wireless communication features for many application areas including military, automation, agriculture and disaster discovery & recovery.

In this thesis, we present an emergency discovery system designed and implemented using a WSN, shortly named as K-ADTS. It mainly aims at handling the Man Over Board (MOB) emergency cases in ships and enabling a fast MOB alarm discovery and rescue. A MOB alarm is easily observed and dealt with through use of the most important attributes of the WSN (i.e., real-time sensing and location estimation). Lighting up the MOB area is another useful feature of the proposed system compared to its classical counterparts. This ensures a highly effective and fast rescue process in the nighttimes. The K-ADTS design & implementation using the cost-effective WSN infrastructure provides the means for standardization efforts as well. Easy installation, long life time and maintenance free operation are the key outcomes of the implemented K-ADTS system consisting of well integrated hardware and software components.

This thesis project (00246.stz.2008-1) was supported by Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Denizsan A.Ş. and BADER Barbaros Denizciler Derneği.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Deniz taşıtlarında güvenlik en önemli olgudur. Karada destekleyici olarak nitelendirilen sistem yapıları denizde birinci derecede önemli olabilmektedir. Acil yardım için çevresel etmenlerden yararlanamamak ve ulaşımdaki sıkıntılar nedeniyle deniz, karaya göre her zaman daha tehlikeli olmuştur. Bu sebeptendir ki gemilerde yaygın olarak karşılaşılan Denize Adam Düştü (DAD-deniz taşıtlarında güverte üstü bölgesinden mürettebatın denize düşmesi olayıdır) durumlarında denize düşen kişinin fark edilememesi durumunda hayat kayıpları olmaktadır. Fark edilmesi durumunda da kazazedeye müdahale zamanı ve dolayısı ile kişinin suda kalma süresi, gerçek zamanlı konum tespiti hayati önem arz etmektedir. İç denizlerde gerekli önem verilmeyen suda kalma süresi, durum okyanus gibi aşırı soğuk sularda ve özellikle gece şartlarında önemini arttırmaktadır. Su içindeki kişide kaybedilen ısı, vücudun ürettiği ısıdan fazla olmakta ve bu durum vücut iç ısısının hızla düşmesine sebep olmaktadır. 4,4 °C su içerisinde normal kıyafetli bir kişinin bir saat içerisinde vücut iç ısısı 30°C'ye inerken, hayatta kalma olasılığı ise %50'ye düşmektedir. Vücut iç ısısı 30°C'nin altına düşen kişide bilinçsizlik durumu ortaya çıkmakta ve kişinin yaşam şansı oldukça azalmaktadır. Gerçek zamanlı konum tespitinin yapılamaması geç müdahaleye neden olmakta dolayısıyla kazazedenin yaşama olasılığını azaltmaktadır.

Bu koşullar göz önüne alındığında yapılan tez çalışmasında genel olarak bir gemi içerisindeki mürettebatın hareketlerini, buldukları konumları izleyen ve acil durum meydana geldiğinde alarm donanımlarını (siren ve yüksek güçlü ışık kaynağı) çalıştıran bir mimari yapı oluşturulmuştur. Sistemin alarm durumunu tetikleyecek olan Denize Adam Düştü (DAD) durumudur. Gerçekleştirilen KAA'ların kullanıldığı, bir acil durum tespit sistemi, kablosuz algılayıcı ağ ve bilgisayarlı denetim ve izleme sistemi olmak üzere iki temel kısımdan oluşmaktadır. Gemi mürettebatının konumlarını tespit etmek için mürettebatın üzerine kablosuz algılayıcı

düğümüleri yerleştirilmiştir. Gemi mürettebatının konumunu görüntülemek için ise C# tabanlı bir arayüz tasarlanmıştır.

Mobilarm V100 projesinde DAD durumunda denize düşen kişinin konumunu GPS tabanlı bir yaklaşımla yani, uydu aracılığıyla tespit ederek bu bilgiyi VHF radyo dalgaları ile ileten bir çalışma yapılmıştır. SARfinder® 1003 MKII projesinde ise denize düşen kişinin konum bilgisi yerel olarak kişinin üzerindeki düğümün yayınladığı sinyalin gücüne (RSSI) dayalı yöntemle tespit edilip iletilmesine dayanan bir çalışma yapılmıştır.

Buna karşılık gerçekleştirilen K-ADTS sistemi yaklaşık bir yıl çalışma süresi ile mevcut sistemlerin üzerine önemli bir katkı sağlamıştır. Gerçek zamanlı takip ve aydınlatma sistemi ile K-ADTS sistemi geleneksel sistemlerdeki geç müdahaleden kaynaklanan can kayıplarını asgari seviyelere indirmiştir. Bunun yanında K-ADTS sisteminin maliyet etkin olarak tasarlanması, bu konudaki diğer çalışmalardan önemli bir farkını oluşturmaktadır.

Tez çalışmasının sonraki bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2’de balıkçılık (avlanma) sektörü ve karşılaşılan acil durumlar (örneğin DAD) irdelenerek, Türkiye’de kullanılan balıkçı gemilerinin hakkında bilgi ve yaygın olarak kullanılan Karadeniz gırgır tipi balıkçı teknelerinin genel özellikleri sunulmaktadır. Bölüm 3’de geliştirilen K-ADTS sisteminde kullanılan Kablosuz Algılayıcı Ağlar, teknik özellikleri ve kullanım alanları hakkında bilgiler verilmektedir. Bölüm 4’te kablosuz algılayıcı ağlar ile yapılan konum belirleme çalışmaları, mevcut konum belirleme algoritmaları ve konum belirlemedeki genel hususlar açıklanmıştır. Bölüm 5’te ise gerçekleştirilen K-ADTS sistemi sunulmaktadır.

## **BÖLÜM 2. BALIKÇILIK (AVLANMA) SEKTÖRÜ VE KARŞILAŞILAN ACİL DURUMLAR**

Besin kaynağı olarak balıkçılıktan yararlanma tarihin ilk çağlarından bu yana süregelen bir olgudur. Gelişen teknolojik olanaklara göre balıkçılık da biçim ve yöntem değiştirerek günümüz modern balıkçılık düzeyine ulaşmıştır. Önceleri ilkel ve basit aletlerle gerçekleştirilen su ürünleri avcılığı zamanla gelişen teknolojiye paralel olarak günümüzün modern av araç ve gereçleriyle yapılmaya başlanmıştır (Anonim, 2007, Dumlupınar, 2008, Denizde güvenlik 1–2 ders notları, 2008).

Beslenme açığını gidermek, önemli sayıda insana istihdam sağlamak gibi sosyal ve ekonomik iki amacı yerine getiren balıkçılığın, en önemli unsuru balıkçı gemileridir. Dünya nüfusunun hızlı artışına karşın besin kaynaklarının sınırlı oluşu dengeli beslenmenin bilincinde olan ulusları, hayvansal protein kaynaklarını zenginleştirmenin ve en önemli hayvansal kaynak olan denizlerden yüksek oranda yararlanmanın yollarını aramaya itmiştir. Denizlerden besin elde etmenin temel yolu balıkçılıktır. Balıkçılık, beslenme açığının giderilmesi yanında önemli sayıda insana istihdam sağlayarak sosyal ve ekonomik iki amacı yerine getirmektedir (Tekoğul, 1999).

Çok eski yıllardan beri yapıla gelen balıkçılık, bilgi ve teknolojilerin artışı ile zaman içinde değişikliklere uğramıştır. Bilgi ve teknolojilerin artışı ve bunların doğru olarak kullanımı, stokların verimli işletilmesini ve ürünün kaliteli olmasını olanaklı kılar. Bu nedenle üretimden pazara sunuş aşamasına kadar gerçekleştirilen etkinliklerde avlanmaya ilişkin teknolojiler, av araç gereçleri büyük önem taşımaktadır. Bu araç gereçlerin en önemlisi balıkçı gemileridir. Tonajı ve tipi ne olursa olsun denizlerde ve iç sularda su ürünlerinin avlanmasında, üretim yetiştirme-istihsalinde, araştırmasında, naklinde ve işlenmesinde kullanılan motorlu-motorsuz yüzer araçlar olarak tanımlanan ve bu işlevleri çok riskli çalışma koşullarında gerçekleştiren

balıkçı gemilerinin; tipleri, boyutları ve diğer özellikleri, ülkelere, mevcut kaynaklara, avlanma yöntemlerine, av sahasının uzaklığına ve meteorolojik koşullara göre değişiklik göstermektedir (Tekoğul, 1999).

Anılan faktörlerle değişim gösteren balıkçı gemisi filosunun büyüklüğünün ve yapısının bilinmesi, balıkçılık sektörünün devamlılığı, kaynakların dengede tutulması ve doğru kullanımı için zorunludur (Tekoğul, 1999, Kara, 1992).

Zor çalışma şartları altındaki baskı insana hata yaptırabilmektedir. Denizcilikte karşılaşılan hataların en kötüsü “Denize Adam Düştü” durumudur. Gerek zor şartlar gerekse de yapılan hataların yol açtığı bu durumda deniz mürettebatının yapması gereken acil durum prosedürleri vardır (Çağatay, 2008). Bu acil durum prosedürlerini güvertede yapılacak işlemler ve Denize Adam Düştü metotları olarak ikiye ayırabiliriz.

### **2.1. Denize Adam Düştüğünde (DAD) Köprü Üstünde Uygulanacak İşlemler**

Bir kişinin denize düşmesi halinde ilk işlem o anda nöbette olan kişi tarafından yapılması gerekir. Eğer denize düşen kişi düşme esnasında görüldü ise kişinin gemi pervanelerinden zarar görmesini önlemek amacıyla makineler geçici bir süre durdurulur. Denize adam düştüğünde imkân nispetinde çevrede bulunan gemiler de bu durumdan derhal haberdar edilmelidir.

Gece veya gündüz şartlarında münferit bir gemi olarak seyir halinde iken denize adam düştüğünde ileride açıklanacak kurtarma manevraları haricinde yapılacak işlemler aşağıda belirtilmiştir (Türk arama ve kurtarma yönetmeliği, 2008):

Gündüz şartlarında; genel anons devresinden adamın denize düştüğü yön (sancak/iskele olarak) anons edilir. Adamın denize düştüğü mevki haritaya plotlanır. Personel denize adam düştü mevkillerine alınır. Adamın ne taraftan kurtarılacağı anons edilir. Kurtarma timi hazırlanır. Harp hastanesi hazır hale getirilir. Gemi düdüğü ile altı (6) kısa düdük çalınır. Oruç sancağı toka edilir. Gece şartlarında ise yukarıdaki sekiz maddeye ilave olarak; bir adet (1) beyaz veri fişeği atılır. 360°den



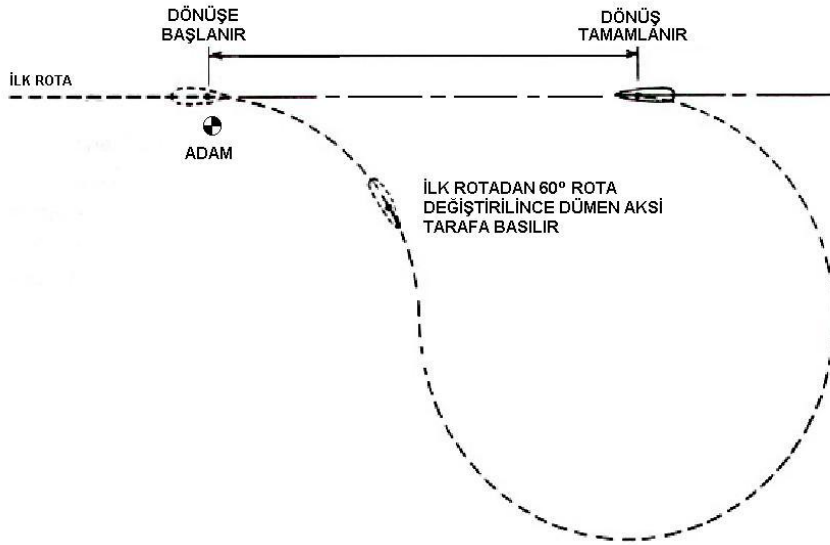
görülür alt alta çakarlı iki (2) kırmızı fener yakılır. Denize adam düştüğünde veya denize adam düştüğü anlaşıldığı andan itibaren gemi genelinde mevcut alınır ve denize düşen adam tespit edilir. Denize düşen adamın kimliği ve yüzme bilip bilmediği genel anons devresinden anons edilir.

## **2.2. Denize Adam Düştü (DAD) Durumunda Gemi Manevra Metotları**

Her bir kurtarma metodu yapılış şekli veya uygulama durum ve ortamı bakımından bir diğerine göre farklılık arz etmekte olup, benzer şekilde her birinin diğerine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Önemli olan gemi tipi ve ortam şartları dikkate alınarak denize düşen personelin sürat ve emniyetle kurtarılmasıdır (B.U. yelken- 2\* kitapçığı, 2005).

### **2.2.1. Williamson turns metodu**

Denize adam düştüğü görüldüğünde veya denize adam düştüğü haberi köprü üstüne ulaştığında dümen adamın düştüğü tarafa alabandaya kadar basılır. Adamın düştüğü taraftaki makine durdurulur. Daha sonra her makine (veya makineler) azami sürata çıkarılır. Orijinal rotadan 60° sapıncaya kadar rota değiştirilerek bilahare dümen aksi tarafa alabandaya basılır. Gemi rotası eski rotanın (Adamın düştüğü rotanın) tam aksine geldiğinde viya edilir, o anda denize düşen adam tam pruvada veya pruvaya yakın bir yerde olacaktır. Bu anda sürat asgari dümen dinleme süratine düşürülmeli ve çok iyi bir gözcülük idame ettirilmelidir. Adamın düştüğü mevkinin kerteriz ve mesafesi sürekli olarak kumanda eden şahsa iletilmelidir (Denize adam düşmesi ders Notları, 2008, Arama, kurtarma ve yardım (SAR) ders notları, 2008).



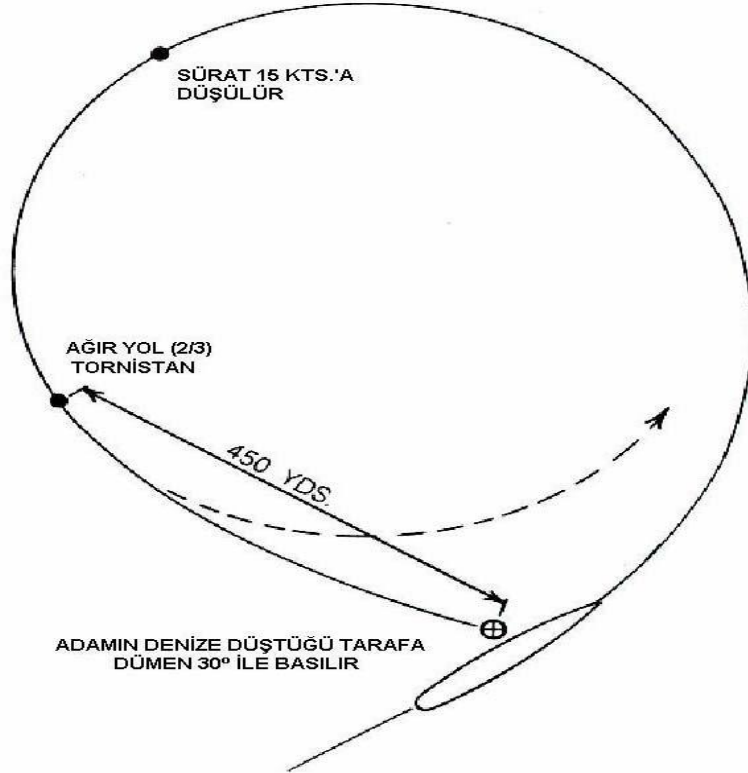
Şekil 2.1. Williamson turns metodu

Bu metot denize düşen adam görülmüyorsa ya da kısıtlı görüş şartları mevcut ise her türlü hava şartlarında kullanılabilir. Bu yöntemde geminin manevra kabiliyeti çok önemli değildir. Bu metodun avantajları; manevra basittir ve eğer adam gözle görülmüyorsa kurtarma için ideal yöntemdir. Bu metodun dezavantajları; manevra uzun zaman alır ve gemiyi denize düşen adamdan çok uzaklaştırır. Bu metodun uygulaması ise; dümen adamın düştüğü tarafa alabanda ile basılır ve adamdan nete olur olmaz makineler tam yol ileri yola alınır. Sonra ilk rotayı  $60^\circ$  geçince dümeni ters taraftaki alabandaya basılır. İlk rotanın aksi rotada viyalanır. Adam, pruvada veya pruvaya yakın bölgede tespitte çalışılır. Adama uygun mesafede duracak şekilde sürat ayarlanarak kademeli şekilde düşürülür (Denize adam düşmesi ders notları, 2008, Arama, kurtarma ve yardım (SAR) ders notları, 2008).

### 2.2.2. Tek dönüş metodu (Dairevi veya anderson metodu)

Bu metot denize düşen adam gözle görülüyorsa ve geminin manevra kabiliyeti yüksek ise kullanılmalıdır. Bu metot en hızlı kurtarma metodudur. Bu metotta denize düşen adama düz bir rota ile yaklaşılacağından çok iyi gemi kullanma bilgi ve becerisi gerektirir. Tek pervaneli gemilerde manevra kısıtlamaları nedeni ile genel olarak bu metodu uygulamak olanaksızdır. (Geciktirilmiş dairevi metot veya yarış

pisti metodu tek pervaneli gemiler için daha uygundur). Bu metodun uygulaması ise; dümen adamın düştüğü tarafa alabanda basılır. Makineler tam yol ileri çalıştırılır. Sürat 15 milde tutulur. Şekil 2.2.' de gösterildiği gibi adama yaklaşıldığında 450 yarda mesafede dümen ortalanır makineler yarım yol tornistana alınır. (Denize adam düşmesi ders notları, 2008, Arama, kurtarma ve yardım (SAR) ders notları, 2008).

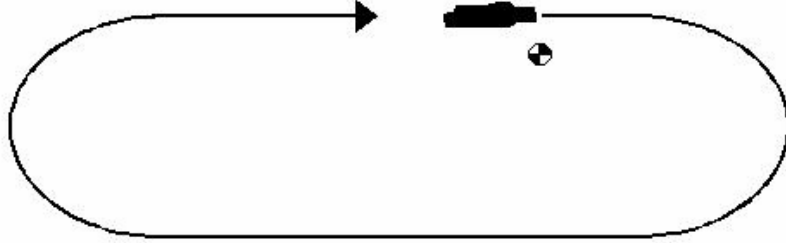


Şekil 2.2. Tek dönüş metodu (Dairevi veya anderson metodu)

### 2.2.3. Yarış pisti metodu

Bu metotta manevra yeteneği nispeten az olan büyük gemiler için açık havada düz bir yaklaşım istendiğinde uygundur. Bu metotta adam gözden kaybolmasına rağmen doğru uygulandığında gemi adama geri dönecektir. Bu metotta kurtarma zamanı uzar ve denize düşen adamdan gözle tespit edemeyecek kadar uzaklaşma ve bu nedenle adamı gözden kaybetme olasılığı vardır. Bu metodun uygulaması ise (Şekil 2.3.); dümen adamın düştüğü tarafa alabanda ile basılır. 180° farklı rotaya gelince ortalanarak viya edilir. Daha sonra gemi eski izine oturacak mevkiye gelindiğinde

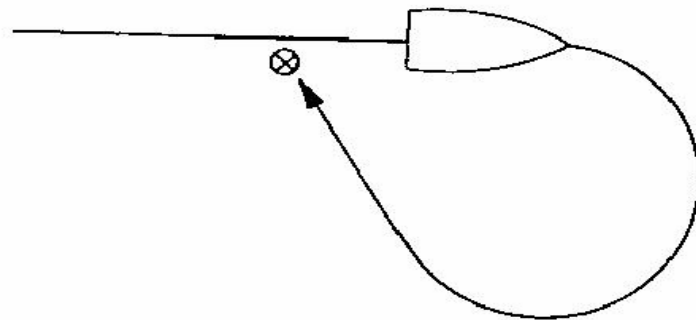
tekrar 180° lik dönüşle adam pruvaya alınmaya çalışılır (Denize adam düşmesi ders notları, 2008, Arama, kurtarma ve yardım (SAR) ders notları, 2008).



Şekil 2.3. Yarış pisti metodu

#### 2.2.4. Gecikmeli dönüş metodu

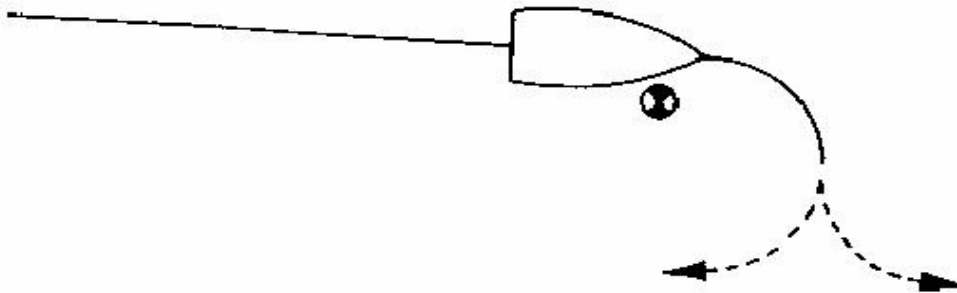
Denize düşen adamın geminin kıçından neta durumda olması halinde uygulanabilecek bir kurtarma yöntemidir. Oldukça hızlı şekilde uygulanabilecek bir metottur. Son yaklaşma düz bir hat üzerinde icra edilir. Rüzgâr baş veya kıçtan alınabilecek şekilde rota ayarlaması mümkündür. Bu metodun dezavantajları ise; adam üstüne dönüldüğünden riskli olabilir, her zaman için iyi görüş şartları olmasını gerektirir, gemi adamdan uzaklaşır. Bu metodun uygulaması ise (Şekil 2.4.); denize adam düştüğünde aynı rotada seyretmeye devam edilir. Adamın ilk düştüğü noktadan 200 yarda geçtikten sonra dümen adamın düştüğü tarafa alabanda basılır. Adam pruvaya gelinceye kadar dümen alabandada kalır (Denize adam düşmesi ders notları, 2008, Arama, kurtarma ve yardım (SAR) ders notları, 2008).



Şekil 2.4. Gecikmeli dönüş metodu

### 2.2.5. Bot (Vasıta) veya helikopter ile kurtarma metodu

Bu metot geminin manevra kabiliyeti sınırlı, gemi hareketsiz veya düşen adam gemiye çok yakında veya gemilerin bulunduğu nizam gereği bu araçlarla kurtarılması daha uygun ise tercih edilebilir. Bu metotta adama hiç bir zarar verilmez, ilk müdahale botta/helikopterde yapılır, gemi olanakları ilk müdahale açısından sınırlı ise çevre gemilerden ve imkânlarından istifade edilebilir. Bu metodun dezavantajı ise seri hareket edilmez ise geç kalınabilir. Bu metodun uygulaması ise (Şekil 2.5.); dümen adamın düştüğü tarafa alabanda ile basılır. Her iki makine tam yol tornistan çalıştırılır. Vasıta indirmek için, limanlık yapacak şekilde gemi döndürülür ve vasıta indirilir. (Hazırlık durumu uygun ise helikopter derhal kaldırılır, havada ise derhal sevk edilebilir.) Çok iyi plotlama yapılmalıdır. Sonra da vasıta indirilir (Denize adam düşmesi ders notları, 2008, Arama, kurtarma ve yardım (SAR) ders notları, 2008).



Şekil 2.5. Bot (Vasıta) veya helikopter ile kurtarma metodu

### 2.3. Denizde Hayatta Kalma

F. YAĞIZ ve E. ŞAHİN çalışmalarında aşağıdaki tavsiyelerde bulunmuşlardır (Çağatay, 2008, Denizde güvenlik 1–2 ders notları, 2008):

1. Paniğe kapılmayınız.
2. Nefes alabilirsiniz.

3. Su içinde gerekenden bir saniye bile fazla kalmaktan kaçınınız. Gemimizin can kurtarma vasıtalarının vb diğer kazazedelerin veya yüzen cisimlerin yerlerini belirlemeye çalışınız.
4. İmkân olur olmaz bir can kurtarma vasıtasına çıkınız, yoksa gemiden uzaklaşınız.
5. Çevrede yüzen bir parça varsa, vücudunuzun mümkün olduğu kadar fazla bir kısmını su üzerinde bırakacak şekilde ona tırmanınız.
6. Durum uygun olmadıkça yüzmeyiniz. Yüzdüğünüz zaman daha fazla ısı kaybedeceğinizi unutmayınız.
7. Vücut ısısını korumak için kollarınızı vücuda yapışık ve ayaklarınızı birbirine bitişik tutunuz (Şekil 2.6).
8. Birden fazla kazazede varsa, bir araya gelerek bir grup oluşturunuz ve birbirinize sokulunuz.
9. Eğer mümkünse can yeleklerinizi birbirine bağlayınız.
10. Yanmakta olan su içinde bulunuluyorsa, su altından gözler açık şekilde yüzey kontrol edilerek yüzünüz ve temiz yüzeyi bulunca nefes almak için çıkınız.
11. Daldıktan sonra, sudaki kişilerin gruplaştığı yerden su yüzeyine çıkmayınız. Çünkü panik durumunda bulunan bu kişiler aniden karşılarına çıkan bir şeye saldırabilir veya zarar verebilir.
12. Dikkat çekmek ve kendinizi duyurmak için, can yeleşine veya su geçirmez atlama giysisine bağlı olan düdüğü kullanınız. Kişi diğer kazazedeler tarafından görülmeyebilir, fakat düdüğün kullanılması kişinin nerede olduğunun belli olmasını sağlayacaktır.
13. Eğer mümkünse, sudaki diğer kazazedelerle bir grup oluşturunuz. Çok sayıda olmak, insanda güvence sağlar ve bir grup daha kolay tespit edilir. Ayrıca, grup halinde bulunmak moral motivasyonu olumlu yönde etkiler (Şekil 2.7).



Şekil 2.6. Bitişik pozisyon



Şekil 2.7. Grup pozisyonu

Tüm işlem basamakları paniğe kapılmadan ve tam anlamıyla yapılsa dahi insan vücudu ısınısını uzun süre koruyamaz. Titanic Transatlantiği'nin batışı, soğuk suda kalmanın etkilerine en canlı örnektir. Titanic'in batışından sadece bir (1) saat elli (50) dakika sonra kaza yerine ulaşıldığında, 0°C'deki suda kalan insanlardan hiçbiri hayatta değildi, fakat can filikalarındaki insanların hemen hepsi yaşıyorlardı (Yağız ve Şahin, 1992).

Vücut ısısı kaybı, derece derece ilerleyen bir süreçtir ve son araştırmalar göstermiştir ki, 4,4°C 'deki bir suda normal giyinmiş bir kimsenin bir (1) saatlik bir süreden sonra, hayatta kalma şansı %50' dir. Kişi kendisinin uygulayabileceği basit teknikler ile bu süreyi üç (3) saate kadar uzatabilir (Yağız ve Şahin, 1992).

İnsanlar soğuk iklime ve suya karşı elbiselerin yardımı olmadan karşı koyamazlar. Elbiseler kendi başlarına vücudumuzu ısıtmazlar, vücut kendi ısı üretimi sayesinde sıcak tutulur. Vücut, deri ve elbise arasında sıkışmış hava tabakasını ısıtır. İzolasyonu sağlayan bu hava tabakasıdır (Yağız ve Şahin, 1992).

Eğer bu hava tabakası kaybolursa, izolasyon da kaybolur. Bu arada kalan hava tabakası, sirkülasyon veya suyun yer değişmesi sonucunda kaybolabilir. Her iki durumda da değerli sıcak hava yerini terk eder ve deri sıcaklığı düşer. Bu durumda vücudun merkezindeki ısı, deri sıcaklığını sağlamak için kullanılır. Eğer derideki ısı kaybı devam ederse, vücut merkezindeki sıcaklık düşer (Yağız ve Şahin, 1992).

#### **2.4. Vücutta Isı Oluşması ve Kaybı Arasındaki Denge**

Vücudumuzda ısı, metabolizma verimi olarak devamlı bir şekilde oluştuğu gibi, devamlı olarak da çevreye yayılır. Isı oluşması ile ısı kaybı eş ise, ısı dengesi vardır denilebilir. Isı oluşması, ısı kaybından fazla ya da az ise, vücutla toplam ısının miktarı artar veya azalır. İnsanların vücut sıcaklığı, soğukla karşılaşıldığında dört-beş (4-5) defa artabilir. Ancak bu ısı üretimi, kişinin suda kaldığı zamanki ısı kaybı ile karşılaştırıldığında, çok küçüktür. 30°C'nin altındaki sıcaklığa sahip sularda vücuttan kaybolan ısı, vücudun kendi ısı üretiminden daha fazladır ve vücut sıcaklığı, aşırı ısı kaybına dönüşecektir. Yani vücudun ürettiği ısı ile vücuttan soğuk su ile karşılaşma sonucu kaybolan ısı arasında, vücudun ürettiği ısı aleyhine açık bir dengesizlik doğacaktır (Yağız ve Şahin, 1992).

Hava sıcaklığının, deniz sıcaklığından daha az olduğu yerlerde dahi havadaki ısı kaybı, sudakine oranla daha azdır. Bu nedenle, insanın hayatta kalabilmesi için suyun dışına çıkması ve suyun dışında kalmaya gayret göstermesi gerekir. Vücut, soğuğun etkisinde kaldığında, çevresine olan ısı kaybını azaltmaya çalışacaktır. Bu durum kan



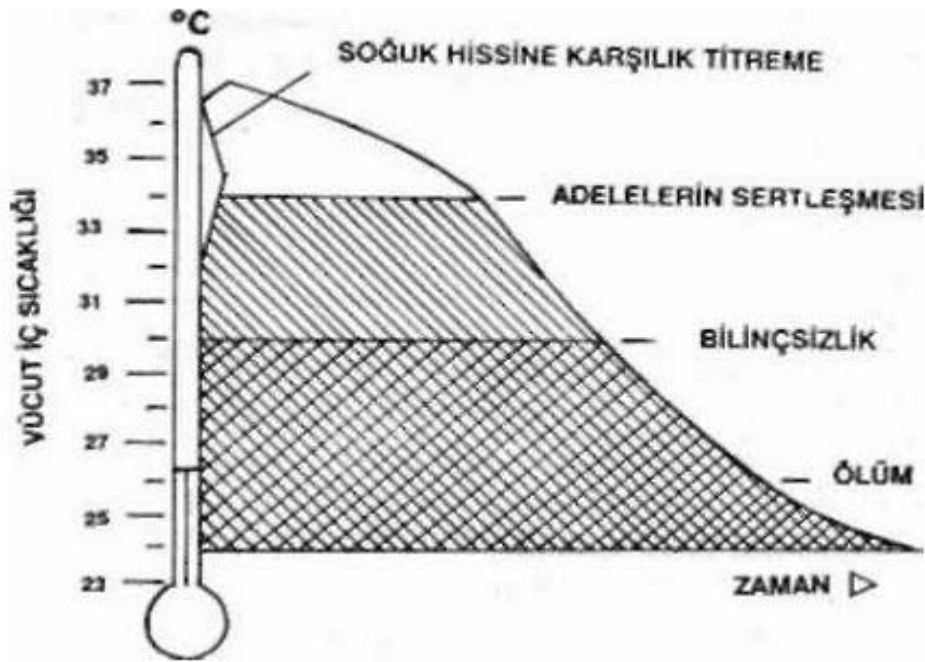
akımını, deri ile özellikle kol ve bacaklara doğru azaltarak, gerçekleşecektir. Vücudun dış yüzeyine (deriye) yakın kan dolaşım miktarı azaldığı zaman; parmaklar, el, kol ve ayaklardaki bölgesel sıcaklıklar düşecektir (Yağız ve Şahin, 1992).

#### 2.4.1. Hipotermi ve bulguları

Bir tıp terimi olan hipotermi (hypothermia), vücut ısısının normalin altına düşmesi demektir. Vücudun ısı kaybı, denizde hayatta kalmaya çalışan bir insan için en önemli tehlikelerden biridir. Vücut ısısının kaybolma hızı, su sıcaklığına, giyilmiş olan koruyucu elbiselere ve kişinin hareket şekline bağlıdır. Anormal derecede düşük olan vücut merkez sıcaklığı, değişik belirtilerle anlaşılabilir. Soğukla karşılaşıldığında, vücut ilk olarak, kan aracılığıyla yüzeye yapılan ısı transferini düşürmek için yüzeydeki kan damarlarını daraltır ve daha fazla vücut ısısı üretebilmek için de titremeye başlar. Bununla beraber, karşılaşılan durum çok kötü ise, vücut yeterli ısıyı koruyamaz ve üretemez. Vücut merkez sıcaklığı düşerse, hipotermi denen durum oluşur. Vücut merkez sıcaklığı 35°C'ye yaklaşırsa, düşüş daha hızlı olur. Daha sonra rahatsızlık, yorgunluk, hissizlik, dengesizlik ve zihinsel karışıklık ortaya çıkar. Merkez sıcaklığı 32,2°C'nin (Şekil 2.8) altına düşerse derinin mavileşmesi, kalbe kan götüren damarların daralması, göz bebeğinin genişlemesi ve kas sertleşmesinin yanında, bayılma (veya şuur kaybı) da olabilir. Kalp atışları düzensizleşir ve zor hissedilir. Merkez sıcaklığı 32,2°C'nin altına düştüğünde ölüm olabilmemesine karşın, 29,4°C'nin altında hastanın ölü mü, yoksa canlı mı olduğunu anlamak çok zordur. Bu durumda ölüm, hayata dönmek için ısınamamak olarak tanımlanabilir. Soğuk alma sırasında vücut sıcaklığı düştükçe, oksijen ve besin alma azalacağından, bu durum hayati organlara, özellikle kalp ve beyne biraz koruma sağlar. Böylece sıcaklığı azalmış bir vücut, bazı durumlarda belirli ölçülerde kazazedeyi korur (Yağız ve Şahin, 1992).

Vücut sıcaklığının yapay olarak düşürülmesi yönteminden, bugün tıpta yararlanılmaktadır. Hipotermi yaratmak amacıyla, ya vücut yüzeyi ya da vücut dışında dolaşımı sağlanan kan soğutularak, vücut sıcaklığı düşürülür. İnsan organizması vücut sıcaklığının 21–24°C'ye düşürülmesine dayanabilir. Cerrahide geniş ölçüde kullanılan hipotermide dokuların oksijen ihtiyacı azaldığı için, hasta kan

dolaşımının durmasına daha uzun bir süre dayanabilir. Bu şartlarda, kan basıncı düşük olduğundan kanama tehlikesi de minimumdur. Hipotermi ile kalbi durdurarak açık kalp ameliyatı ve diğer ameliyatları yapmak kolaylaşır. Hipotermi, özellikle beyin ameliyatlarını son derece kolaylaştırmıştır. Aşırı soğuk nedeniyle meydana gelen uyuklama hali, hem ısı kontrol sistemini zayıflatır, hem de titremeye engel olur. 20–30 dakika buzlu suda kalan bir insanda, iç merkez sıcaklığı  $24,5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşer. Bir insanın ne kadar süreyle soğuk suda kalacağı, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlardan en önemlisi, kişinin üstünde bulunan giysileridir. Giysiler tamamen su ile dolduğu zaman bile, vücuttan ısı transferini yavaşlatacağından, termal bir koruma sağlar. Vücut derisindeki yağ kalınlığı, kişinin üşüme sürecini geciktirir. Bazı insanlar diğerlerine nazaran, soğuğa karşı daha dayanıklıdır. (Yağız ve Şahin, 1992, Resmi Gazete, 2004, D.D.D., 2008).



Şekil 2.8. Vücut sıcaklığı

Aşağıda Trabzon ili ortalama deniz suyu sıcaklık ölçümleri verilmiştir (D.M.İ. , 2008a).

Tablo 2.1. Trabzon ili deniz suyu sıcaklığı

YIL	OCA	SUBA	MAR	NISA	MAYI	HAZI	TEMM	AGUS	EYLU	EKİM	KASI	ARAL
2000	10.9	8.5	8.5	10.9	15.2	20.5	23.8	25.5	24.3	20.5	16.7	13.6
2001				10.8	13.8	17.1	21.7	25.2	25.3	21.3	16.3	13.1
2002	9.2	8.6	8.5	9.8	12.2	15.0	21.2	24.4	23.6	21.2	17.1	12.7
2003										20.8	16.4	13.5
2004	10.5	9.4	8.2	9.9	13.3	17.5	22.5	24.7	24.2	20.6	16.6	12.7
2005	10.7	9.2	8.4	8.7	12.7	19.0	22.8	24.8	24.7	21.1	16.7	12.6
2006	9.9	7.9	8.8	9.9	12.6	19.7	22.7	24.4	24.4	22.0	17.2	12.5
2007	9.7	9.2	9.1	10.7	14.2	20.9						

Tablo 2.1’den de anlaşılacağı gibi özellikle ocak-nisan ayları arasındaki sıcaklık değerleri güverte çalışanları için ciddi tehlike oluşturmaktadır. Oluşacak bir “denize adam düştü” durumunda her bir saniyenin önemi atmaktadır. Mümkün olan en kısa sürede kişiyi sudan çıkarmak ve gerekli müdahaleleri yapmak gerekir (D.M.İ., 2008b, D.M.İ., 2008c, D.M.İ., 2008d).

## 2.5. Türkiyede Yaygın Kullanılan Balıkçı Gemileri

Yakın sahil ve kıyı balıkçılığının yapıldığı Türkiye’de, Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2006 yılı su ürünleri üretimi 409945 tondur. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri miktarının artış göstermesine rağmen, su ürünleri üretimin %80’i deniz balıklarının avcılığı yoluyla elde edilmektedir.

Avcılığın gerçekleştirilmesinde temel unsur olan balıkçı gemilerinin avcılık türlerine göre dağılımı Tablo 3.1’de verilmiştir. Tablo 3.1’den de görüleceği gibi balıkçı gemilerinin çok büyük bir kısmı gırgır-trol dışında kalan, kıyı sürütme ağı veya uzatma ağı-parakete vb. ile avlanan, küçük balıkçı gemileri olup, boyları 5-15 m. arasında değişmektedir. Bu gemilerde av alanına gidiş-avlanma-dönüş bir gün ile sınırlı kalmaktadır. Balıkçı gemilerinin bölgelere göre dağılımı dikkate alındığında ise, 2006 verilerine göre Karadeniz 6627 gemi ile birinci, Ege 5942 gemi ile ikinci sırada yer aldığı görülmektedir (Tekoğul, 1999, T.İ.K., 2008).

Tablo 2.2. Türkiye balıkçı gemilerinin avcılık türlerine göre dağılımı

Yıl	Trol	Gırgır	Taşıyıcı	Diğer	Toplam
1987	554	554	466	7020	8594
1988	270	426	389	7619	8704
1989	441	605	239	7203	8488
1990	483	457	613	7196	8749
1991	481	426	225	7514	8646
1992	532	621	253	6390	7796
1993	531	615	214	6941	8301
1994	408	544	136	7758	8846
1995	359	509	140	8702	9710
1996	516	520	238	8316	9590
1997	477	533	701	8029	9740
...	...	...	...	...	...
2006	725	543	202	15959	17823

### 2.5.1. Karadeniz gırgır teknelerinin genel yapısal özellikleri

Ülkemiz su ürünleri av miktarının büyük çoğunluğunu trol ve gırgır tekneleriyle yapılan avcılık oluşturur. Bu avcılık türlerinde kullanılan gemilerin de büyük bir kısmı Doğu Karadeniz sahillerindeki tersanelerde geleneksel yöntemlerle inşa edilmektedir. Çoğunlukla gırgır avcılığında kullanılan ve "Karadeniz tipi" olarak adlandırılan bu teknelerin boylan 15-40 m arasında, motor güçleri ise 250-1150 BG arasında değişmektedir. Söz konusu bu teknelerin büyük bir oranının (%61' nin) 1980 yılından sonra inşa edildiği ve özellikle bu yıldan sonra yaygın olarak üretimde sac malzemenin kullanıldığı görülmektedir (Anonim, 2007, Kara, 1992).

Halen geleneksel yöntemlerle inşa edilmeye devam eden Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde yatırımcı kişi veya firma tarafından belirlenen tek tasarım parametresi gemi boyudur. Gemi boyunun bilinmesi yapım ustaları tarafından söz konusu geminin imalatı için yeterli olmaktadır. Geminin; genişlik, derinlik draft gibi diğer ana boyutları gemi boyu esas alınarak belirlenir. Söz konusu gemiler için yaygın olarak kullanılan değerler; boy-genişlik için  $L/B=3.33$  boy-derinlik için  $L/D=8.33-10$  ve genişlik-draft için  $B/T=2.5$ 'dir (Dinçer ve ark., 1995).

Doğu Karadeniz yapımı balıkçı gemilerinin, boyutsal olarak kendilerine benzer diğer balıkçı gemileriyle karşılaştırıldığında bazı önemli yapısal farklılıklara sahip oldukları görülür. Bunlardan en dikkat çekici olanı boyutsal oranlardaki farklılıklardır. Bu gemilerin genişlikleri genel olarak boylarına göre daha büyük tutulmaktadır. Boy-genişlik oranı (L/B) Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde ortalama 3.33 civarında iken dünyanın diğer benzer balıkçı gemileri için bu oran genel olarak 4–4.5 aralığında bir değer olmaktadır. Diğer bir farklılık ise Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin yüksekliklerinin genel olarak genişliklerine göre daha küçük olmasıdır. Diğer bir ifadeyle genişlik-derinlik oranları (B/D) daha büyüktür. Karadeniz tipi balıkçı gemilerinde B/D oranı ortalama olarak 2.67 iken benzer diğer gemilerde bu oran ortalama olarak 2.23 değerinde olmaktadır (Dinçer ve ark., 1999).

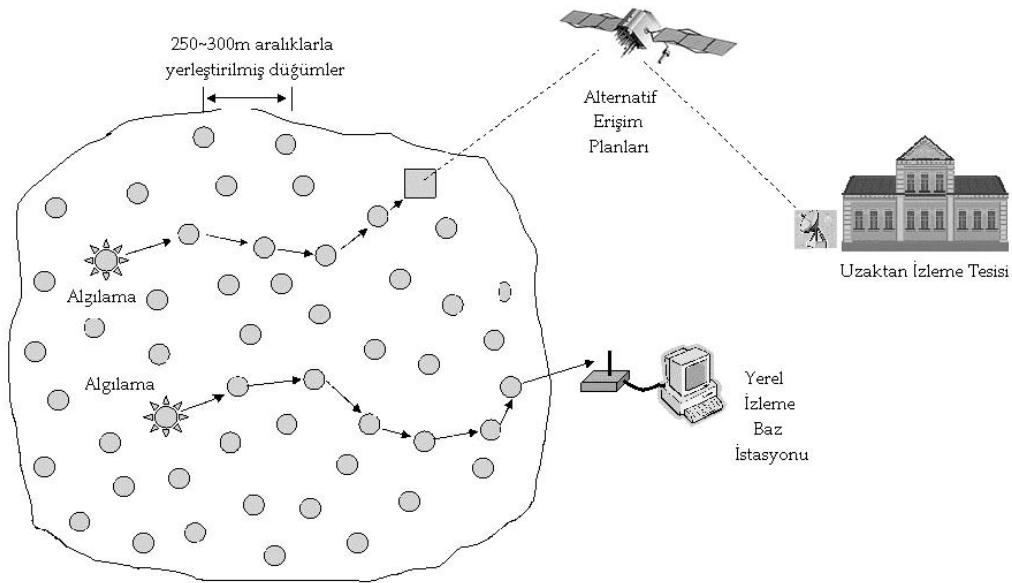
Gemi genişliğinin büyük tutulması daha geniş bir güverte alanı sağlamaktadır. Bu durum balık ağlarının kış üstünde daha rahat istiflenmesine ve balıkçılık aktivitelerinin de kolayca yürütülmesine olanak sağlamaktadır. Gemi yüksekliğinin de az olması ağların denize atılıp toplanması sırasında avantajlı bir durum doğurur.

Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin güverte üstü yapılan avcı tekneler için üç kat, taşıyıcı (yedek) tekneler için iki kat olarak yapılmaktadır. Gırgır tekneleri, ilk kullanıldıkları günden zamanımıza kadar teknolojik gelişmelere bağlı olarak bazı değişiklikler göstermekle beraber, donanımları açısından genel olarak tekne içi, güverte üstü ve köprü üstü donanımları olmak üzere üç başlık altında toplanabilir (Anonim, 2007, Dinçer ve ark., 1999).

### BÖLÜM 3. KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR

KAA'lar, sınırlı kapasiteye sahip, kısa mesafede kablosuz ortam üzerinden haberleşebilen düşük güçlü, düşük maliyetli ve çok fonksiyonlu algılayıcı düğümlerden meydana gelmektedir (Okçuoğlu, 2007). Bu algılayıcı düğümler ortamdaki sıcaklık nem gibi çeşitli fiziksel büyüklüklerin ölçümünü sağlamaktadır.

Kablosuz Algılayıcı Ağları (Wireless Sensor Network, WSN) kavramı ilk kez 1980'lerin başlarında ortaya çıkmıştır. Mikro elektro-mekanik (MEMS) sistemlerdeki gelişmeler ve kablosuz haberleşme sistemlerindeki ilerlemelerle birlikte 1990'lı yıllarda önemli bir araştırma alanı haline gelmeye başlamıştır. İlk zamanlarda askeri alanda kullanılan kablosuz algılayıcı (sensör) ağları; zamanla maliyetlerinin düşmesi ile yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Akyıldız ve ark., 2002).



Şekil 3.1. Kablosuz algılayıcı ağ uygulama modeli (Tarhan, 2006)

### 3.1. Kablosuz Algılayıcı Ağların Kullanım Alanları

KAA'lar, özellikle askeri uygulamalar başta olmak üzere birçok uygulama alanında veri gizliliği, bütünlüğü, tazeliği ve kimlik doğrulaması gibi temel güvenlik gereksinimlerini sağlamak için kullanılmaktadır (Akyıldız ve ark., 2002). Kablosuz algılayıcı ağların kullanım alanları insanın hayal gücü ile sınırlı olmaktadır. Günümüzde kablolu ağlar ile yapılan uygulamalara alternatif olmalarının yanında kablolu ağlar ile yapılamayan birçok uygulamaya da gerçekleşme imkânı sunmaktadır (Tekin, 2006).

KAA'lar (Wang ve ark., 2005), birlikte kullandığı algılayıcı kitlerine (board) bağlı olarak;

1. Sıcaklık
2. Nem
3. Işık
4. Basınç
5. Nesne hareketleri
6. Toprak bileşimi
7. Gürültü seviyesi
8. Bir nesnenin mevcudiyeti
9. Belirli bir nesnenin; ağırlık, boyut, hareket hızı, yönü, konumu gibi fiziksel nicelikleri algılayabilmektedir.

KAA'ların güvenilirlik, kendini organize etme, esneklik ve kurulum kolaylıkları sebebiyle mevcut ve olası uygulamaları geniş bir çeşitlilik kazanmaktadır. Aynı zamanda neredeyse tüm çevre ortamlarında uygulanabilirler, özellikle mevcut kablolu ağların çalışmasının imkânsız olduğu ya da kullanılamayacağı durumlarda kullanılabilirler örnek olarak; savaş alanları, atmosferin dışı, derin okyanuslar vb. (Tarhan, 2006).

Genel olarak kullanım alanları alt başlıklar halinde aşağıda sıralanmıştır;

Askeri Uygulamalar; KAA'lar askeri komuta, kontrol, iletişim, hesaplama, istihbarat, nezaret, keşif ve hedef tespit (C4ISRT) sistemlerinin ayrılmaz bir parçası olmaya başlamıştır (Wang ve ark., 2005).

Çevre Algılaması ve İzleme: Belirli bir coğrafi alana yayılan yüzlerce ya da binlerce, ufak, ucuz, kendini-ayarlayabilir kablosuz algılayıcı düğümler çevre izleme ya da çevre kontrolü işlemlerinde geniş yelpazeli uygulamalarda kullanılabilir (Wang ve ark., 2005).

Felaketten Korunma ve Kurtarma: KAA'lar belki de acil durumlarda ya da felaket durumlarında yerleştirildikleri afet alanlarında etkili olabileceklerdir. Dağıtılmış KAA'lar aracılığı ile yapılan doğru ve zamanında yer tespiti, kurtarma operasyonlarında hayati önem taşır, yer tespitinin yanında ölü sayısı, potansiyel tehlikeler ya da acil durumun kaynağı, kimlik tespit işlemleri ve kurtarılmayı bekleyen insanların tespiti de hayati verilerdir (Wang ve ark., 2005).

Tıbbi Hizmetler: KAA'lar zamanında ve etkin sağlık hizmetlerinin sağlanması ile insanlık için daha sağlıklı bir çevrenin oluşturulmasında oldukça yardımcıdır (Wang ve ark., 2005).

Akıllı Ev: KAA'lar tüm insanlık için daha rahat ve akıllı yaşam alanlarının oluşturulmasında rol alabilir. Bu tür uygulamalara örnek olarak; Uzaktan ölçüm verilebilir. Örneğin KAA'lar gaz, elektrik, oda sıcaklığı gibi verileri kablosuz ağ aracılığı ile istenen noktaya iletebilir. Ya da parkmetrenin süresinin dolmak üzere olduğunu araç sahibine iletebilir (Wang ve ark., 2005).

Akıllı Alanlar: Son zamanlarda teknolojideki gelişmeler sonrasında, çeşitli kablosuz algılayıcı düğümlerin kişisel mobilya ya da araçlara iliştilmesi mümkün kılınmıştır, bu sayede otonom bir ağ oluşturulabilir. Örnek olarak, akıllı bir buzdolabı ailenin doktordan alınan diyet programına göre buzdolabının envanterini tutup, alışveriş listesini tutan kişisel dijital asistana alınacaklar listesini gönderebilir (Wang ve ark., 2005).



Bilimsel Araştırmalar: Etkin bir şekilde yerleştirilmiş ve otomatik işlem yapabilen KAA'lar bilimsel araştırmaların daha yüksek, ileri ve derin ortamlara ( uzayın ve okyanusun derinlikleri gibi ) açılan yeni kapısıdır (Wang ve ark., 2005).

Etkileşimli evreleme: KAA'lar mayın bilgisini toplama konusunda mit vaat eden mekanizmalar üretmişlerdir. Ucuz ve ufak kablosuz algılayıcı düğümlerin yayılması ile küçük yaştaki çocukların eğitimi güçlendirmek için "akıllı anaokulları" tasarlanabilir, çocukları izleme ve aktivitelerini yönlendirme işlemleri için KAA'lar kullanılabilir (Wang ve ark., 2005).

Nezaret-Gözetim Uygulaması: Anlık ve uzaktan gözetim KAA'lardan esinlenerek geliştirilen önemli uygulamalardan biridir. rnek olarak; çok sayıda akustik ağ algılayıcı düğümü ile belirlenen hedeflerin tespiti ve takibi belirli güvenlik kriterlerinin uygulandığı alanlarda kullanılabilir. KAA'lar bu gibi amaçlarla binalara, yerleşim alanlarına, hava alanlarına, tren istasyonlarına vs. yerleştirilerek ziyaretçilerin tanınması ve anlık olarak ana komuta merkezine iletilmesi gibi görevleri yerine getirebilir. Benzer şekilde duman algılayıcıları evlere, otel odalarına, okullara yerleştirilerek olası kaza, yangın ve felaketlerin fark edilerek en hızlı biçimde gerekli müdahalenin yapılmasını mümkün kılarlar (Wang ve ark., 2005).

### **3.2. Kablosuz Algılayıcı Ağ Karakteriştiği**

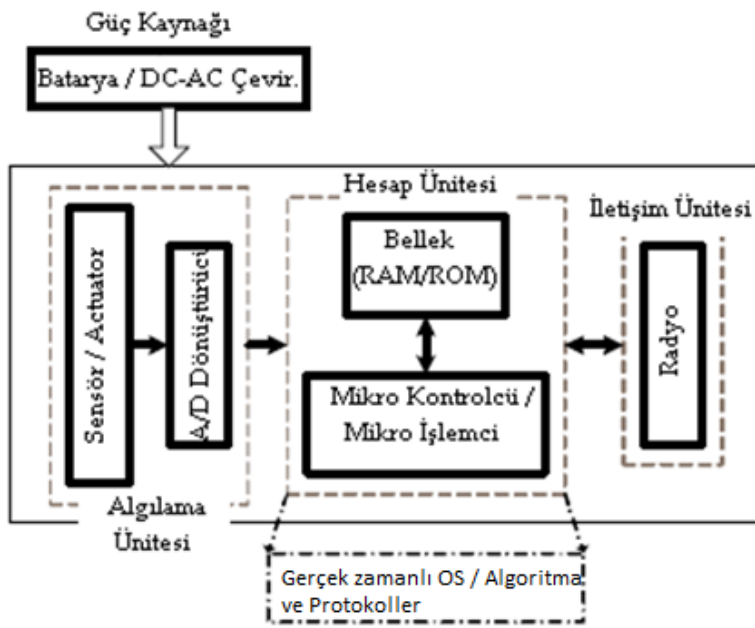
Kablosuz algılayıcı ağ kavramı basit bir eşitlikle aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Algılama + İşleme + Radyo = Binlerce potansiyel uygulama.

Kablosuz algılayıcı ağın kapasitesi anlařıldıķça daha yüzlerce farklı uygulama ortaya çıkacaktır. Ancak bu üç temel öğeyi (algılama, işleme, radyo) verimli bir şekilde birleştirmek, detaylı bir şekilde KAA'ların kapasitelerini ve belli başlı donanım bileşenlerinin sınırlarını anlamak ile mümkündür. Bunun yanı sıra modern ağ teknolojilerine ve dağıtık sistem teorisini de anlamak KAA tasarımına yardımcı olacaktır (Hill, 2003). Bu yüzden KAA'ların bileşenleri alt bölümlerde sunulmaktadır.

### 3.2.1. Kablosuz algılayıcı ağ düğümlerindeki bileşenler

Düğümlemeler temelde 5 tip bileşenden oluşur. Bunlar; işlemci, bellek ünitesi, güç kaynağı, algılayıcı ve son olarak, haberleşme alt sistemi (radyo) dir. Standart işlemcilerin Sayısal İşaret İşleme (Digital Signal Processing, DSP) ile takviye edildiği, yardımcı işlemciler ve ASIC üniteleri ile düşük enerji seviyelerinde çalışabildiği bu sayede yeterli yeteneklere sahip olduğu görünmektedir. Erişim düzenekleri (actuators) gelişmişlik bakımından henüz KAA düğümlerinde kullanılabilecek seviyede değildir. Bu sebeple, dikkatler diğer beş bileşen üzerindedir. Şekil 3.2’de bir mikro algılayıcı düğümünün sistem mimarisi karakterize edilmiştir (Feng ve ark., 2005).



Şekil 3.2. Algılayıcı düğümünün sistem mimarisi(Tarhan, 2006)

Alt bölümlerde bir algılayıcı düğümün bileşenlerinin işlevleri ve mimarisi sunulmaktadır (Feng ve ark., 2005);

### 3.2.1.1. Mikrodenetleyici

Mikrodenetleyici görevleri yapar, veriyi işler ve algılayıcı düğüm içerisindeki diğer bileşenlerin işlevselliğini denetler. Denetleyici olarak kullanılacak diğer alternatifler arasında şunlar sayılabilir: genel amaçlı masaüstü mikroişlemci, sayısal sinyal işlemciler (DSP), alan programlanabilir geçit dizileri (FPGA) ve uygulamaya özgü tümleşik devreler. Mikrodenetleyiciler algılayıcı düğümü için en uygun seçimdir. Her seçeneğin kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Diğer aygıtlara bağlanmadaki esneklikleri, programlanabilir olmaları, uyuma modu girebildiği ve sadece denetleyicinin bir kısmının etkin olması nedeniyle sunduğu düşük enerji tüketimi özellikleriyle mikrodenetleyiciler gömülü sistemler için en uygun seçimdir. Genel amaçlı mikroişlemciler mikrodenetleyicilerden daha fazla enerji harcamaktadır. Sayısal sinyal işlemciler geniş bant kablosuz iletişim için uygundur. Kablosuz algılayıcı ağlarda, kablosuz iletişim yalın olmalıdır. KAA'larda sinyal işleme görevleri daha az karmaşık olmasına özen gösterilmektedir. Bu yüzden DSP'lerin avantajlarının kablosuz algılayıcı ağları açısından fazla bir önemi kalmamaktadır. FPGA'lar gereksinimlere göre tekrar programlanabilir ve yapılandırılabilirler. Ancak bu zaman ve enerji tüketimine yol acar, bu nedenle FPGA'lar tercih edilmemektedir. Uygulamaya özgü tümleşik devreler belirli bir uygulama için tasarlanmış, uzmanlaşmış işlemcilerdir. ASIC'ler işlevselliği donanım olarak sunarken, mikrodenetleyiciler yazılımsal olarak sağlarlar (Anonim, 2009).

### 3.2.1.2. Bellek ve depolama ünitesi

Algılayıcı ağın kullanım alanına göre seçilmesi gereken depolama şekli değişmektedir. Örneğin anlık veriyi ana düğüme transfer etmesi gereken sistemlerde kullanılacak belleğin kapasitesi ile veriyi uzun zaman aralıkları sonrasında ana düğüme transfer eden sistemlerin bellek gereksinimleri birbirinden farklıdır. İki tip ağda ana hedef az sayıda bağlantı kurup enerji sarfiyatını az tutmak ve bağlantının süresini olabildiğince kısa tutmaktır. Bazı sistemlerde yapılacak hesaplamalar için depolama ünitesinin kapasitesi önemli bir gereksinimdir. Mikro disk üzerinde depolama yapan düğümlerde mevcuttur, bunlar nispeten daha büyük fiziksel boyutlara sahiptir (Feng ve ark., 2005).

Bellek seçiminde ilk seçenek giderek azalan maliyetleri ve yüksek kapasiteleri ile flash belleklerdir, ancak bunların aynı fiziksel bölgeye kaç sefer yazma/silme işlemi yapabileceği kuşkuludur. İkinci seçenek, nanoelektronik tabanlı MRAM'lerdir (Magnetoresistive Random Access Memory ) bunların da yakın gelecekte, çok sayıda alanda kullanıma destek vermesi beklenmektedir (Feng ve ark., 2005).

### 3.2.1.3. Güç kaynağı

KAA'ların gelişimindeki en büyük kısıtlamanın enerji olduğu bilinmektedir. Enerji kaynağı olarak iki kavram şu anda mevcut durumdadır;

1. Algılayıcı düğümünü enerji kaynağı (şarj edilebilir) ile donatmak. Bu şekilde kullanım için iki seçenek mevcuttur:
  - a. Yüksek yoğunluklu batarya hücreleri ile donatım
  - b. Dolu batarya kullanımı. Dolu batarya daha temiz ve yüksek yoğunluklu bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Ancak KAA düğümlerinde kullanılacak fiziksel yapıya sahip değildir.
2. Doğal kaynaklardan enerji üretimidir; güneş enerjisi ile dolan hücreler yaygın olarak saat, hesap makinesi gibi cihazlarda kullanılmaktadır. Bunun yanında titreşimi enerjiye çeviren kaynaklarda kullanılabilir. Ortamın sıcaklığını enerji kaynağı olarak kullanabilen güç kaynakları üretilmiştir (Feng ve ark., 2005).

### 3.2.1.4. Algılayıcı

Algılayıcı ağ düğümlerinin esas amacı, hesaplama, analiz ya da haberleşme değildir, algılamaktır (sense). Algılayıcı olarak kullanılan düğümlerin ilerlemesindeki en büyük engellerden birisi, algılama bileşeninin yarı iletkenlerdeki hızlı ilerlemeyle paralellik sağlayamaması aynı hızla ilerleme kaydedememesidir. Kavramsal sınırlamalar algılayıcılar için işlemci ya da depolama ünitelerinden daha belirgin bir öneme sahiptir. Örnek verilmesi gerekirse; algılayıcılar gerçek dünya şartlarıyla yüz yüze gelmekte, hesaplama üniteleri ise tek bir çip içerisinde kontrol edilmiş bir ortamla karşı karşıyadır. Dönüştürücüler (Transducer) algılayıcı düğümlerinde ön

uçta kullanılıp, enerjiyi bir formdan diğerine çevirme işini yaparlar (Feng ve ark., 2005).

En basit haliyle bir düğüm sadece dnüşürücü (Transducer) içerir, fakat günümüz şartlarında bir düğüme birçok algılama görevi yüklendiği için, düğümlere işleme ve hesaplama üniteleri de eklenir (Feng ve ark., 2005).

Her geçen gün algılayıcılara yeni görevler eklenmekte ve yeni yöntemlerle ortamdan algılanan fiziksel büyüklük yelpazesi genişlemektedir.

### **3.2.1.5. Radyo**

Kısa mesafe radyolarının iletişim bileşeni olarak kullanımı son derece önemlidir özellikle enerji sarfiyatında mesaj alma verme – alıcı/verici işlemleri toplam sarfiyat üstünde en etkin kalemlerin başında gelir (Feng ve ark., 2005).

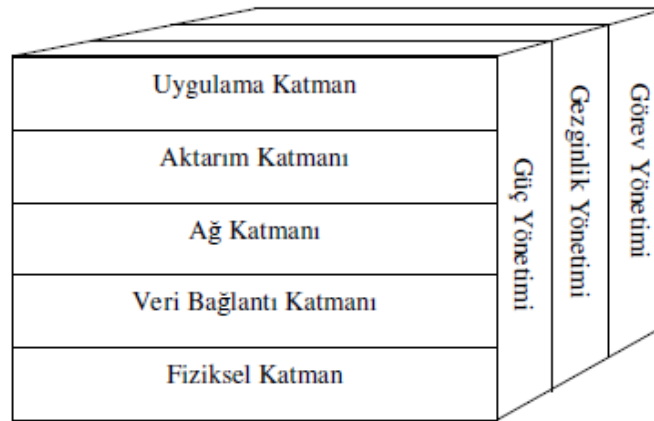
Radyonun tasarım ve seçim aşamasında en az 3 farklı katman dikkate alınmalıdır; Fiziksel, Ortam Erişim ve Ağ. Fiziksel katman diğer alıcı/verici ya da alıcılarla fiziki bağlantıyı kurmakla yükümlüdür. Bu seviyedeki ana görevler; sinyal kipleme (modülasyon) ve verinin şifrelenerek iletişimin, kanal gürültüsü ve sinyal karışmasından korunmasıdır. Bant genişliğini etkin bir biçimde kullanmak ve geliştirme maliyetini azaltmak için yapılması gereken standart uygulama; birden çok radyonun aynı ortamı (birbirine bağlı) paylaşmasıdır. Ortamın paylaşımı (zaman veya frekans) MAC katmanı tarafından kolaylaştırılmıştır. Son olarak Ağ katmanı bir mesajın kaynaktan hedefe transfer edilebilmesi için izlemesi gereken yolun tespitinden sorumludur (Feng ve ark., 2005).

### **3.3 Kablosuz Algılayıcı Ağ İletişim Mimarisi**

Bir kablosuz algılayıcı ağı çok sayıda algılayıcıdan ve bu algılayıcılardan gelen bilgilerin toplandığı bir düğüm noktasından (sink) oluşur. Algılayıcılar topladıkları bilgileri diğer algılayıcılardan da yararlanarak düğüm noktasına iletirler. Düğüm noktalarında toplanan bilgiler insansız hava araçları, uydular veya algılayıcı ağına

yakın mesafede konumlandırılmış giriş noktaları kullanılarak geniş alan şebekelerine aktarılabilir. Ayrıca algılayıcı ağlarının birbirleri ile düğüm noktaları üzerinden etkileşimleri mümkün olabilecektir. Gelecekte algılayıcı ağı kullanıcılarının Internet gibi geniş alan şebekeleri üzerinden algılayıcı ağlarını sorgulamaları ve yönetmeleri beklenmektedir (Genetlab:AR-GE, 2005).

Böyle bir mimaride algılayıcılar ve düğüm noktaları tarafından ihtiyaç duyulan iletişim kuralları (protokol) kümesi Şekil 3.3'te gösterilmektedir. Bu protokol kümesi güç ve yol atama kısıtlarına duyarlı, kablosuz ortam üzerinden güç etkin olarak veri aktarımı yapabilen ve algılayıcı birimlerinin birbiri ile işbirliği yapmasını kolaylaştıran çeşitli katmanlardaki protokollerden oluşmaktadır. Küme uygulama, aktarım, ağ, veri bağlantısı ve fiziksel katmanlar ile güç, gezginlik ve görev yönetimi konuları ile geliştirilmiş algoritmalar ve iletişim kurallarını içermektedir. Algılama görevlerine bağlı olarak farklı uygulama yazılımları geliştirilebilir ve uygulama katmanında kullanılabilir. Aktarım katmanı özellikle uçtan uca güvenli veri aktarımını sağlamaya çalışır. Ağ katmanı adresleme, veri kümeleme (aggregation) ve yol atama gibi konular ile görevlidir. Veri bağlantısı ve fiziksel katmanlar ise algılayıcı ağlarına etki eden fiziksel faktörleri dikkate alarak algılama verisini kablosuz bir hat üzerinden bir sonraki düğüme iletecek donanım ve yazılımı sağlar (Genetlab:AR-GE, 2005).



Şekil 3.3. Algılayıcı ağlar için iletişim kuralları kümesi

### 3.3.1. Uygulama katmanı

Uygulama katmanı, uygulamalara özgü özellikler içermektedir. Halen çok sayıda önerilmiş algılayıcı ağı uygulaması bulunmasına rağmen, algılayıcı ağı uygulama katmanı protokollerine yönelik öneri sayısı çok sınırlıdır (Genetlab:AR-GE, 2005).

### 3.3.2. Aktarım katmanı

Düğümünden iletilen bilginin hedef düğüme aktarılmasından aktarım katmanı sorumlu olduğundan dolayı önem arz etmektedir. Bu konudaki protokollere etki eden önemli faktörler, aynı olayın çoğu kez birden fazla algılayıcı tarafından algılanması ve algılayıcı ağlarında güç tasarrufu için alındı (acknowledgement) paketlerinin üretilmesinin pek fazla tercih edilmemesidir. Algılayıcı ağlarında önemli olan algılanan olayın toplayıcı düğüm noktasına iletilmesi olduğu için, olay bilgisinin kimin tarafından iletildiği ile ilgilenilmesi çok önemli değildir. Olay bilgisi iletildiği sürece bazı veri paketlerinin kaybolması önemsenmeyebilir. Örneğin bir deprem durumunda göçük altındaki canlıyı bir algılayıcı ağın üç algılayıcısı tespit etti ise, bunlardan sadece birisinin dahi bu bilgiyi başarı ile aktarabilmesi yeterli olacaktır (Genetlab:AR-GE, 2005).

### 3.3.3. Ağ katmanı

Algılayıcı ağlarında ağ katmanı için çok sayıda yeni yol atama protokolü geliştirilmiştir. Bu protokolleri üç sınıfa ayırarak incelemek mümkündür: veriye yönelik (data centric) protokoller, sıra düzensel (hierarchical) protokoller ve yer bilgisine dayalı (location based) protokoller. Bunların dışında hizmet kalitesi (quality of service) ve akış (flow) tabanlı protokoller de bulunmaktadır (Genetlab:AR-GE, 2005).

### 3.3.4 Veri bağlantı ve fiziksel katmanlar

Her iki katmanda algılayıcı ağları için henüz açık araştırma alanlarıdır. Gönderilen veri paketlerinin küçük boyutlarda olması, gönderme ve alma için harcanan güçlerin

hemen hemen birbirine eşit olması, aktarım hızından çok düşük güç tüketiminin hedeflenmesi bu katmanlarda daha önce geliştirilenlerden farklı ve yeni protokollere ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır (Genetlab:AR-GE, 2005).

### 3.4. TinyOS

TinyOS özellikle gömülü ağ sistemleri için tasarlanmış bir işletim sistemidir. TinyOS olay tabanlı uygulamalar için özel olarak yapılmış programlama modeline sahip olmasının yanı sıra çok az bir alan kaplar. (Çekirdek işletim sistemi için 400 bytes kod ve veri hafızası gereklidir). TinyOS nesC' (network embedded C) nin dizaynından etkilenmesiyle birkaç önemli özelliğe sahiptir; bileşen-tabanlı mimari, basit olay tabanlı eş zamanlı iş modeli ve ayrık fazlı işlemler (Gay ve ark., 2003).

TinyOS kablosuz algılayıcı ağların özellikleri dikkate alınarak California ve Berkeley Üniversitesi tarafından geliştirilmiş bir mikro işletim sistemidir. TinyOS geleneksel bir işletim sistemi değildir, ama gömülü ağ sistemlerinin çerçevelerini programlama işlemini yerine getirmektedir. Çerçevadaki bileşen gruplarını bağlamayı benimsemiş olan TinyOS, özel uygulama-eksenli işletim sisteminin derlenmesini kolaylaştırır. Bu özellik bellek kaynakları kısıtlı olan sistemler için oldukça önemlidir. Kablosuz algılayıcı ağ düğümlerinin sayısının yüksek olmasından ve çalışmadaki daha karmaşık işlemlerden dolayı işletim sistemi olay-tabanlı mimariyi benimsemiştir. TinyOS'u genel işletim sistemleri ile karşılaştıracak olursak TinyOS daha sade ve güvenilirdir (Zhuang ve ark., 2008).

TinyOS birçok bileşen içermektedir ve bu bileşenler uygulamaların ihtiyacına göre eklenip çıkarılabilmektedir. TinyOS işletim sistemi gömülü sistemler için geliştirilmiş diğer işletim sistemlerinden ayrılmaktadır: Uygulamalar işletim sisteminin sunduğu sabit servislere göre şekilleneceğine, işletim sistemi uygulamanın ihtiyaçlarına göre eklenen ya da çıkarılan bileşenler ile yapılandırılır. TinyOS işletim sistemi yeniden kullanılabilir birçok bileşen ve algılayıcı ağ uygulamaları için iyi tasarlanmış birçok programlama arayüzü içermektedir. Kablosuz algılayıcı ağları düşük kaynaklara (örneğin sadece 4KB ana bellek) ve çok kısıtlı enerji bütçelerine sahip sistemler oldukları için, uygulama geliştiriciler uygulamanın ihtiyaçlarına göre



aynı servisin birçok sürümünü yazmak zorundadırlar. Bu yöntem geliştirilen uygulamanın sistem kaynakları en verimli şekilde kullanması sonucunu doğururken uygulamanın ihtiyaçlarını karşılayan servislerin yeniden kullanılabilir olmasını engellemektedir (Yıldırım ve Kantarcı, 2010).

TinyOS'nin özellikleri:

1. Çekirdek (Kernel) yok: Doğrudan donanım işler.
2. Proses yönetimi yok: Yürütmede sadece bir proses.
3. Sanal bellek yok: Tek lineer fiziksel adres alanı.
4. Yazılım sinyali veya istisnası yok: Onun yerine fonksiyon çağırma var.
5. Kullanıcı arayüzü yok: çünkü güç kısıtlı.
6. Özel yazılım ve donanım uygulaması nadir.
7. Çoklu akış, eş zamanlı iş yoğunluğu patlamasına duyarlıdır
8. Aşırı pasif dikkat (güç koruması için)
9. Uygulamalar ile sıkıca bağlantı kurma
10. nesC dilinde yazılmış ( 'C' dilinin bir lehçesi )
11. TinyOS iletim gücünü korumak için noktadan noktaya bağlantı yerine çoklu atlama yönlendirmesini kullanır. Rota tespiti 2-sıçrama yayılımı ile yapılır ve topoloji keşfi her bir düğüm ile baz istasyonu arasındaki en kısa yola dayanır.
12. Aktif mesajlaşma TinyOS'deki ağ iletimine örnektir. Mesaj bir denetimci adres içerir ve varış üzerinden bu denetimci çağırılır (Dwivedi ve ark., 2009).

Tablo 3.1. Basitleştirilmiş TinyOS Mimarisi

Main (Liste içerir)		
Uygulama (Kullanıcı bileşenleri)		
Gerçekleme	Algılama	Aktif mesaj
		İletişim
Algılayıcı Düğüm (Mote)		
Donanım		

Tablo 3.2. Geniş çapta kullanılan işletim sistemleri ve desteklediği platformlar

Sıra No.	İşletim Sistemi	Algılayıcı Düğüm İsmi veya desteklediği Platformlar
1.	TinyOS	BTnode, EyesIF X v1, EyesIF X v2, IMote, IMote 1.0, IMote 2.0, Iris, KMote, Mica, Mica2, MicaZ, Rene, SenseNode, TelosB, T-ote Sky, Shimmer
2.	Contiki	T-Mote Sky, TelosB, avr MCU, MSP430 MCU, x86, 6502
3.	Mantis OS	Mica2, MicaZ, Nymph, TelosB
4.	SOS	XYZ, T-Mote Sky, KMote, Mica2, MicaZ, TelosB, avrora, Protosb, Cricket, Cyclops, emu
5.	Microsoft .NET Micro	IMote 2.0

### 3.5. NesC

NesC uygulamaları iyi tanımlanmış, çift yönlü arayüz bileşenlerden yapılmıştır. NesC bir eş zamanlı işlem modeli tanımlar, olaylara ve görevlere dayanır ve derleme zamanında verinin cinsini fark eder (Tekin, 2006). TinyOS sistemi, kütüphaneler ve uygulamalar, bileşen tabanlı uygulamalar için yeni bir programlama yapısı olan nesC’de yazılmıştır. nesC dili aslında algılayıcı ağlar gibi gömülü sistemler için tasarlanmıştır. nesC “C” gibi söz dizimine (syntax) sahiptir, ama TinyOS’nin eş zamanlı iş modelini desteklemesinin yanı sıra gömülü ağ sistemlerinin içindeki yazılım bileşenlerinin aralarında yapı mekanizmaları, isimleme ve bağlamayı da destekler. En önemli amaç uygulama düzenleyicisine bileşenlerinin kolaylıkla uygulama yapmasına izin vermek, eş zamanlı iş sistemler ve hata derleme zamanında kapsamlı kontrol yapmasıdır (Anonim, 2003).

## **BÖLÜM 4. KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İLE KONUM BELİRLEME**

Konum belirleme kablosuz algılayıcı ağlar için temel ve başlıca konular arasında yer alır. Birçok kablosuz algılayıcı ağ uygulaması ve haberleşme protokolü algılayıcı düğümlerinin konum bilgisine dayanmaktadır. Konum belirleme kablosuz algılayıcı ağın kapsama alanını hesaplamada, olayların ve davetsiz misafirlerin konumunun takip edilmesinde, coğrafik tabanlı yönlendirme ve ağdaki düğüm gruplarının coğrafik konumlarına göre belirlenmesi gibi birçok yerde kullanılmaktadır. Kablosuz algılayıcı ağlar genellikle binlerce düşük maliyetli algılayıcı düğümden oluştuğundan, her bir algılayıcı düğüme GPS (Global Positioning System) gibi konum aygıtı yerleştirmek elverişli olmayacaktır (Sheu ve ark., 2008).

İstenen amaç bir nesnenin veya konumun sadece yerel olarak yerini tespit etmek ise GPS gibi global konum belirleme aygıtlarına ihtiyaç olmayacağından, algılayıcı düğümlerin birbirlerini referans alarak konum belirlemeleri de mümkündür. Ama global konum belirlenmesi gerekli ise, belirli sayıdaki algılayıcı düğümün GPS gibi konum aygıtı yerleştirerek (Sunucu düğümleri) diğer düğümlerinde yerlerini yerel olarak belirledikten sonra bu düğümleri referans alarak yerlerini global olarak belirleyebilirler.

### **4.1. Kablosuz Algılayıcı Ağlarla Hedef Konumunun Belirlenmesi**

Hedef belirleme uygulamalarının çoğunda düğüm konumlarının, GPS ya da diğer lokalizasyon teknikleri ile bilindiği varsayılmaktadır. Hedefi algılayan düğümler en yüksek sinyal gücü değerine sahip en az üç algılayıcı düğümün konumlarını kullanarak Trilateration ya da Triangulation gibi yöntemlerle hedefin konumunu tespit etmektedirler. Trilateration yönteminde en az üç düğümün hedefe olan uzaklık ve konum bilgisi kullanılarak hedefin konumu hesaplanırken, Triangulation

yönteminde düğümlerin hedefe olan yön bilgileri de dikkate alınmaktadır. (Lee ve ark., 2006)'daki hedef konumu belirleme işlemi, düğümlerin hedefe olan kesin uzaklık tahmini değeri yerine uzaklık oranı tahminine dayanır. Uzaklık oranı kullanılarak, hedefin tahmin edilen konumunun periyodik olarak güncellenmesi ile hedefin konumu en az üç algılayıcı düğümü ile tahmin edilebilmektedir. Bu tekniklerin yanında hedefin konumunun belirlenmesi için kullanılabilecek başka bir teknik de voronoi diyagramlarının kullanılmasıdır. Voronoi tabanlı yaklaşımlarda, algılayıcı ağ alanı, algılayıcıların konumlarına göre voronoi hücrelerine bölünecektir. Hedef hangi algılayıcının voronoi hücresine düşüyorsa, o algılayıcı hedefe en yakın algılayıcı olarak tespit edilmektedir. Hedefin konumunun daha net belirlenebilmesi için en az üç algılayıcı düğümün konumunun kullanılması daha iyi sonuç verecektir. Bunun için (Tseng ve ark., 2003)'de ağ ortamı üç kere dinamik olarak voronoi hücrelerine bölünmüştür. İlk adımda hedef hangi algılayıcının hücresine düşerse o algılayıcı hedefe en yakın algılayıcı olarak tespit edilir. İkinci adımda seçilen algılayıcı dikkate alınmadan, alan voronoi hücrelerine bölünür. Hedefin bulunduğu hücre hangi algılayıcı düğümüne aitse o düğüm hedefe en yakın ikinci düğüm olarak belirlenir. Benzer şekilde üçüncü adımda ilk iki adımda seçilen algılayıcılar dikkate alınmadan ağ ortamı voronoi hücrelerine bölünür. Hedefin bulunduğu hücre hangi algılayıcı düğümüne aitse o düğüm hedefe en yakın üçüncü düğüm olarak belirlenir ve bu üç algılayıcı düğümü arasında Triangulation yöntemi uygulanarak hedefin net konumu tespit edilebilmektedir. (Yang ve ark., 2007)'da voronoi diyagramlarının dinamik olarak oluşturulmasının, birçok sinyal değeri içinden en yüksek üç sinyal gücü değerine sahip algılayıcıların seçimine göre karmaşıklık açısından daha avantajlı olduğu belirtilmiştir (Alaybeyoğlu ve ark., 2009).

#### **4.2 Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Konum Belirleme Algoritmaları**

Son zamanlarda kablosuz algılayıcı ağlar için birçok konum belirleme algoritması önerildi. Bu konum belirleme algoritmaları mesafe tabanlı olanlar ve mesafeden bağımsız olanlar olarak ikiye ayırabiliriz. Mesafe tabanlı tasarımlarda, konum iki farklı düğüm arasındaki uzaklık değişimine dayanan bilgi ile belirlenir. Time of Arrival (TOA), Time Difference of Arrival (TDOA), Angle of Arrival (AOA), and Received Signal Strength Indicator (RSSI) gibi algoritmalar bu kısımda yer alır.

Hedef ile kaynak arasındaki uzaklık belirlendikten sonra konum uzaklık bilgisine göre tahmin edilebilir. Uçuş mesafesi üzerindeki tahmin teknolojileri çoklu yol ve gürültüden etkilenmektedir. Üstelik bu tasarımların genelinde ek bir donanım ile donatılmaya ihtiyaç vardır. Bu nedenle de mesafe tabanlı tasarımlar kaynak sıkıntısı çeken kablosuz algılayıcılar tarafından elverişsiz bir çözüm sunmaktadır (Sheu ve ark., 2008).

Mesafeden bağımsız algoritmalar ise düğümlerin konumunu tahmin etmek için bağlantılabilirlik bilgisine dayanmaktadır (kim kiminle iletişim mesafesinde) (Mao ve ark., 2007). Bağlantılabilirlik ulaşan sinyalin değerinin ölçülmesi ile test edilebilir. Bu algoritmaların esası; eğer iki düğüm birbirleri ile haberleşebiliyorlarsa büyük bir olasılıkla bu iki düğümün arasındaki uzaklık, düğümleri maksimum iletim mesafesinden daha azdır (Brito ve Peralta, 2008).

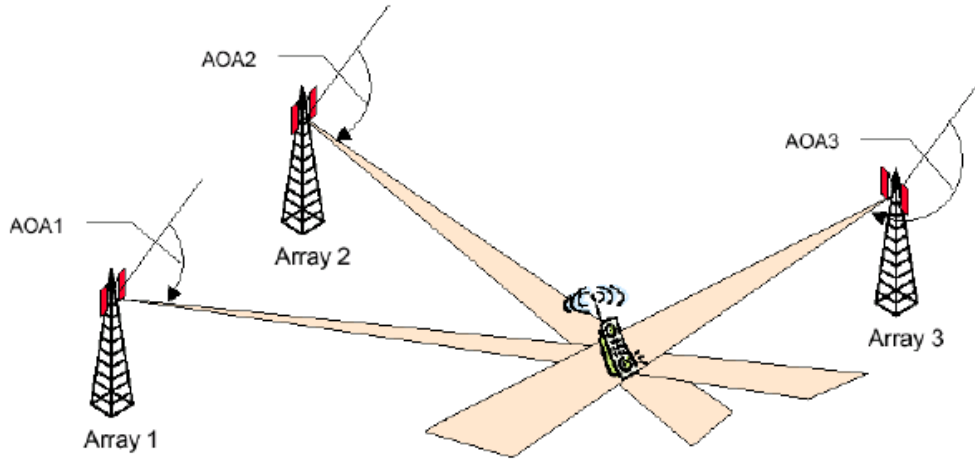
Bu teknikler ekstra bir donanım gerektirmezler çünkü bu teknikler herhangi bir uzaklık ölçümüne bağlı değildir. Mesafeden bağımsız yaklaşımların esas avantajı basit ve düşük maliyetli olmalarıdır. Bu teknikler konumun doğruluğunun daha az kritik olduğu uygulamalar için uygundur. Ama konum belirleme hataları büyük ölçüde düğüm yoğunluğuna, sunucu düğümlerin sayısına ve ağın topolojisine bağlıdır (Wang ve ark., 2006).

Mesafeden bağımsız yaklaşımlar, düğümler arasındaki uzaklık düğümler arasındaki atlama sayısı ile tahmin edilebildiği durumlarda atlama tabanlı olabilir (Hsieh ve ark., 2006).

#### **4.2.1 Geliş açısı yöntemleri (Angle of arrival , AOA)**

AOA merkezli konumlama yöntemi, en eski konumlandırma yöntemlerinden biridir. İlk kullanımı radar, sonar ve anten dizim tekniklerinin gelişiminde başlamıştır. Dizim sinyal işlem teknikleri vasıtasıyla, hedefin baz istasyona olan yönü baz istasyonlarından ölçülebilir. Bu yüzden, Şekil 4.1'de gösterildiği gibi hedef, AOA ölçümlerinden alınan hatların arakesitindedir. AOA yönteminin doğruluğu, konumlandırılan hedef ile baz istasyonlarındaki anten dizimleri arasındaki mesafeye

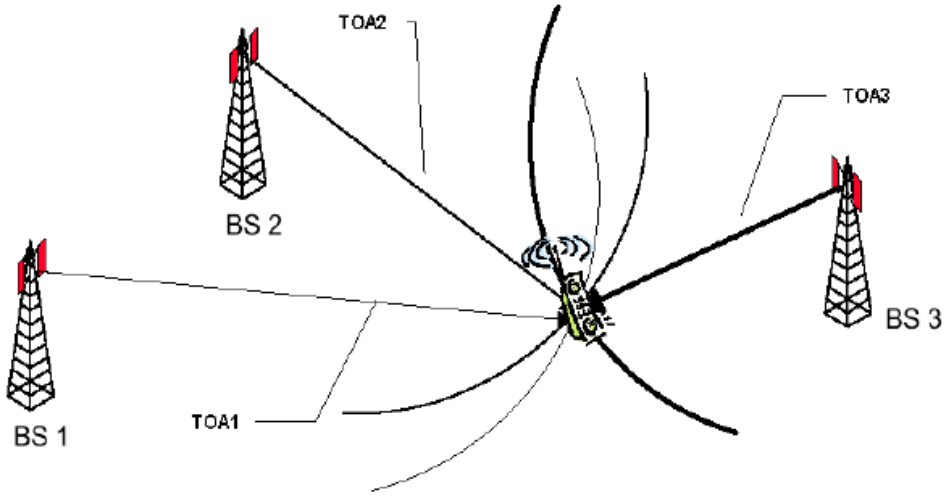
bağlıdır. Hedef, anten dizimlerinden daha ileride oldukça, konumlandırma belirsizliği daha büyük olacaktır. NLOS (Non Line-of-Sight) sinyal yayılımı hatanın çok önemli bir kaynağıdır. NLOS bileşenleri var olduğu zaman, azalan konumlama doğruluğunda sonuçlanacak AOA ölçümleri de tutarsız olacaktır (Pehlivan ve Baz, 2007).



Şekil 4.1. AOA kablosuz konumlama yöntemi

#### 4.2.2 Varış zamanı yöntemleri (Time of arrival , TOA)

Bu konumlandırma yöntemlerinde gerekli olan ölçümler hareketli düğüm ve baz istasyonu ile aralarındaki mesafelerine eşdeğer baz istasyonlar arasındaki kesin sinyal iletim zamanlarıdır. Hareketli düğümler, baz istasyonlarının kullandığı merkezler ve aralarındaki mesafenin ölçüldüğü yarıçaplar olan muhtelif dairelerin arakesitinde konumlandırılır. Şekil 4.2’de gösterildiği gibi, en azından üç TOA ölçümü bir hedefin 2D konumunu belirlemek için gereklidir (Pehlivan ve Baz, 2007).

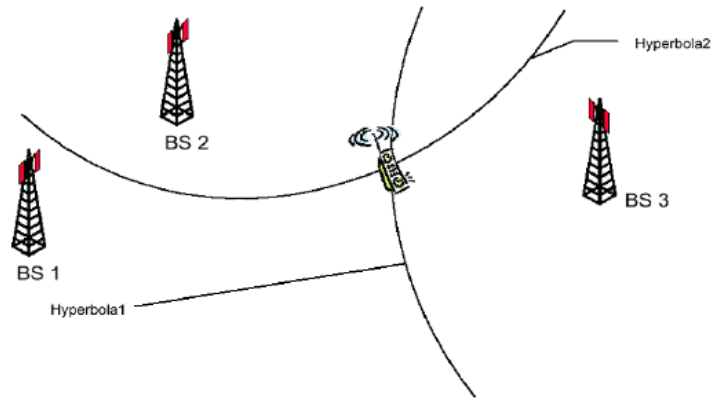


Şekil 4.2: TOA kablosuz konumlama yöntemi

TOA kablosuz konumlama yöntemleri tüm düğümlerin birbirleriyle tam olarak eşleşmiş olmalarını ve aynı zamanda hedefin şebekeye senkronize konumlandırılmasını gerektirir. Bu sebepten, TOA konumlandırması sadece tam olarak senkronize edilmiş şebekelerde mümkündür; örneğin CDMA sistemlerindeki IS-95 (Pehlivan ve Baz, 2007).

#### 4.2.3 Varış zaman farkı yöntemleri (Time difference of arrival , TDOA)

Bu çeşit yöntemlerdeki ölçümler mesafe farklılıklarına eşdeğer olan görelî sinyal iletim zamanlarıdır. Bir TDOA ölçümü, bir hiperbol ile iki baz istasyonunu odak noktası olarak tanımlar. Şekil 4.3’de gösterildiği gibi en azından üç hiperbol, bir hedef konum belirlemesi için gereklidir (Pehlivan ve Baz, 2007).



Şekil 4.3. TDOA kablosuz konumlama yöntemi

Bir TDOA yöntemi, ilgili tüm düğümlerin senkronize olmasını gerektirir. Bu tüm düğümlerin fiziksel olarak eşleştirilmesi yoluyla ya da düğümlerin arasındaki zaman farklarını ölçerek, tüm düğümlerin ortak bir referansa getirilmesiyle yapılabilir. Hareketli düğümlerin senkronize edilmesi gerekli değildir. Çünkü hareketli düğüm saat sapması baz istasyonlarına oranla aynıdır ve TOA ölçümlerinden herhangi ikisinin farklılaşması hedefin saat sapmasını dengeleyecektir (Pehlivan ve Baz, 2007).

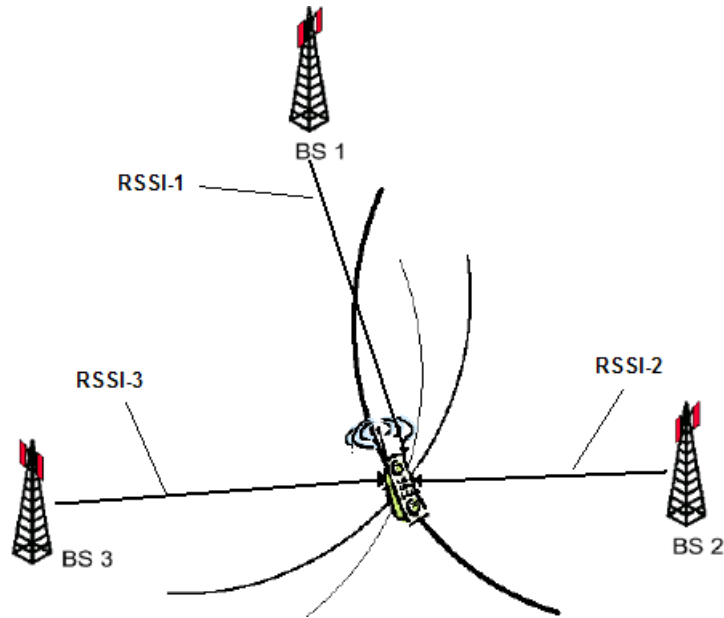
#### 4.2.2 RSSI – Gelen sinyal gücü yöntemleri

Kablosuz Algılayıcı Ağlardaki her düğüm radyo bileşenine sahiptir. Soru şu: radyo bileşeni ağda konum belirlemeye nasıl yardımcı olabilir. Teoride, radyo sinyali sinyal kaynağından uzaklığın karesi ile doğru orantılı olarak azalmaktadır. Bunun sonucu olarak düğüm uzaklığı hesaplaması için vericiden gelen sinyalin gücünü işleyebilmesi gerekmektedir. RSSI donanım değişimine karşı mükemmel bir çözüm önermektedir: bütün düğümler radyo bileşenine sahip, o zaman neden konum belirlemedeki değişimleri hesaplamak için kullanmayalım (Bachrach ve Taylor, 2005).

Pratikte RSSI değişim ölçümü birkaç gürültü değeri içermektedir (Bahl ve Padmanabhan, 2000). Bu gürültü, radyo yayılımının gerçek ortamda yüksek düzeyde



düzensiz yayılıma eğilimli olmasından dolayı oluşmaktadır. Örnek olarak radyo yayılımı asfalt üzerinde çimen üzerindeki farklı olmaktadır. Duvarlar, ev eşyası vb. gibi fiziksel engeller radyo dalgalarını yansıtır ve emer. Bunun sonucunda, sinyal gücü ile uzaklık tahmininde, diğer metotlardan elde edilen ölçümler kadar kesinlik elde edilememektedir. Her ne kadar, RSSI (Şekil 4.4) (Pehlivan ve Baz, 2007) son zamanlarda yeni bir ilgi kazansa da, dikkat edilmesi gereken bir husus; radyo yayılımının fiziksel analizine dikkat edilmesi RSSI verisini daha iyi kullanmamıza yarar. Bunda da düğümlerin radyo kalibrasyonlarının iyi olması nispetinde başarı oranı artacaktır (Bachrach ve Taylor, 2005).



Şekil 4.4. RSSI kablosuz konumlama yöntemi

### 4.3 Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Konum Belirlemedeki Hususlar

Bu bölümde, bir konum belirleme algoritması seçilirken veya tasarlanırken dikkat edilmesi gereken yönleri analiz edilmektedir; Örneğin kaynak Sıkıntısı, düğüm yoğunluğu çevresel engeller ve yüzey bozuklukları gibi. Mevcut olan birçok algoritma iyi bir konum belirleme doğruluğunu başarmış ama algoritmalar genelde bu yönlerden birine odaklanmış durumdadırlar (Brito ve Peralta, 2008).

### 4.3.1 Kaynak sıkıntısı

Genellikle algılayıcı düğümler; algılama, işleme, radyo (alıcı ve verici) ve güç (genellikle batarya) üniteleri olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır. Son zamanlardaki gelişmeler şimdiki algılayıcı düğümlerin daha ucuz ve ufak olmalarına olanak sağlamıştır (Akyildiz ve ark., 2002). Sonuç olarak düğümler azaltılmış hafıza ve işleme kapasitesine sahiptirler. Bataryalar genelde sınırlıdır. Üstelik kısa ulaşım mesafesinden dolayı, düğümler sadece yerel komşularıyla haberleşebilirler. İyi bir konum belirleme çözümü bütün bu kaynak sıkıntılarını (minimum çalışma, hesaba dayalı, iletişim ve donanım harcamaları) dikkate almalı ve kesin bir konum belirleme sonucu için bunları iyi yönetmelidir (Brito ve Peralta, 2008).

### 4.3.2 Düğüm yoğunluğu

Konum belirleme algoritmaların çoğu düğüm sayısına veya düğüm yoğunluğuna duyarlıdır (Yüz ölçüm birimi başına düşen konum belirlenecek miktar). Bir açıdan, bazı algoritmalar düşük yoğunluklu kablosuz algılayıcı ağlar için uygulanamaz (mesela mesafe ölçümüne dayanan algoritmalar veya atlama sayısına dayanan algoritmalar). Çünkü dikkate değer konum belirleme hatalarına sebebiyet verir. Diğer açıdan, bazı algoritmalarda kablosuz algılayıcı ağlar yüksek yoğunlukta kullanıldığı zaman, konum belirleme işlemi pahalıya mal olabilmektedir. Bu durum yüksek maliyet ve yüksek gecikmeye neden olabiliyor. Ayrıca, yüksek yoğunluklu ağlarda konum belirleme kesin sonuçlardan daha fazlasını yönetmelidir (Ji ve Zha, 2004).

### 4.3.3 Çevresel engeller ve yüzey bozuklukları

Önerilen konum belirleme çözümlerinin çoğu engelli ortamlarda düşük doğruluğa sahiptir (Ji ve Zha, 2004). Bunun nedeni, iki düğüm arasındaki görüş mesafesini engelleyen engellerin var oluşudur (örneğin bazı düğümler sunucu düğümler tarafından ulaşılmaz ise bu durum konum belirlemeyi imkânsız hale getirebilir). Engeller ve yüzey bozuklukları sinyal yansımalarına sebep olduğundan yanlış uzaklık tahminine yol açabilmektedir. Konum belirleme algoritmaları bu sorun ile başa çıkmak zorundadır. Çoğu konum belirleme algoritma çözümleri düzensel dağıtık

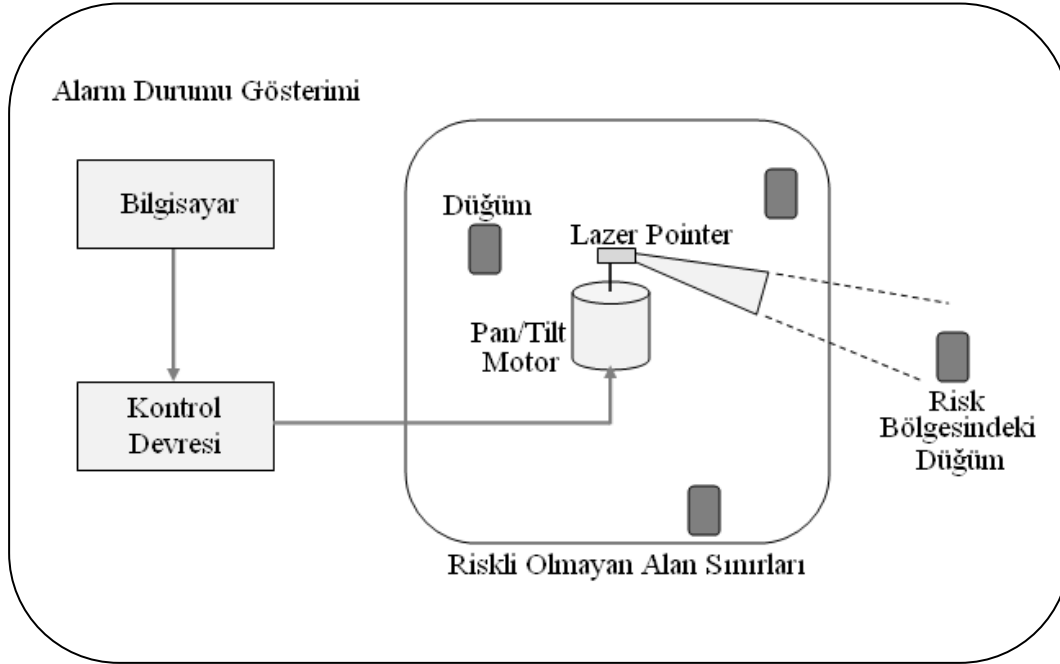
kablosuz algılayıcı ağlarda iyi sonuçlar vermeyi başarmıştır. Bununla birlikte az sayıda çözümü düzensiz ağlarda iyi performans sağlamıştır (Brito ve Prito, 2008).

#### **4.3.4 Hareketli ve sabit düğümler**

Kablosuz algılayıcı ağların genelinde düğümler sabittir. Bunun sonucu olarak çoğu konum belirleme algoritmaları özellikle bu tür algoritmalar için tasarlanmıştır. Fakat yeni uygulamaların çıkmasından dolayı algoritmalar hareketli düğümleri varlığına adapte olmalıdır. Düğüm hareketliliğini ekstra bir problem olarak hesaba katmak yerine bazı çözümler konum belirleme işlemini sağlamak için bundan faydalanır. Hareketlilik; düşük düğüm yoğunluğu, engeller, içbükey topoloji gibi bazı tip problemlerin üstesinden gelmemize yardımcı olur (Brito ve Peralta, 2008).

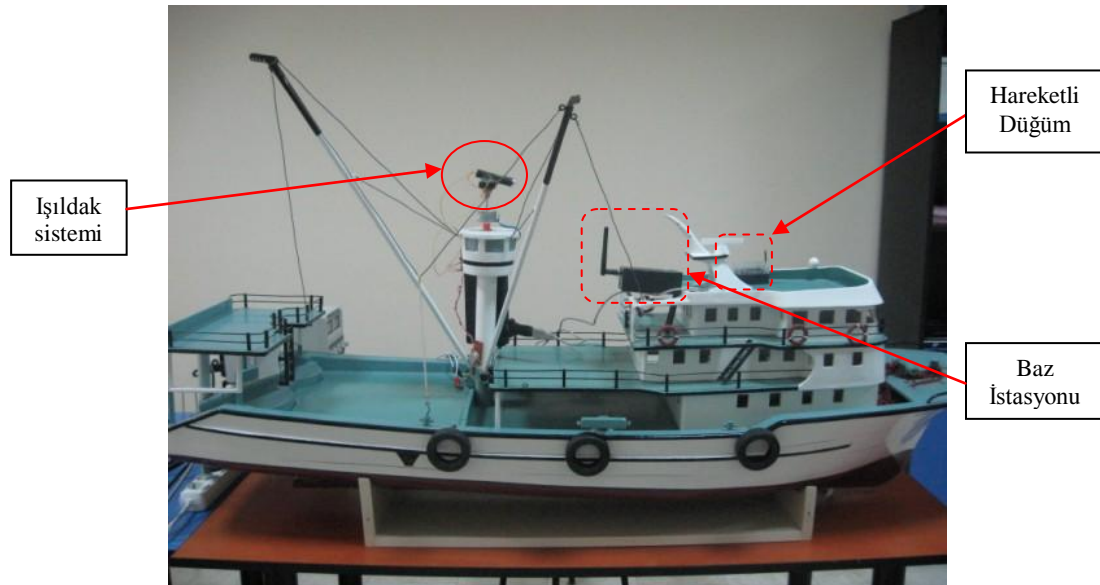
## BÖLÜM 5. KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İLE ACİL DURUM TESPİT SİSTEMİ TASARIMI

Gerçekleştirilen K-ATKS sistemi, kablosuz algılayıcı ağ ve bilgisayarlı denetim ve izleme sistemi olmak üzere iki temel kısımdan oluşmaktadır. Kablosuz algılayıcı ağ kısmı geminin muhtelif yerlerine yerleştirilmiş sabit düğümler ile mürettebat üzerinde olması öngörülen hareketli düğümlerden oluşmaktadır. Hareketli düğümler devamlı olarak konum bilgisini sabit düğümlere göndermektedir. Bilgisayarlı denetim ve izleme kısmında ise sabit düğümlerden alınan hareketli düğümlerin konum bilgileri devamlı kontrol edilerek bir acil durumun varlığı denetlenmektedir. Sistemin genel olarak çalışmasının blok şeması Şekil 5.1’de oluşturularak alarm durumunda yapılan işlem gösterilmiştir.



Şekil 5.1. KAA ile tespit sistemi genel blok şeması

Gerçekleştirilen sistem prototipi (Şekil 5.2) bir gemi maketi üzerinde çalıştırılmıştır. Hareketli düğümlerin konumları tespit edilerek hata oranları ölçülmüştür. Laboratuvar ortamında yapılan çalışmalar sistemden geri bildirim almamızı sağlayarak sistemin öngörülen düzeyde hata oranına sahip bir çalışma olmasını sağlamıştır. Bununla birlikte gerçekleştirilen K-ATKS sistemi kampüsün belirli noktalarında test edilmiş ve sistemin farklı çevre, hava ve konum şartlarındaki davranışları gözlemlenmiştir. Gözlemler sonucunda sistemin bulunduğu konumdaki engellerin (sinyal için) arttığı durumlarda sistemin hata oranında artış gözlemlenmiştir. Ancak bu hata oranının öngörülen hata oranını aşmadığı da belirlenmiştir.



Şekil 5.2. Gemi maketi üzerinde prototip uygulama.

### 5.1. Kablosuz Algılayıcı Ağ Düğümleri

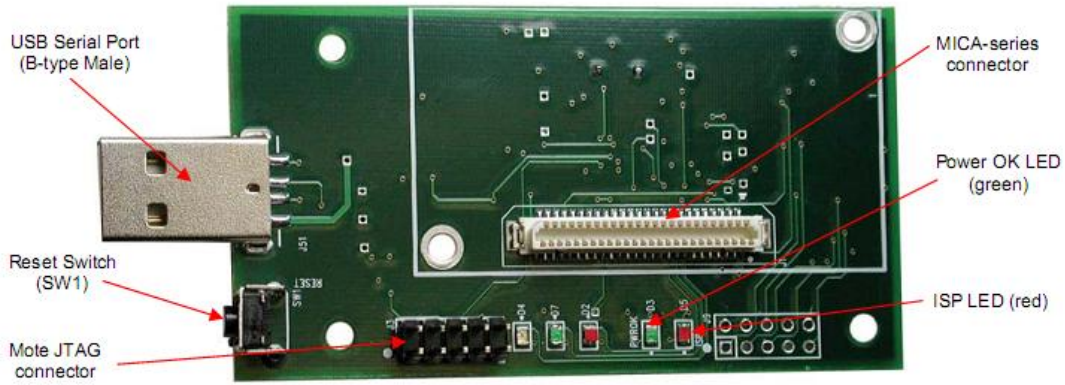
Geliştirilen Kablosuz Algılayıcı Ağlar ile Acil Durum Tespit Sisteminde düğüm olarak Crossbow firmasının MPR2400 (MICAz) algılayıcı düğümü kullanılmıştır (Şekil 5.3). MPR2400 (MICAz) algılayıcı düğümü, 128KB kod belleği, 4KB veri belleği ve 16MHz ATMEGA128L mikrodenetleyiciye sahiptir. Frekans bandı olarak 2400-2483,5 Mhz frekans aralığını kullanır. Kablosuz iletişimi IEEE 802.15.4 uyumlu Chipcon CC2420 alıcı/verici tümdevresini kullanarak 250 Kbit/s veri iletim hızında gerçekleştirebilmektedir (MPR-MIB users manual, 2007).

Bu çalışmada ayrıca MICAz düğümle birlikte ışık, sıcaklık, basınç, nem ve yer değişim hareketlerini algılayabilen MTS420CC algılayıcı kartı kullanılmaktadır. Düğümlerdeki algılayıcı kartlar tarafından algılanan ışık, sıcaklık, basınç, nem, yer değişimi ve konum bilgisini içeren veriler periyodik olarak geçit düğümüne gönderilmektedir.



Şekil 5.3. MPR2400-MICAz düğümü ve standart anteni(MPR-MIB users manual, 2007)

Geliştirilen sistemde geçit düğüm olarak da yine Crossbow firmasının ürettiği MIB520CB (Şekil 5.4) düğümü kullanılmıştır. Geçit düğümü, KAA düğümlerinden gelen algılayıcı bilgilerini çıkış portu (USB) üzerinden bilgisayara aktarır. Programlama kartı olarak da kullanılan düğüm USB üzerinden aynı zamanda veri iletimi de yapabilmektedir. MIB520CB, üzerindeki 51-pinli konnektöre yerleştirilen algılayıcı düğümleri programlayabilmek için USB ile bağlandığı sunucu bilgisayarında Moteworks/TinyOS yüklü olması gerekmektedir (MPR-MIB users manual, 2007).



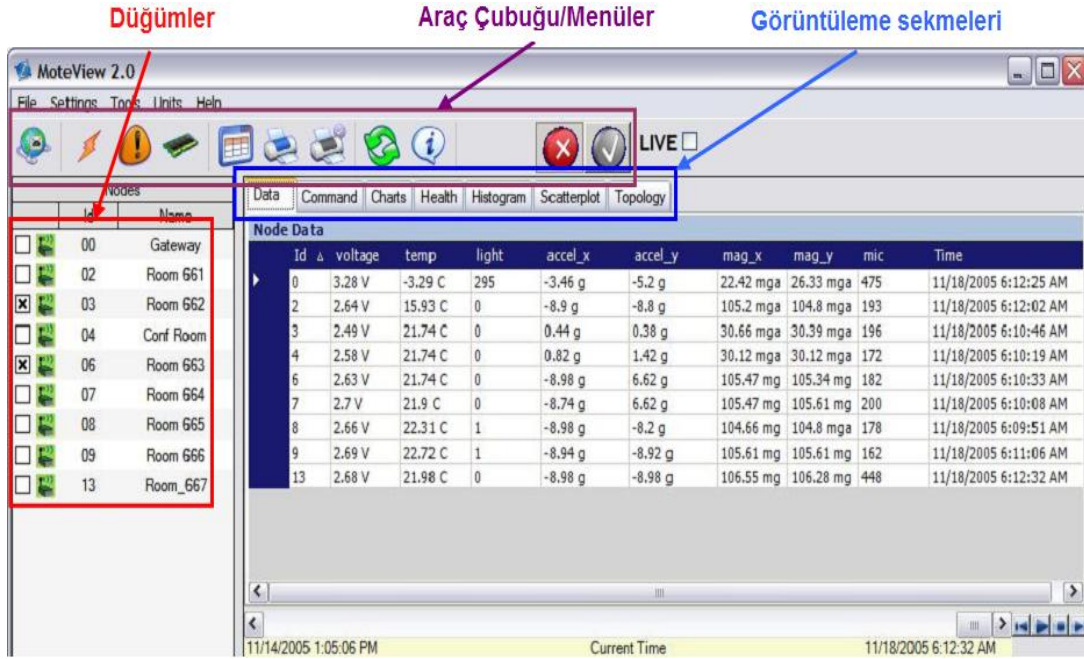
Şekil 5.4. MIB520CB arayüz kartı (Yıldırım ve Kantarcı, 2010)

Kablosuz algılayıcı ağda baz istasyonu görevini üstlenen MIB520CB düğümü iletim hızı saniyede 57.6 KB'dır. Baz istasyonunun ağdaki görevi düğümlerden gelen verileri toplayarak bilgisayara aktarmaktır. Gösterge olarak ise üzerinde kırmızı ve yeşil LED mevcuttur. Yeşil LED programlama işleminin tamamlandığını, kırmızı LED ise programlama işleminin sürmekte olduğu anlamına gelmektedir.

## 5.2. Bilgisayarlı Denetim ve İzleme Sistemi

Bilgisayar, kablosuz algılayıcı düğümlerinden gönderilen ısı, konum, nem vb. bilgiler alınarak Moteview programı yardımıyla veri tabanına kaydeder. Tasarlanan arayüz programı kaydedilen bu verileri veri tabanından okuyup işleyerek sürekli olarak düğümlerin konumlarını hesaplayarak alarm durumu kontrol eder. Herhangi bir alarm durumunda bilgisayar risk bölgesinde olan düğümün konum bilgisini kontrol devresine gönderir.

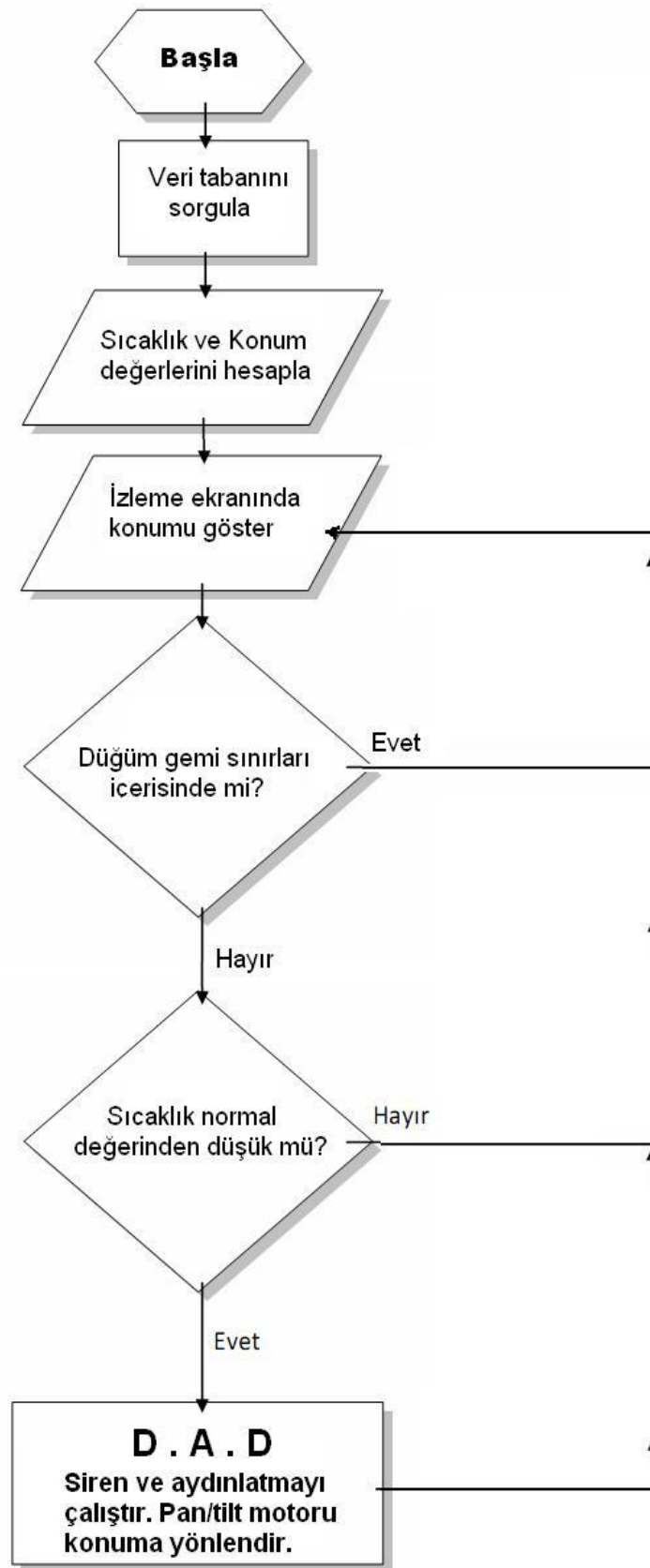
Moteview programı algılayıcı düğümlerden elde edilen verileri bilgisayarda görüntülememizi ve kayıt altına almamızı sağlayan arayüz programıdır. Şekil 5.5'de gösterildiği gibi Moteview programı düğümlerden okunan ısı, ışık, yer değişim, zaman ve pil ömrü vb. değerleri kullanıcıya sunarak kullanıcının düğümler hakkında detaylı bilgiye sahip olmasını sağlamaktadır.



Şekil 5.5. Moteview arayüz programı

Acil durum tespit edildiği zaman konum bilgisini alan kontrol devresi içerisine yazılan hesaplama formülleri yardımıyla risk bölgesine doğru yönelmesi için motoru gerekli olduğu şekilde döndürür ve aynı zamanda sesli ikaz ile lazer pointer da çalıştırılır. Böylelikle belirlenen sınırların dışına çıktığı bilgisayar tarafından hemen fark edilerek gerekli işlem basamakları gerçekleştirilmiş olur. Sistemin izlediği işlem basamakları da Şekil 5.6' da yer almaktadır.

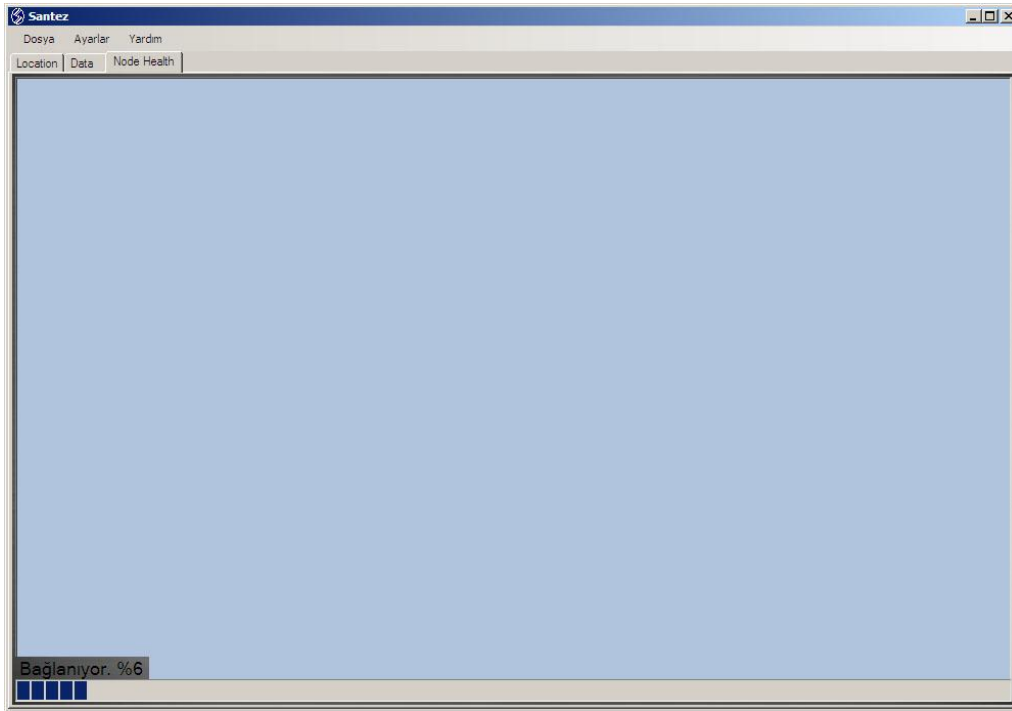




Şekil 5.6. Sistemin algoritması

### 5.2.1. Bilgisayar arayüz programı

Oluşturulan Arayüz yazılımı hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir. Arayüz yazılımı C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Tasarlanan arayüz programı üç bölmeden oluşmaktadır; konum, veri, düğümlerin sıhhatini gösteren kısım. Arayüz programı PostgreSQL aracılığıyla Moteview programının veri tabanına yazdığı tüm verileri Şekil 5.7’de görüldüğü gibi tabloya aktarmaya başlar. Bu durumu göstermek için de bir status bar eklenip yapılan işlem kullanıcıya gösterilerek kullanıcı bilgilendirilmektedir.



Şekil 5.7. Veri tabanından verilerin okunması

Üçüncü kısım olan düğümlerin sağlık bilgilerinin gösterildiği sekmede veri tabanından okunan bilgiler ekranda gösterilerek her düğüme (her kişiye) ait bilgiler Şekil 5.8’deki gibi gösterilmektedir. Şekil 5.8’de kişinin sağlık bilgileri denilen sıcaklık nem vb. değerler görüntülenmektedir.

	result_time	epoch	nodeid	health_pkts	node_pkts	forwarded	dropped	retries	battery
▶	16.10.2009 12:43		4954	57	967	0	3	3	31
	16.10.2009 12:43		4957	57	966	0	3	2	29
	16.10.2009 12:43		4912	57	985	0	4	1	30
*									

Şekil 5.8. Sağlık verilerinin görüntülediği sekme

Veri sekmesinde ise düğümlerin nem, ısı, voltaj değeri ve zaman vb. öğeler gösterilmektedir. Şekil 5.9’da gösterildiği gibi veri sekmesi düğümlerin ortamdan algıladığı verilerin kullanıcıya aktarılmasını sağlamaktadır. Böylece kullanıcı zamana bağlı olarak düğümlerin son durumu hakkındaki bilgilere ulaşabilmektedir.

	Zaman	Düğüm No	Voltaj	Nem %	Isı	accel_x	accel_y
▶	16.10.2009 12:45	4912	3,07 V	36,820	27,87 C	1260 mg	-400 mg
	16.10.2009 12:45	4954	3,1 V	36,780	27,46 C	mg	-20 mg
	16.10.2009 12:45	4957	2,96 V	37,111	26,95 C	-140 mg	-1120 mg
*							

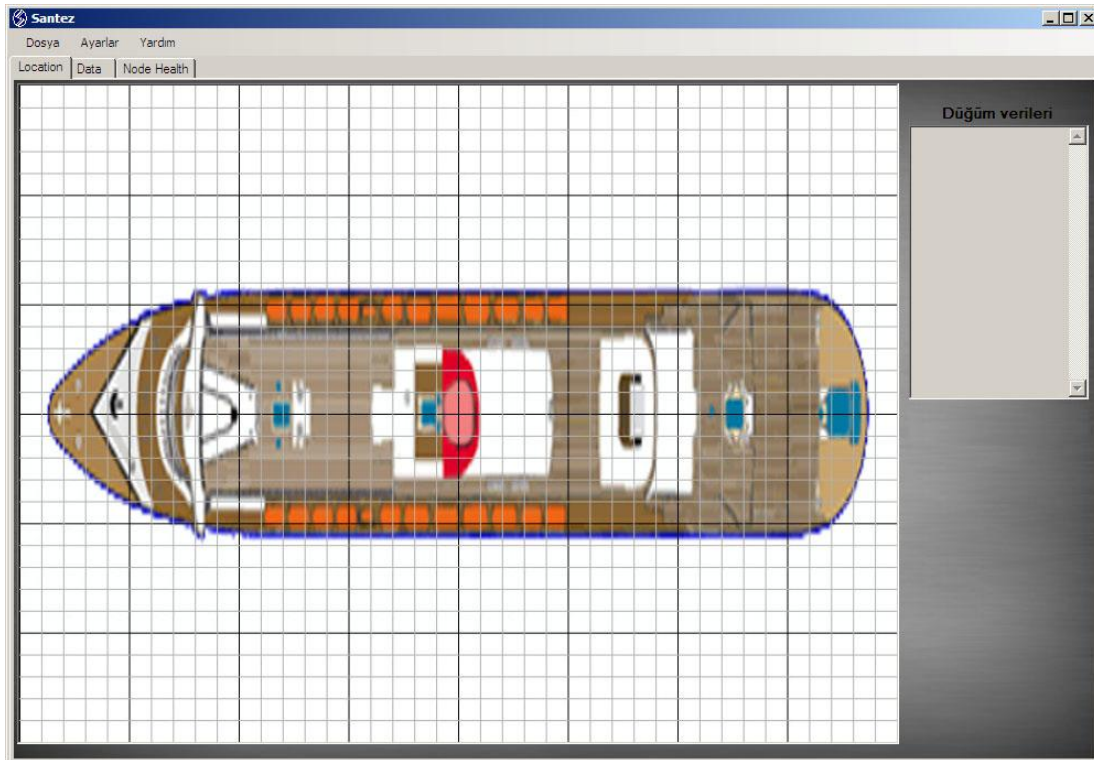
Şekil 5.9. Düğüm verilerinin görüntülediği sekme

Yukarıda ekran görüntüleri yer alan veri ve sağlık sekmelerinden elde edilen bilgiler sistemin uygun bir biçimde uyumunu sağlamak üzere gerekli formüller kullanılarak, olabilecek en doğru sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Aşağıda Tablo 5.1’de görülen formüller tüm bu verilerden sistem için en önemli olanlarıdır. Tüm bunların yanında kullanılan bu formüllerin doğruluğu da laboratuvar ortamında test edilerek gerekli görüldüğünde düzeltmeler yapılmıştır.

Tablo 5.1. Kullanılan formüller

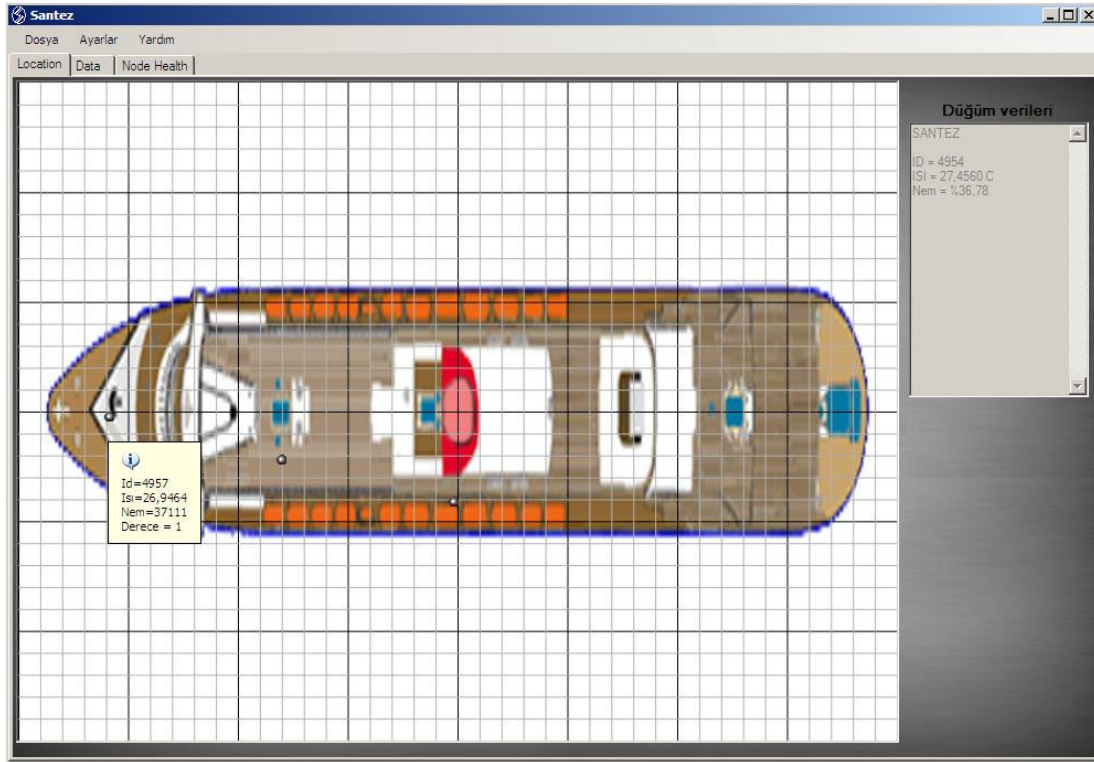
	Formüller:
Voltaj	$(1.223 * 1023 / \text{Voltaj Ham Değeri})$
Isı	$(\text{Isı Ham Değeri} * 0.0098 - 38.4)$
Nem	$1000 * ((\text{Isı değeri} - 25) * (0.01 + (0.00008 * \text{Nem Ham Değeri})) - 4 + (0.0405 * \text{Nem Ham Değeri}) - (0.0000028 * \text{Nem Ham Değeri} * \text{Nem Ham Değeri}))$
İvme	$1000 * (1 - (500 - \text{İvme Ham Değeri}) / ((500 - 400) / 2))$
Uzaklık	$\text{Log} [ (\text{RSS} + 41) / (-33,75) ]$

Bilgisayar arayüz programında bu formüller kullanılarak kullanıcının görsel olarak personel izlemelerini gerçek zamanlı olarak yapabilmesi ve her düğümüne ait bilgilerin bu görsel ekranda gösterilmesi sağlanmıştır. Şekil 5.10'da bu görsel ekran görülmektedir. Görsel ekrandaki geminin görünüşü öngörülen gemi standardına göre çizilmiştir.



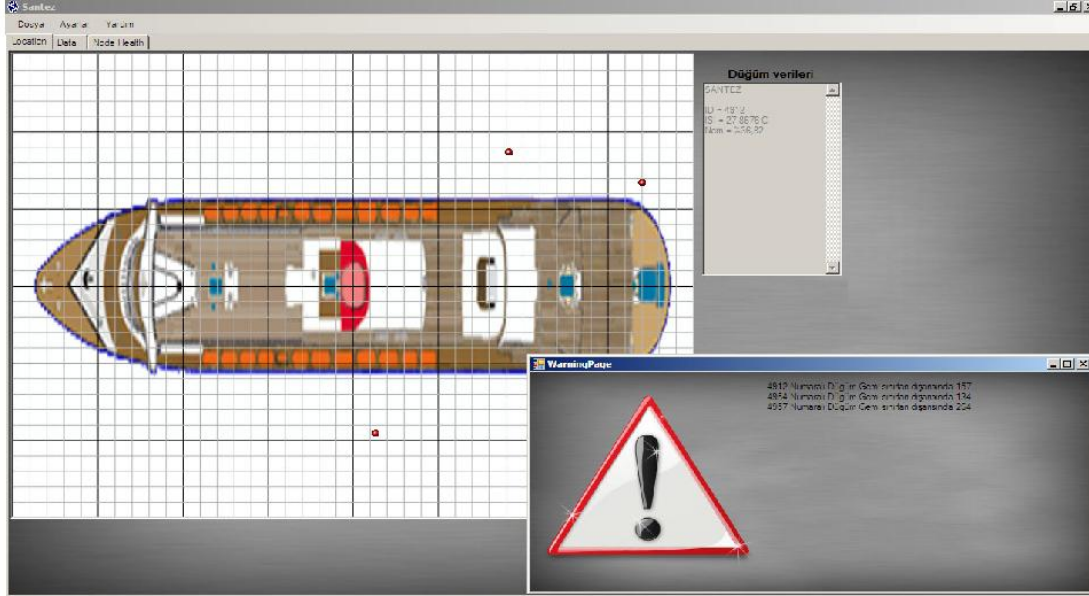
Şekil 5.10. Görsel bilgi ekranı

Bu görsel ekranda kişilerin buldukları yerler siyah noktalar olarak Şekil 5.11’de görülmekte ve bu noktaların üzerine Mouse ile gelindiğinde sağlık bilgileri(ısı, nem, konum vb.) küçük bir bilgi ekranı ile kullanıcıya sunulmaktadır. Düğümler gemi sınırları içinde kaldığı zaman siyah görünümünde olmaktadır. Bu da herhangi bir acil durumun olmadığını göstermektedir. Düğümün üzerine fare ile gelindiğinde gemideki mürettebatla ilgili konum bilgisi sürekli gösterilerek mürettebatın yeri hakkında istenildiği zaman bilgi sahibi olunabilmektedir.



Şekil 5.11. Düğümlerin gösterimi

Sistem alarm durumuna geçtiğinde siyah noktalarla gösterilen düğümler kırmızı olmakta ve Şekil 5.12’de görüldüğü gibi kullanıcıyı uyarmak üzere yeni bir alarm ekranı gelmektedir. Bu ekranda alarm durumuna düşen düğümün bilgileri yer almaktadır.



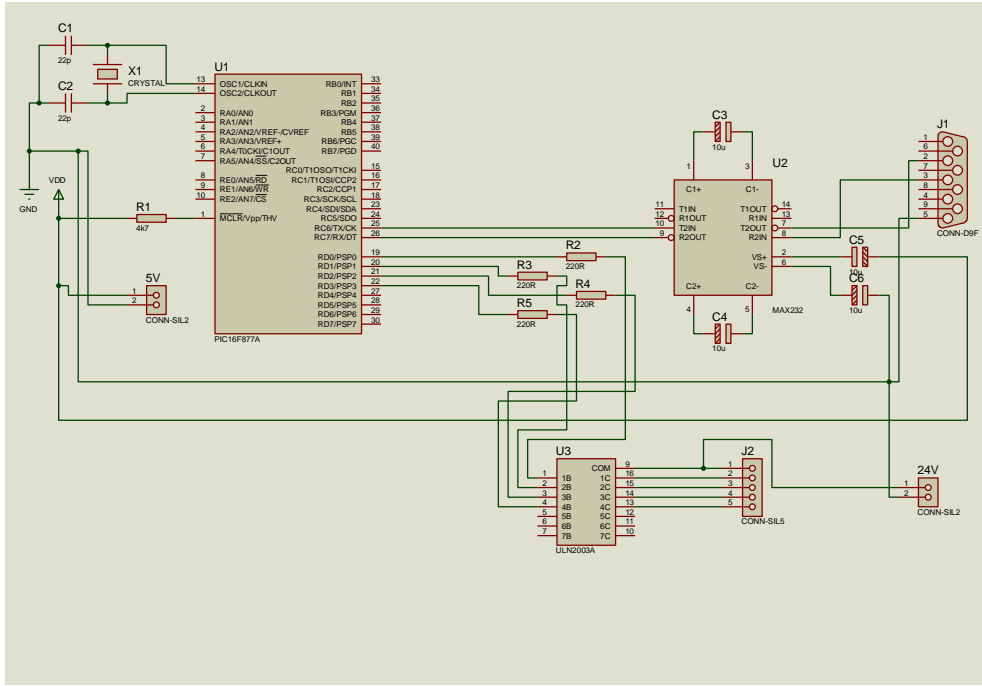
Şekil 5.12. Sistem alarm durumunun gösterilmesi

Arayüz programı bu aşamadan sonra kontrol devresine alarm durumunda kalan düğümlerin konum bilgilerini gönderir. Bu gönderme işlemi bilgisayarın seri portu üzerinden yapılmaktadır.

### 5.3. Denetim ve İzleme Sistemi

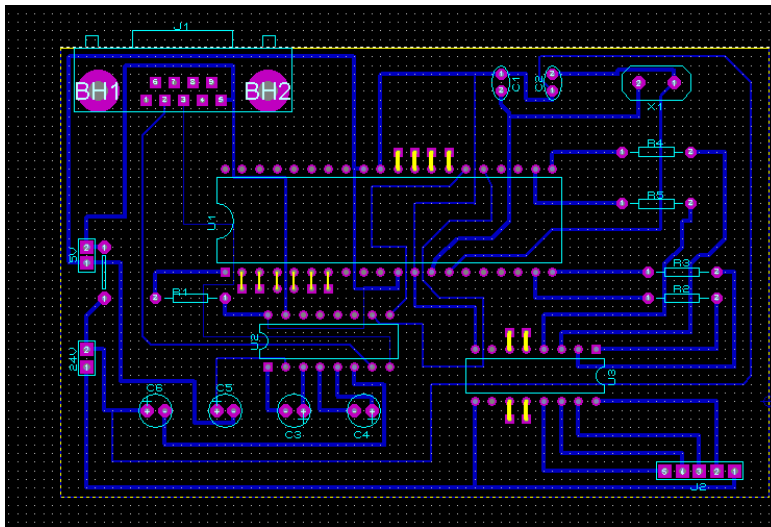
Denetim Sistemi, bilgisayarın seri portundan gelen düğümlerin konum bilgisini alarak ışık kaynağını düğümün bulunduğu konuma yönlendirilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte acil durumun ilan edilmesi için çalıştırılması öngörülen siren de çalıştırılmaktadır. Denetim sistemi, seri porttan gelen konum bilgisine ışık kaynağının yönlendirilmesini sağlayan adım(step) motorun dönmesi için gereken yön ve adım sayısı bilgilerini hesaplayarak adım motoruna iletmektedir.

Tasarlanan denetim sistemi ilk önce Proteus programında benzetimi yapılarak denenmiştir. Proteus programı Labcenter firması tarafından üretilen, görsel olarak elektronik devrelerin simülasyonunu yapabilen bir devre çizim, simülasyon, animasyon ve PCB çizimi programıdır. Denetim sistemi Proteus programında tasarlanarak (Şekil 5.13) sonuçlar simülasyon da görsel olarak elde edilmiştir.



Şekil 5.13. Proteus programında tasarlanan kontrol devresi görünümü

Tasarlanan denetim sisteminin devre kartına aktarılması için gereken baskı devresi Proteus programının iki temel bileşeninden birisi olan ARES (Advanced Routing & Editing Software) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.14). Bu yazılım ile devre elemanları arasındaki bağlantılar otomatik olarak oluşturulmaktadır. Ama devrenin karmaşıklığı arttıkça bazı bağlantılar oluşturulamamaktadır. Buna çözüm olarak da el ile (manuel olarak) baskı devresine müdahale edilerek bağlantılarda bazı değişiklikler yapılması ile oluşturulamayan bağlantılar gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.14. Denetim ve izleme sisteminin baskı devresi



## **BÖLÜM 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER**

Bu tezde sunulan çalışmada özetle, tekne, balıkçı gemisi ve yolcu gemisi gibi deniz taşıtlarında ihtiyaç duyulan acil durum tespit amaçlı bir sistem kablosuz algılayıcı ağ kullanılarak gerçekleştirilmiştir. KAA'ları kullanmanın başlıca sebepleri arasında güvenilirlikleri, uzun yaşam süreleri, kurulum kolaylıkları, esnek boyutları, geliştirilebilir altyapı sunması, kablosuz haberleşmelerinin yanı sıra ortama ait fiziksel büyüklükleri algılamaları sayılabilir.

Gerçekleştirilen K-ADTS uygulaması donanım ve yazılım bileşenlerinden oluşmaktadır. Donanım kısmı KAA, denetim bilgisayarı ve sesli ve ışıklı alarm göstergeleri içermektedir. Yazılım kısmı ise KAA düğümlerinin algılayarak merkezi düğüme ilettikleri verileri işlemekte ve alarm/konum tespit sistemini aktif hale getirmektedir.

Uygulamanın geliştirilmesinde başlangıç sebebi olan insan yaşamına verilen değer ayrıca standartlaştırma çalışmalarına da ilk örnek oluşturmaktadır. Deniz gibi zor bir ortamda, denize düşen kişinin görülememesi, fark edilememesi veya görülse dahi konumunun gerçek zamanlı olarak izlenememesi, geç müdahalelere bağlı olarak hayat kayıplarına yol açmaktadır. K-ADTS uygulaması ile gerekli veriler gerçek zamanlı olarak bir uzman denetimine sunulmakta ve insan hayatına mal olabilecek geç veya yanlış müdahale hatasını ortadan kaldırmaktadır. Bu önemli özelliğiyle, yardımcı sistem olarak tasarlanan K-ADTS uygulaması kullanılacağı gemide DAD durumundaki hayat kayıplarını ortadan kaldıracaktır.

Önerilen sistem tasarısındaki maliyet-etkin KAA altyapısı, standartlaştırma çalışmalarına da esas oluşturabilecek şekilde bu alanda ilk kez kullanılmaktadır. Acil durum tespit sistemlerindeki konum saptama hassasiyet eksikliğinin giderildiği bu çözüm ile konum saptama yeteneği sürekli devrede olduğundan mürettebatın



konumları anlık izlenebilmekte, zor hava şartlarında meydana gelen acil durumlarda olay yeri gerçek zamanlı olarak aydınlatılmaktadır.

## KAYNAKLAR

AKYILDIZ I. F., SU, W., SANKARASUBRAMANIAM, Y., CAYIRCI E., Wireless Sensor Networks: Survey, Computer Networks, 38, 393–422, 2002.

ALAYBEYOĞLU, A., KANTARCI, A., ERCİYES, K., “Telsiz Duyarga Ağlarında Hedef İzleme Senaryoları”, Akademik Bilişim, 11 - 13 Şubat. Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 2009.

ANONİM, <http://www.gemimodelciligi.com/girgir1.doc> Erişim tarihi: 05.10.2007.

ANONİM, Lesson 1: Getting Started with TinyOS and nesC, <http://www.tinyos.net/tinyos-1.x/doc/tutorial/lesson1.html>, updated 9 September 2003.

ANONİM, Sensor node, Wikipedia the free encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/w/index.php?oldid=263854165>, Erişim tarihi: 07.14.2009.

ARAMA, KURTARMA VE YARDIM (SAR) DERS NOTLARI, Denizde Güvenlik Dersi, Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Denizcilik Meslek Yüksekokulu, 2008.

B. U. YELKEN- 2\* KİTAPÇIĞI, Boğaziçi Üniversitesi Yelken Takımı, İlkyardım Bildirisi, 2005.

BACHRACH, J., TAYLOR, C., “Localization in Sensor Network”, Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory Massachusetts Institute of Technology, 2005.

BAHL, P., PADMANABHAN, V., “Radar: An in-building rf-based user location and tracking system”, INFOCOMM Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Proceedings. IEEE, 26 - 30 Mar, 2, 775 - 784, 2000.

BRITO, L. M. P. L. D., PERALTA, L. M. R., “An Analysis of Localization Problems and Solutions in Wireless Sensor Networks”, Revista de Estudos Politécnicos Polytechnical Studies Review, 6, 2008.

ÇAĞATAY, S., “Man Over Board”, <http://www.sailing.boun.edu.tr/sailing/safety102.htm>, Erişim tarihi: 06.01.2008.

D.D.D., Balıkçı Tekneleri Emniyet ve Güvenlik Kılavuzu, Denizciler Dayanışma Derneği, 2008.

D.M.İ., Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Karadeniz Bölgesi Deniz Suyu Sıcaklıkları İstatistikleri, Aylık Maksimum Deniz Suyu Sıcaklığı, (01.01.2008) 2008b.

D.M.İ., Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Karadeniz Bölgesi Deniz Suyu Sıcaklıkları İstatistikleri, Aylık Ortalama Deniz Suyu Sıcaklığı, (01.01.2008) 2008a.

D.M.İ., Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Karadeniz Bölgesi Deniz Suyu Sıcaklıkları İstatistikleri, Aylık Minimum Deniz Suyu Sıcaklığı, (01.01.2008) 2008c.

D.M.İ., Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Karadeniz Bölgesi Deniz Suyu Sıcaklıkları İstatistikleri, Günlük Deniz Suyu Sıcaklığı, (01.01.2008) 2008d.

DENİZDE GÜVENLİK 1–2 DERS NOTLARI, Ticaret Gemilerinde Olağan Üstü Haller, Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Denizcilik Meslek Yüksekokulu, 2008.

DENİZE ADAM DÜŞMESİ DERS NOTLARI, Denizde Güvenlik Dersi, Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Denizcilik Meslek Yüksekokulu, 2008.

DİNÇER, A. C., KÖSE, E. ve DURUKANOĞLU, H. F., “Karadeniz Tipi Balıkçı Teknelerinin Maliyet Hesabi İçin Pratik Bir Yöntem”, Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu, 14-16 Haziran. Erzurum, 773-778, 1995.

DİNÇER, A. C., KÖSE, E., DURGUN, O., “Karadeniz Balıkçı Gemilerinin Genel Yapısal Özellikleri”, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99 – Bildiri Kitabı, 1999.

DUMLUPINAR, C., “Denizcilik Terimleri”, <http://www.pinarhobi.com/denizcilik.htm>, Erişim tarihi: 06.01.2008.

DWIVEDI, A. K., TIWARI, M. K., VYAS, O. P., “Operating Systems for Tiny Networked Sensors: A Survey”, International Journal of Recent Trends in Engineering, 1, 2009.

FENG, J., KOUSHANFAR, F., POTKONJAK, M., “Handbook of Sensor Networks Compact Wireless and Wired Sensing Systems : Sensor Network Architecture”, 2005.

GAY, D., LEVIS, P., BEHREN, R. V., WELSH, M., BREWER, E., CULLER, D., “The nesC Language: A Holistic Approach to Networked Embedded Systems”, PLDI’03, June 9–11, San Diego, California, USA, 2003.

GENETLAB:AR-GE, “Telsiz Duyurga Ağları”, [http://www.genetlab.com/images/urunler/telsiz\\_duyurga\\_aglari.pdf](http://www.genetlab.com/images/urunler/telsiz_duyurga_aglari.pdf), WSN Technology, Erişim tarihi: 21.10.2005.

HILL, J. L., “System Architecture for Wireless Sensor Networks”, PhD Thesis, University Of California, Berkeley, 2003.

HSIEH, Y.-L., & WANG, K., “Efficient Localization in Mobile Wireless Sensor Networks”. In Proc. of IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing (SUTC’06), 1, 292-297, 2006.

JI, X., ZHA, H., “Sensor Positioning in Wireless Ad-hoc Sensor Networks with Multidimensional Scaling”, Proc. of IEEE INFOCOM, 2652-2661, 2004.

KARA, Ö. F., “Balıkçı Gemileri Dizayn ve Donanımları”, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 43, 1992.

LEE, J., CHO, K., LEE, S., KWON, T., CHOI, Y., "Distributed and energy-efficient target localization and tracking in wireless sensor networks," Elsevier Computer Communications (COMCOM), 29, 2494-2505, 2006.

MAO, G., FİDAN, B., ANDERSON, B., “Wireless Sensor Networks Localization Techniques. Computer Networks”, 51, 2529-2553, 2007.

MPR-MIB USERS MANUAL, Revision A, 2007.

OKÇUOĞLU, Z., Kablosuz Algılayıcı Ağ Uygulaması: İdeal İzleme, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, 2007.

PEHLİVAN, H., BAZ, İ., TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara. 2-6 Nisan, 2007.

RESMİ GAZETE, Balıkçı Gemilerinde Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, 25653, 27.11.2004.

SHEU, J. P., Chen, P-C., Hsu, C-S., “A Distributed Localization Scheme for Wireless Sensor Networks with Improved Grid-Scan and Vector-Based Refinement”, IEEE Transaction on Mobile Computing, 7, 2008.

T.İ.K., Türkiye İstatistik Kurumu Balıkçılık Faaliyetleri İstatistikleri, tekne\_ruhsat\_2006.xls, 2008.

T.İ.K., Türkiye İstatistik Kurumu Deniz ürünleri bölgelerine göre balıkçı gemilerinin nitelikleri, tekne- ruhsat 2006.xls, 2006.

TARHAN, H. H. , “Kablosuz Sensör Ağlar”, Diploma Projesi, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 2006.

TEKİN, U., “Kablosuz Duyurga Ağlarında Etkili Yönlendirme ve Enerji

Problemleri”, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Seminer Raporu, 12.06.2006.

TEKOĞUL N., “Ege Bölgesi Balıkçı Gemileri Ve Balıkçılık Altyapısı”, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi, 24-25 Kasım 2008. TMMOB Gemi Mühendisleri Odası, İstanbul, 1999.

TSENG, Y., KUO, S., LEE, H., HUANG C., “Location Tracking in a Wireless Sensor network by Mobile Agents and its Data Fusion Strategies”, International Workshop on Information Processing in Sensor Networks (IPSN 03), 625-641, 2003.

TÜRK ARAMA VE KURTARMA YÖNETMELİĞİ,  
<http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/20232.html>, Erişim tarihi: 09.01.2008.

WANG, C., & XIAO, L., “Locating Sensors in Concave Areas”, In 25th Annual Conference of IEEE INFOCOM, April 23-29, Barcelona, Spain. 2006.

WANG, Q., HASSANEIN, H., XU, K., “A Practical Perspective on Wireless Sensor Networks”, Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems, 2005.

YAĞIZ, F., ŞAHİN E., Denizde Canlı Kalabilme (survival at sea), Kendi Yayını, 1992.

YANG, W., FU, Z., KIM, J., PARK, M. S., “An Adaptive Dynamic Cluster-Based Protocol for Target Tracking in Wireless Sensor Networks”, WAIM 07, Huang Shan, China, June 16-18, 157-167, 2007.

YILDIRIM, K. S., KANTARCI, A., “Kablosuz Algılayıcı Ağları İçin TinyOS İle Uygulama Geliştirme”, Akademik Bilişim, 10 - 12 Şubat, Muğla Üniversitesi, Muğla, 2010.

ZHUANG, X., YANG, Y., DING, W., “The Wireless Sensor Network Node Design for Electrical Equipment On-line Monitoring”, IEEE International Ultrasonics Symposium, Beijing, China, November 2-5, 2008.

## ÖZGEÇMİŞ

Abdullah SEVİN, 1985’de Bursa’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Nilüfer ilçesinde tamamladı. 2003 yılında Bursa Fatih Lisesinden mezun oldu. 2004 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Öğretmenliği bölümünü 2008 yılında tamamladı. Ardından 2008 yılında Sakarya Üniversitesi Elektronik Bilgisayar Eğitimi Enstitü Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Aralık 2009’da Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen aynı görevde devam etmektedir.