

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE
GEMİLER İÇİN GÜVENLİ SEYİR TAKİBİ

Soner TÜTEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE
GEMİLER İÇİN GÜVENLİ SEYİR TAKİBİ

Soner TÜTEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2023

ANTALYA

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

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE
GEMİLER İÇİN GÜVENLİ SEYİR TAKİBİ**

Soner TÜTEN

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2023-6234 No'lu proje ile desteklenmiştir. Ayrıca bu tez, Alya Yatçılık A.Ş. tarafından kısmen desteklenmiştir.

EYLÜL 2023

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

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE
GEMİLER İÇİN GÜVENLİ SEYİR TAKİBİ**

Soner TÜTEN

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 28/09/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Fırat YÜCEL (Danışman)

Prof. Dr. Erkan YÜCE

Doç. Dr. Serdar SELİM

ÖZET

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDE GEMİLER İÇİN GÜVENLİ SEYİR TAKİBİ

Soner TÜTEN

Yüksek Lisans Tezi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri

Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fırat YÜCEL

Eylül 2023; 44 sayfa

Bu tez çalışmasında, coğrafi bilgi sistemlerinde mikrodenetleyici tabanlı gömülü sistemler ile Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (IMO) tarafından tanımlanan standartlar doğrultusunda gemilerin güvenli seyirlerinin konumsal ve gerçek zamanlı olacak şekilde takip edilip elektronik olarak arşiv kayıtlarının tutulması üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında takibi ve arşiv kaydı tutulacak olan bilgiler; geminin kapı ve geçiş menhol kapaklarının (hatch kapakları) açıklık-kapalılık durumları, sintine bölgesi seviye ihbar şamandıralarının aktiflik-pasiflik durumları ve yangın algılama dedektörlerinin aktiflik-pasiflik durumlarını ifade eden sistemlere ait genel alarmlardır. Yapılan çalışmada uluslararası sularda seyir yapma ehliyeti olan herhangi sınıf ve türdeki bir geminin IMO ve ISO organizasyonlarınca tanımlanan Denizde Çatışmaları Önleme Kuralları (COLREGs), IEC ve SOLAS kurallarına göre internet üzerinden anlık ve konumsal olarak seyirini gerçekleştirip gerçekleştirmediğinin takibinin yapılmasına olanak sağlayacak bir güvenli seyir izleme sistemi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Tez çalışmasında gerçekleştirilen deneysel testler sonucunda, yaklaşık 4 km'lik kıyı şeridi boyunca prototip üzerinden simüle edilen sintine, yangın, kapı/hatch ve gemi genel alarmlarının konumlarının lokasyonları alınmış ve iki dakikalık periyotlarla alınan konum verileri ile ilgili alarmların aktiflik-pasiflik durum göstergeleri, GPRS teknolojisi ile veri bulutu internet sunucusuna gönderilmiştir. Geliştirilen sistem sayesinde; gemilerin seyir halindeyken emniyetlerinin gerçek zamanlı ve konumsal olarak takip edilmesi ve olası güvensiz seyir durumlarına karşı ilgili kişilerin uyarılması, güvensiz seyir durumlarının raporlanması ve dolayısıyla muhtemel kazaların önüne geçilmesi mümkün olmaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: Coğrafi bilgi sistemleri, Gemi alarm sistemleri, Konum takibi, Seyir takibi, GPS, GPRS, Tematik haritalama

JÜRİ: Doç. Dr. Fırat YÜCEL (Danışman)

Prof. Dr. Erkan YÜCE

Doç. Dr. Serdar SELİM

ABSTRACT

SAFE CRUISE TRACKING FOR SHIPS IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Soner TÜTEN

MSc, Thesis in Remote Sensing and Geographic Information Systems

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fırat YÜCEL

September 2023; 44 pages

In this thesis, a study has been carried out on tracking and keeping archive records of the safe navigation of ships in a spatial and real-time manner in accordance with the standards defined by the International Maritime Organization (IMO) with microcontroller-based embedded systems in geographic information systems. The information to be monitored and archived within the scope of this study are the general alarms of the systems that show the open-closed status of the ship's door and passage manhole covers (hatch covers), the activity-passivity status of the bilge float switches and the activity-passivity status of the fire detection detectors. The aim of the study is to develop a safe navigation monitoring system, which will enable the navigation of any class and type of ship that is licensed to navigate in international waters to be tracked in a real time manner through the internet connection, in accordance with the Collision Prevention Rules at Sea (COLREGs), IEC and SOLAS, as defined by IMO and ISO organizations. As a result of the experimental tests carried out in the thesis study, the locations of the positions of the prototype-simulated bilge, fire, door/hatch and ship general alarms along the coastline were captured along approximately 4 km and the location data received with in repeated two-minute periods related with the activation-passivity status indicators of the relevant alarms were sent to the data cloud server via GPRS technology. Thanks to the developed system; it is possible to monitor the safety of ships which are on the way within real-time in addition to spatially monitoring and to warn the relevant persons against possible unsafe navigation situations by reporting of these situations thus preventing possible accidents.

KEYWORDS: Geographic Information systems, Ship safety systems, Vessel monitoring systems, Real-time position tracking, Real-time cruise tracking, GPS, GPRS, Thematic mapping

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Fırat YÜCEL (Supervisor)

Prof. Dr. Erkan YÜCE

Assoc. Prof. Dr. Serdar SELİM

ÖNSÖZ

Dünya ticaretinin akışının sağlanılmasında lokomotif öneme sahip olan gemilerin, daha güvenli ve daha çevreci bir şekilde hayatlarını sürdürmesinde katkı sağlamasını umduğumuz bu projenin geliştirilmesinde projeyi desteklemeye layık gören başta Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Koordinasyon birimine, danışman hocam sayın Doç. Dr. Fırat YÜCEL'e, sevgili eşim Duygu TÜTEN'e, ağabeyim İlker TÜTEN'e ve beni bu günlere getiren çok değerli annem Özgür TUNCER'e sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunuyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	5
3. MATERYAL VE METOD	11
3.1. Tasarlanan Güvenli Seyir Takip Sistemi.....	11
3.2. Prototipte Kullanılan Donanımlar	12
3.2.1. Mikrodenetleyici.....	12
3.2.2. Sim808 GPS-GSM-GPRS modülü.....	14
3.2.3. Güç kaynağı.....	15
3.2.4. Yakınlık (Proximity) sensörü	17
3.2.5. Optik duman ve ısı dedektörü.....	18
3.2.6. Sintine seviye algılama şamandırası.....	19
3.2.7. Tematik haritalama	21
3.3. Sistem Tasarımı	24
3.3.1. Geliştirilen güvenli seyir takibi prototipinin tasarımı	24
3.3.2. Geliştirilen güvenli seyir takibi prototipinin yazılımının tasarımı	26

3.3.3. Sistem Yazılımı	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Sistemin Donanımsal Sonuçları	30
4.2. Sistem Yazılımı Bulgu ve Sonuçları	33
5. SONUÇLAR	39
6. KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gemiler İçin Güvenli Seyir Takibi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

28/09/2023

Soner TÜTEN

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

GRT : Gros ton

KB : Kilobayte

Kbps : Kilobayt eper second

km : Kilometre

m : Metre

mA : Miliamper

mAh : Milliamper hour

Mb/s : Megabyte per second

Mbps : Megabits per second

MHz : Megahertz

mm : Milimetre

mW : Milliwatt

px : Piksel

sn : Saniye

V : Volt

°C : Santigrat derece

Tezde kullanılan ondalık yazımlarda ondalık ayırıcı olarak nokta (.) kullanılmıştır.

Kısaltmalar

ADC	: Analog to digital converter (Analog/dijital dönüştürücü)
AIS	: Automatic identification system (Otomatik tanımlama sistemi)
AT	: Attention
BV	: Bureau Veritas
CanBus	: Controller area network
CBS	: Coğrafi bilgi sistemleri
COLREGs	: Convention on the international regulations for preventing collisions at sea (Uluslararası denizde çatışmayı önleme sözleşmesi)
DC	: Direct current (Doğru akım)
DCS	: Digital communication system
EEPROM	: Electronically erasable programmable read-only memory (Elektronik silinebilir programlanabilir salt okunur bellek)
GPRS	: General Packet Radio Service-Paket Anahtarlama Radyo Hizmetler
GPS	: Global positioning system (Küresel konumlandırma sistemi)
GSM	: Global System for Mobile Communications-(Mobil iletişim için küresel sistem)
HTTP	: Hyper text transfer protocol (Üstün metin transfer protokolü)
I/O	: Giriş-Çıkış birimi
I2C	: Inter-Integrated Circuit
IACS	: International Association of Classification Societies (Uluslararası Klas Kuruluşları Birliği)
IEC	: International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)
IMO	: International Maritime Organization (Uluslararası Denizcilik Örgütü)
IoT	: Internet of Things (Nesnelerin interneti)
IP	: Item protection (Cihaz koruma sınıfı)

ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası standartlar teşkilatı)
LED	: Light emitted diode (Işık saçan diyot)
LR	: Lloyd's Register
MARPOL	: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Uluslararası Sözleşmesi)
ModBus	: Modicon-Bus Remote Telemetry Unit
MQTT	: Message Queuing Telemetry Transport
N2K	: NMEA 2000 Communication protocol
NC	: Normaly closed (Normalde kapalı)
PCS	: Personal Communications Service
QZSS	: Quasi-Zenith Satellite System
Rev	: Revizyon
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo frekansı tanımlama)
RINA	: Royal Institution of Naval Architects
SOLAS	: Safety of Life at Sea (Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi)
SPI	: Serial peripheral interface (Seri çevresel arayüz)
SRAM	: Static random access memory (Durağan Rastgele Erişimli Bellek)
TDMA	: Time-division multiple access (Zaman bölmeli çoklu erişim)
UART	: Universal Asynchronous Receiver Transmitter (Asenkron seri iletişim protokolü)
USB	: Universal serial bus (Evrensel seri veriyolu)
VMS	: Vessel monitoring system (Gemi izleme sistemi)
VOLPE	: National Department of Transportation center (Ulusal ulaşım seyrüsefer merkezi)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Güvenli seyir takibi sistemi çalışma prensibi (Endaze 2020).....	11
Şekil 3.2. Mikrodenetleyici blok şeması.....	13
Şekil 3.3. Mikrodenetleyici kartı Arduino UNO ve bacak tanımlaması (Anonymous 1)	13
Şekil 3.4. Sim808 Haberleşme Birimi bacak yapısı (SimCom 2021)	16
Şekil 3.5. Sim808 Haberleşme Birimi Fonksiyon Blok Diyagramı	16
Şekil 3.6. a) Yakınlık sensörü genel görüntüsü; b) Yakınlık sensörü teknik ölçüleri; c) Yakınlık sensörü bağlantı şeması ve kablo tanımlamaları.....	17
Şekil 3.7. Duman ve ısı dedektörü	19
Şekil 3.8. a) Sintine seviye algılama şamandırası görüntüsü; b) Şamandıranın teknik iç yapısı; c) Seviye algılama şamandırasının kontak yapısı ve kablo tanımlamaları.....	20
Şekil 3.9. Türkiye Doğu Akdeniz deniz seyir haritası (Anonim 1)	21
Şekil 3.10. Gemilerde kullanılan elektronik haritalarda Tokyo sahil güvenlik hattına ait örnek bir elektronik harita ekran görüntüsü (Anonymous 2).....	22
Şekil 3.11. Ülkemiz denizlerinde konumları gözükten deniz araçlarının tematik haritalama örneği (Anonymous 3)	23
Şekil 3.12. Antalya serbest bölge limanına demirlemiş tematik gemilerin harita üzerinde gösterilmesi örneği (Anonymous 4).....	23
Şekil 3.13. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gemiler için Güvenli Seyir Takibi Blok Şeması	24
Şekil 3.14. Gemiler için güvenli seyir takibini yapan modülün devre şeması.....	25
Şekil.3.15. Mikrodenetleyici modülün programlamasında kullanılan Arduino IDE derleyicisinin ekran görüntüsü (Anonim 2)	26
Şekil 3.16. Güvenli seyir takibi denetimi için kullanılan prototipin yazılım blok akış diyagramı.....	27
Şekil 3.17. İnternet sunucusunda olan uygulamalar (Anonymous 5)	28
Şekil 3.18. Sistemin internet yazılımında kullanılan platformun görüntüsü (Anonymous 6)	28
Şekil 3.19. İnternet sunucusu kanalları genel görüntüsü (Anonymous 7)	29
Şekil 3.20 İnternet sunucusunda veriler için ayrılan alanlar (Anonymous 8).....	29
Şekil 4.1. Prototipin genel görüntüsü.....	30
Şekil 4.2. Prototip üzerindeki alarmların fiziki görüntüsü; a) Sintine alarmı etkin; b) Yangın alarmı etkn; c) Gemi genel alarmı etkin.....	31
Şekil 4.3. Sunucu üzerindeki alarmların sanal görüntüsü; a) Sintine alarmı etkin; b) Yangın alarmı etkin; c) Gemi genel alarmı etkin.....	31
Şekil 4.4. GPS anteni vasıtasıyla alınan konum verilerinin internet sunucusu üzerinden gösterimi.....	31
Şekil 4.5. Sistemin gerilim durumu bilgi kısmı; a) Sistem gerilimi 5 V üzeri iken arıza lambası sönmük; b) Sistem gerilimi 5 V altına düşünce aktif olan arıza lambası (Alarmin geldiği gerilim değeri 4.89 V).....	32

Şekil 4.6. Sunucu üzerinde gözükken sistem gerilim bilgi ekranı; a) Gerilim seviyesini gösteren gerilim bilgi ara yüzü; b) Sistemin ölçmüş olduğu gerilim bilgilerinin zaman çizgisi üzerinde gösterimi ve arşiv kayıtlarının gösterimi	32
Şekil 4.7. Seyir modu simülatörü etkinken kapalı tutulması gereken kapı ve hatch'lerin sistem tarafından algılanması ve alarm ikaz lambasının aktifleştirilmesi.....	33
Şekil 4.8. Seyir modunun ve kapı/hatch'lerin durumunun internet sunucusu üzerinden gösterilmesi	33
Şekil 4.9. İnternet sunucusu üzerinden harita oluşturmayı sağlayan görüntü işleme programı	34
Şekil 4.10. Alarm verilerinin alındığı yerlerin nokta yoğunluklu haritası (Düşük hassasiyetli konum verilerine göre)	34
Şekil 4.11. Konum verilerinin alındığı yerlerin uydu ve vektör haritası üzerindeki nokta yoğunluklu gösterimi	35
Şekil 4.12. Sintine alarmının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi (kırmızı noktalar sintine alarmının alındığı lokasyonlardır).....	35
Şekil 4.13. Yangın alarmının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi	36
Şekil 4.14. Seyir modu etkin iken alınan kapı/hatch alarmlarının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi	36
Şekil 4.15. Tekne genel alarmının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi.....	37
Şekil 4.16. Alınan sintine, yangın, kapı/hatch ve genel alarmların vektör haritası üzerinde nokta yoğunluklu gösterimi (kırmızı işaretli yerler sintine alarmının, siyah işaretli yerler yangın alarmının, kahverengi işaretli yerler kapı/hatch alarmının ve yeşil işaretli yerler genel alarmın alındığı lokasyonlardır).....	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Prototipte kullanılan donanımların enerji tüketim verileri	15
Çizelge 3.2. Adresli ve konvansiyonel tip yangın algılama sistemleri arasındaki farklar	18



1. GİRİŞ

Günümüz teknolojisi ile üretilen gemiler belirli otoritelerin tarifini yapmış olduğu standartlara göre donatılmak zorundadırlar. Bu standartlar çeşitli tür ve büyüklükteki gemilerin nasıl bir gövde yapısının olması gerektiğine, gövde malzemesi kalınlık değerine, imalatta kullanılacak olan materyallerin türüne ve hatta çelik / alüminyum gibi metal bir gövdeye sahip bir teknenin imalatında çalışan bir kaynakçının sahip olması gereken kaynakçılık ehliyetinin sınıflandırılmasına kadar tanımlamalar yapmakta ve sınırlamalar getirmektedir. Bir gemide olması gereken sevk ve seyir sistemleri, alarm-izleme ve ihbar sistemleri ve olası acil durumlar için kullanılması icap eden aydınlatma, haberleşme, tahliye ve yangınla mücadele gibi acil durum sistemleri ilgili uluslararası kuruluşların belirlemiş olduğu kurallara göre gemiye uygulanmaktadır (Tarelko 2012). Sistemlerin seçimi ve kurulumundan, hangi zaman ve hangi şekilde kullanılacağına kararlarının verilmesine kadar yine aynı kuruluşların tarifini yapmış olduğu standartlar belirleyici olmaktadır. Yani, donanımsal ve fiziki olarak mükemmel bir şekilde imal edilmesi hedeflenen gemilerin güvenli ve işlevsel bir şekilde kalmasını sağlamak için gemilerin sevk ve idaresinden sorumlu; çarkçı, mühendis ve kaptan gibi gemi adamlarının deniz araçlarında hangi cihazı nasıl ve ne zaman kullanacağı gibi tanımlamalar da yine uluslararası kurallarda belirtilmektedir. Üretilen gemilerin bu uluslararası yönetmeliklere uygunlukları, gemilerin imal edilip ilk teslimlerinin yapılması ile tescillenmekte ve sigorta şirketleri de gemileri sigortalarken bu uluslararası kurallara uygunluklarına göre sigorta poliçelerini düzenlemektedirler. Denizlerde yaşanan arıza ve kazalarda da yine bu onaylı kuruluş yönetmeliklerine uygun şekilde teknenin sevk ve idaresinin yapılp yapılmadığı tetkik edilmekte ve çıkan sonuca göre geminin sigorta kapsamında uygunluğuna bakılmaktadır. Yaşanılan kazalarda, teknik cihazlardan kaynaklı teknik arızalar kolayca teşhis edilip tanımlanmakta ancak gemi adamları veya yolculardan kaynaklanan kullanıcı sebepli arızaların tespit ve teşhisi son derece güç olmaktadır. Bunun birincil sebebi; gemilerin konumlarını değiştirmeyip hareketsizken uyulması gereken kurallar ile geminin seyir ve sevk halindeyken uyulması gereken kuralların birbirinden farklı olmasıdır. Örneğin, gemilerin su geçmez kapılarının tekne demirliyken personel geçişlerine imkân verecek şekilde olması gerekirken, tekne seyir halindeyken de bu kapıların güvenlik sebebiyle kapalı olması gerekmektedir. Kapı kapalı değilken yapılan bir seyir COLREGs çatışma kurallarına aykırıdır. Ancak, hali hazırda gemilerin kapı durumlarını, sintine seviyelerini, yangın algılama sistemlerinin anlık durumlarını bildirmeleri gibi bir zorunlulukları yoktur. Halihazırda 300 GRT ve üzerindeki teknelerin sadece konumlarını, bağlı oldukları bayrak devleti kurallarına göre bildirme zorunlulukları olup, konumsal veri haricindeki bilgiler de gemi içindeki sunucularda tutulmaktadır.

Genel olarak her teknenin çevrimiçi bir gemi izleme ve ihbar sistemi (Vessel Monitoring System, VMS) olsa bile ilgili sisteme erişim yetkileri yine hataya sebebiyet vermiş olan veya olabilecek olan kişilerin elinde olduğu için ilgili verilere ulaşım kullanıcının onayına bırakılmaktadır (Zaher, Ibrahim, Al-Ameeri, ve Juwaied 2021). Yapılmak istenen çalışmada gemilerin konum bilgileriyle beraber teknelerin güvenliğini riske düşürebilecek durumlarda konum bazlı takibinin yapılması hedeflenmektedir. Böylece, gemiler seyir halindeyken kapılarının açıklık-kapalılık durumları, sintine bölgelerinde bulunan suların tehlike arz durumları gibi, deniz araçları için yaşamsal olan bilgilerin coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak anlık ve konumsal olarak internet

sunucuları üzerinden izlenmesine olanak sağlayacak bir güvenli seyir izleme sistemi geliştirilerek deniz araçlarının seyir güvenliğinin uzaktan takibinin yapılması hedeflenmektedir.

Uluslararası Denizcilik Organizasyonu'nun (International Maritime Organization, IMO) hazırlamış olduğu ve tüm dünyada geçerli olan COLREGs 1972 yılında yayınlanmış olup, bu kurallar gemilerin demirliken veya seyrüsefer halindeyken uygulamaları gereken kuralları, yine 1974 yılında yayınlanan SOLAS (Safety of Life at Sea) denizlerde can güvenliği için uyulması gereken kuralları ve ticari gemilerin inşası, teçhizatı ve işletilmesi ile ilgili minimum emniyet standartlarının belirlenmesini tarif etmektedir. 1976-1977 yıllarında meydana gelen bir dizi tanker kazası sonucunda da Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi (Marine Pollution, MARPOL) adlı sözleşmeyi kabul eden tüm ülkelerin deniz araçları için uygulanmaya başlanmıştır. Yayınlanmış olan bu kuralları kabul eden ülke gemilerinin ilgili kurallar doğrultusunda inşa edilip sevk ve seyrinin yine bu kurallar içinde yapılması zorunludur. Bu kurallara uymayan gemilere üye ülke karasularına giriş için izin verilmemektedir, aksi durumlarda ise ağır cezalar ile yaptırımlar uygulanmaktadır.

Küresel Konumlandırma Servisi'nin (GPS) 1978 yılında devreye alınması itibariyle 1980'li yıllarda küresel konumlandırma sistemlerinin gemilerin takibinde kullanılması ve gemi pozisyonlarının raporlanması üzerine çalışmalara başlanmıştır. Bu çalışmalar radyo ve radar, veri bağlantısı ve küresel konum sistemleri ile Uydu İletişim ve İzleme Sistemlerini kapsamaktadır (Swale 1990). Bu konumlandırma sistemleri sayesinde Volpe gibi Ulusal Ulaşım Seyrüsefer Merkezleri, deniz taşıtları trafik yönetim sistemlerinin ve kılavuzluk için elektronik yardımcılarının araştırılması, tasarımı ve geliştirilmesi için aktif olarak yer almıştır (Moroney 1997). Küresel Konumlandırma Sistemlerinin aktif olarak gemilere uygulanabileceğini kanıtlayan çalışmalar ve uygulamalar neticesinde, Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), gemilerin uydudan konumlarının takibinin yapılmasına olanak sağlayan Otomatik Tanımlama Sisteminin (Automatic Identification System, AIS) standartlarını belirleyerek programına almış, SOLAS-Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi-(Böl:V,Kural:19)'a dahil ederek 31 Aralık 2004 tarihinden itibaren uluslararası sefer yapan 300 GRT (Gross Ton) üzerindeki tüm gemilerin Ais Klas A bulundurmaları zorunda olduğunu bildirmiştir.¹ Gemiler yayınlanan kurallar gereği; konum, tekne ebatı (en, boy), tekne sınıfı (yat, tanker, kruze, balıkçı vs.) ve IMO numarası (teknenin Uluslararası Denizcilik Örgütü'ne kayıt numarası) gibi tekne özlük bilgilerini paylaşmak zorundadır. Bu bilgiler aynı zamanda diğer gemiler ve pilotaj sağlayıcısı servisleri tarafından da alınmakta olup, bu bilgilendirme denizde olası çarpışma durumlarının önceden gemi adamları tarafından tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. GPS teknolojisi ile paralel olarak 1991 yılında kullanılmaya başlayan Küresel Haberleşme Sistemleri (Global System for Mobile Communication, GSM) ile de tekneler için GPS alternatifi konumlandırma sistemleri çalışmaları yapılarak, gemiden

¹ Askeri ve savaş gemilerinin AIS bulundurma zorunluluğu yoktur.

sunucuya gönderilen veriler izlenmiş, gemi konumunun koordinatları, geminin yönü, bir ön gemideki engellerin mesafesi, geminin sürati ve gemi güzergahının uzunluğu gibi verileri GSM modülleri yardımıyla sunucuya iletmek için internet ağı kullanılmıştır (Winata ve arkadaşları 2021). Bir başka çalışmada Sawada ve Hirata (2023) GPS'e alternatif olarak Japonya'yı kapsayan QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) uydusunu kullanarak konumsal hassasiyeti daha yüksek gemi trafik haritası oluşturmuşlardır. Nokta yoğunluklu harita tekniğinin uygulandığı çalışmada, özellikle otonom araçların liman yavaşmalarında kullanabileceği GPS'ten daha hassas bir konumlandırma sistemi üzerinde başarılı olunduğu gözlemlenmiştir (Sawada ve Hirata 2023).

Çok sayıda gerçek zamanlı denizcilik bilgisi mevcut olmasına ve izleme yetkilileri tarafından kolayca erişilebilir olmasına rağmen, gemilerin tehlikeli veya yasadışı faaliyetlerde bulduklarının tespit edilmesi için mevcut verilerin işlenerek anlamlı hale getirilmesinin gerektiği; kaçak avlanma, izinsiz yük alma/boşaltma, deniz kirliliğine neden olma, korsan faaliyetler gibi birçok durum mevcuttur (Pitsikalis, Lisitsa, Totzke ve Lee 2022). Gerçek zamanlı Otomatik Tanımlama Sistemleri (Automatic Identification System, AIS) ile ilgili teknolojiler, ilgili tüm taraflar arasında daha yakın koordinasyon sağlamaktadır. Kaydedilen geçmiş AIS verileri, bir olaydan önce, sırasında ve sonrasında ne olduğuna dair fikir verir. Tarihsel AIS analizi operasyonel prosedürlerin temel bir modelini oluşturarak gelecekteki durumlar için planlamayı kolaylaştırmaktadır (Schwehr 2023). Gemi davranışını tanıma ve tahmin etme, riskli davranışların erken uyarısı, olası gemi çarpışmalarının belirlenmesi, deniz trafiği verimliliğinin iyileştirilmesi gibi konular için çok önemlidir ve bu nedenle; "akıllı denizcilik", navigasyon topluluğunda çok aktif bir konudur (Mounasri, Ujwala ve Gowthami 2022). Bu bağlamda yapılan bazı çalışmalar deniz taşımacılığında, müşterilerin beklentilerini karşılamak ve müşterilerin gecikme maliyetlerini düşürmelerine yardımcı olmak için gemi gecikmelerini önceden veya gerçek zamanlı olarak tespit etmek üzerinedir (Sungil, Heeyoung ve Yongro 2016). Gemi gecikmelerinin analiz edildiği veya derin deniz balıkçılığı için balıkçı gemilerinin avlanma güzergâhlarının belirlenmesi gibi çalışmalar araştırmacıları, gemilerde olduğu gibi gemilerin bulunduğu ortamlarında; rüzgâr hızı, akıntı hızı, derinlik, sıcaklık gibi bilgilerin anlık olarak takip edilmesi ihtiyacını doğurmuş, elde edilen bu verilerle oluşturulan algoritmalar deniz aktiviteleri için güvenli alanların haritalandırılması üzerine coğrafi bilgi sistemleri tabanlı çalışmalar yapılmasını sağlamıştır (Talib ve diğerleri 2021).

Gemi hareketlerinin tahmin edilmesi, gemilerde kullanılan ana makine, şanzıman, arıtma, ayrıştırma, transfer, dengeleme, depolama ve benzeri sistemlere ait verilerinin; J1939, ModBus, CanBus, N2K, gibi çeşitli haberleşme protokolleri ve Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT) veri kaynaklarını kullanarak VMS üzerinden takip edilmesini gerektirmekte olup, uzaktan gemi verilerini izleme; modern bir geminin işletilmesindeki en önemli adımlardan biri olmuştur. Bu nedenle her gemi kendine özgü VMS'ye sahiptir. Gemi içi izleme sistemindeki VMS; tank seviye, motor, hız gibi geminin teknik yaşamsal

verilerinin ve dış ortam kaynaklarından elde edilen konum, bölge, trafik yoğunluğu gibi dış ortam ile etkileştiği çoklu verilerinin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak tek bir platformda toplandığı ve gemi adamları, pilotaj uygulayıcı ve denetleyicileri için analiz, karar desteği ve uyarı oluşturma adına internet sunucuları üzerinden, anlamlı verilerin oluşturulduğu veya izleme merkezlerine bu anlamlı verilerin iletiildiği çalışmalar da gerçekleştirilmiştir (Lee, Kim, Yu ve Shin 2009; Cui ve Chang 2010; Golovan ve diğerleri 2020; Filippopoulos ve diğerleri 2022).

Bu tez çalışmasında, deniz aracı güvenlik sistemlerindeki geminin kapı ve geçiş menhol kapaklarının (hatch kapakları) açıklık-kapalılık durumları, sintine bölgesi seviye ihbar şamandıralarının aktiflik-pasiflik durumları ve yangın algılama dedektörlerinin aktiflik-pasiflik durumlarını ifade eden sistemlere ait genel alarm verilerini toplayan mikrodnetleyici tabanlı cihaz ve web tabanlı kullanıcı arayüzünün tasarımı ile cihazın prototipi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan prototip cihazda Atmel tabanlı mikrodnetleyicilerden Arduino UNO modülü kullanılmış olup, geminin izlenen verilerinden; yangın ihbarı, sintine seviye alarmı, kapı-hatch açık kapalı durumu ve genel alarm durumu bilgileri kullanılan sensörler vasıtasıyla mikrodnetleyici modülüne alınmış ve bu alınan verilerle beraber ilgili alarmların gerçekleştiği zamansal ve mekânsal veriler GPS / GPRS modülü ile doğrudan internet ortamındaki sunucuya aktarılmıştır. Oluşturulan prototipin elektronik tasarımını yapabilmek için ISIS – Proteus simülatör programı ve AutoCAD programı kullanılmıştır. İzlenen gemi alarm verilerinin toplanmasında ve bu verilerin internet ortamındaki sunucuya iletilmesinde kullanılan modüllerin programlanması için Arduino IDE programı ve internete gönderilen verilerin sunucuda tutulması için ThingSpeak platformu kullanılmıştır. İnternet sunucusunda depolanan konumsal verilerin haritalarının oluşturulmasında ise Matlab Visualization yazılımı kullanılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Deniz taşımacılığının emniyetli koşullar altında sağlanması ve olası deniz trafiğinde yaşanacak kazaların önlenmesi amacıyla gemiler için takip sistemleri geliştirmek yaygın olarak tercih edilen bir araştırma konusudur. Gemilerin takibi üzerine yapılan çalışmalar popüler olmasına karşın, bizzat takip edilen gemilerin teknik donanımları ve güncel standartlar karşısındaki yeterliliklerinin takibi ve denetlenmesi konusunda gerek ihtiyaç duyulan konuların teşhisinde gerekse birbirinden farklı gemi türleri üzerinde nitelikli uzman personel azlığı sebebiyle çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Gemilerin seyri esnasında uluslararası otoritelerin belirlemiş olduğu kurallara göre seyir yapılıp yapılmadığını otomatik olarak denetleyen bir sistem ise daha önce geliştirilmemiş ve bu tez konusunun belirlenmesinde bu eksikliğin giderilmesi hedef alınmıştır.

Gemilerin denetlenmesi ve teknik kontrollerinin yapılması Türk Loydu gibi IMO üyesi Liman Devleti Kontrolü kuruluşlarınca veya Lloyd's Register, RINA, Bureau Veritas gibi IACS (International Association of Classification Societies – Uluslararası Klas Kuruluşları Birliği) üyesi kuruluşlar ile periyodik aralıklarla yapılmaktadır (Wikipedia 2023). Ancak, gemi muayenesinde karşılaşılan en büyük zorluklardan biri, sınırlı süre ve nitelikli insan kaynağı ile birçok öğenin kontrol edilmesi gerekliliğidir. Bu nedenle Demirci ve arkadaşları (2023) tarafından, gemi denetimlerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik bir karar destek sisteminin geliştirilmesi üzerine gemilerin önceki denetimlerinde kaydedilen ve denetim sırasında tespit edilen eksikliklerine dayanarak gemiye özel ve dinamik bir gemi denetim metodu geliştirmiş olup yapılan bu çalışma gemi denetimleri üzerine yapılan son çalışmalardandır (Demirci ve Cicek 2023).

Gemilerin periyodik muayeneleri dışında mevcut önemli bilgilerinin izlenilmesi de gemilerden sorumlu teknik ekip için gemilerin sağlıklı bir şekilde hayatlarını sürdürebilmesi amacıyla hayati öneme sahiptir. Bu nedenle gemilerin sahip olduğu çok sayıdaki farklı sistemlerin ve bu sistemleri oluşturan motor, fan, valf, pompa, vb. ekipmanların; yağ basıncı, soğutma suyu sıcaklığı veya bu ekipmanların çalışıp-çalışmadıklarının takip edilmesi gerekir. Filippopoulos ve arkadaşları (2022) gemilerin ana sevk sistemlerinin önemli bazı parametrelerinin anlık olarak internet sunucularından izlenebileceğini gösteren örnek bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. İlgili çalışmada; ana makine motor devir bilgisi, gaz emisyon bilgileri, teknenin konum, rota gibi navigasyon bilgileri internet sunucusunda tutulmuş olup, ilgili çalışma ile bir gemi için görülmesi istenen verilerin gerçek zamanlı olarak internet ortamından takip edilebileceği gösterilmiştir (Filippopoulos ve arkadaşları 2022).

Gemilerden elde edilen gemiye özgü bireysel teknik verilerin, coğrafi bilgi sistemlerinde kitlesel faydaya pek katkı sağlamamasından sebeple bu alanda gemilerin bireysel teknik verilerinin izlenmesi ve analiz edilmesi için fazla çalışma gerçekleştirilmemiştir.

Bu nedenle, dünyamızın yaşamını sürdürmesinde belirleyici rol oynayan biz insanların geliştirdiği araçların, ekosistem üzerindeki etkisinin takibi ve bu etkinin ileride nelere yol açabileceğinin öngörülmesi üzerine olan çalışmalar coğrafi bilgi sistemlerinde daha çok tercih edilmektedir. Peel ve arkadaşlarının (2023) 2015'ten 2020'ye kadar Alaska sularındaki buzullarının azalmasıyla bağlantılı olabilecek gemilerin, deniz hareketliliğinde bir değişime sebep olup olmadığının araştırılması ve gemi hareketliliğinin neden olabileceği buzul kalınlığındaki incelenmenin tahmin edilmesi üzerine yaptığı çalışma CBS'de tercih edilen araştırma konularına bir örnektir (Peel, Gedikli ve Hendrikse 2023). Dünya mirasının gelecek nesillere aktarılmasına hizmet eden araştırma konularının yanı sıra gündelik yaşam dinamiklerinden önde gelen ticaretin sürekliliğini sağlamada ana rol oynayan gemiler için de çok sayıda çalışmalar yapılmaktadır.

Denizlerin çok geniş coğrafyalar olması ve herhangi bir ihtiyaç anında açık deniz koşullarındaki gemilerin ulaşılmasının ve yardım edilmesinin zor olması gemilerin takip edilebilirliğini önemli kılmaktadır. Gemilerin takibi noktasında birçok çalışma yapılmakta ve bu çalışmaların çoğu uydu resimlerine ve AIS verilerine dayanmaktadır. Ancak bu verilerdeki gecikmeler anlık seyir trafiğini tam olarak yansıtamamaktadır. Bu sebeple Xing ve arkadaşları (2023) liman girişindeki olası trafik kazalarının önlenmesi üzerine gemi hızlarının ölçülüp haritalandırılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Liman girişindeki kameradan alınan görüntülerde, görüntü işleme tekniği kullanılarak geminin en, boy, uzunluk gibi ölçüleri ve mevcut hız verisi elde edilmiştir (Xing, Wang, Qian, Pan ve Le 2023).

Uzaktan algılama ve görüntü işleme tekniği coğrafi bilgi sistemlerinde yaygın olarak kullanılan çok faydalı bir metottur. Günümüz görüntü işleme teknolojilerinin ilk temelleri Bertin (1983), Shneiderman (1996), Tufte (1997) ve Spence (2001) tarafından atılmış, Aresu ve Schwartz (2003) tarafından uydu resimleri üzerinden gemilerin konum ve ebat bilgilerinin yaklaşık değerlerinin alınması üzerine bir metod geliştirme çalışmaları yapılmıştır (Bertin 1983; Shneiderman 1996; Tufte ve Moeller 1997; Spence 2001; Aresu ve Schwartz 2003). Görüntü işleme tekniği ile gemilerin uydu takibinin yapılabildiği haritalar üzerinde gösterildiği ilk çalışmalar Kourti ve arkadaşları tarafından (2005) yapılmıştır. İlgili çalışma balıkçılık faaliyetlerinin uydu üzerinden uzaktan algılama ile takip edilmesine yönelik olup, yapılan çalışma ile faaliyet alanını belirten balıkçı gemilerinin belirttikleri lokasyonlar dışında da kaçak av faaliyetleri gösterdikleri raporlanmıştır. İlgili çalışmada gemilerin AIS verilerindeki koordinatları ile uydu resimlerinde gözükten koordinatları arasındaki farklılıkların analizi raporlanmıştır (Kourti ve arkadaşları 2005).

Coğrafi bilgi sistemlerinde gemi karakterlerinin ve davranışlarının, uydu görselleri ve gemilere ait AIS veri paketleri ile harita üzerinde görselleştirilmesi üzerine bir yöntem geliştiren Rodighiero (2010) gemilere dair konum, ebat, tür gibi veri setlerinin coğrafi bilgi sistemleri üzerinde görselleştirilmesine dair çalışmalar yapan ilk isimlerdendir (Rodighiero 2010).

Coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılan uzaktan algılama teknolojilerinin geliştirilmesi üzerine de çok sayıda çalışma yapılmış ve bu doğrultuda; Yu ve arkadaşları (2021) uydu üzerinden gemilerin tespit edilmesine yönelik farklı bir algoritma ile çalışan yeni bir metot geliştirmişlerdir. TWC-Net (Two-Way Convolution and Multiscale Feature Mapping) isimli yöntem diğer uzaktan algılama ile gemi belirleme metotları olan; RetinaNet; YOLOv4; SSD; Faster RCNN ile karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada SAR (Sentetik Açıklıklı Radar) uydularından alınan fotoğraflar üzerinden metotların performans sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmada karşılaştırılan veri setleri; gemi konumlarının doğruluğu, küçük ebatlı gemilerin haritada görünürlüğü ve ebatlarının gerçek ebatlarına yakınlığı olarak seçilmiştir (Yu ve arkadaşları 2021).

Giderek artmakta olan nüfus popülasyonunun getirmiş olduğu problemlerin teşhisinde ve çözümünde etkin olarak rol alan coğrafi bilgi sistemlerinde popülasyon yoğunluğunun analiz edildiği çalışmalar çeşitlilik kazanmaktadır.

Günümüzde kişi ve araç sayısının artması ile trafik yoğunlukları artmakta buna karşın trafik yoğunluğunu azaltmak için yol yenileme ve alternatif güzergâh üretme çalışmalarının, oturmuş şehir mimarilerinin çok imkân vermemesi sebebiyle yapılamadığı bir gerçekliktir. Bu nedenle artan trafik yoğunluğunun çözümündeki ana çözüm planlı ulaşım ve dolayısıyla sürücülerin trafik yoğunluklarına karşı anlık ve sürekli olarak bilgilendirilmesine dayanmaktadır. Şehir içi kara trafiğindeki caddelerin trafik yoğunluğunun anlık olarak takibi üzerine; Tejaswini ve arkadaşları (2023) internet sunucusu ThingSpeak üzerinden anlık takibin yapılabileceğini gösteren bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada trafik lambası prototipleri üzerine ultrasonik sensörler konuşlandırılmış ve trafik lambasının kontrol ettiği kavşaktaki yoğunluğun durumuna göre trafik yoğunluğunun fazla olduğu yolun trafik ışığını öncelikli olarak yakan bir akıllı trafik lambası prototipi üzerinden bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmada aynı zamanda trafik yoğunluğu bilgisi sunuculara aktarılmış ve sürücülerin anlık olarak trafik takibini yapabileceği bir yöntem önerilmiştir (Tejaswini, Karthik, Rajesh, Vismitha ve Aditya 2023).

Trafik sorunlarının yanı sıra trafikte seyreden araç ve kişilerin takibi üzerine de coğrafi bilgi sistemleri üzerinde çalışmalar yapılmış, Haznedar ve arkadaşları (2021) mikrodenetleyici modüller ile almış oldukları yolcu bilgilerini ve yolcunun binmiş olduğu aracın coğrafi bilgi sistemlerinde anlık konumunu izleyen bir araç takip sistemi geliştirmiştir. Yapılan çalışmada yardımcı RFID okuyucu donanımlar ile yolcuların bilgileri alınmış ve aracın sürat, güzergâh, konum gibi bilgilerinin anlık olarak bir harita üzerinden izlenmesi gerçekleştirilmiştir. Gerçeklenen çalışmada veriler Wi-Fi ile bir internet sunucusuna gönderilmiş ve sunucu üzerinden araç, kişi ve acil durum butonu aktiflik-pasiflik durumları incelenmiştir. İnternetin kesildiği noktada ise durum bilgileri SMS mesajları ile tanımlanmış kullanıcılara iletilmiştir. Yapılan çalışma ile araç filo ve personel takibi yapılması hedeflenmiştir (Haznedar, Hasoglu, Akgul, Çinkiliç ve Yaşar 2021).

Yapılan çalışmalar yalnızca araç ve kişi takipleri üzerine olmayıp taşımacılık sektöründe bir noktadan başka bir noktaya sevk edilen malzemelerin de coğrafi bilgi sistemleri üzerinde takip edilmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Malzemelerin palet üzerinde, kasa veya konteyner içinde nakledilmeleri sonucunda seyahat halindeki malzemeler birçok taşıma işlemine maruz kalmakta ve birçok farklı ortamda bulunmaktadır. Bu taşınma işlemleri sırasında ürünler her ne kadar kilitli olsa da bu kilitler kırılabilen ve taşınan malzeme art niyetli kişilere karşı korumasız kalabilmektedir. Syahwir ve arkadaşları (2019) izni olmayan kişilerin müdahalesine karşı ilgili kişi ve birimleri uyarabilen bir akıllı kilit prototipi geliştirmiş ve aynı zamanda ThingSpeak sunucuları üzerinden ilgili kilidin 40 saniyede bir anlık konumunun takip edilebildiği bir çalışma gerçekleştirmişlerdir (Syahwir ve arkadaşları 2019).

Artan deniz taşımacılığı faaliyetleri neticesinde limanlarda biriken gemilerin sebep olduğu tıkanıklıklar uzun bekleme ve bekleme kaynaklı ticari kayıplara sebep olmaktadır. Bu nedenle deniz trafiğinin anlık ve mevcut verilerin analizi ile yakın gelecekteki tahmini yoğunluklarının saptanması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Chen ve arkadaşları (2023) AIS verilerine göre gemi yörüngelerindeki sıklığı analiz etmek için bir metot geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonuçları, AIS gemi verilerine dayalı konteyner limanları için izleme ve değerlendirme sisteminin, liman sıklık durumunu etkili bir şekilde izleyip değerlendirebildiğini ve limanlar, gemi işletmeleri, kargo sahipleri ve nakliye acenteleri gibi tedarik zincirindeki tüm tarafların karar vermelerine yardımcı olabileceğini göstermiştir (Chen, Ye ve Shi 2023).

Zhang ve arkadaşları (2023) ise insansız otonom deniz araçları için bir çarpışma önleyici sistem üzerinde çalışmışlardır. Özellikle seyir güzergahındaki gemilerin olası güzergâh dışı hareketlerini tahmin etmeye çalışan sistem, otonom deniz aracının olası bir çarpışmadan kaçınmak için mevcut güzergahını değiştirmeden rotası üzerinde kısa bir kaçış rotasının çizilmesi ve çarpışmaya karışması muhtemel diğer gemilerin uyarılması üzerine çalışmaktadır. Çalışma sonuçları, hedef gemilerin aniden rota değiştirmesi veya hız değiştirmesi gibi çok gemili karşılaşma durumlarında çarpışmayı önlemek için etkili bir sistem olduğunu göstermektedir (Zhang ve arkadaşları 2023).

Syed ve Ahmed (2023) gemilerin AIS veri paketlerini kullanarak ilgili gemilerin seyahat rotalarının harita üzerinde görselleştirerek seyahatlerin tematik haritalarını oluşturmuşlardır. 327 adet gemiye ait AIS verilerin işlendiği çalışmada gemilerin planlı normal davranışları ve anormal davranışlarının analiz edilmesi ile gemilerin planlanan seyirlerinin tutarlılık oranları hesaplanmış ve bu orana göre ilgili gemiler puanlanarak bir tutarlılık indeksine göre çalışmadaki gemileri sınıflandırılmışlardır (Syed ve Ahmed 2023).

İhtiyaçlar doğrultusunda dönemseller veya anlık haritalar oluşturmak coğrafi bilgi sistemlerinin üzerinde çalıştığı ana konular arasındadır. Haritalandırma ile alakalı çok sayıda çalışma yapılmış olmasına karşın, deniz haritalarının kara haritalarına nazaran

daha çeşitli türlerine ihtiyaç duyulması sebebiyle coğrafi bilgi sistemlerinde deniz haritalarının geliştirilmesi üzerine çok sayıda çalışma yapılmaktadır.

Deniz haritalarının oluşturulması, karasal haritaların oluşturulmasından daha fazla detaya ihtiyaç duyduğu için daha karmaşık ve zordur. Karasal haritaların çıkarılmasında günümüzde uydu fotoğraflarından rahatlıkla faydalanılmakta ancak tam kapsamlı deniz haritalarının oluşturulması için deniz altı taramalarına da ihtiyaç vardır. Deniz altı habitatının belirlenmesi, deniz dibinin kum mu, çakıl mı, kayalık mı olduğunun anlaşılması, akıntı türleri ve şiddetlerinin belirlenmesi gibi konular deniz taramaları neticesinde en yüksek doğrulukla denizcilik haritalarına işlenebilmektedir. Uydu üzerinden temin edilen verilerle oluşturulan deniz haritaları sadece rota işaretlenmesinde kullanılabilirler. Denizcilik için üretilmiş haritalar ise avlanma noktalarının öğrenilmesinden, pilotaj destek kulelerinin nerede olduğu bilgisinin teminine kadar birçok konuda kullanılmaktadır. Denizcilik haritalarında bekleme için çapa atılabilecek yerlerin veya çapa atılmasının yasak olduğu yerlerin de işaretlemeleri yapılmaktadır. Ancak, 2021 yılında Süveyş kanalında sıkışıp kalan “Ever Given” isimli dev konteyner gemisinin sebep olduğu gemi trafiğindeki kesinti, geçiş için gelen diğer gemilerin güzergahlarına devam edememelerinden sebeple, bekleme trafiğinde bir yoğunluğa ve istemsiz de olsa sürüklenmekten kaçınmak amacıyla denize bırakmış oldukları çapaların deniz altı yaşam alanlarına zarar vermiş, Davis ve arkadaşları (2022) yılında deniz altı yaşam alanlarının korunmasına yardımcı olabilecek, henüz demirleme haritası yapılmamış yerler ve Ever Given vakasında yaşanan durumun benzerlerinde gemilerin kullanabileceği bir demirleme haritasının üzerinde çalışmışlardır. Haritaların oluşturulmasında trafik yoğunluğunun olduğu yerlerin belirlenmesi için gemilerin AIS verileri alınmış ve gemi ticaretinin seyrettiği güzergâhlar üzerinde çalışılmıştır. Dünyadaki ticaretinin %80’inden fazlasının deniz taşımacılığı üzerinden yapıldığı düşünülürse, bu ticaret taşımacılığını sağlayan 48.000’den fazla yük gemisinin oluşturduğu filonun deniz altındaki yaşamı tehdit etmemesi için denizcilerin bilgilendirilmesi ve yönlendirilmesi gelecek nesillerimiz için çok değerli çalışmalar arasındadır (Davis ve arkadaşları 2022).

Gelecek nesillere yaşanılabilir bir ortam bırakmak için yapılan çalışmalar coğrafi bilgi sistemlerinin konuları kapsamındadır. Bu bağlamda hava temizliği ölçümleri günümüz IoT teknolojileri vasıtasıyla yapılabilmekte ve elde edilen veriler ile gerçek zamanlı hava, deniz, göl gibi doğal kaynaklarımızın temizliğine dair ilgili parametrelerin takibi yapılabilmektedir.

Bu amaçla, Herts ve arkadaşları (2018) ThingSpeak sunucuları üzerinden Ukrayna Druchba şehri merkezi için 2 dakikada bir güncel veri akışının sağlandığı gerçek zamanlı olarak havadaki partiküllerin takibinin yapılabildiği bir çalışma gerçekleştirmiş ve ilgili çalışmada seçilen bölge için hava kalitesinin ölçüm sonuçları gösterilmiştir. Çalışmada havada asılı olan ölçülebilmemiş partiküllerin büyüklük dağılım oranları,

havadaki karbondioksit miktarı, hava sıcaklık ve nem oranlarının 6 aylık bir periyod boyunca ölçüm sonuçları yayınlanmıştır (Herts, Tsidylo ve Herts 2018).

Benzer bir konuda Sindwani ve arkadaşları (2023) yine ortam kalitesini ölçen bir çalışma gerçekleştirmiş ve elli saniyede bir tekrarlanan ölçüm metodu ile havanın ve ortamın ThingSpeak sunucuları üzerinden anlık takibinin yapıldığı bir çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada ortam kalitesini belirlemede izlenen veriler ise; hava sıcaklık ve nem miktarı, atmosferik basınç, yanıcı gazların havadaki miktarları, havadaki karbondioksit ve karbonmonoksit dağılımları ile ortamdaki gürültü seviyeleridir (Sindhvani, Vashisth, Chauhan, Talukdar ve Dhabliya 2023).

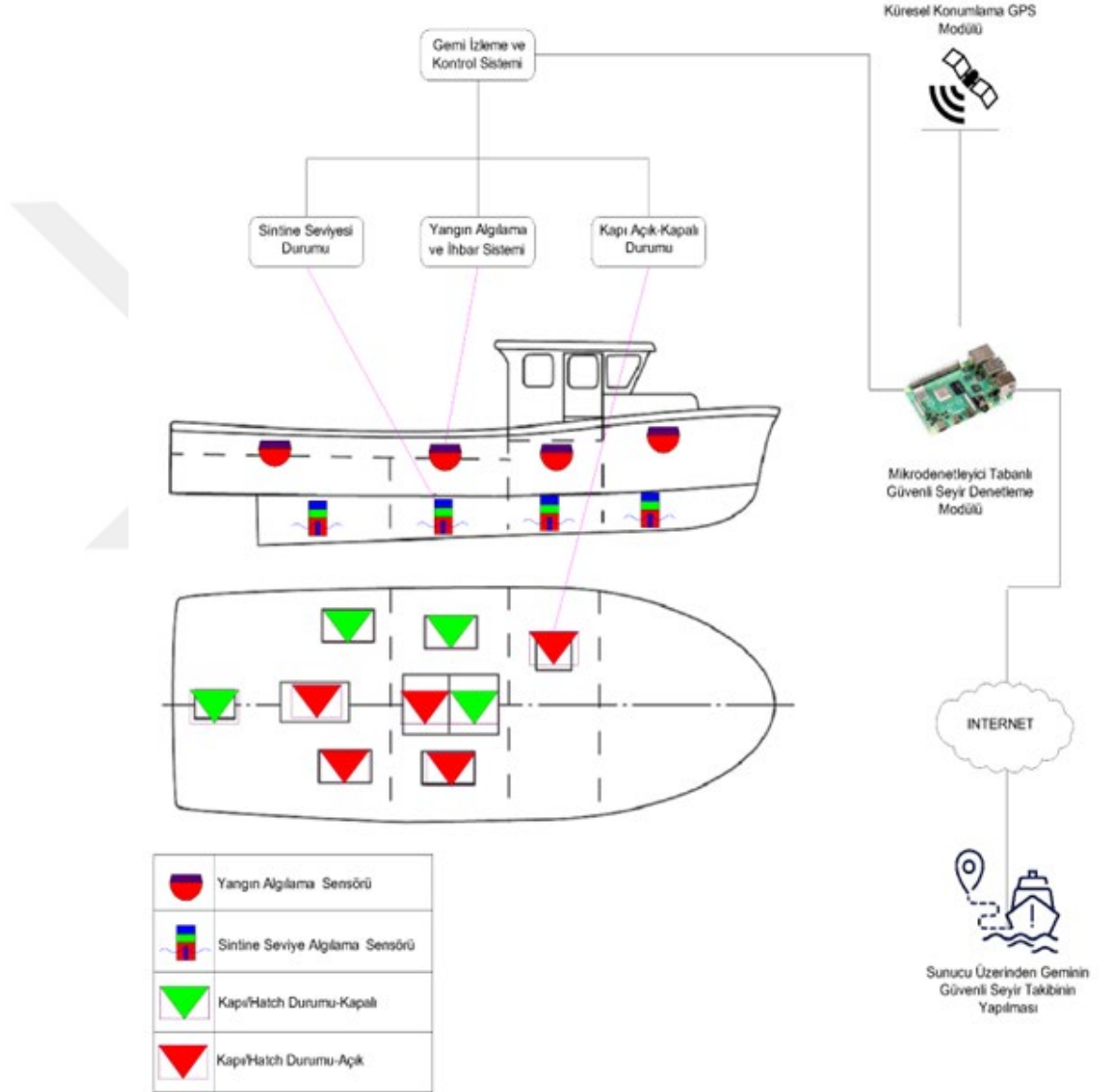
Dünya ticaretinin denizler üzerinden yürütülüyor olması gemilerin ve gemiler ile doğrudan bağlantılı liman işletmeleri, şamandıralar, deniz fenerleri gibi bileşenlerin önemini artırmakta ve denizcilik sektöründe faaliyet gösteren tüm işletmelerin farklı ihtiyaçlarını karşılamak üzerine gemilere dair özel veriler türetilmektedir. Bu verilerin depolanması, işlenip analiz edilmesi ve arşivlenmesi üzerine sunuculara ihtiyaç duyulmakta, gemi ve deniz verilerine özel bu sunucuların geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır (Park, Yang ve Kim 2023).

Yapılan tez çalışmasında mikrodenetleyici modülleri ile doğrudan sorunsuz bir şekilde veri alış-verişi yapabilen ve son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda popülerliği giderek artan ThingSpeak sunucusu kullanılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Tasarlanan Güvenli Seyir Takip Sistemi

Geliştirilen sistem, bir geminin güvenli seyrinin takibi amacıyla yangın algılama, sintine seviyesi algılama, kapı-hatch durumunu algılayıcıları ile verileri toplayan mikrodenetleyici modülden oluşmaktadır. Mikrodenetleyici modülden GPRS teknolojisi ile internet üzerinden uzak sunucuya gönderilmektedir. Sistem çalışma prensibi Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Güvenli seyir takibi sistemi çalışma prensibi (Endaze 2020)

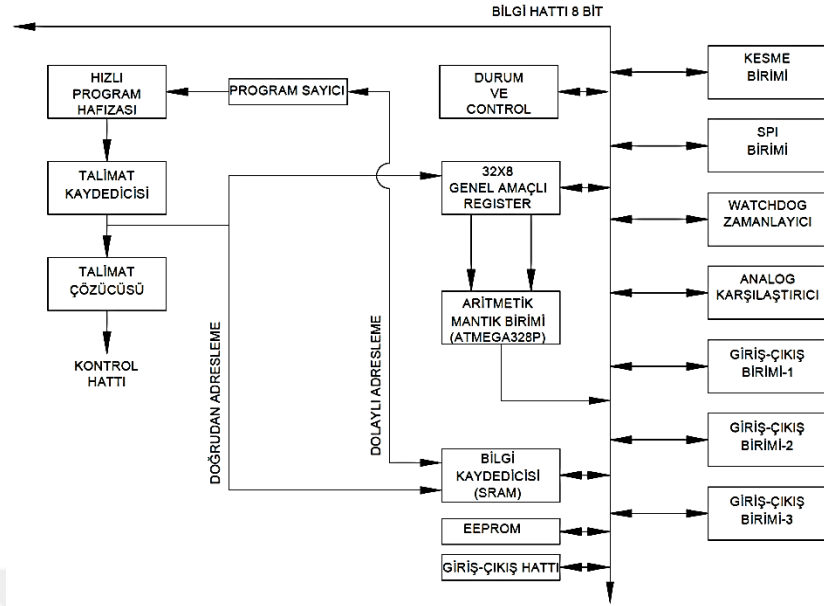
Aşağıdaki başlıklarda kullanılan materyallerin tanıtımı yapılmıştır.

3.2. Prototipte Kullanılan Donanımlar

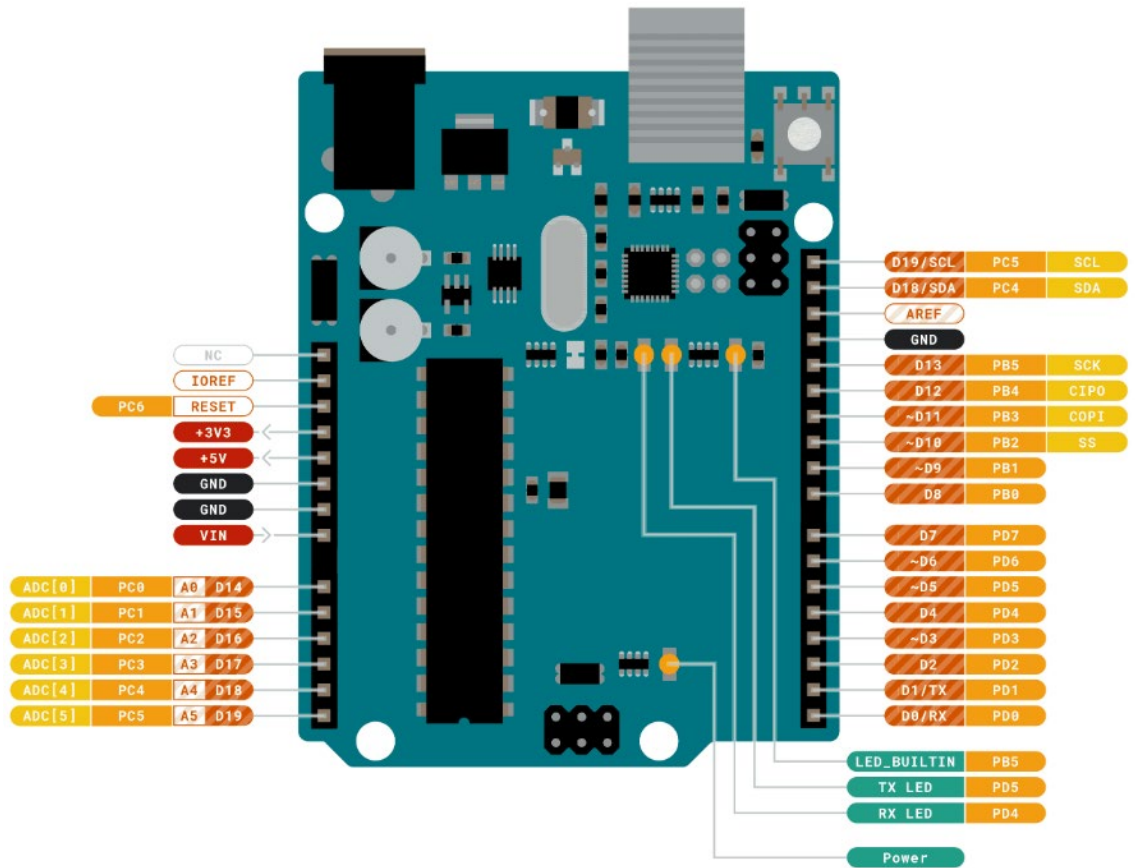
3.2.1. Mikrodenetleyici

Mikrodenetleyiciler, literatürde kısaca MCU, MC veya μ C olarak bilinen küçük bilgisayarlardır. Mikrodenetleyiciler, hafıza birimi, programlanabilir giriş/çıkış çevre birimleri ve bir veya daha fazla işlemci biriminden oluşur. Bu denetleyiciler, sürekli programlanmaya ve işlev değişikliklerine imkân veren kişisel bilgisayarlarda kullanılan mikroişlemcilerin aksine genelde belirli bir amaç için çalışan gömülü uygulamalarda kullanılırlar. Belirli bir hafızaları ve giriş/çıkış birimlerine sahip olmaları vesilesiyle yalnız çalışabildikleri gibi harici elektronik devrelerle de iletişim kurabilir, ihtiyaca yönelik gerekli uygulamaların ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Sahip oldukları veya iletişim kurdukları analog-dijital çevirici birimleri sayesinde sensörlerden her türlü verinin alınmasında ve anlamlı verilere dönüştürmek amacıyla alınan verilerin oluşturulan fonksiyonlarla yorumlanmasında kullanılabilirler. Çok küçük ebatlarda ve çok düşük bütçelerde, düşük güç sarfiyatlarının olmasına karşın yüksek performanslı olmaları sebebiyle gömülü sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Giyilebilir teknolojilerde (saat, gözlük, kulaklık vs.), tüketici ev elektroniği cihazlarında (televizyon, çamaşır makinesi vs.), el aletlerinde (matkap, hilti vs.), ev otomasyon sistemlerinden endüstriyel otomasyon sistemlerine kadar pek çok uygulamada mikrodenetleyiciler kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında Atmega328P mikrodenetleyici ailesinin kullanıldığı açık kaynaklı Arduino Uno mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır. Şekil 3.2’de Atmega328P mikrodenetleyici blok şeması gösterilmiştir. Şekil 3.3’te kullanılan mikrodenetleyici kartı ve bacak tanımlamaları gösterilmiştir. İlgili modülün herhangi bir programlayıcıya ihtiyaç duymadan direk USB portu üzerinden programlanabiliyor olması, açık kaynak kodlar kullanıldığı için olabilecek muhtemel programlama hatalarına karşın geniş ölçekli teknik destek sağlanabiliyor olması, harici çevre birimleri ile entegrasyonunun kolay olması ve modülün ekonomik olması sebebiyle bu projede Arduino UNO mikrodenetleyici modülü tercih edilmiştir.



Şekil 3.2. Mikrodenetleyici blok şeması



Şekil 3.3. Mikrodenetleyici kartı Arduino UNO ve bacak tanımlaması (Anonymous 1)

Arduino UNO' ya ait özellikler aşağıda verilmiştir (Arduino UNO Rev3 with Long Pins):

- Mikrodenetleyici: Microchip ATmega328P
- Çalışma Gerilimi: 5 Volt
- Besleme Giriş Gerilimi: 7 ila 12 Volt
- Dijital I / O pinleri: 14 (3, 5, 6, 9, 10 ve 11 numaralı pinler PWM çıkışı sağlayabilir)
- UART: 1 - I²C: 1 - SPI: 1
- Analog Giriş Pinleri: 6
- Her bir pin için DC Akım/O Pin: 20 mA
- 3.3 V pin için DC akım: 50 mA
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- Çalışma Frekansı: 16 MHz
- Uzunluk: 68.6 mm- Genişlik: 53.4 mm - Ağırlık: 25g

3.2.2. Sim808 GPS-GSM-GPRS modülü

GPRS (General Packet Radio Service/Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri), GSM ve TDMA ağları için geliştirilmiştir. Verilerin mevcut GSM şebekeleri üzerinden saniyede 28,8 KB'tan 115 KB'a kadar varabilen hızlarda iletilebilmesine imkân veren, cep telefonu, dizüstü bilgisayar ve diğer mobil cihaz kullanıcılarına kesintisiz internet bağlantısı sunan paket temelli veri taşıyıcı bir mobil iletişim servisi (Taşpınar, Koçak ve Sabah 2001) Bu tez çalışmasında Simcom firması tarafından geliştirilen Sim808 GSM/GPS/GPRS modülü kullanılmıştır. İlgili modül Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

SIM808 Modülü, uydu navigasyonu için GPS teknolojisini birleştiren eksiksiz bir dört bantlı GSM/GPRS modülüdür. GPRS ve GPS'i tek bir modüle entegre eden kompakt tasarım, kullanıcıların konum özellikli uygulamalar geliştirmesi için zaman ve maliyet açısından önemli ölçüde tasarruf sağlamaktadır. Endüstri standardı bir arayüze ve GPS işlevine sahip olan bu cihaz, konumu takip edilmek istenen her türlü nesnenin şebeke sinyali kapsamı ve imkanları doğrultusunda her yerde ve her zaman sorunsuz bir şekilde izlenmesine olanak tanır. Şekil 3.5'te prototipin konum alma ve veri ileme blok diyagramı gösterilmiştir. Sim808'e ait özellikler aşağıda gösterilmiştir (SIM808 2022):

- Besleme gerilimi 2.4 V- 4.4 V
- Çalışma frekansı; GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900

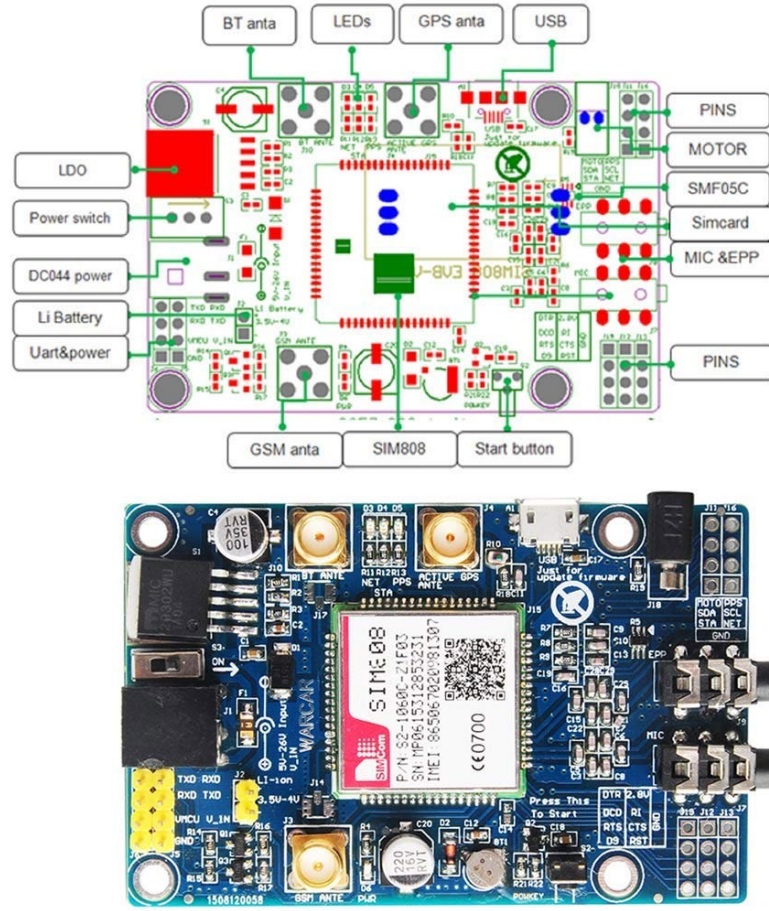
- İletim gücü: GSM 850 ve EGSM 900 için Class 4 (2W), DCS 1800 ve PCS 1900 için Class 1 (1W)
- Veri indirme / yükleme hızı: 85.6 kbps / 85.6 kbps

3.2.3. Güç kaynağı

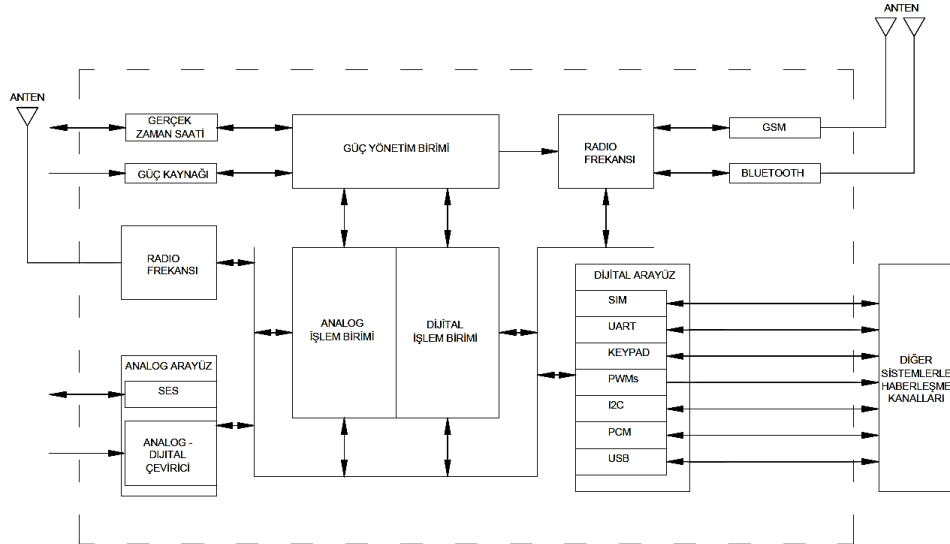
Geliştirilen prototip, batarya ve AC şebekeye bağlı bir güç kaynağı ile çalışabilmektedir. Gemilerin tabi olduğu bayrak kurallarına göre zorunlu radyo-navigasyon cihazları kullanıldıkları geminin metraj ve gros tonaj hesabına göre üç saat ila altı saat arasında kendi bataryası veya acil durum bataryasından beslenmesi gerekmektedir. Geliştirilen prototip 5V-12V DC voltaj aralığında çalışmaktadır. Yüzde seksen verimle çalışan bir batarya gurubu ve altı saatlik kesintisiz bir çalışma için 12 V besleme voltajı sağlayan yaklaşık 5.400mA'lık bir batarya gurubu gerekmektedir.

Çizelge 3.1. Prototipte kullanılan donanımların enerji tüketim verileri

Donanımın İsmi	Enerji Sarfıyatı: Stand-by	Enerji Sarfıyatı: Tam kapasite
Mikrodenetleyici	27,85 mA	100 mA
GPS-GSM-GPRS Modül	20 mA	500 mA
Yakınlık Sensörü	19 mA	100 mA
Sintine Seviye Sensörü	-	-
Yangın Algılama Sensörü	10 mA	18 mA



Şekil 3.4. Sim808 Haberleşme Birimi bacak yapısı (SimCom 2021)



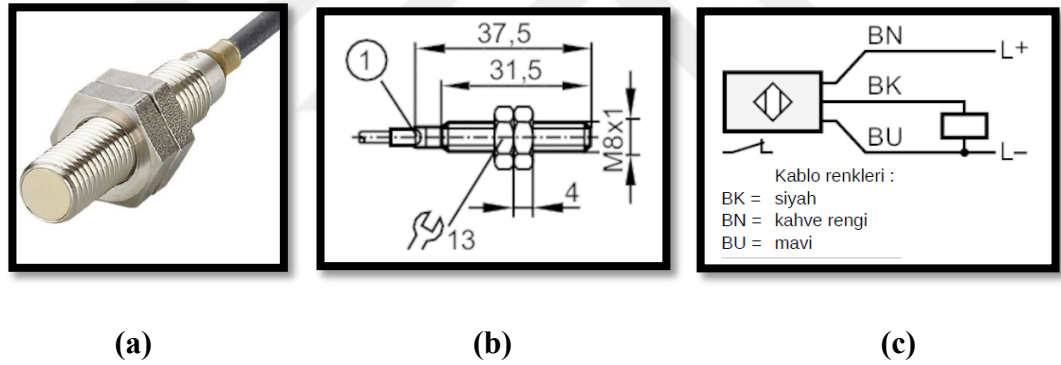
Şekil 3.5. Sim808 Haberleşme Birimi Fonksiyon Blok Diyagramı

3.2.4. Yakınlık (Proximity) sensörü

Kontrol ve otomasyon sistemlerinde yaygın olarak kullanılan yakınlık (proximity) sensörleri, herhangi bir fiziksel temas olmaksızın yerleştirildikleri bölgedeki cisimlerin varlıklarını geliştirildikleri algılama mesafesine göre fark etmektedirler. Genel olarak bir elektromanyetik alan içindeki değişimleri veya elektromanyetik ışımada yansıyan sinyallerin değerlendirilmesi üzerine çalışan bu sensörler; endüktif yakınlık sensörü, kapasitif yakınlık sensörü, optik yakınlık sensörü ve ultrasonik yakınlık sensörü olmak üzere genel olarak dört çalışma sınıfında gruplanırlar.

Her türlü sıvı ve malzemenin algılanmasında kapasitif tip yakınlık sensörleri, metal nesnelere algılamak için ise endüktif tip algılama sensörü kullanılmaktadır. Endüktif ve kapasitif yakınlık sensörleri kısa mesafeler için kullanılırlar (0-10 cm). Daha geniş algılama alanları için optik ve ultrasonik yakınlık algılama sensörleri kullanılmaktadır. Işık demetinin çok fazla yol kat edemediği ve kaynağına geri dönemediği en geniş yüzeyli alanlarda ise ultrasonik yakınlık algılama sensörleri kullanılmaktadır. Özellikle günümüzde yüzey alanların haritalarının oluşturulmasında, deniz seviyesi derinlik ölçümlerinde, balık bulucu uygulamalarında, derin tankların seviyesinin ölçülmesinde ultrasonik yakınlık algılama sensörleri kullanılmaktadır.

Tez çalışmasında yakınlık algılama sensörü olarak Şekil 3.6'da gösterilen IFM markasına ait IES204 ürünü kullanılmıştır.



Şekil 3.6. a) Yakınlık sensörü genel görüntüsü; **b)** Yakınlık sensörü teknik ölçüleri; **c)** Yakınlık sensörü bağlantı şeması ve kablo tanımlamaları

Yakınlık sensörüne ait özellikler aşağıda gösterilmiştir (IFM Electronic gmbh 2023):

- Elektriksel yapı: PNP
- Çıkış fonksiyonu: normalde kapalı
- Algılama mesafesi: 3 mm
- Çalışma voltajı ve sıcaklığı: 10 V-30 V / -40...85 °C
- Koruma sınıfı: IP 68

3.2.5. Optik duman ve ısı dedektörü

Birçok bayrak devleti kuruluşu standartlarına göre; içlerinde barındırdıkları ana makine ve jeneratörlerin toplam kurulu gücü 750 KW ve üzerinde olan tüm yat ve gemilerin metraj uzunluklarına bakılmaksızın, denizcilik uygulamaları için elverişli olduğunu gösteren tip onay sertifikasına sahip, sabit tip yangın algılama ve ihbar sistemi barındırması gerekmektedir (CYC 2020). Yangın algılama sistemi konvansiyonel veya adresli tip olarak seçilebilir. Her iki uygulama türünün de birbirine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Çizelge 3.2’de iki sistem arasındaki farklılıklar ifade edilmiştir.

Çizelge 3.2. Adresli ve konvansiyonel tip yangın algılama sistemleri arasındaki farklar

Adresli tip yangın algılama sistemi	Konvansiyonel tip yangın algılama sistemi
AVM, Havaalanı gibi kompleks yerleşim yerlerinde kullanılır	Bina, depo, atölye gibi az bölme sayısı olan yerlerde kullanılırlar
Bir hatta 127 adete kadar dedektör, çağrı butonu bağlanabilir	Bir hatta 25 adete kadar dedektör bağlanır
Hat başı ve sonu kontrol noktasında ayrı ayrı geldiği için hat kopmalarından etkilenmez	Kopan hat sonrasındaki alanlarda algılama sistemi haberdar olamaz ve sistem zafiyete uğrar
Noktasal adresleme yaptıkları için ikaz verilen yer kesin olarak bilinir	Bölgesel algılama yaptıkları için ikaz verilen adres kesin olarak belli değildir.
Mühendislik ve saha uygulamaları daha karmaşıktır	Uygulama ve projelendirmeleri daha kolaydır
Kurulum maliyetleri yüksektir.	Kurulum maliyetleri daha ekonomiktir.

Çizelge 3.2’de hatlara bağlanılan dedektör sayıları normal karasal uygulamalar için geçerli olup, denizcilik uygulamalarında bir dedektör hattına en fazla sekiz dedektör bağlanılabilir (CYC 2020). Deniz araçlarında mutfak, çamaşırhane gibi dumanın olabileceği yerler için ısı dedektörleri, sigara içilmesi muhtemel yaşam alanı yani insanların yoğunlukla vakit geçirdikleri yerler için duman dedektörleri, ısının ve dumanın beraber gözükebileceği makine dairesi, atölye gibi teknik alanlar için ısı ve duman algılaması yapan çoklu algılayıcılar (multi dedektörler) kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında Teknim markasının TSD-5151 model numaralı röle tabanlı optik duman-ısı dedektörü kullanılmıştır (Teknim 2023). Şekil 3.7’de ilgili dedektör gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Duman ve ısı dedektörü

Duman ve ısı dedektörüne ait özellikler aşağıda gösterilmiştir (Teknim 2023):

- 360° görüş için iki farklı led desteği
- Hata ve alarm durumu için iki farklı renk LED (mavi/kırmızı)
- Alarm olarak algılanabilecek geçici sinyallerin reddedilmesi
- Durum göstergeleri için kullanılan iki LED
- Kolay temizlenebilir duman odası
- Çalışma tipi optik ve ısı algılamadır
- Alarm çıkışı normalde kapalı kuru kontaklıdır
- Besleme voltajı 12-32 V'tur
- Sükûnet akımı 10 mA
- Alarm çıkışı 18 mA
- Çalışma sıcaklığı -10°C ... 70°C
- Koruma sınıfı IP30

3.2.6. Sintine seviye algılama şamandırası

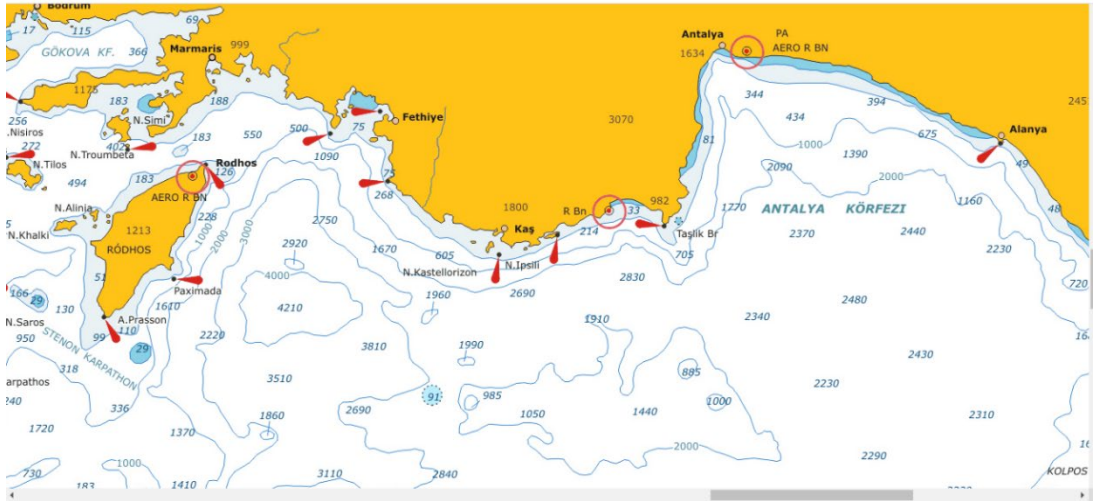
Deniz araçlarında gövdenin su hattı altında kalan en derin iç bölgelerine sintine denir. Makinalardan ve güverte giderlerinden akan veya sızan su, deniz suyu, makine yağları gibi bilimum akışkanlar gemilerin bu sintine bölgelerinde toplanırlar. Sıvıların toplandığı bu bölgeler gözden ve denetimden uzak olduğu için takiplerinin yapılması özelleşmiş donanımlar ile mümkün olmaktadır. Deniz araçları için sintine seviyelerinde biriken sıvıları izlemek için tasarlanmış algılayıcılara sintine seviye algılama şamandırası denir. Bu şamandıraların çalışma prensibi oldukça basittir. Paslanmaz çelik bir gövde içerisine konumlandırılmış bir şamandıra, bulunduğu bölgeye sıvı geldiği zaman sıvıların kaldırma kuvvetine maruz kalmak suretiyle yukarı çıkmakta ve donanımın içinde barındırdığı bir mikro anahtarı kapatarak veya açarak sinyal geçişini sağlamakta veya

- AC veya DC voltajlarda çalışabilme; (AC 230 V; 40 VA; 1 A), (DC 230 V; 20 W; 0,5 A);
- Çalışma sıcaklığı -40°C ... 80°C
- Koruma sınıfı IP68

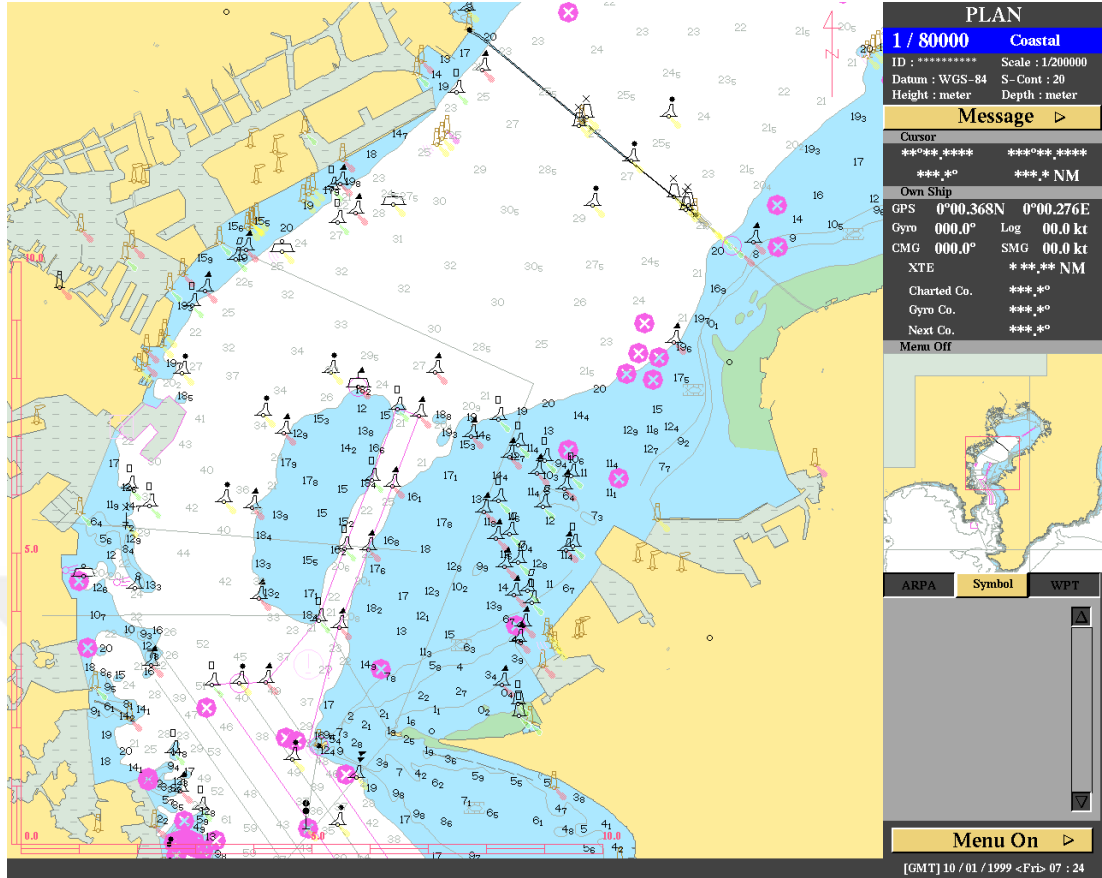
3.2.7. Tematik haritalama

Günümüzde birçok alanda kullanılan tematik haritaları, belirlenmiş bir amaç doğrultusunda belirli bir veya daha çok konuyu harita üzerinde görsel olarak yansıtmakta kullanılan bir araç olarak ele almak gerekir. Tematik haritalar, tematik verinin bulunduğu coğrafyada gösterilmek amacıyla üretilir. Harita üzerinde tasarım, coğrafi konum ve tematik veri ilişkisi kurularak yapılır. Tematik veriye uygun gösterim teknikleri belirlenerek, veriler uygun sunum yöntemleri ile haritalara aktarılır (Tüzel 2008).

Denizcilik sektöründe haritalar çok büyük bir öneme sahiptir ve gemiler seyirlerini denizcilik haritalarına göre gerçekleştirirler. Denizcilik haritaları karasal haritalara göre çok daha fazla bilgi ihtiva ederler. Deniz derinliği, avlanmanın-dalışın-demirlemenin yasak olduğu yerlerin bilgisi, akıntıların yer ve şiddet bilgisi, fener ve kayalıkların bilgisi gibi daha birçok bilgi denizcilik haritalarında yer almaktadır. Seyre çıkacak olan gemilerin basılı veya elektronik haritalarını yanlarından bulundurmaları gerekmektedir (CYC 2020). Şekil 3.9'da basılı bir denizcilik haritasının örneği ve Şekil 3.10'da ise elektronik bir haritanın örnek gösterimi gösterilmiştir.

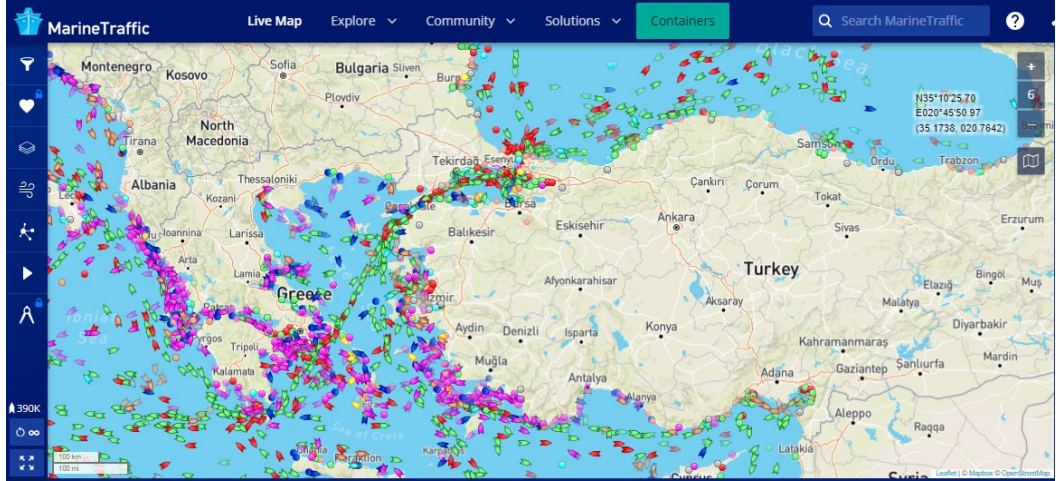


Şekil 3.9. Türkiye Doğu Akdeniz deniz seyir haritası (Anonim 1)

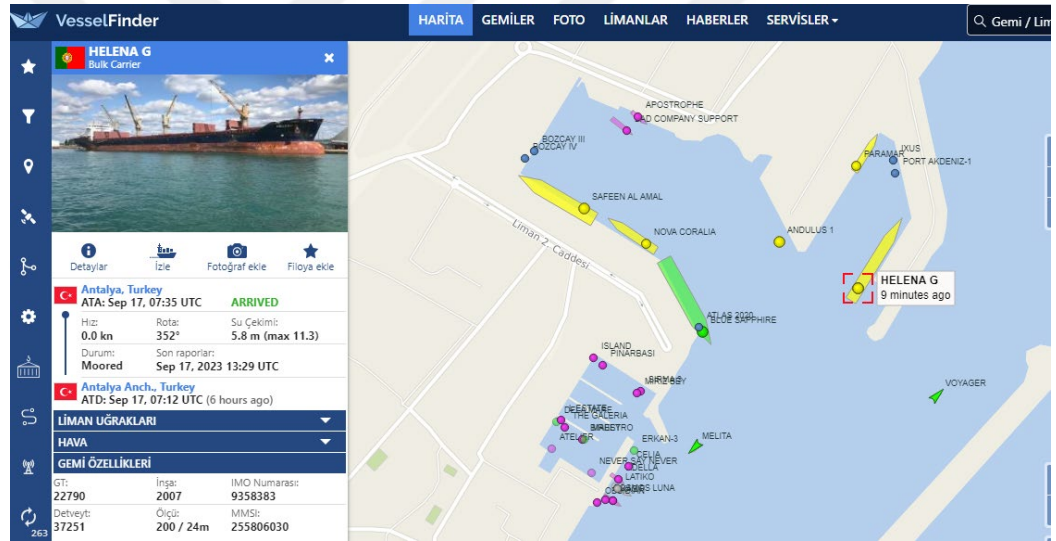


Şekil 3.10. Gemilerde kullanılan elektronik haritalarda Tokyo sahil güvenlik hattına ait örnek bir elektronik harita ekran görüntüsü (Anonymous 2)

Günümüzde internet teknolojisinin gelişmesiyle birlikte basılı haritaların yerini elektronik haritalar almış olup, basılı haritalar genel olarak arşivlerde olası bir elektronik haritaya ulaşılamaması durumuna karşın saklanmaktadır. Haritaların dijitalleşmesi ise dinamik haritaların elde edilmesini kolaylaştırmakta ve dinamik verilerin haritalar üzerinde gösterilmesi ile denizciler anlık olarak ihtiyaçları doğrultusunda kendilerine özel haritaları oluşturabilmektedirler. Yaygın olarak kullanılan bazı denizcilik siteleri gemilerin hareket başlangıç ve varış bilgilerini anlık olarak denizcilik üzerindeki deniz trafiğini, dinamik tematik haritalar üzerinden göstermektedir. Bu dinamik haritalarda sahillerde olan gemilerin ebat, tür, imalat yeri, üretim yılı, IMO numarası gibi öz nitelik verileri ile, geminin nereden-nereye seyahat ettiği, hangi rotayı izlediği ve şu anda nerede olduğu gibi anlık değişebilecek verileri de gösterilmektedir. Şekil 3.11'de Akdeniz bölgesinde bulunan gemilerin internet ortamında bulunan tematik harita üzerindeki konumları gösterilmiştir. Şekil 3.12'de Antalya Serbest Bölge Limanı'nda bulunan gemilerin yoğunlukları ve Helena G isimli geminin öz nitelik bilgileri örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Ülkemiz denizlerinde konumları gözükken deniz araçlarının tematik haritalama örneği (Anonymous 3)

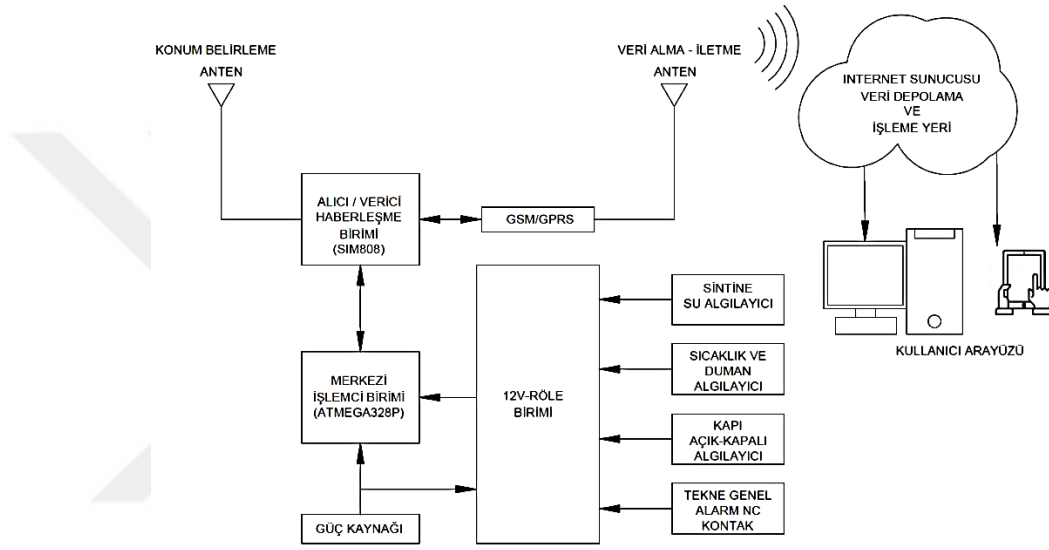


Şekil 3.12. Antalya serbest bölge limanına demirlemiş gemilerin tematik harita üzerinde gösterilmesi örneği (Anonymous 4)

Gerçekleştirilen tez çalışmasında bir gemiden alınan sintine seviye, yangın, kapı açıklık kapalılık ve genel duru alarmlarının meydana geldiği lokasyon verilerin toplanıp bir harita üzerinde anlık olarak gösterilmesini sağlayan dinamik tematik haritaların oluşturulması sağlanmıştır. Yapılan çalışmada oluşturulan haritalarda nokta yoğunluklu haritalama tekniği kullanılmıştır.

3.3. Sistem Tasarımı

Gemilerin uzaktan güvenli seyir yapıp yapmadıklarının takibi için geminin alarm ve izleme sisteminden bağımsız olarak çalışan bir izleme sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem mevcut gemi alarm ve izleme sistemi ile entegrasyon sağlayarak mevcut sistemin özeti ve yedeği olarak da çalışabilmektedir. Tasarlanan sistemin verileri doğrudan internet sunucularına anlık olarak aktarıyor olması alarm ve izleme sisteminin bilinçli veya bilinçsiz olarak sağırlandırılmasını önlemekte ve geminin güvenli bir seyir yapıp-yapmadığının sürekli gözlem altında tutulabilmesine imkân sağlamaktadır. Geliştirilen sistemin blok diyagramı Şekil 3.13’de gösterilmiş olup, bu bölümde sistemin bileşenleri için yapılan tasarımlardan bahsedilecektir.

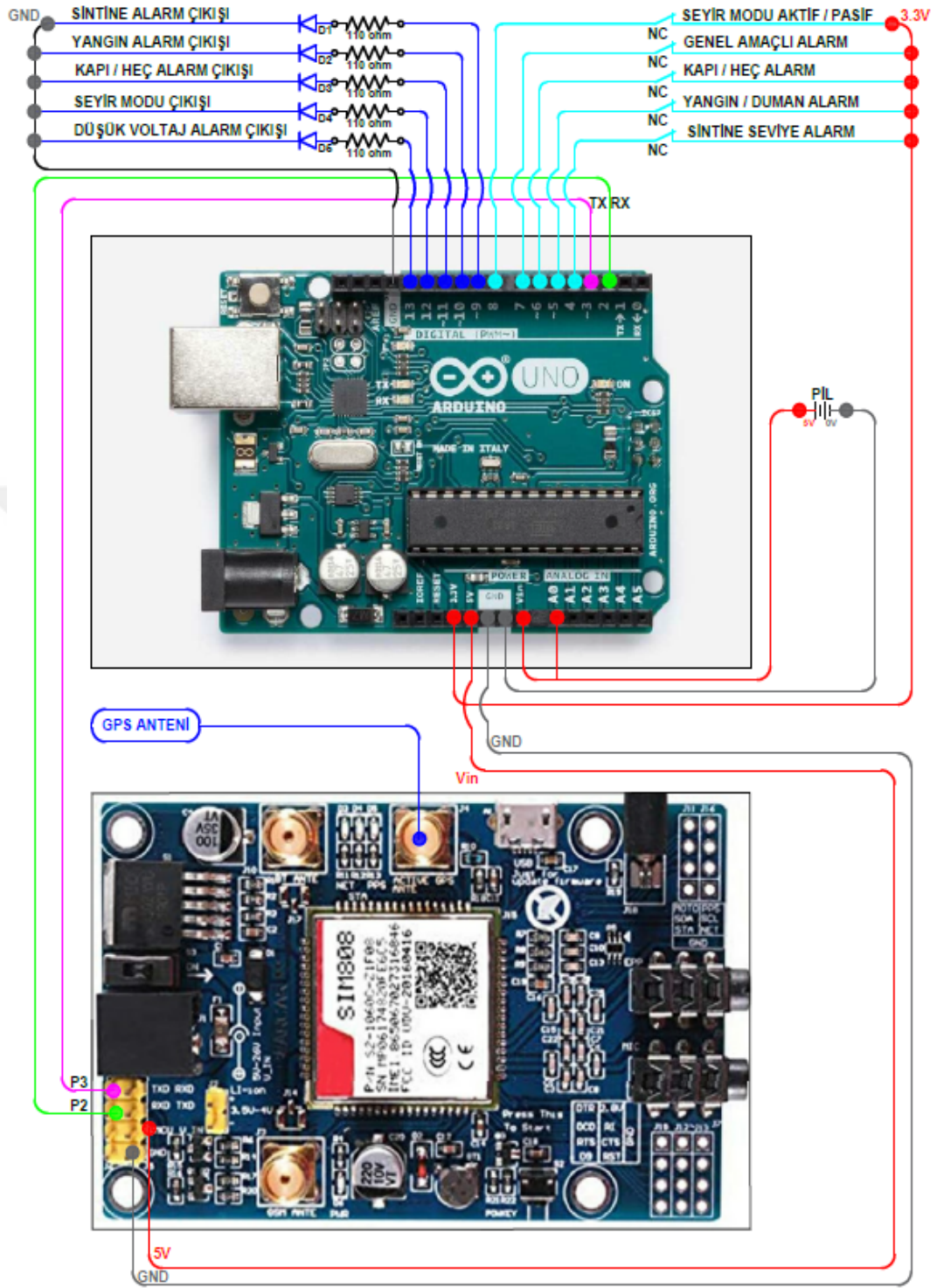


Şekil 3.13. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gemiler için Güvenli Seyir Takibi Blok Şeması

3.3.1. Geliştirilen güvenli seyir takibi prototipinin tasarımı

Tez projesi kapsamında geliştirilen prototipte, sintine seviye algılaması, yangın ihbarı, kapı açıklık-kapalılık durumunun takibi ve genel durum alarmının alınması için Arduino UNO mikrodenetleyici modülü kullanılmıştır.

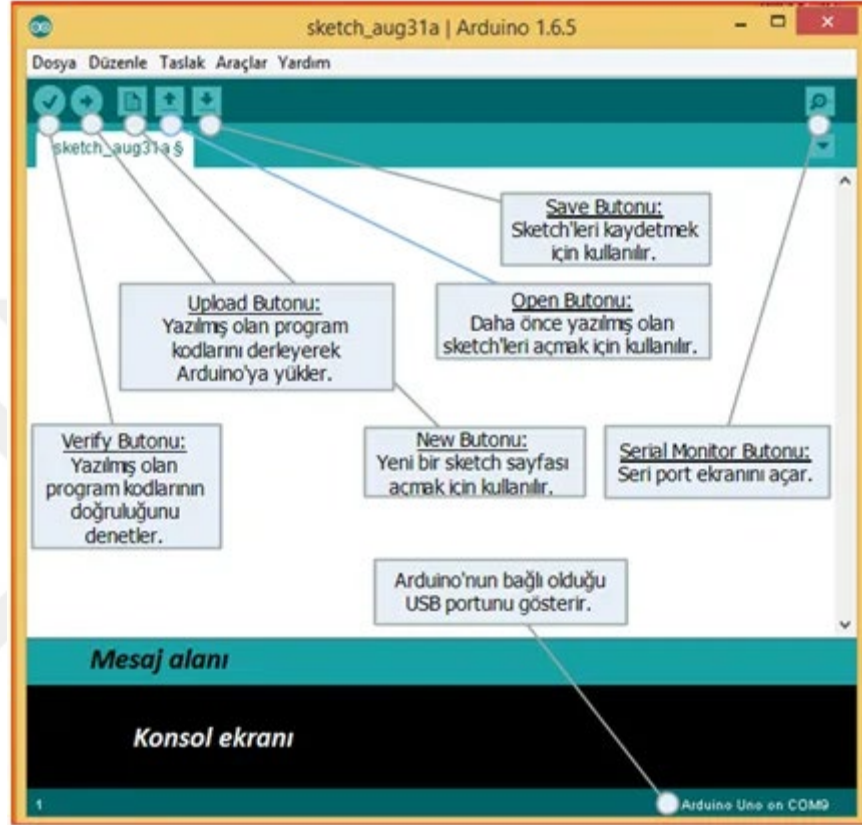
Modülün A0 portuna beslendiği kaynağın voltaj uçları bağlanmış olup bu sayede modülü besleyen kaynağın voltaj durumu sürekli takip altına alınmıştır. İlgili modül içerisinde yazılım ile A0 portuna gelen voltaj değerinin 5 V değerinin altına düşmesi durumunda 13 numaralı pinin alarm çıkışı olarak çalışması programlanmıştır. Giriş gerilimi 5 V değerinin altına düştüğü zaman 13 numaralı pine bağlı olan LED aktif hale geçerek yanmaktadır. Mikrodenetleyici modülünde 4...8 pinleri alarm girişleri olarak tanımlanmıştır. İlgili girişler normalde kapalı kontak olarak sürekli bir veri girişi olacak şekilde tanımlanmış olup bunun sebebi eğer giriş verisi herhangi bir sebepten (kablo kopması, sensör bozulması, temassızlık vb.) kesilirse sistemin bu gibi durumlara karşı da kullanıcıyı uyarmasıdır. Geliştirilen sistemde 9...13 numaralı pinler ise alarm çıkış pinleri olarak atanmıştır. Tasarlanan prototipe ait devre şeması aşağıda Şekil 3.14’de gösterilmiştir. Sistem tasarımı AutoCAD programında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.14. Gemiler için güvenli seyir takibini yapan modülün devre şeması

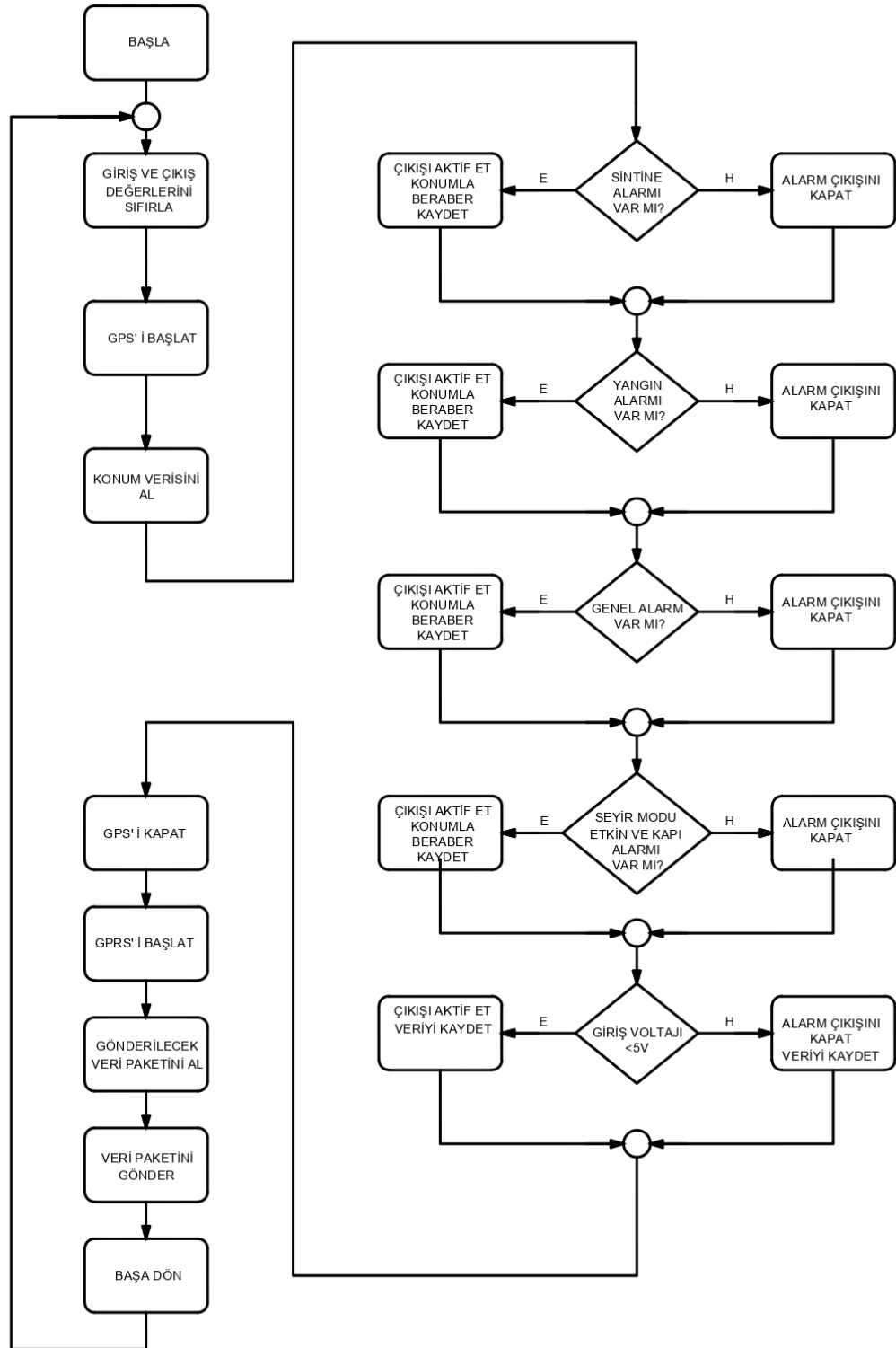
3.3.2. Geliştirilen güvenli seyir takibi prototipinin yazılımının tasarımı

Mikrodenetleyici modülünün programlanmasında Arduino IDE programı kullanılmıştır. Kullanılan programa ait arayüzün ekran görüntüsü Şekil 3.15'te gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Mikrodenetleyici modülün programlanmasında kullanılan Arduino IDE derleyicisinin ekran görüntüsü (Anonim 2)

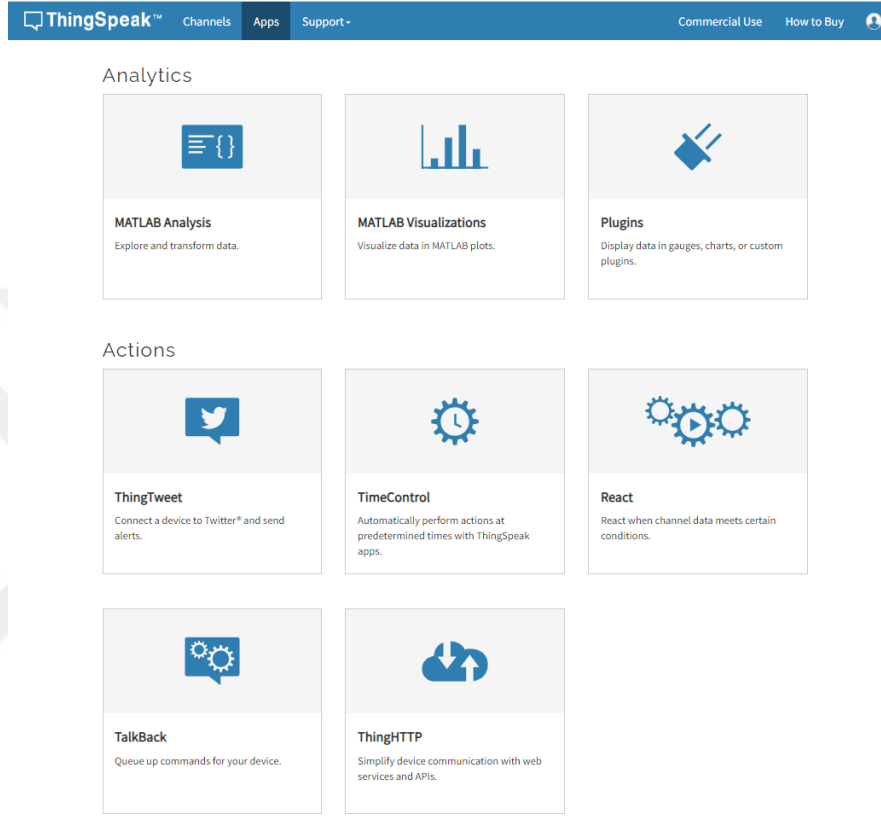
Güvenli seyir takibinin yapılıp-yapılmadığını kontrol etmek için geliştirilen prototipin yazılım blok akış diyagramı Şekil 3.16'da gösterilmiştir. Akış diyagramına göre önce alarm girişleri ve tüm çıkışları sıfırlanmaktadır. Sonrasında alarm girişi olup-olmadığını anlamak için giriş verileri kontrol edilmekte, 4...8 numaralı pinlerden birinde alarm girişi var ise gelen alarma göre ilgili 9...12 numaralı pinlerin üzerinden alarm çıkışları aktif edilmektedir. Besleme voltajı bilgisi A0 analog pini üzerinden ADC çeviricisi ile okunmakta, eğer 5 V değerinin altında bir besleme voltajı var ise 13 numaralı pin üzerinden ikaz LED'ini yakmaktadır. GPRS/GPS modülü ile alınan konum verisi ile eğer varsa alarm verisi mikrodenetleyicide karşılaştırılarak alarmın geldiği lokasyonun ve zamanın bilgisi GPRS üzerinden doğrudan internet sunucusuna aktarılır. Geliştirilen sistem iki dakikalık bir çevrim zamanı ile çalışmaktadır. İnternet sunucularına iki dakikalık periyotlarla veri aktarımı sağlanılarak sistemin çalışması sağlanmıştır.



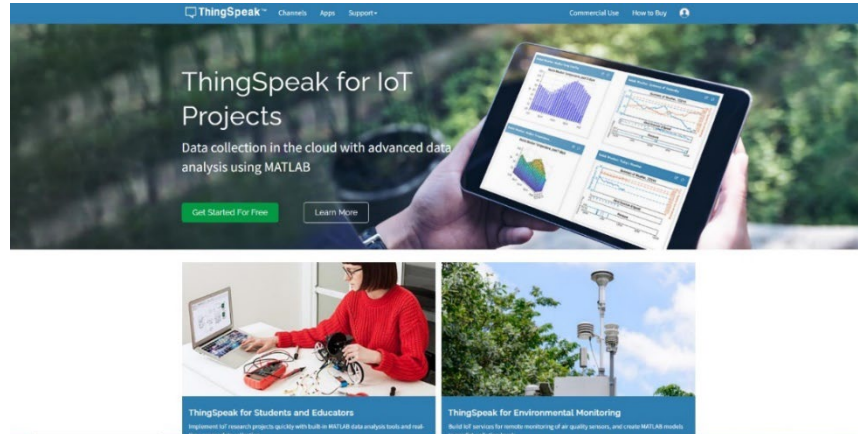
Şekil 3.16. Güvenli seyir takibi denetimi için kullanılan prototipin yazılım blok akış diyagramı

3.3.3. Sistem yazılımı

Mikrodenetleyici modülde toplanılan alarm ve konum bilgileri GPRS ile doğrudan internet sunucusuna gönderilmiş ve gönderilen veriler internet sunucusuna kaydedilip arşivlenmiştir. İnternet sunucusunda toplanılan veriler yine aynı platformda bulunan analiz ve görselleştirme programları Şekil 3.17 ile anlamlı hale getirilmiştir. Tez projesi kapsamında kullanılan internet uygulaması Şekil 3.18’de gösterilmiştir.



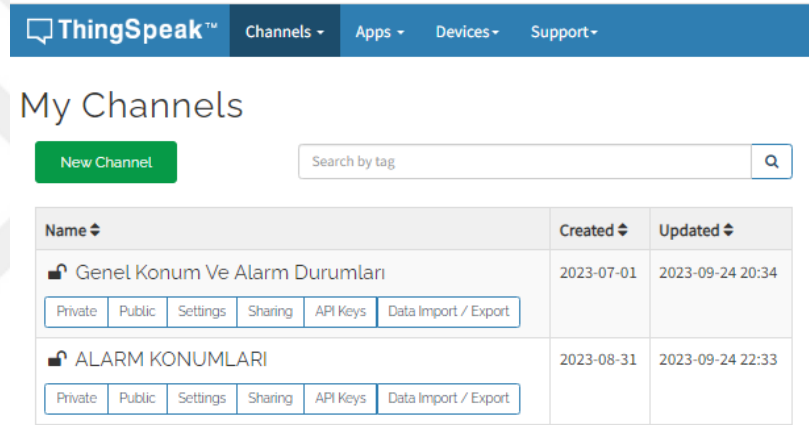
Şekil 3.17. İnternet sunucusunda olan uygulamalar (Anonymous 5)



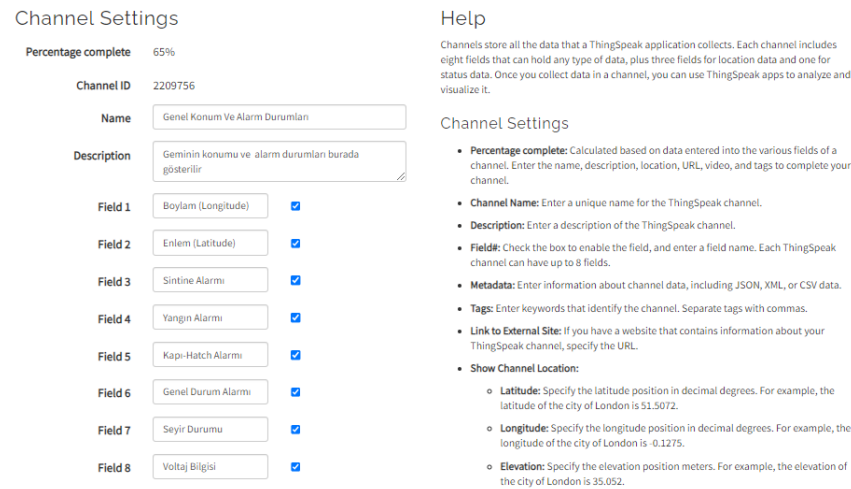
Şekil 3.18. Sistemin internet yazılımında kullanılan platformun görüntüsü (Anonymous 6)

İnternet sunucusundaki uygulamalar kullanılarak alınan veriler analiz edilebilmekte, görsel grafikleri oluşturulabilmektedir. Sunucuya alınan verilerdeki değişimlere göre algoritmalar oluşturulup verilerin kullanım amacı çeşitlendirilebilmektedir. Bu sayede, MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) veya HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) protokolleri ile alınan verilere göre zamanlayıcılar, hatırlatıcılar, uyarılar oluşturulabilmekte ve elektronik posta veya Twitter üzerinden sunucunun belirlenen kişiler veya birimler ile iletişime geçmesi sağlanabilmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan internet platformu alınan verileri kaydetmek için kullanıcılara ücretsiz olarak dört kanal sunmaktadır, projemizde iki kanal kullanılmış olup ilgili kanallar Şekil 3.19’da gösterilmiştir. Ücretli olarak bu kanal sayısı 250’ ye kadar çıkarılabilmektedir. Her kanala birbirinden bağımsız verilerin girilebildiği sekiz alan tanımlanmıştır. Bu alanların hepsi veya istenilen bir tanesi kullanıcı tarafından veri almak amacıyla kullanılabilir. Veriler için ayrılan bu alanlar Şekil 3.20’de gösterilmiştir.



Şekil 3.19. İnternet sunucusu kanalları genel görüntüsü (Anonymous 7)



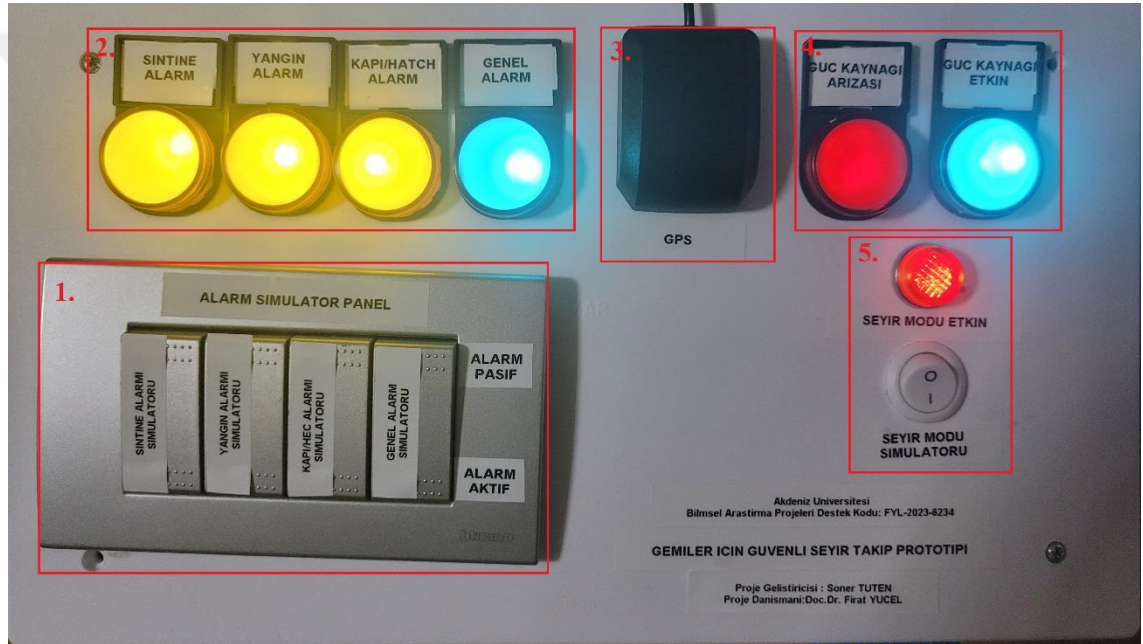
Şekil 3.20. İnternet sunucusunda veriler için ayrılan alanlar (Anonymous 8)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistem donanımsal ve yazılımsal olmak üzere iki birimden oluşmaktadır. Donanımsal sonuçlar kısmında prototipin çalışma şekli, gemide takibini yaptığı teknik veriler ve bu verilerin internet sunucularındaki karşılıklıkları gösterilmiştir. Yazılımsal sonuçlarda ise prototipten gelen alarm ve konum verileri ile oluşturulmuş nokta yoğunluklu haritalar ve kullanım şekilleri gösterilmiştir.

4.1. Sisteminin Donanımsal Sonuçları

Geliştirilen sistemin prototipinin genel görüntüsü Şekil 4.1’de gösterilmiş olup, donanımın çalışma şekli ve elde edilen bulgular cihaza ait görseller üzerinden bu bölümde açıklanacaktır.

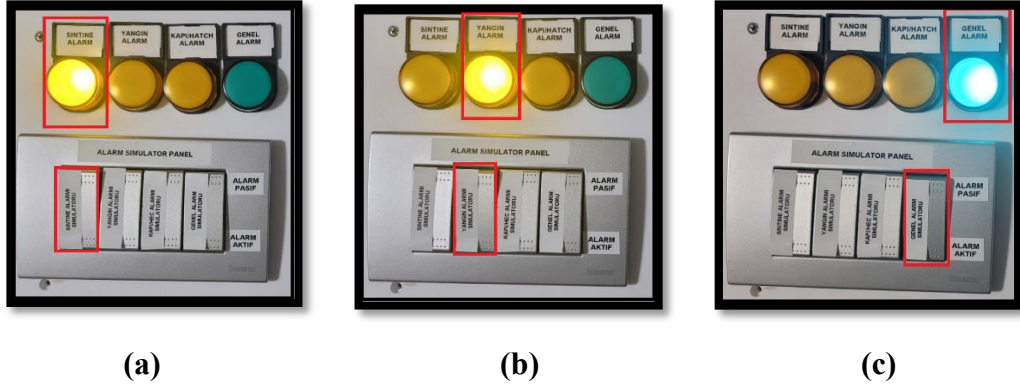


Şekil 4.1. Prototipin genel görüntüsü

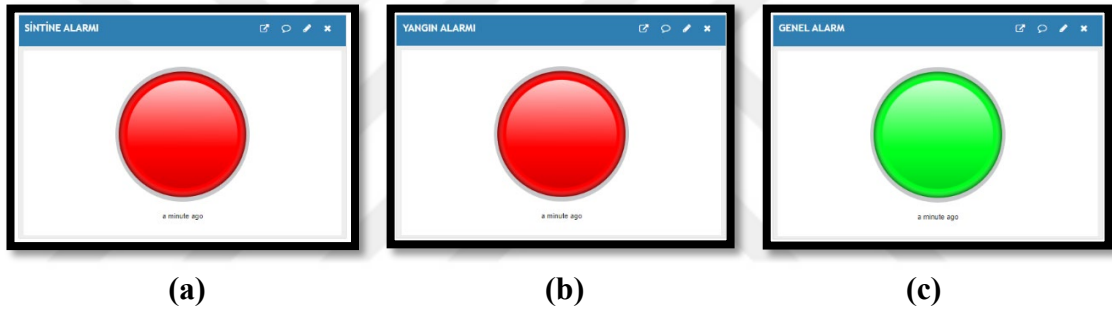
Geliştirilen güvenli seyir takibi prototipi, ön panelinde bulunan beş kısımdan oluşmaktadır. Şekil 4.1’de gösterilen bir numaralı kısım, teknede olabilecek olan alarmları simüle ettiğimiz kısımdır. Bu kısımda sistemin test edildiği alarmlar üretilmekte ve alarmların donanım üzerindeki durumları ile internet sunucusunda gözükken alarmın durumu kıyaslanarak kontrol edilmektedir. İki numaralı kısım ise gemide mevcut olan alarmların durumunu göstermektedir. Bir numaralı kısımda simüle alarm verisi iki dakikalık bir çevrim içinde mikrodenetleyici modül tarafından teşhis edilmekte ve simüle edilen alarm girişi ile ilgili alarm iki numaralı kısımda hangi alarmın etkin olduğunu gösteren lambası yakılarak kullanıcıya bilgi verilmektedir. Alarm bilgilerinin verildiği kısımda; sintine alarmı, yangın alarmı, kapı/hatch alarmı ve genel durum alarmı gösterilmektedir.

Sağlıklı bir sistem çalışmasında prototip üzerinde gözükken alarmlar ile internet

sunucusunda gözükten alarmlar aynı olmalıdır. Cihaz üzerinde gözükten alarmların görüntüsü Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Prototipin sunucuya iletmış olduğu alarmların sunucu üzerindeki görüntüleri ise Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

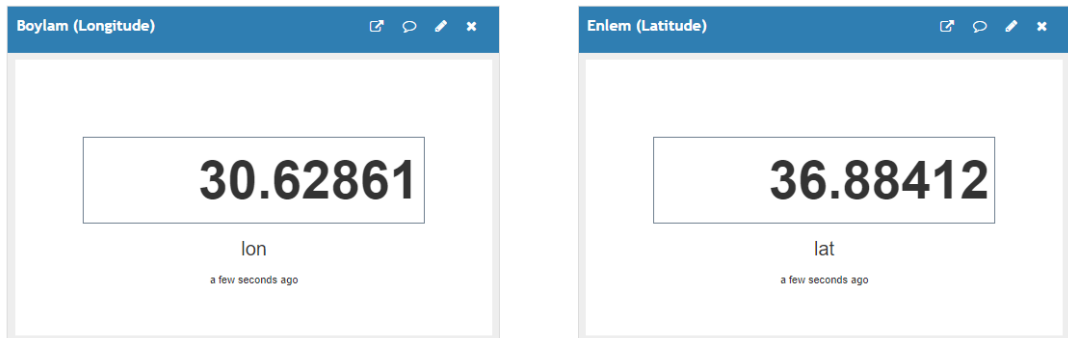


Şekil 4.2. Prototip üzerindeki alarmların fiziki görüntüsü; **a)** Sintine alarmı etkin; **b)** Yangın alarmı etkin; **c)** Gemi genel alarmı etkin



Şekil 4.3. Sunucu üzerindeki alarmların sanal görüntüsü; **a)** Sintine alarmı etkin; **b)** Yangın alarmı etkin; **c)** Gemi genel alarmı etkin

Üç numaralı kısım sisteme ait GPS cihazına aittir. Bu kısım konum verilerini (Bakınız Şekil 4.4) alan antenin yerleştirildiği yerdir. Cihazın konum verisini net bir şekilde alabilmesi için cihaz GPS sinyallerini rahat alabileceği bir alana konulmalı veya ilgili anteni sinyal alınabilecek bir alana uzatılmalıdır.

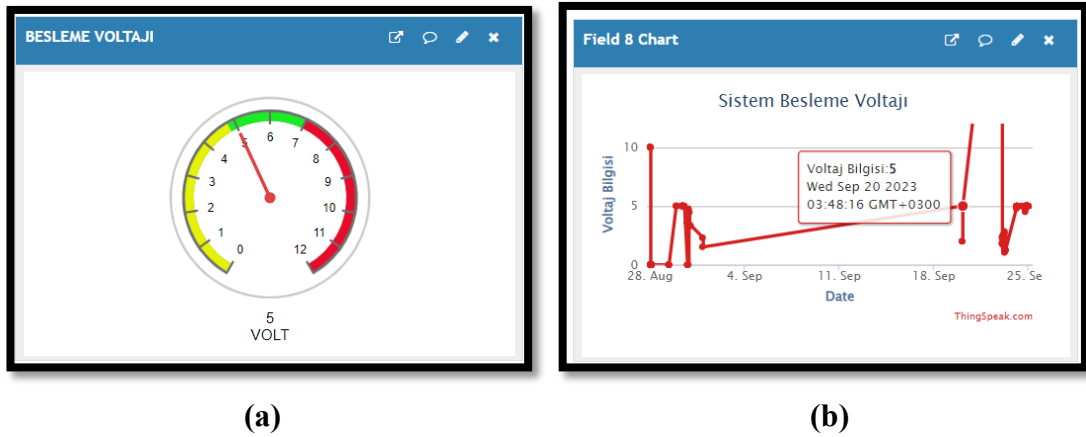


Şekil 4.4. GPS anteni vasıtasıyla alınan konum verilerinin internet sunucusu üzerinden gösterimi

Dört numaralı kısım prototipe ait besleme voltajı ile alakalı olup cihazın çalışıp-çalışmadığı, besleme voltajında bir arıza olup-olmadığı bu lambalardan anlaşılmaktadır. Sisteme enerji verildiğinde, panel üzerindeki güç kaynağı etkin lambası yanmaktadır. Prototip, 5 V-12 V arasındaki gerilim değerleri ile çalışmakta ve besleme voltajı 4.9 V altına düştüğü zaman sistem çalışmamakta ve güç kaynağı arızası lambası yanmaktadır (bakınız Şekil 4.5). Bu nedenle sistem, sürekli olarak kendi besleme gerilimini okumakta ve gerilim 5 V altına düştüğünde bu durumu ikaz LED'i ile kullanıcıya bildirmektedir. Gerilim giriş bilgileri sürekli olarak ikişer dakikalık periyotlar ile sunucuya da gönderilmekte ve internet üzerinden de gerçek zamanlı olarak gerilim durumu izlenebilmekte, ayrıca arşiv kayıtlarına ulaşılabilir. Şekil 4.6'da internet sunucusunda gözükten sistem besleme voltaj verisi arayüzü ve alınan verilerin arşiv görüntüsü gösterilmiştir.



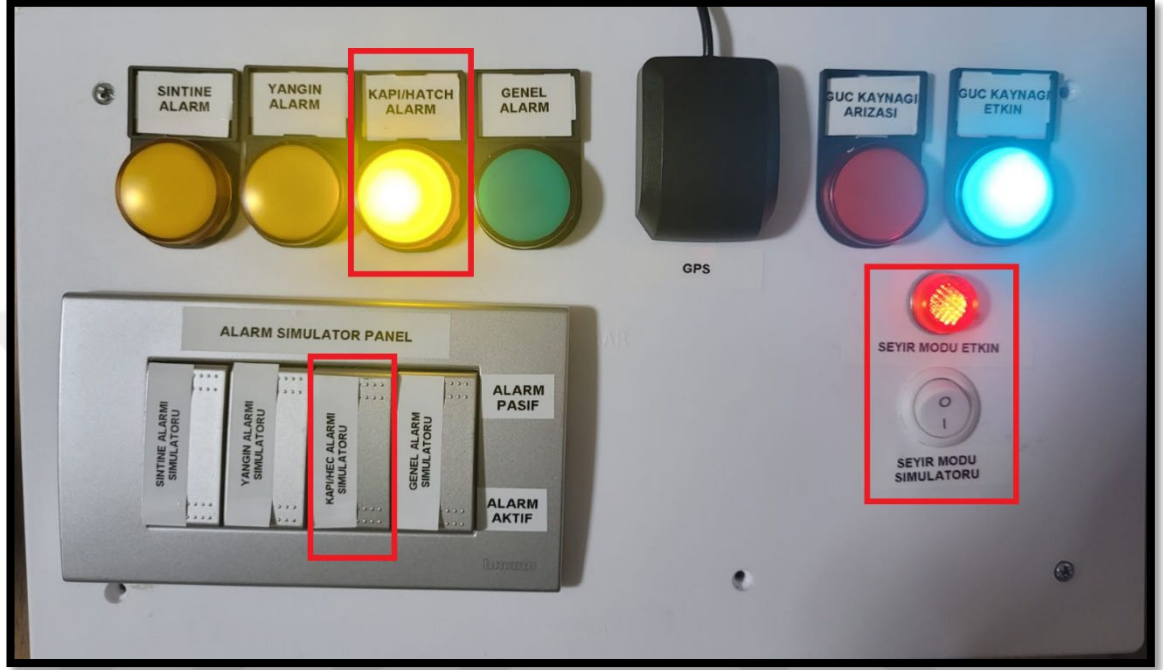
Şekil 4.5. Sistemin gerilim durumu bilgi kısmı; **a)** Sistem gerilimi 5 V üzeri iken arıza lambası sönmüş; **b)** Sistem gerilimi 5 V altına düşüncü aktif olan arıza lambası (Alarmın geldiği gerilim değeri 4.89 V)



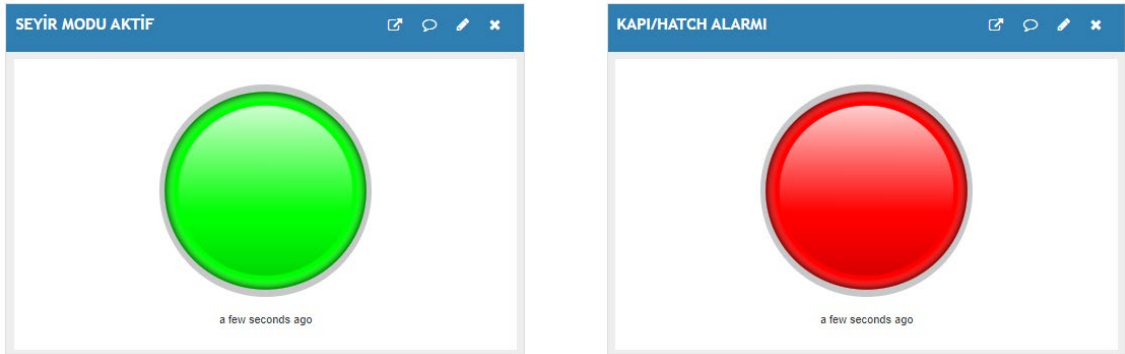
Şekil 4.6. Sunucu üzerinde gözükten sistem gerilim bilgi ekranı; **a)** Gerilim seviyesini gösteren gerilim bilgi ara yüzü; **b)** Sistemin ölçmüş olduğu gerilim bilgilerinin zaman çizgisi üzerinde gösterimi ve arşiv kayıtlarının gösterimi

Beş numaralı kısım ise prototipe teknenin seyir yapıp-yapmadığının bilgisini verdiğimiz seyir modu simüle girişidir. Gemilerin tabi oldukları bazı kurallar geminin

seyir yapıp-yapmadığı durumlara göre değiştiği için prototipin geminin seyir yapıp yapmadığını anlaması gerekir. Gemilerin su geçmez kapı ve hatch'lerinin takip edilmesi geminin seyir durumuna bağlı olarak takip edilen alarmlardan olduğu için prototipe bu simüle girişi eklenmiştir. Seyir modu etkin iken açılan bir su geçirmez kapı veya hatch'in oluşturduğu alarmın prototip üzerindeki görüntüsü Şekil 4.7'de, internet sunucusu üzerinde ilgili modun ve alarmın gösterimi Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Seyir modu simülasyonu etkinken kapalı tutulması gereken kapı ve hatch'lerin sistem tarafından algılanması ve alarm ikaz lambasının aktifleştirilmesi



Şekil 4.8. Seyir modunun ve kapı/hatch'lerin durumunun internet sunucusu üzerinden gösterilmesi

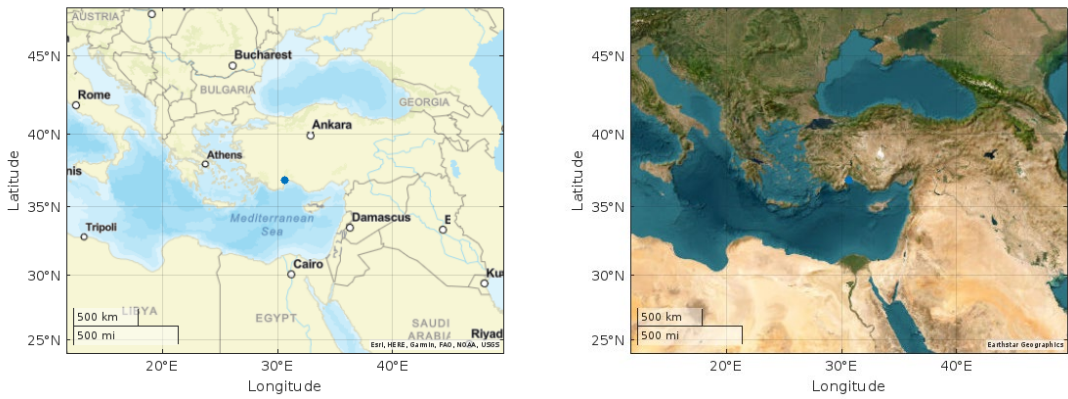
4.2. Sistem Yazılımı Bulgu ve Sonuçları

Geliştirilen prototip, almış olduğu alarm ve konum bilgilerini doğrudan internet sunucusuna göndermekte ve bu sunucu üzerinde ilgili veriler için algoritmalar oluşturulabilmektedir. Yapılan çalışmada konum verilerinin görselleştirilmesi için Şekil

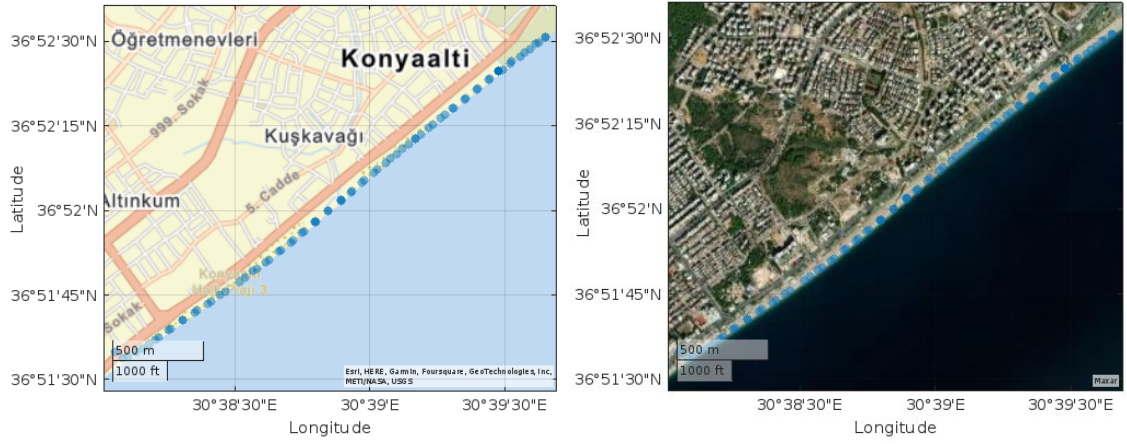
4.9’da gösterilen sunucu arayüzündeki Matlab Visualization programı kullanılmış ve alınan konum verilerinin nokta yoğunluklu tematik haritaları oluşturulmuştur. Haritalar oluşturulurken enlem ve boylam hassasiyeti değiştirilerek haritalandırılması istenilen bölgelerin istenilen yakınlıkta haritalarının oluşturulması sağlanılmıştır. Oluşturulan haritalardan düşük hassasiyetli olan vektör ve uydu haritası Şekil 4.10’da gösterilmiştir. Denemelerin gerçekleştirildiği kıyı şeridi (Konyaaltı-Antalya) boyunca alınan konum verileri Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Alınan alarmların konumları ise sintine alarmı için Şekil 4.12’de; yangın alarmı için Şekil 4.13’te; kapı/hatch alarmı için Şekil 4.14’te; gemi genel alarmı için Şekil 4.15’te gösterilmiştir. Alınan tüm alarmların konumları ise Şekil 4.16’da gösterilmiştir.



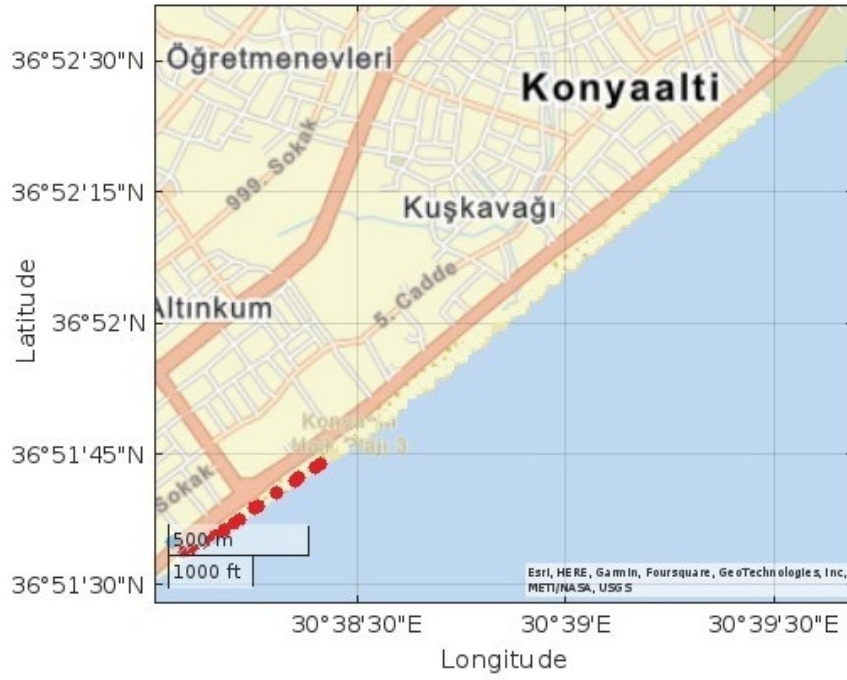
Şekil 4.9. İnternet sunucusu üzerinden harita oluşturmayı sağlayan görüntü işleme programı



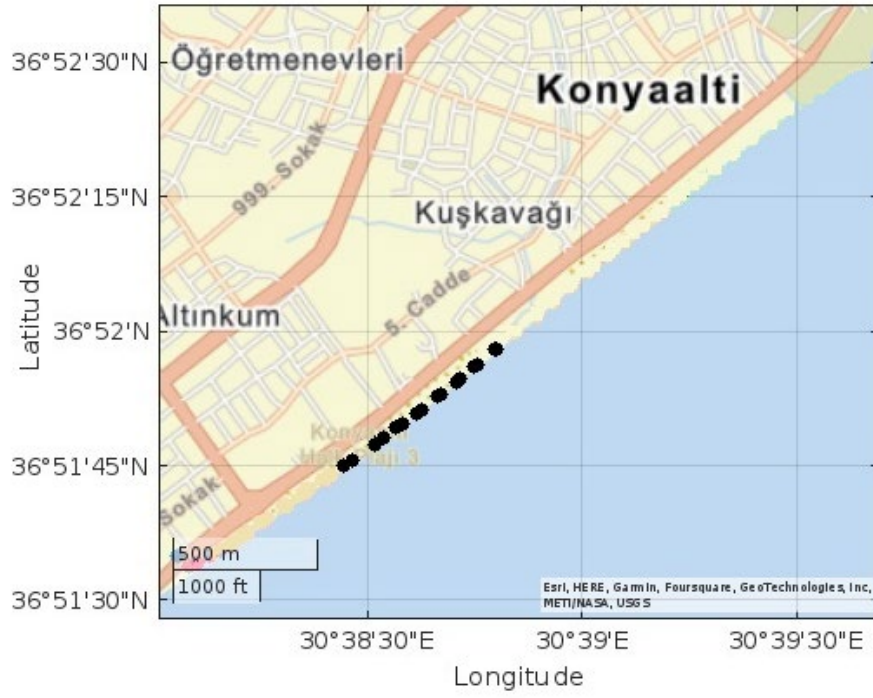
Şekil 4.10. Alarm verilerinin alındığı yerlerin nokta yoğunluklu haritası (Düşük hassasiyetli konum verilerine göre)



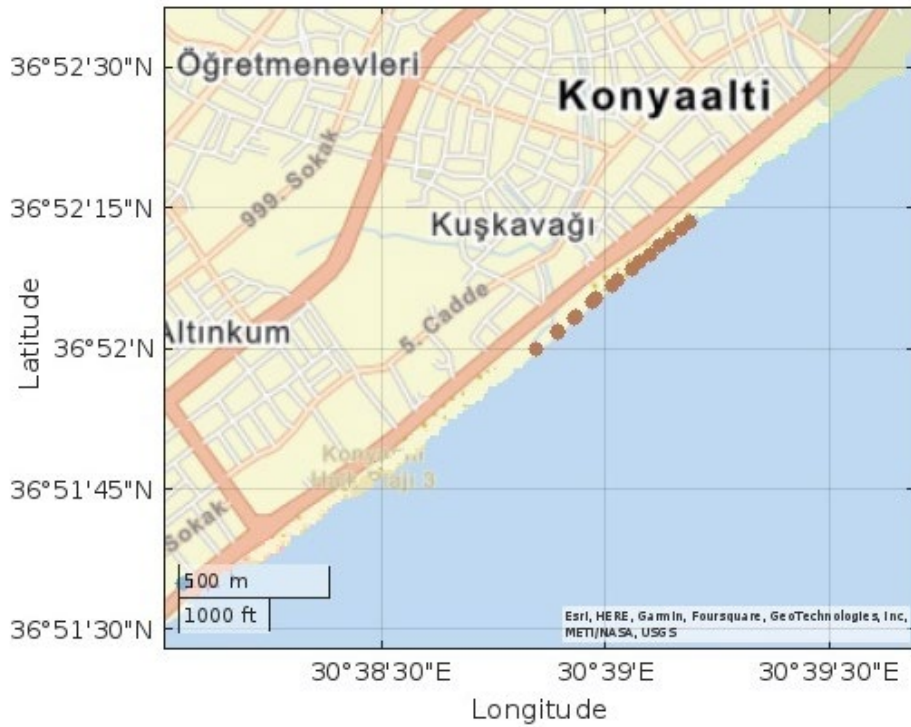
Şekil 4.11. Konum verilerinin alındığı yerlerin uydu ve vektör haritası üzerindeki nokta yoğunluklu gösterimi



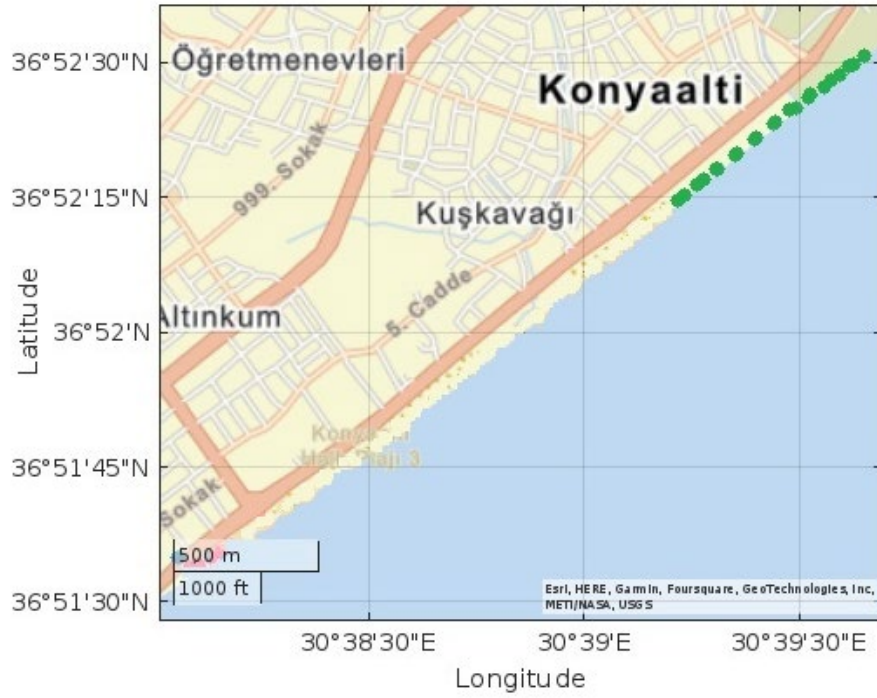
Şekil 4.12. Sintine alarmının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi (kırmızı noktalar sintine alarmının alındığı lokasyonlardır)



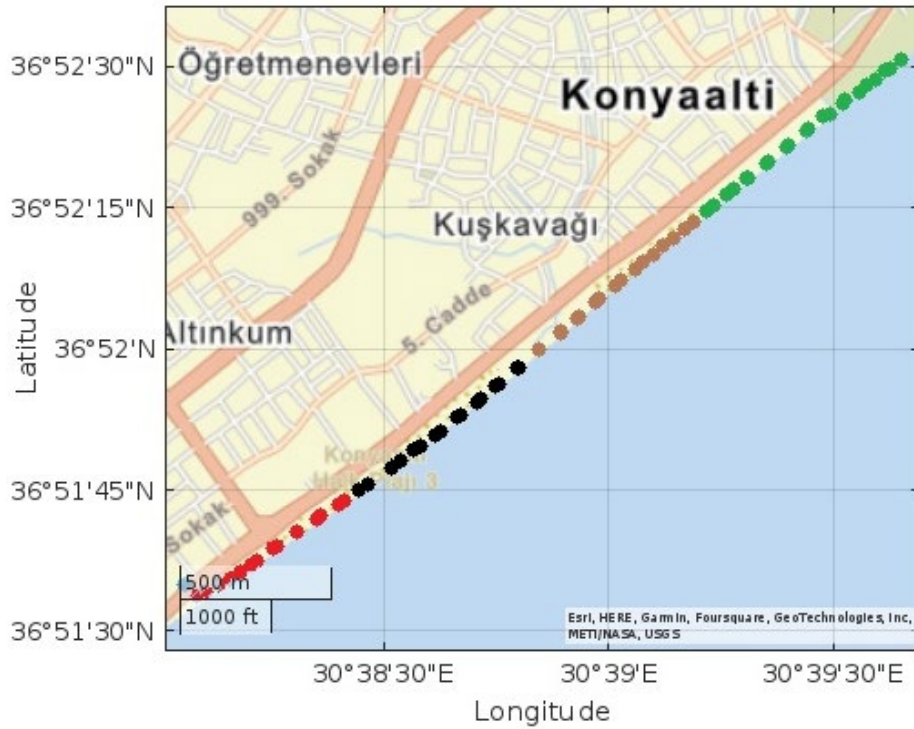
Şekil 4.13. Yangın alarmının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi



Şekil 4.14. Seyir modu etkin iken alınan kapı/hatch alarmlarının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi



Şekil 4.15. Tekne genel alarmının geldiği lokasyonların nokta yoğunluklu vektör haritası üzerinde gösterilmesi



Şekil 4.16. Alınan sintine, yangın, kapı/hatch ve genel alarmların vektör haritası üzerinde nokta yoğunluklu gösterimi (kırmızı işaretli yerler sintine alarmının, siyah işaretli yerler yangın alarmının, kahverengi işaretli yerler kapı/hatch alarmının ve yeşil işaretli yerler genel alarmın alındığı lokasyonlardır)

Yapılan çalışma ile ortaya koyulmak istenen yöntem, IMO Uluslararası Denizcilik Kuruluşunun yayınlamış olduğu standartlara göre teknelerin seyrüsefer yapıp yapmadığını doğrudan denetlemeyi hedeflemektedir. Bu sebeple yapılan çalışma, alanında daha önce yapılmış olan çalışmalardan ayrılmakta olup önceki çalışmalarda seçilen veri türleri ve seçilen bu verilerin analiz edilmesiyle varılmak istenen kararları bakımından farklılıklar içermektedir. Ortaya konulan yöntem, elektromekanik otomasyon, gemi izleme ve alarm sistemleri ile coğrafi bilgi sistemlerini bir araya getirerek verileri anlamlı bir hale dönüştürmesi sebebiyle günümüze kadar yapılmış olan çalışmalardan farklı olduğu için alanında özgünlük sağlamaktadır. Yapılan çalışma neticesinde coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak hangi gemilerin, hangi denizlerde güvenli seyir yaptığı veya yapmadığı, bir seyir boyunca gemilerin ne sıklıkla güvensiz seyri tercih ettikleri kayıt altına alınabilmekte olup coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak gemiler için akıllı, güncellenmesi ve kontrolü kolay bir denetim sistemi geliştirilmiştir. Bu denetim sadece gemi ile organik bağı bulunan tekne sahibi, kaptan, gemi personeli gibi kişi veya bu gemilerin sahibi olan kurumlar için değil, gerektiğinde geminin geçmişteki alarm kayıtlarına ve güzergâh arşiv kayıtlarına ulaşması gereken sigorta firmaları veya denetleyici kuruluşlar gibi normalde tekne ile birebir ilişkisi olmayan kişi ve kurumlar içindir. Geliştirilen sistemin, kompakt yapısı itibari ile kişi müdahalelerine karşı kapalı tasarımı emsal sistemlere nazaran sağlaştırılmasının daha zor olmasını sağlamış ve diğer sistemlerden daha güvenilir olmasına katkı sağlamıştır.

5. SONUÇLAR

Yapılan çalışma ile Uluslararası Denizcilik Organizasyonunun yayınlamış olduğu e-Navigation kurallarında tarifi yapılan teçhizat listelerine dahil edilmesi hedeflenen güvenli seyir denetim cihazının prototipinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ile entegre olabilen bu cihaz sayesinde gemilerin seyrüsefer emniyetlerinin gerçek zamanlı olarak izlenilmesi ve olası güvensizlik arz eden durumlara karşı ilgili kişilerin üçüncü bir göz tarafından uyarılması ve dolayısıyla muhtemel kazaların önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, açık denizlerin tenhaliğinden faydalanılarak sigorta veya benzeri kurum-kuruluşlardan haksız kazanç elde etmek amaçlı gemilerin batırılmak suretiyle zarara uğratıldığı durumların önlenmesi ve bu gibi teşhisi zor durumlar karşısında açılması muhtemel davalara karşı teknik inceleme raporlarını destekleyip karar verici mercilere yardımcı olabilecek olması, geliştirilen sistemin toplum yararına sağlayabileceği katkılardandır.

Güvenlik seviyeleri gözlem altında tutulacak olan gemilerin verilerinin tutulduğu bu sonucu yerel bir gemi izleme sistemi olacak olması sebebiyle, ilgili çalışma dış ülke kaynaklı sunucuların ülkemizdeki alternatifi olarak kullanılabilir ve güvenli seyir izleme sistemine dahil olan gemilerin taleplerine göre özel haritalandırma çalışmaları gerçekleştirilebilir. Bu talepler; belirtilen türde bir alarm geldiğinde doğrudan devreye girmesi istenilen bir güvenlik protokolü şeklinde (örneğin; korsan saldırısı alarmı gelirse sahil güvenliğe haber ver), belirlenen tür de bir ihtiyaç alarmı gelirse ihtiyaca yönelik tedarik protokolü (örneğin yakıt veya su ikmali) şeklinde olabilir. Ayrıca, geçmişe yönelik seyir verileri ve harcanan kaynak verileri kullanılarak seyahat planlamaları veya bütçe hesaplamaları yapılabilir.

Gerçekleştirilen çalışma prototip halinde olup pratiklik ve ekonomiklik kriterleri altında yansıtılmak istenen düşüncenin özünü kapsayacak hali ile en temel şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, mikrodenetleyicinin gerek çalışmasını sağlayan programların uzunluğu ve gerekse GSM/GPS/GPRS modülünün randımanlı bir şekilde çalışabilmesi için ihtiyaç duyduğu bekleme sürelerinin çokluğu, geliştirilen mikrodenetleyicinin en az iki dakikalık bir bekleme yaparak çalışmasına sebebiyet vermekte ve bu süre içerisinde gelen alarm ve konum verileri sunucuya aktarılamamaktadır. Verilerin toplandığı sonucu on beş saniyede bir veri alabilecek kapasitede olup mikrodenetleyicinin en az sunucunun veri alım hızında çalışmasının sağlanması bu çalışmanın geliştirilmesi gereken yönlerinden biridir. Veri alım ve iletim hızının geliştirilmesinin yanı sıra çok daha fazla giriş çıkış birimine sahip ve doğrudan uydu haberleşmesi ile verilerin gönderildiği bir sistemin geliştirilmesi çok daha yüksek bir fayda oranıyla günümüzdeki gemi yönetim ve izleme sistemlerinin yerine geçebilir ve güvenlikten sorumlu otoritelere sunucusunda barındırdığı veriler ile hizmet edebilir. Modülde kullanılan giriş-çıkış çevre birimlerinin artırılması ile yakıt, elektrik, su sarfiyatı gibi giderleri anlık olarak izlenebilir, sintine yağının artırılması, pis su tanklarının tahliye edilmesi gibi durumların sistem içi özelleşmiş metotlar kullanılması suretiyle güvenli seyir takibi sistemine entegre edilerek, çevreyi ve denizi kirletici sistemlerin çalışma durumlarının arşiv kayıtlarının tutulması bir sonraki çalışmalar için araştırma konusu olarak seçilebilir.

6. KAYNAKLAR

Anonim 1: http://www.gemitrafik.com/images/charts/INT302-Dogu_Akdeniz.JPG adresinden alındı [Son erişim tarihi:14.09.2023].

Anonim 2: <https://medium.com/@mehyalas/arduino-ide-kullan%C4%B1m%C4%B1-ed175df62d19> adresinden alındı [Son erişim tarihi:15.09.2023].

Anonymous 1: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3> adresinden alındı [Son erişim tarihi:15.09.2023].

Anonymous 2: <https://www1.kaiho.mlit.go.jp/chart/ENC/English/view/tokyo1.html> adresinden alındı [Son erişim tarihi:17.09.2023].

Anonymous 3: <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:31.9/centery:39.3/zoom:6> [Son erişim tarihi:17.09.2023].

Anonymous 4: Marine trafic'te ücretsiz aıs gemi takibi-Vessel Finder. Vesselfinder: <https://www.vesselfinder.com/tr> adresinden alındı [Son erişim tarihi:17.09.2023].

Anonymous 5: <https://thingspeak.com/apps> adresinden alındı [Son erişim tarihi:18.09.2023].

Anonymous 6: <https://thingspeak.com/> adresinden alındı [Son erişim tarihi:18.09.2023].

Anonymous 7: <https://thingspeak.com/channels> adresinden alındı [Son erişim tarihi:19.09.2023].

Anonymous 8: <https://thingspeak.com/channels/2256764/edit> adresinden alındı [Son erişim tarihi:19.09.2023].

Aresu, E. and Schwartz, G. 2003. Impact of scansar images radiometric calibration on vessels and identification. IGARSS. Toulouse, France.

Bertin, J. 1983. Semiology of graphics. University of Wisconsin.

Chen, J., Ye, J. and Shi, J. 2023. Monitoring and evaluation of ship operation congestion status at container ports based on AIS data. *Ocean & Coastal Management*, 245. doi:0.1016/j.ocecoaman.2023.106836

Cui, X.-f., & Chang, Y. 2010. Research on vessel monitoring system. doi:10.1109/ICMEE.2010.5558402

CYC. 2020. Commercial Yacht Code. Transport malta: <https://www.transport.gov.mt/CYC-2020.pdf-f5742> adresinden alındı

Davis, A., Broad, A., Small, M., Oxenford, H., Morris, B. and Ingleton, T. 2022. Mapping of benthic ecosystems: Key to improving the management and sustainability of anchoring practices for ocean-going vessels. *Continental Shelf Research*, 247. doi:10.1016/j.csr.2022.104834

- Demirci, S. ve Cicek, K. 2023. Intelligent ship inspection analytics: Ship deficiency data mining for port state control. *Ocean Engineering*, 278. doi:10.1016/j.oceaneng.2023.114232
- Endaze. 2020. EP129 11M Servis botu - Endaze marine engineering. endaze.com: <http://www.endaze.com/en/Articles/Content/2268-Ep129-11-M-Servis-Botu> adresinden alındı [Son erişim tarihi:29.09.2023].
- Filippopoulos, I., Panagiotakopoulos, T., Skiadas, C., Triantafyllou, S.-M., Violaris, A. and Kiouvrekis, Y. 2022. Live vessels' monitoring using geographic information and internet of things. (s. 1-7). 13th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications. doi:10.1109/IISA56318.2022.9904408
- Golovan, A., Gritsuk, I., Kurtsev, M., Ischuka, O. and Vrublevskiy, R. 2020. Aspects of remote monitoring of the transport vessel under operating conditions. s. 295-301. doi:10.1007/978-3-030-39688-6_37
- Haznedar, B., Hasoglu, M., Akgul, B., Çinkiliç, M. ve Yaşar, A. 2021. Nesnelerin interneti kullanılarak dış mekanda haritalandırmaya yeni bir yaklaşım ile gerçek zamanlı araç/personel takip ve güvenlik sisteminin gömülü tasarımı ve geliştirilmesi: Bir uygulama çalışması. 4th International New York Conference On Evolving Trends In Interdisciplinary Research & Practices. Manhattan, New York, USA.
- Herts, A., Tsidylo, I. and Herts, N. 2018. Cloud service ThingSpeak for monitoring the surface layer of the atmosphere polluted by particulate matters. CTE Workshop Proceedings, s. 363-376. doi:10.55056/cte.397
- IFM Electronic gmbh.2023. İndüktif sensör IES204. doi:IEB3003BAPKG/V4A/K1/2M/PUR
- Kourti, N., Shepherd, I., Alvarez, M., Aresu, E., Bauna, T., Schwartz, G. 2005. Integrating remote sensing in fisheries control. *Fisheries Management and Ecology*(12), s. 295-307.
- Lee, C., Kim, D., Yu, Y. and Shin, O. 2009. Development of embedded vessel monitoring system using nmea2000. *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, 33, s. 746-755. doi:10.5916/jkosme.2009.33.5.746
- Moroney Jr, M. 1997. Global considerations for vessel traffic control and electronics navigation systems on inland waterways. *Oceans '97. MTS/IEEE Conference*. 2, s. 1172. IEEE Xplore. doi:10.1109/OCEANS.1997.624160
- Mounasri, M., Ujwala, V. and Gowthami, R. 2022. Motion pattern classification on online/active data-machine learning. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*., 10, s. 1013-1016. doi:10.22214/ijraset.2022.45338

- MSC 105/20. 2022. International maritime organization. imo.org:
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.482\(103\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.482(103).pdf) adresinden alındı
- Park, S., Yang, C. and Kim, J. 2023. Design of vessel data lakehouse with big data and ai analysis technology for vessel monitoring system. *Electronics*(12), s. 1943. doi:10.3390/electronics12081943
- Peel, G., Gedikli, E. ve Hendrikse, H. 2023. Navigating arctic waters: a summary of ship activities and ice- ship interactions in alaskan waters. 27th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions. Glasgow, Scotland.
- Pitsikalis, M., Lisitsa, A., Totzke, P. and Lee, S. 2022. Making sense of heterogeneous maritime data. 23rd IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM) (s. 401-406). Paphos, Cyprus: IEEE. doi:10.1109/MDM55031.2022.00089
- Rodighiero, D. 2010. Guidelines to visualize vessels in a geographic information system. 14th International Conference on Information Visualisation, (s. 455-459). London, UK. doi:10.1109/IV.2010.70
- Sawada, R. and Hirata, K. 2023. Mapping and localization for autonomous ship using LiDAR SLAM on the sea. *Journal of Marine Science and Technology*, s. 1-12. doi:10.1007/s00773-023-00931-y
- Schwehr, K. 2023. Vessel tracking using the automatic identification system (ais) during emergency response: Lessons from the deepwater horizon incident. .
- Shneiderman. 1996. The eyes have it: A task by data type taxonomy. In *Proc. Of the 1996 IEEE* (s. 336-343). Washington, DC: IEEE Computer Society.
- Sindhvani, N., Vashisth, R., Chauhan, S., Talukdar, V. and Dhabliya, D. 2023. ThingSpeak-based environmental monitoring system using iot. Seventh International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC). IEEE. doi:10.1109/PDGC56933.2022.10053167
- Spence, R. 2001. *Information visualization*. Harlow.
- Sungil, K., Heeyoung, K. and Yongro, P. 2016. Early dedection of vessel delays using combined historical and real-time information. 68. doi:10.1057/s41274-016-0104-4
- Swale, S. 1990. GPS-based vessel tracking. *Aerospace and Electronic System Magazine*, 5(7).
- Syahwir, I., Samsi, A., Firmansyah, V., Yunanto, P., Maheswara, R. and Anggraeni, N. 2019. Internet of things of electronic seal base on gprs short message service and thingspeak. (4), s. 125-132. doi:10.21009/SPEKTRA.043.03

- Syed, M. A. and Ahmed, I. 2023. A CNN-LSTM Architecture for marine vessel track association using automatic identification system (ais) data. *Sensors*. *Sensors*(23), s. 6400. doi:10.3390/s23146400
- Talib, M., Thanakodi, S., Noor, N., Wahab, N., Fadzliah, A. and Nordin, N. H. 2021. Monitoring and controlling marine activity using iot system. *malaysian Journal of Computer Science*, s. 30-37. doi:10.22452/mjcs.sp2021no1.3
- Tarelko, W. 2012. Origins of ship safety requirements formulated by International Maritime Organization. *Procedia Engineering*, s. 847-856.
- Taşpınar, N., Koçak, Y. ve Sabah, M. A. 2001. Genel paket radyo servisi (gprs) yapısı, protokolleri ve kaynak yönetimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*(17), s. 22-42.
- Tejaswini, B., Karthik, T., Rajesh babu, B., Vismitha, A. and Aditya, D. 2023. Traffic congestion detection using active rfid under thingspeak in smart cities. *Interantional Journal Of Scientific Research In Engineering And Management*(07). doi:10.55041/IJSREM18099
- Teknim. 2023. 24v Röleli Optik ısı ve duman dedektörü. Teknim: <https://www.teknim.com.tr/Uploads/Document/51597dbd-35ca-476a-b610-e42ad176a72a.pdf> adresinden alındı
- Tufte, E. and Moeller, E. 1997. *Visual explanations: images and*. Press Cheshire.
- Tüzel, M. 2008. Ören yerleri turizm ilişkisinin tematik haritalar yardımıyla analizi. Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Wikipedia. Klaslama kuruluşu - https://tr.wikipedia.org/wiki/Klaslama_kurulu%C5%9Fu adresinden alındı [Son erişim tarihi:20.09.2023].
- Wika Data Sheet LM 50.08. Bilge Float Switch-RLs-5000-Wika. wika.com: https://www.wika.com/en-tr/rls_5000.WIKA adresinden alındı [Son erişim tarihi:16.09.2023].
- Winata, E. P., Nusyirwan, D., Nugraha, S., Faturrahman, A. and Pandu, D. 2021. Vessel monitoring system using gsm communications network. *E3S Web Conf.* 324 05003. doi:10.1051/e3sconf/202132405003
- Xing, B., Wang, W., Qian, J., Pan, C. and Le, Q. 2023. A lightweight model for real-time monitoring of ships. *Electronics*, 12, s. 3804. doi:10.3390/electronics12183804
- Yu, L., Wu, H., Zhong, Z., Zheng, L., Deng, Q. and Hu, H. 2021. TWC-Net: A SAR ship detection using two-way convolution and multiscale feature mapping. *Remote Sensing*, 13. doi:10.3390/rs13132558

Zaher, A., Ibrahim, F., Al-Ameeri, A. and Juwaied, Y. 2021. Marine vessel smart monitoring system. Undergraduate Research Conference.

Zhang, K., Huang, L., He, Y., Wang, B., Chen, J., Tian, Y. and Zhao, X. 2023. A real-time multi-ship collision avoidance decision-making system for autonomous ships considering ship motion uncertainty. *Ocean Engineering*, 275, s. 114205. doi:10.1016/j.oceaneng.2023.114205



ÖZGEÇMİŞ

SONER TÜTEN	
-------------	--

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2021-2023	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2010-2015	Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik/Elektronik Mühendisliği, Trabzon

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Elektrik-Elektronik Mühendisi 2018-Devam Ediyor	Alya Yatçılık, Antalya
Elektrik-Elektronik Mühendisi 2015-2018	Ava Deniz Araçları, Antalya