



**Gedik Üniversitesi**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKNOLOJİDE BEKLENEN GELİŞMELER ETKİSİNDE  
2030 YILINDA DENİZ MAYIN HARBİNİN GELECEĞİ  
ÜZERİNE TEKNOLOJİ ÖNGÖRÜSÜ**

ONUR SELMİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAVUNMA TEKNOLOJİLERİ

DANIŞMAN  
PROF. DR. SUNULLAH ÖZBEK

EŞ DANIŞMAN  
PROF. DR. TARIK BAYKARA

2016 - İSTANBUL

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

GEDİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAVUNMA TEKNOLOJİLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Gedik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü nün 144102002 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Onur SELMİ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Teknolojide Beklenen Gelişmeler Etkisinde 2030 Yılında Deniz Mayın Harbinin Geleceği Üzerine Teknoloji Öngörüsü" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile savunmuştur.

İmza

Tez Danışmanı Prof.Dr. Sunullah ÖZBEK  
(Üniversitesi)

Jüri (Üye) : Prof.Dr. Mehmet Ali BAYKAL  
(Gedik Üniversitesi)

Jüri (Üye) : Prof.Dr. H. Özkan GÜLSOY  
(Marmara Üniversitesi)

Jüri (Üye) : Yrd.Doç.Dr. Savaş DİLİBAL  
(Gedik Üniversitesi)

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu" nun ..../.../..... tarih ve onaylanmıştır.

sayılı kararı ile

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.



Orun SELMI

## TEŐEKKÖR

Başta çalıŐmamda bana yardımlarını esirgemeyen Mayın Filosu Komutanlığı'nın seçkin personeli olmak üzere, çalışmanın her safhasında beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Sunullah ÖZBEK'e ve eş danışmanım Prof. Dr. Tarık BAYKARA'ya saygılarımı arz ederim.

Tezimin her safhasında beni destekleyen, motive eden ve hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan başta eşim ve kızım olmak üzere aileme, değerli sivil ve silah arkadaşlarıma ve tez aşamasında fikirlerini benimle paylaşıp zaman ayıran herkese teşekkürlerimi sunuyorum.

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLOLAR.....	ix
ŞEKİLLER.....	x
RESİMLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
ÖZET.....	xiv

### BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. ARAŞTIRMANIN KONUSU.....	1
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI.....	2
1.2.1. Ana Amaç.....	2
1.2.2. Alt Amaçlar.....	2
1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	3

### İKİNCİ BÖLÜM GENEL BİLGİLER

2.1. TEKNOLOJİK ÖNGÖRÜ KAVRAMI.....	4
2.1.1. Teknolojik Öngörü nedir?.....	4
2.1.2. Öngörü Sürecinin Temel Özellikleri.....	6
2.1.2.1. İletişim.....	7
2.1.2.2. Uzun Döneme Odaklanma.....	7
2.1.2.3. Koordinasyon.....	7
2.1.2.4. Uzlaşma.....	7
2.1.2.5. Sahiplenme.....	7

2.1.2.6. Kavrayış.....	8
2.1.3. Teknoloji Öngörüsü ve Teknoloji Tahmini.....	8
2.1.4. Öngörü Hedefleri.....	8
2.1.5. Öngörü Çalışmasının Aşamaları.....	9
2.1.5.1. Öngörü Öncesi Süreç.....	9
2.2. ÖNGÖRÜ YÖNTEM VE TEKNİKLERİ.....	10
2.2.1. Ekstrapolasyon.....	11
2.2.1.1. Teknik Eğilim Ekstrapolasyon Analizleri.....	12
2.2.1.2. Yerine Geçme Eğilim Analizleri.....	12
2.2.1.3. Büyüme Sınır Analizleri.....	12
2.2.1.4. Öğrenme Eğrileri.....	13
2.2.2. Rota Analizi (Pattern Analysis).....	13
2.2.2.1. Benzetim Analizi.....	13
2.2.2.2. Çekirdek Eğilim Analizi.....	13
2.2.2.3. Morfolojik Analiz.....	13
2.2.2.4. Geri Besleme Modelleri.....	14
2.2.3. Hedef Analizi.....	14
2.2.3.1. Etki Analizi.....	14
2.2.3.2. İçerik Analizi.....	14
2.2.3.3. Paydaş Analizi.....	14
2.2.3.4. Patent Analizi.....	15
2.2.4. Karşı Vurgulama.....	15
2.2.4.1. Tarama, İzleme ve Takip.....	15
2.2.4.2. Değişken Senaryolar.....	15
2.2.4.3. Çapraz Etki Analizleri.....	16
2.2.5. Sezgisel Analizler.....	16
2.2.5.1. Delphi Analizi.....	16
2.2.5.2. Nominal Grup Analizi.....	17
2.2.5.3. Yapılandırılmış/Yapılanmamış Mülakatlar, Söyleşiler.....	17
2.2.6. Kritik/Anahtar Teknolojiler.....	18
2.2.7. Matematiksel Modeller.....	18
2.3. DENİZ MAYIN HARBİ.....	19

<b>2.3.1. Tehdit Mayın Silah Sistemleri</b> .....	19
<b>2.3.1.1. Deniz Mayınları Tipleri</b> .....	21
<b>2.3.1.2. Deniz Mayınları Ateşleme Sistemleri</b> .....	22
<b>2.3.2. MKT Sistemleri</b> .....	24
<b>2.3.2.1. Geleneksel MKT Sistemleri</b> .....	25
<b>2.3.2.1.1. Geleneksel Mayın Tarama Sistemleri</b> .....	25
<b>2.3.2.1.2. Geleneksel Mayın Avlama Sistemleri</b> .....	26
<b>2.3.2.2. Organik MKT Sistemleri ve Modülerleşme</b> .....	26
<b>2.3.2.3. İnsansız MKT Sistemleri</b> .....	27

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM GEREÇ VE YÖNTEM**

<b>3.1. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ</b> .....	29
<b>3.2. METOD</b> .....	29
<b>3.2.1. Birinci Aşama: Araştırma Konusunun Belirlenmesi ve Literatür Araştırması Yapılması</b> .....	32
<b>3.2.2. İkinci Aşama: Kullanılacak Teknoloji Öngörüsü Tekniklerinin Belirlenmesi</b> .....	32
<b>3.2.3. Üçüncü Aşama: İncelenecek Teknoloji Öngörü Raporlarının Belirlenmesi ve Gelişen Kritik Teknolojilerin Tespit Edilmesi</b> .....	33
<b>3.2.4. Dördüncü Aşama: Yapılandırılmış Mülakat İcra Edilecek Mayın Harbi Uzman Grubunun Belirlenmesi ve Mülakat Sorularının Oluşturulması</b> .....	34
<b>3.2.5. Beşinci Aşama: Mülakat Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Morfolojik Analiz Tekniği ile Gelecek Yol Haritasının Oluşturulması</b> .....	34
<b>3.2.6. Altıncı Aşama: Analiz Sonuçları ile Deniz Mayın Harbinin 2030 yılı Geleceğini Tasvir Eden Senaryonun Yazılması</b> .....	35

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR

<b>4.1. ÜLKE/ ORGANİZASYON TEKNOLOJİ ÖNGÖRÜ FAALİYETLERİ VE İNCELENECEK RAPORLARI</b> .....	36
<b>4.1.1. Türkiye'nin Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri</b> .....	36
<b>4.1.1.1. TÜBİTAK VİZYON 2023 Öngörü Raporu Teknolojik Faaliyet Hedefleri ve Öncelikli Teknoloji Alanları</b> .....	37
<b>4.1.1.2. "VİZYON 2023" Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları</b> .....	41
<b>4.1.2. ABD Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri</b> .....	52
<b>4.1.2.1. "Deniz Kuvvetleri Bilim ve Teknolojisi Stratejisi 2015" Raporu Kritik Bilim ve Teknoloji Odak Sahaları ve Alt Araştırma Alanları</b> .....	52
<b>4.1.3. İngiltere'nin Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri</b> .....	58
<b>4.1.3.1. UK 2035: Savunma ve Güvenlik Yeterlilik Raporu Kritik Teknoloji Alanları ve Hedefleri</b> .....	58
<b>4.1.4. Japonya'nın Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri</b> .....	61
<b>4.1.4.1. Dokuzuncu Teknoloji Öngörü Araştırması: Bilim ve Teknolojinin Geleceğin Toplumuna Katkısı Raporu Kritik Teknolojileri Alanları ve Hedefleri</b> .....	61
<b>4.1.5. Avustralya'nın Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri</b> .....	68
<b>4.1.5.1. 2035'in İlerisi Öngörü Raporu Kritik Teknolojileri ve Alt Alanları</b> .....	69
<b>4.1.6. Nordik Ülkeler Birliğinin (Danimarka, Norveç, İsveç, Finlandiya) Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri</b> .....	70
<b>4.1.6.1. Nordik ICT Öngörü Raporu</b> .....	70
<b>4.1.7. NATO Teknoloji Öngörü Faaliyetleri</b> .....	71
<b>4.1.7.1. MO 2015 Teknoloji Öngörü Raporu</b> .....	72
<b>4.2. DENİZ MAYIN HARBİ SİSTEMLERİNİN TEKNOLOJİ S-EĞRİLERİ</b> .....	73

<b>4.3.TEKNOLOJİ ÖNGÖRÜ RAPORLARI SONUÇLARININ SENTEZLENMESİ VE TESPİT EDİLEN KRİTİK TEKNOLOJİLER.....</b>	<b>78</b>
<b>4.4. YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT GRUBUNUN VE SORULARININ BELİRLENMESİ.....</b>	<b>81</b>
<b>4.5. YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT SONUÇLARININ MORFOLOJİK ANALİZ TEKNİĞİ İLE TAKTİKSEL MATRİSE YERLEŞTİRİLMESİ VE GELECEK YOL HARİTASININ OLUŞTURULMASI .....</b>	<b>86</b>

## **BEŞİNCİ BÖLÜM TARTIŞMA VE SONUÇ**

<b>5.1. SENARYO YAZIMI.....</b>	<b>90</b>
<b>5.1.1. 2030 Yılında Geleceğin Deniz Mayın Harbi.....</b>	<b>90</b>
<b>5.1.2. Sonuç ve Teklifler.....</b>	<b>92</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>95</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>99</b>

## TABLÖLAR

<b>Tablo 1.</b> Geleceğe Dönük Öngörü ve Uzgörü Süreç Yöntemleri ve Uygulamaları.....	11
<b>Tablo 2.</b> VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları.....	41
<b>Tablo 3.</b> Kontak ve Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisi Performans Tablosu.....	78
<b>Tablo 4.</b> VİZYON 2023 Delphi Anket Sonuçlarının Kritik Teknolojilere Dağılımı.....	80
<b>Tablo 5.</b> Mayın Silah Sistemleri 2016-2020 Yılları Yol Haritası.....	86
<b>Tablo 6.</b> MKT Sistemleri 2016-2020 Yılları Yol Haritası.....	87
<b>Tablo 7.</b> Mayın Silah Sistemleri 2021-2025 Yılları Yol Haritası.....	87
<b>Tablo 8.</b> MKT Sistemleri 2021-2025 Yılları Yol Haritası.....	88
<b>Tablo 9.</b> Mayın Silah Sistemleri 2026-2030 Yılları Yol Haritası.....	88
<b>Tablo 10.</b> MKT Sistemleri 2026-2030 Yılları Yol Haritası.....	89

## ŞEKİLLER

Şekil 1. Öngörü Analizini Etkileyen Faktörler.....	5
Şekil 2. II. Dünya Savaşı Sonrası Amerikan Donanması'nda Hasar Alan Gemiler ve Saldırı Metotları.....	21
Şekil 3. Sualtı Ortamında Mayınların Buldukları Mevkiler ve Örnek Mayın Tipleri.....	22
Şekil 4. Araştırma Yöntemi Akış Diyagramı.....	31
Şekil 5. Kritik Teknoloji Kesişim Kümesinin Belirlenmesi.....	33
Şekil 6. Kontak Ateşleme Teknolojisi Oluşumuna Dair İlk Belirtiler.....	74
Şekil 7. Kontak Ateşleme Teknolojisinin Yavaş Başlangıç ve İstikrar-Denge Dönemi.....	74
Şekil 8. Kontak Ateşleme Teknolojisinin Olgunluk Dönemi ve Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisine Dair İlk Belirtiler.....	75
Şekil 9. Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisi Yavaş Başlangıç Dönemi.....	76
Şekil 10. Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisi İstikrar-Denge Dönemi Başlangıcı.....	76
Şekil 11. Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisi İstikrar-Denge Dönemi.....	77
Şekil 12. Kritik Teknolojiler Kesişim Kümesi.....	79

## RESİMLER

<b>Resim 1. a.</b> David Bushnell'in Tasarladığı "Turtle"	
<b>b.</b> Mayın Yerleştirme Metodu.....	20
<b>Resim 2. a.</b> Robert Fulton'un Tasarladığı "Nautilus" Denizaltısı	
<b>b.</b> Patlayıcı Karkas Mayını.....	20
<b>Resim 3.</b> Modern Akustik Mayın Tarama Donanımı.....	25
<b>Resim 4. a.</b> Mayın Avlamada ROV Cihazı	
<b>b.</b> Mayın Temizleme Dalgıçları.....	26



## KISALTMALAR

<b>ABD :</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>ACARD :</b>	Advisory Council for Applied Research and Development
<b>ASTEC :</b>	Australian Science and Technology Council
<b>AUV :</b>	Autonomous Underwater Vehicle
<b>BTYK :</b>	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
<b>DNA :</b>	Deoxyribonucleic Acid
<b>DPT :</b>	Devlet Planlama Teşkilatı
<b>DTI :</b>	Danish Technological Institute
<b>ELFE :</b>	Extra Low Frequency Electric Field
<b>ESM :</b>	Electronic Warfare Support Measures
<b>FOI :</b>	Swedish Defence Research Agency
<b>GMPC :</b>	Global Mobile Personal Communications
<b>GRP :</b>	Glass Reinforced Plastic
<b>ICT :</b>	Information and Communication Technologies
<b>ISRT :</b>	Intelligence, Surveillance, Reconnaissance and Targeting
<b>İHA :</b>	İnsansız Hava Aracı
<b>LO :</b>	Low Observable
<b>LTMT :</b>	Long Term Military Transformation
<b>MBMAS :</b>	Multi Beam Multi Aspect Sonar
<b>MEMS :</b>	Mikro Elektro Mekanik Sistem
<b>MKT :</b>	Mayın Karşı Tedbirleri
<b>MO :</b>	Maritime Operations
<b>NATO :</b>	North Atlantic Treaty Organization
<b>NISTEP :</b>	National Institute of Science and Technology Policy
<b>ONR :</b>	Office of Naval Research
<b>RNA :</b>	Ribonucleic Acid
<b>ROV :</b>	Remote Operating Vehicle
<b>RPG :</b>	Rocket Propelled Grenade
<b>SAS :</b>	Synthetic Aperture Sonar

<b>SINTEF</b> :	Foundation For Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology
<b>SPRU</b> :	Science Policy Research Unit
<b>SSS</b> :	Side Scan Sonar
<b>SWOT</b> :	Strenghts Weaknesses Opportunities Threats
<b>TAF</b> :	Turkish Army Forces
<b>TSK</b> :	Türk Silahlı Kuvvetleri
<b>TÜBİTAK</b> :	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>UEP</b> :	Underwater Electric Potential
<b>VTT</b> :	Technical Research Centre of Finland
<b>WEEE</b> :	Waste Electrical and Electronic Equipment
<b>WLAN</b> :	Wireless Local Area Network

## ÖZET

Bu tez çalışmasında teknoloji öngörüsü tanımı üzerinde durulmuş; teknoloji öngörüsünün nasıl yapıldığı, hangi tekniklerin kullanıldığı ve özellikle silahlı kuvvetlerin konsept oluşturma ve geleceğe dönük stratejik karar alma mekanizmalarında kullanılabilirliği irdelenmiştir. Türkiye'nin en önemli teknoloji öngörü çalışması olarak kabul edilen, TÜBİTAK koordinatörlüğünde hazırlanmış "VİZYON 2023" teknoloji öngörü raporu ve deniz mayın harbi konusunda dünyada kendini kabul ettirmiş ülkelere ait teknoloji öngörü çalışmalarının sonuçları incelenerek; geleceğin kritik teknolojileri belirlenmiştir. Bu kritik teknolojilerden yola çıkılarak, deniz mayın harbi uzmanı 10 kişilik bir grupla yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılarak, yüz yüze görüşme yapılmıştır. Yapılan mülakat sonucunda elde edilen veriler, morfolojik analiz yöntemi ile ortak bir senaryoya dönüştürülmüş ve deniz mayın harbinin 2030 yılındaki geleceği tasvir edilmeye çalışılmıştır. Bu yöntem; daha önceden hazırlanmış teknoloji öngörüsü raporlarının bilimsel verileri incelenerek, TSK bünyesinde uzun vadeli stratejik kararlar alınması ve gelecek senaryoları oluşturulmasında kullanılabilecek, hibrit bir modelleme olarak önerilmiştir.

## ABSTRACT

This thesis has focused on the definition of technology foresight; how it is done, which techniques are used to create the concept for especially the armed forces and the availability of strategic decision-making in the future are discussed. Technology foresight report which is accepted as the most important technology foresight study of Turkey, has been prepared under the coordination of TÜBİTAK, "VİZYON 2023" and technology foresight studies of countries which proven themselves in naval mine warfare; have been analyzed and critical technologies of the future have determined according to results obtained from the analysis. Based on these most critical technologies, a group of 10 naval mine warfare experts have been interviewed face to face with using structured interview technique. The data which was obtained from the results of interviews, converted to a common scenario with morphological analysis and the future of naval mine warfare in 2030 has been attempted. This method has been proposed as a hybrid model can be used to take the long-term strategic decisions in the TAF (Turkish Army Forces) and to create future scenarios as scientific datas of previously prepared foresight reports are analyzed.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ VE AMAÇ

### 1.1. ARAŞTIRMANIN KONUSU

Bu tez çalışmasında, teknoloji öngörüsü, öngörü çalışmalarında kullanılan yöntem ve teknikler, bir öngörü çalışmasının aşamaları, “arzu edilen gelecek” olgusu ve stratejik karar alma mekanizmaları üzerinde durulmuştur. Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK)’nin uzun vadeli stratejik karar alma mekanizmalarına yol gösterici olması; geleceğin güvenlik ortamı da göz önünde bulundurularak, harekât ihtiyaç planlamalarına ve yeni projelere, farkındalık seviyesinde yardımcı olabilecek bir modelleme oluşturmak amacıyla özellikle geleceğin “Deniz Mayın Harbi” konusunda çalışılmıştır. Deniz Mayın Harbinin geleceğinin öngörülebilmesi amacıyla teknoloji tahmin ve öngörü tekniklerinden delphi metodu, kritik teknolojilerin belirlenmesi yöntemi, yapılandırılmış mülakat, morfolojik matris kullanımı ve senaryo yazımı teknikleri, tez konusu kapsamında bu çalışmaya özgün bir biçimde kullanılarak, hibrit bir modelleme ortaya konulmuştur. Geleceğin kritik teknolojilerini ve teknolojik yenilikleri tahmin etme üzerine hazırlanmış teknolojik gelişmeleri domine eden ve deniz mayın harbi konusunda uzmanlaşmış ülkelere ya da kurumlara ait teknolojik öngörü raporları ve delphi analizleri incelenmiş, önümüzdeki 15 yıl içerisinde bu gelişmelerle birlikte deniz mayın harbinde meydana gelmesi öngörülen teknolojik yenilikler belirlenmiştir. “Tercih Edilen Gelecek” kavramından yola çıkılarak, daha önceden belirlenmiş olan yapılandırılmış mülakat soruları, uzmanlık seviyesi yüksek, çalışma alanı deniz mayın harbi olan 10 kişiden oluşan bir gruba, yüz yüze bir görüşmeyle yönlendirilmiştir. Yüz yüze görüşme sonuçları, niteliksel öngörü tekniklerinden biri olan beyin fırtınası tekniği ve bu tekniğin bir uygulama metodu olan morfolojik analiz yöntemi kullanılarak, bir gelecek senaryosuna dönüştürülmüştür. Bu gelecek senaryosu ile TSK’nın özellikle kısa, orta ve uzun vadeli harekât ihtiyaçlarını belirleme konusunda stratejik karar verme mekanizmalarının faydalanabileceği bir modelleme elde edilmeye çalışılmıştır.

## **1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI**

### **1.2.1. Ana Amaç**

Çalışmanın ana amacı, bir teknoloji öngörü modellemesi ile gelecekte meydana gelmesi öngörülen teknolojik gelişmeler ışığında 2030 yılında deniz mayın harbinin geleceğini tahmin etmeye çalışarak; Türk Deniz Kuvvetlerinin önümüzdeki 15 yıl boyunca muhtemel ihtiyaç duyacağı mayın harbi imkân ve kabiliyetlerini belirlemek ve stratejik bir planlama aracı olması açısından bir gelecek senaryosu oluşturmaktır. Bu sayede bilimsel metotlara dayalı, sistematik ve analitik bir stratejik karar verme yardımcısı elde edilmeye çalışılmıştır.

### **1.2.2. Alt Amaçlar**

Bu tez çalışmasında ortaya konmak istenen alt amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- (1) Özellikle deniz mayın harbi konusunda kendini ispat etmiş gelişmiş ülkelerin yayınlamış oldukları teknoloji öngörü raporlarını ve TÜBİTAK'ın Kasım 2004'te son halini yayınlamış olduğu ülkemize ait ilk teknoloji öngörü raporu olan "VİZYON 2023"ün sonuçlarını bir araya getirerek, mayın harbi açısından daha önce birlikte değerlendirilmemiş verileri tek bir çatı altında incelemek,
- (2) Delphi anketleri ve teknoloji öngörü raporlarından elde edilecek sentez verilerle belirlenmiş geleceğin kritik teknolojilerini; mayın harbi konusunda taktiksel açıdan uzmanlaşmış bir grup tarafından değerlendirmelerini morfolojik analiz yöntemi ile inceleyerek taktiksel bakış açısına da sahip geleceğin güvenlik ve harekât ortamını yansıtabilecek bir senaryo oluşturulmasını sağlamak,
- (3) Kullanılan analiz yönteminin özellikle taktiksel açıdan değerlendirme ve analiz kısmının işlevselliğini ortaya koymak,
- (4) Teknoloji öngörüsü modellemelerinin Türk Deniz Kuvvetlerinin ve TSK'nın stratejik planlama unsurlarına faydasını değerlendirmek,

(5) Geleceği tahmine dayalı, bilimsel metotlarla hazırlanmış, daha sistematik ve analitik bir karar verme mekanizmasına örnek teşkil edecek bir modelleme ile TSK'ya özellikle yeni sistem tedarik projelerinde daha stratejik bir kaynak yönetimi sağlamaktır.

### **1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ**

Bu tez çalışmasında, ülkemiz için daha yeni önemi kavranmaya başlanan, teknoloji öngörüsü ve stratejik karar alma mekanizmaları üzerinde durulmuştur. Ülkemizde gerek sivil sektörde, gerekse devlet kurumlarında halen tam anlamıyla kullanılmayan teknoloji öngörü tekniklerine ve tercih edilen gelecek senaryolarına değinilmiştir. İleride daha da yetersiz hale geleceği tahmin edilen kaynaklarımızın daha etkin kullanımı açısından teknoloji öngörüsü ile desteklenen karar verme mekanizmalarının önemi ele alınmıştır. Türk Deniz Kuvvetlerinde ve TSK'da gün geçtikçe daha da önem arz etmekte olan geleceği tahmin edebilme, geleceğe uygun kararlar verebilme ve geleceğe dayalı stratejik kaynak yönetimini sağlayabilme konularında çözüm yolu aranmış ve az da olsa bu konuya ışık tutmaya çalışan bir modelleme önerisi ortaya konulmuştur. Gelecekte bu tez çalışmasında da kullanılmış olan teknoloji tahmin ve öngörü tekniklerinden delphi metodu, kritik teknolojilerin belirlenmesi yöntemi, yapılandırılmış mülakat, morfolojik matris kullanımı ve senaryo yazımı teknikleri; bu çalışmadaki özgün kombinasyonla kullanımı ile belirlenecek bir hibrit teknoloji öngörü modellemesinin savunma sistemleri temininde ve hatta kuvvet oluşturma, geliştirme ve idame etme konularında bir araç görevi görebileceği değerlendirilmektedir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1. TEKNOLOJİK ÖNGÖRÜ KAVRAMI

Teknolojik öngörü temelinde “öngörü (foresight)” kavramına dayanmaktadır. Öngörü; bilim, teknoloji, ekonomi, çevre, toplum gibi kavramların geleceği ile ilgili uzun vadeli beklentilerin ve ilerlemelerin incelenerek, belirli bir kuruluş, ülke ya da tüm dünya için gelişen sahaların ve meydana gelebilecek değişimlerin tahmin edilebilmesi kapsamında yapılan sistematik ve bilimsel çalışmalar bütünüdür. (TÜBİTAK, 2001) Bu çalışmaların amacı, arzu edilen bir geleceği öngörebilmektir. Gerçekte bir hedef ve amaç bulunmuyorsa, öngöründe bulunmak ve bir eylem planı oluşturmak anlamlı olmayacaktır. Ancak, amaç, hedef ve beklentilere bağlı olan bir gelecek öngörüsü fonksiyonel olabilir ve kısa, orta ve uzun vadeli, geleceğe yön verebilir. (Baykara, 2006) Teknolojik öngörü ise öngörü çalışmalarının teknoloji alanındaki kısmını tanımlamaktadır.

##### 2.1.1. Teknolojik Öngörü nedir?

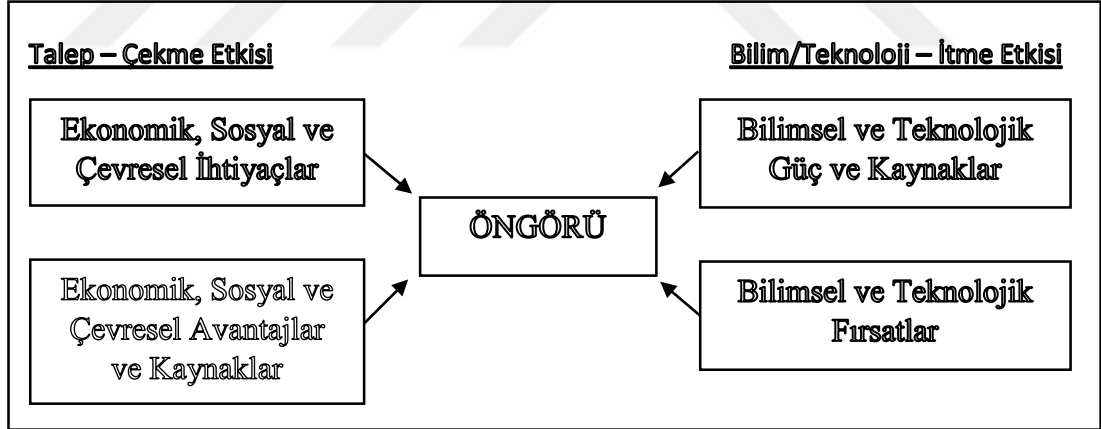
Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, toplumsal ve ekonomik ilerlemeleri de arkalarından getirirler. Bilimsel ve teknolojik gelişmeleri tahmin edebilmek de toplumsal ve ekonomik açıdan “arzu edilen bir geleceğe” ulaşabilmeyi sağlar. Tahmin yürütmenin en derin seviyesi, sadece öngörülecek olaylar sınıfının jenerik modelini değil, olayların yapısını da anlamayı gerektirir ve daha sonra gelecekte istenilen bir olayın gerçekleşmesini planlayarak geleceğe müdahale eder. (Betz, 2010) Bu çerçevede teknolojik öngörü; bilim ve teknoloji alanında meydana gelen gelişmeleri ve bu gelişmelerin birbirlerini etkileyerek yeni teknolojiler ortaya çıkmasını analitik olarak inceleyerek, bir ürün, malzeme ya da teçhizatın arzu edilen bir gelecek olgusunda olası evriminin öngörüldüğü bir çalışmadır. Teknoloji öngörüsü, bir kuruluş veya ülkenin uzun vadeli hedefleri doğrultusunda çeşitli alanlarda en etkin faydayı yaratabilecek stratejik teknolojilerin belirlenmesine yönelik bir süreç olarak da tanımlanabilir. Toplumun ilgili tüm kurum, kuruluş ve bireylerinin (politika yapıcıların, kamu araştırma kuruluşlarının, özel kesimin, üniversitelerin ve sivil toplum kuruluşlarının)

gelecekte bilim ve teknolojiden beklentilerinin belirtildiği ve bu kesimlerin bilgi birikimlerinin paylaşıldığı bu süreçte, ülkenin mevcut durumu ve dünyadaki ilgili teknolojik değişim süreçleri de göz önüne alınarak kritik teknolojiler belirlenmektedir. Teknoloji öngörüsü çalışmaları, her ülkenin kendi teknoloji ihtiyaçlarını ve bu ihtiyaçların öncelik derecelendirmelerinin saptanmasına yönelik çalışmalardır, bu nedenle her ülke kendi durumuna uygun konular, değerler ve yöntemler geliştirmelidir. (TÜBİTAK, 2001)

Teknolojik öngörüü etkileyen temel faktörleri;

- (1) Ekonomik, sosyal ve çevresel ihtiyaçlar,
- (2) Ekonomik, sosyal ve çevresel avantajlar ve kaynaklar,
- (3) Bilimsel ve teknolojik güç ve kaynaklar,
- (4) Bilimsel ve teknolojik fırsatlar,

olarak tanımlayabiliriz.(Tegart, 2003)



**Şekil 1.** Öngörü Analizini Etkileyen Faktörler (Tegart, 2003)

Teknoloji öngörü çalışmasının tanımı aşağıdaki kavramları içermelidir (Tegart, 2003);

- (1) Yapılan çalışmanın öngörü çalışması olabilmesi için, geleceği tahmin ederek şekillendirmeye yönelik çalışmaların mutlaka sistematik bir biçimde yapılması gerekir.

(2) Öngörü çalışmaları uzun dönemi hedeflemelidir (genellikle 10 yıl olmakla birlikte 5-30 yıl arasında olabilir).

(3) Öngörü çalışması bir dizi tekniğin uygulandığı bir çalışma olmaktan çok, bilim toplumu, araştırmaların kullanıcıları, politika tasarımcıları ve karar vericiler arasında karşılıklı iletişim, etkileşim ve değerlendirmeleri içeren bir süreç olmalıdır.

(4) Öngörü çalışmasının bir odağı, yeni gelişen ve birden fazla ekonomik ve toplumsal sektörde atılım yapma imkânı sağlayabilecek olan yayılğan teknolojileri tanımlamaktır. Bu teknolojiler rekabet öncesi aşamada olabilir ve sağlanacak teşvik ve fonlarla hızlı bir şekilde gelişmeleri hedeflenebilir.

(5) Diğer odağı ise, bugünkü ve gelecekteki sorunların çözümü için gerekli olan bilimsel ve teknolojik altyapıyı oluşturacak stratejik (temel araştırmalar vb.) araştırmalar olmalıdır.

(6) Öngörü çalışmasında yeni teknolojilerin, sadece ekonomi ve sanayi üzerindeki etkileri değil, aynı zamanda sosyal yararları (ve zararları) da mutlaka dikkate alınmalıdır.

### **2.1.2. Öngörü Sürecinin Temel Özellikleri**

Teknoloji öngörüsü tanımından da anlaşıldığı üzere bir süreçtir. Öngörünün iki önemli özelliği bulunmaktadır:

Birincisi, öngörü sadece bir teknikler seti değil bir 'süreçtir'. İlgili aktörlerin karşılıklı etkileşimlerini sağlayan danışma sürecini kapsar. İkincisi, öngörünün çıkış noktası olarak, gerçekleşme ihtimalleri farklı olmakla birlikte pek çok gelecek alternatifinin mümkün olmasıdır. Hangi geleceğe ulaşacağımız ise bir bakıma bugünkü aldığımız kararlara bağlıdır. Dolayısıyla, öngörü, bugünkü seçimlerin geleceği şekillendirebileceği hatta yaratabileceği olgusuyla, geleceğe yönelik bilinçli aktif bir yaklaşımdır. (TÜBİTAK, 2001; Martin, 1995)

Bu sürecin altı temel özelliği “the six Cs” kavramı ile tanımlanmaktadır. (Tegart, 2003)

Bunlar:

- (1) İletişim (Communication)
- (2) Uzun Vadeye Odaklanma (Concentration on the longer term)
- (3) Koordinasyon (Coordination)
- (4) Uzlaşma (Consensus)
- (5) Sahiplenme (Commitment)
- (6) Kavrayış (Comprehension)

#### **2.1.2.1. İletişim**

Bir öngörü sürecinde farklı gruplar halindeki insanlar bir araya getirilerek; etkileşim ve iletişim kurabilir bir yapı sağlanmalıdır.

#### **2.1.2.2. Uzun Döneme Odaklanma**

Öngörü süreçleri, katılımcıların kısa dönemli sorunlardan ziyade ciddi ve sistematik bir şekilde uzun döneme yoğunlaşmalarını sağlamalıdır.

#### **2.1.2.3. Koordinasyon**

Süreç, farklı yapılarıdaki katılımcıların birbirleri ile koordinasyonundan daha üretken AR-GE ortaklıkları oluşturmalarını sağlar.

#### **2.1.2.4. Uzlaşma**

Öngörü sürecinde katılımcıların uzlaşma sağlaması, alternatif gelecek yönelimlerini ve araştırma önceliklerini belirleyen net bir resim oluşturur.

#### **2.1.2.5. Sahiplenme**

Öngörü çalışması ışığında uygulanacak değişikliklerden sorumlu olan kişiler arasında uygulamanın sonuçlarından doğan bir bağlılık duygusu oluşur.

#### **2.1.2.6. Kavrayış**

Öngörü süreçleri, iş dünyası ve meslekler üzerinde küresel çaptaki değişimleri kavramak ve bu değişimler üzerindeki kısmi kontrolü sağlamak açısından teşvik edicidir.

#### **2.1.3. Teknoloji Öngörüsü ve Teknoloji Tahmini**

Teknoloji öngörüsü (technology foresight), teknoloji tahmini (technology forecast) yakın ve benzer kavramlar olmakla birlikte aynı değillerdir.

Teknoloji tahmini olabildiğince doğru ve tek bir geleceği tahmin eder. Periyodik bir düzene sahip olduğu bilinen yani geçmişin az çok bir devamı olması ve kısa vadeli olması sebebiyle tahmini daha kolay olan geleceğin nasıl olabileceğinin hesaplanmasıdır. (Grupp ve Linstone, 1999) Kısa vadeli, tek bir gelecek tahmini ortaya konur.

Teknolojik öngörü de ise farklı yönelimler ve tercihler ile ortaya çıkabilecek alternatif gelecekler öngörülür. Teknoloji tahmininden en önemli farkı geleceği bilinçli olarak şekillendirmek ve arzulanan gelecek olgusuna ulaşmaktır. En iyi geleceğin seçimi için uzmanların sistematik çabalarının bütünüdür. (Grupp ve Linstone, 1999).

#### **2.1.4. Öngörü Hedefleri**

Öngörü çalışmasının hedefleri şu şekilde sıralanabilir:

- (1) Dünyada değişen bazı eğilimler ve bunların ülkeler üzerindeki etkilerinin doğru olarak tespit edilmesi,
- (2) Sosyal ve ekonomik etkiler de göz önünde bulundurularak, bilim ve teknoloji ana stratejilerinin belirlenmesi,
- (3) Öngörü çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar neticesinde önceliklerin belirlenmesidir.

Sınırlı imkân ve kaynaklara rağmen ihtiyaçların en etkin biçimde karşılanabilmesi ve doğru hedefler için, doğru miktarlarda kaynak kullanılabilmesi için önceliklendirme yapılması şarttır. Önceliklerin belirlenmesi işlemi, ana stratejiler doğrultusunda, imkânlar, yetenekler ve olası kısıtlamalar da dikkate alınarak ve öngörü çalışmasındaki planlanan faaliyetlerin, önem kademeleri en öncelikliden, en az öncelikli olanlara kadar olacak şekilde yapılmalıdır. (TÜBİTAK, 2001)

### **2.1.5. Öngörü Çalışmasının Aşamaları**

Bir öngörü çalışması, zorunluluk olmasa da, genel olarak birbirini takip eden üç farklı aşamadan oluşur. Bunlar;

- (1) Hazırlık çalışmalarının yürütüldüğü “öngörü öncesi süreç”;
- (2) Sürecin tasarımından başlayarak öngörü sonuçlarının elde edilip topluma yayılmasına kadar sürdürülen çalışmaları kapsayan “öngörü süreci”;
- (3) Öngörü sonuçlarının somut politika önerileri ve eylem programlarına dönüştürülerek uygulandığı “öngörü sonrası süreci”dir.

#### **2.1.5.1. Öngörü Öncesi Süreç**

Bu aşama genel olarak iki bölümden oluşur:

- (1) Öngörü Çalışmasına Karar Verilmesi: İlk adım, çalışmanın belirli bir kaynak gerektireceğinin bilinciyle, üst düzey karar alıcıların inisiyatifle süreci başlatma onayını vermeleridir. Öngörü deneyimi olmayan ülkelerde, bilim toplumu ve genel olarak bütün toplumun yapılacak çalışmayı sahiplenmesini sağlamak için, devletin yönlendiriciliği üstlenmesinde yarar vardır. Buna en iyi örneği, bu tez çalışmasına da kaynak olan TÜBİTAK’ın düzenlemiş olduğu “VİZYON 2023” raporunu verebiliriz.
- (2) Hazırlık Çalışmaları: İkinci adım, ilgili tarafların bu çalışmanın gerekliliğine inanmalarını sağlamaktır. Bu amaçla, daha başlangıç aşamasında ilgili tüm aktörlerle ilişkiye geçilmeli; üst düzey danışma komitesi oluşturulması, farklı düzeylerde

katılımlı tartışma toplantıları düzenlenmesi gibi, tarafların çalışmaya başından itibaren katılmalarını ve sahiplenmelerini sağlayıcı yollara başvurulmalıdır.

## 2.2. ÖNGÖRÜ YÖNTEM VE TEKNİKLERİ

Öngörü çalışmaları için çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerin birçoğu teknolojik tahmin (forecasting) amaçlı geliştirilmiş, daha sonra teknolojik öngörü (foresight) yapmak amacıyla da kullanılmıştır. Bu yöntemler kalitatif (niteliksel), yarı kantitatif (niceliksel) veya yargısal yöntemler olarak sınıflandırılabilir. (TÜBİTAK, 2001)

Bu yöntemlerin güçlü, sağlam veri ve bulgulara dayalı bazı avantajları olduğu gibi zayıf yönleri de bulunmaktadır. Bu nedenle bir veya daha fazla hibrit ve kombinasyon yaklaşımı ile öngörü çalışması yapılabilir. Hiçbir zaman en doğru ya da tutarlı yöntem seçeneği olmamıştır. Bu yöntemler yaklaşık gelecek öngörülerini için bir çalışma sistemi olarak görülmelidir. (Baykara, 2006)

Niteliksel öngörü yöntemleri, sezgisel düşünme esasına dayanır. Beyin fırtınası, delphi yöntemi, senaryo yazımı yöntemleri bu sınıfa girer. Yarı niteliksel/niceliksel veya yargısal yöntemler, çapraz-etki simülasyon modelleri ve ilişki ağaç yapıları (relevance trees) yöntemleridir. Niceliksel yöntemler arasında ekstrapolasyon, yerine koyma modeli, sistem dinamiği simülasyonu, ve ekonometrik modeller sayılabilir. Bu yöntemler daha çok kısa dönem için yapılan öngörüler için kullanılır. Niceliksel yöntemlerin uygulanabilmesi için geçmiş yıllarla ilgili bilgilerin eksiksiz olarak var olması ve bu bilgilerin sayısal veriler şekline çevrilebilmesi şarttır. (TÜBİTAK, 2001)

Teknolojik öngörü yöntemleri uygulanırken farklı yaklaşımların uygulandığı gözlemlenmiştir. Bu yaklaşımlar öngörü çalışmasının hedefleri ile de doğrudan ya da dolaylı olarak şekillenmektedir. Bu yaklaşımlar geleceği keşfeden pasif (exploratory) veya geleceği belirleyen aktif (normatif) teknikler olarak tanımlanabilir. Geleceği keşfeden pasif tekniklerde geçmişteki ve şu anki durum başlangıç noktası olarak alınır, meydana gelebilecek tüm ihtimaller göz önüne alınarak bir gelecek tahmininde

bulunulmaya çalışılır. Geleceği belirleyen aktif tekniklerde ise gelecekte ulaşılması istenenler, ihtiyaçlar ve amaçlar belirlenir, daha sonra geriye doğru gelinerek eldeki kaynaklar, kısıtlar ve elde edilebilecek teknolojilerle belirlenen amaçlara nasıl ulaşılacağı araştırılır. (TÜBİTAK, 2001)

Genel olarak dünyada yapılan öngörü çalışmalarındaki tercihler incelendiğinde uygulamaya dönük, pratik yaklaşımlı ve mühendislik ağırlıklı kuruluşlarda “ekstrapolasyon” yönteminin daha çok kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte bilimsel yaklaşımlı ve akademik kurumlarda “rota analizi (pattern analysis)” kullanılmaktadır. Üst düzey yönetim kademeleri sezgisel yöntemlere daha çok eğilirken “karşı vurgulama” da zaman zaman kullanılmaktadır. (Baykara, 2006)

**Tablo 1.** Geleceğe Dönük Öngörü ve Uzgörü Süreç Yöntemleri ve Uygulamaları (Baykara, 2006)

TEKNOLOJİ TAHMİN TEKNİKLERİ				
<b>EKSTRAPOLASYON</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknoloji Eğilim Analizleri</li> <li>• Fisher-Pry Analizi</li> <li>• Gompertz Analizi</li> <li>• Büyüme Limit Analizi</li> <li>• Öğrenme Eğrileri</li> </ul>	<b>ROTA ANALİZİ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benzetim Analizi</li> <li>• Çekirdek Eğilim Analizi</li> <li>• Morfolojik Matrisler</li> <li>• Geri-Besleme Modelleri</li> </ul>	<b>HEDEF ANALİZİ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etki Analizi</li> <li>• İçerik Analizi</li> <li>• Paydaş Analizi</li> <li>• Patent Analizi</li> <li>• Yol Haritaları</li> <li>• Değer Zinciri</li> </ul>	<b>KARŞI-VURGULAMA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarama, İzleme ve Takip</li> <li>• Senaryolar</li> <li>• Ortam Haritası</li> <li>• Karar Ağaçları</li> <li>• Stratejik Oyunlar</li> </ul>	<b>SEZGİSEL YÖNTEMLER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Delphi Sorgulaması</li> <li>• Nominal Grup Konferansları</li> <li>• Yapılandırılmış/yapılanmamış Mülakatlar</li> </ul>
KANTİTATİF ←		→ KALİTATİF		

### 2.2.1. Ekstrapolasyon

Bu yöntemin esası geçmişin geleceği yansıtması mantığına dayanmaktadır. Gelecekte oluşabilecek durumlar, geçmişin mantıksal ve doğrusal (lineer) bir uzantısı olarak öngörülür. Geçmişteki gelişmeler ve mevcut durum itibarıyla çıkarımlar (ekstrapolasyon) sonucu ulaşılan noktalarda, derinlemesine yapısal analizler yapılır.

Bu yöntemin uygulanmasında, doğrudan çizgisel (lineer) ve düz bir mantıkla çıkarsamalar yapılır. Genelde gerçek durumlarda sık ortaya çıkan farklı dış etken güçlerin etkisi ile değişim geçiren etkenler ve bunların etkileri bu öngörü yönteminde göz ardı edilir. Bu özelliği yöntemin en zayıf tarafıdır. En bilinen ve belirgin ekstrapolasyon örneği Moore Kanunu olarak bilinen ve bilgisayar teknolojileri hakkında öngöründe bulunan yaklaşımdır.

Ekstrapolasyon yönteminde kullanılan bazı analiz teknikleri; Teknik Eğilim Ekstrapolasyon Analizleri, Yerine Geçme Eğilim Analizleri, Büyüme Sınır Analizleri ve Öğrenme Analizleri olarak sıralanabilir. (Baykara, 2006)

#### **2.2.1.1. Teknik Eğilim Ekstrapolasyon Analizleri**

Tamamen geçmiş dönemlerdeki veriler esas alınarak bir değişim eğilimi tanımlanır. Bu eğilimin kısa, orta ve uzun vadede geleceğe dönük uzatımı ileride meydana gelecek değişimlerin izleyeceği yolu tayin eder. (Baykara, 2006)

#### **2.2.1.2. Yerine Geçme Eğilim Analizleri**

Genel olarak Fisher-Pry ve Gompertz yerine geçme analizi olmak üzere iki değişik teknik ön plana çıkmaktadır. Fisher-Pry yerine geçme analizi, lojistik eğri formülasyonlarını kullanarak eğilimleri öngörür. Buna bağlı olarak daha ileri teknolojilerin adaptasyon ve gelişimleri, yoğun rekabet ortamları da göz önüne alınarak tahmin edilir. Gompertz yerine geçme analizinde ise eksponent eğriler kullanılarak teknoloji eğilimleri tahmin edilir. Yeni ve ileri bir teknolojinin bir tüketici pazarında uyarılmasında kullanılır. (Baykara, 2006)

#### **2.2.1.3. Büyüme Sınır Analizleri**

Teknolojik gelişmelerin, ilgili teknik unsurların fiziksel ve kuramsal sınırlarına ulaşması incelenerek bir büyüme sınırının öngörüldüğü analiz tekniğidir. Bununla birlikte teknolojik bir ürünün, prosesin veya hizmetin algılanması, tüketici alışkanlığı ve olgunlaşması gibi hususları da dikkate alarak bir üst sınır belirlenmesi ile öngöründe bulunur. (Baykara, 2006)

#### **2.2.1.4. Öğrenme Eğrileri**

Eğilim ekstrapolasyonunda evrensel öğrenme eğrisi mantığının uygulandığı tekniktir. Bu tekniğe göre yeni bir ürünün üretilme maliyetleri başlangıçta yüksek iken üretimin artışı ile bu maliyetin düşüş hızı göz önüne alınarak öngörü yapılmaktadır. (Baykara, 2006)

#### **2.2.2. Rota Analizi (Pattern Analysis)**

Rota analizi, ekstrapolasyon analizine benzer bir şekilde geçmişte meydana gelen gelişmelerle ilgilenir. Ancak ekstrapolasyondan farklı olarak geçmişte meydana gelen gelişmelerin tekrarlanacağı varsayımı üzerine yapılır. İnsan doğası ve toplumsal davranış dinamiklerinin birbirine benzer oluşum ve çevrimlerle sürdüğü kabul edilir. Geçmiş dönemlerin oluşumları, dinamikleri ve gelişimleri belirlenerek, analiz edilir ve geleceğe dönük koşullarla birlikte öngörüler oluşturulur. (Baykara, 2006)

Rota analizinde kullanılan bazı teknikler; benzetim analizi, çekirdek eğilim analizi, morfolojik matrisler ve geri besleme modelleri olarak sıralanabilir.

##### **2.2.2.1. Benzetim Analizi**

Geçmişin oluşumlarının tekrarına dayanan ve benzeri olaylar üzerine bu olaylardaki sonuçların analizlerinden yola çıkılarak öngörü yapılan yöntemdir. (Baykara, 2006)

##### **2.2.2.2. Çekirdek Eğilim Analizi**

Geçmiş dönemde öncü olmuş teknolojilerde meydana gelmiş eğilim ve değişimlerin karakteristik oluşumlarından yola çıkarak gelecekteki olası teknolojilerin gösterebilecekleri değişimleri öngören tekniktir. (Baykara, 2006)

##### **2.2.2.3. Morfolojik Analiz**

Esas olarak morfolojik analiz, belirli bir kompleks problemde yer alan tüm olası ilişkileri veya konfigürasyonları araştırmak ve belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. (Ritchey, 1998)

Bu tanımdan da yola çıkarak, bir ürün veya hizmetin karakteristiklerinin belirlenerek, bu unsurların morfolojik yaklaşımla alternatif gelişim öngörülerinin ortaya konulmasıdır. (Baykara, 2006)

#### **2.2.2.4. Geri Besleme Modelleri**

Bir ürün veya hizmetteki gelişimleri ayrıntılı olarak belirleyerek benzeri teknolojilere de bu gelişimleri uyarlayarak öngörü yapılan tekniktir. (Baykara, 2006)

#### **2.2.3. Hedef Analizi**

Hedef analizi yöntemi ile geleceğin belirlenmesinde; çağdaş karar verici makamların, eğilim belirleyiciliğe sahip birey ve kuruluşların şu anki konumları, eylem ve inançlarının geleceği etkileyeceği varsayılarak öngörü yapılmaktadır. (Baykara, 2006)  
Hedef analizinde kullanılan teknikler; etki analizi, içerik analizi, paydaş analizi ve patent analizi olarak verilebilir.

##### **2.2.3.1. Etki Analizi**

Çeşitli eğilimler, moda, oluşumlar, kararlar ve bunların etkileri ve olası sonuçları analiz edilerek bu sonuçlar doğrultusunda gelecekte etkilenebilecek pazarlar, teknolojiler ve sosyal olgular öngörülme çalışılır. (Baykara, 2006)

##### **2.2.3.2. İçerik Analizi**

Bu teknikte yayınlanan tüm kaynaklar toplanarak sınıflanır ve karşılıklı etkileşimleri analiz edilir; eğilimler, yeni akımlar ve anlayışlar belirlenmeye çalışılır. En önemlisi ise taranan kaynaklarda sürekli vurgulanan ve tekrar eden oluşumlardan yola çıkılarak yüksek olasılıkla ortaya çıkacak eğilimlerin belirlenmesidir. (Baykara, 2006)

##### **2.2.3.3. Paydaş Analizi**

Farklı paydaşların (çalışanlar, müşteriler, yöneticiler, tedarikçiler, alt yüklenicileri toplum ve diğerleri) gelişebilecek olası eğilimler karşısındaki olası davranış ve tepkilerinin analiz edilmesidir. Söz konusu etkilerin yaratabileceği tüm sonuçlar ve bunlara bağlı alternatif oluşumlar değerlendirilerek bir gelecek öngörüsünde bulunulur. (Baykara, 2006)

#### **2.2.3.4. Patent Analizi**

Bu gelişmekte olan teknolojileri ve diğer alanlarda meydana gelebilecek olası uygulamaları tanımlamak için patent veri tabanlarını kullanan kısa vadeli bir yaklaşımdır. Bu teknik, kurumsal yenilik planlama ve rakip analizi için kullanılan iyi bir yöntemdir, ancak öngörü analizi için kullanırken patent verilerine dikkat etmek gerekir. Çoğu ulusal veri, kaynak ülkelere karşı önyargılıdır ve gerçek uluslararası karşılaştırmalar için kullanılamaz. (Tegart, 2003) Patent analizi genellikle ürün yöneticileri, iş yöneticileri ve fikri mülkiyet stratejisi yöneticileri tarafından, şirketler/sektörler hakkındaki bilgileri teknolojik rekabet ve teknolojik gelişme açısından işe yarar bilgiye dönüştürmek amacıyla kullanılır. (Çetindamar, Phaal ve Probert, 2013; Breitzman ve Moguee, 2002)

#### **2.2.4. Karşı Vurgulama**

Bu yöntem geleceğin şekillenmesine yol açacak oluşumların net bir iz veya eğilim rotasında olmayacağı olgusunu savunur. Bu teknikle yapılan planlama esnek tutulur ve sürekli olarak farklı gelişmelerin takibi ve izlenmesi esastır. (Baykara, 2006)

Karşı vurgulama analizinde kullanılan teknikler; tarama, izleme ve takip, değişken senaryolar ve çapraz etki analizleri olarak tanımlanabilir.

##### **2.2.4.1. Tarama, İzleme ve Takip**

Sürekli olarak teknik, bilimsel, ticari ve işle ilgili literatürlerin taranması ile bir teknolojinin erken tespiti öngörülür. (Baykara, 2006)

##### **2.2.4.2. Değişken Senaryolar**

1967'den sonra Herman Kahn'ın çalışmalarıyla popülerlik kazanmıştır. Kahn senaryoyu "dikkatleri nedensel süreçlere ve kararlara odaklamak amacıyla yaratılan, varsayımlara dayanan olaylar dizisi" olarak tanımlamıştır. Senaryo analizi, karmaşık ve dinamik bir ortamda sistemi yönlendiren değişkenleri (özellikle de belirsizlik taşıyanları) tanımlayabilmek, gelecekte olacakları sezebilmek ve ona göre tedbirler alabilmek için sistematik analizden çok daha fazlası olan, yaratıcılık, kavrama gücü, önsezi ve hayal gücü gibi unsurları kullanan bir analiz yöntemidir. Senaryolar bu

öğeleri birleştirerek sağlam stratejiler hazırlanması için bir temel oluşturur. Senaryolar geleceği önceden tahmin etmek, kehanette bulunmak olmadığı gibi bilim-kurgu hikayeleri de değildir. Geleneksel tahmin (forecasting) veya pazar araştırmalarından farklı olarak, bugünkü eğilimlerin ekstrapolasyonunu yapmak yerine, alternatif gelecekler ortaya koyar. Bu nedenle senaryolar, karar vericilerin, dünyanın işleyiş şekliyle ilgili bakış açılarını genişletmelerini, ilerideki gelişmeler hakkındaki en geniş varsayımları ortaya çıkarmalarını sağlar. (TÜBİTAK, 2001)

#### **2.2.4.3. Çapraz Etki Analizleri**

Belirlenmiş eğilimler, oluşumlar, genel anlayış ve alternatifleri karşılıklı olarak ele alınır ve karşılıklı etkileşimleri değerlendirilerek, analiz edilirler. (Baykara, 2006)

#### **2.2.5. Sezgisel Analizler**

Sezgiye dayalı gelecek tahmininde bulunanlar için, anlık olarak ortaya çıkabilecek itici güçler, tesadüfi olaylar ve lider konumdaki birey ve kurumların eylemlerine bağlı karmaşık bir süreç gelecek kavramında değişimlere neden olur. Gelecekle ilgili öngörüler, mümkün olduğunca çok veriyle yapılmalıdır ve tutarlı bir gelecek tahmininde bireysel sezgiler önemli yer tutar. (Baykara, 2006)

Sezgisel analiz tekniklerini; delphi anketleri, nominal grup analizi ve yapılandırılmış/yapılanmamış mülakatlar, söyleşiler olarak sıralayabiliriz.

##### **2.2.5.1. Delphi Analizi**

Delphi yöntemi, çok sayıda kişiye aynı anketin tekrar tekrar uygulanarak, cevaplayanların görüşlerinin uzlaştırılması esasına dayanır. Delphi yöntemi ve senaryo analizi yöntemleri Herman Kahn tarafından 1950'lerde geliştirilmiştir. Delphi yöntemi ilk defa Rand Corporation tarafından soğuk savaş döneminde ve nükleer savaş tehlikesi nedeniyle askeri ve ulusal stratejiler için kullanılmıştır. Kahn daha sonra Hudston Enstitüsünü kurarak askeri uygulamalar için öğrenilenleri sivil kullanıma aktarmıştır. Bu yöntem halen Rand Corporation ve pek çok ülke tarafından kullanılmaktadır. (TÜBİTAK, 2001)

Delphi tekniği bir takım avantajlara sahiptir. Birincisi, çok sayıda uzmanın görüşlerinin bir sentezini oluşturur. İkinci olarak, uzun vadeli örneğin 10 ila 30 yıl geleceğin öngörüsünü verebilir. Üçüncüsü, daha önce açıklanan uzlaşma ve odaklanma gibi öngörü temel kavramlarını işleyebilen faydalı bir tekniktir. Ayrıca, pek çok ülke tarafından uygulanabilir olması, ülkeler arası karşılaştırma için zemin oluşturur. Dezavantajları ise; büyük ölçekli delphi anketlerinin pahalı ve zaman alıcı olması ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının çok sayıda uzman katılımıyla ve uzmanların seviyeleri ile belirlenmesidir. (Tegart, 2003)

#### **2.2.5.2. Nominal Grup Analizi**

Belirli teknolojik alanlarda ilgili uzman ve otoritelerin davet edilerek, özellikle birbiriyle çatışan tartışma ve değerlendirmeler yapmaları ve bir ortak akıla ulaşılması hedeflenir. (Baykara, 2006) Uzman panelleri nominal grup analizine iyi bir örnektir. Dünyadaki öngörü çalışmalarında belli bir konuda görüş bildirmeleri için uzman panellerinden yararlanılması en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Öngörü çalışmalarında değişik ve birbirleriyle çatışan fikirlerin tartışılması hayati olduğundan, panellerin oluşturulmasında görüş çeşitliliği sağlanması önemlidir. (TÜBİTAK, 2001)

#### **2.2.5.3. Yapılandırılmış/Yapılanmamış Mülakatlar, Söyleşiler**

Zamana bağlı kalımsızın uzman ve otorite birikimine sahip kişilerin, tek tek fikirlerini ortaya koyması ve ardından bu fikirlerin sistematik olarak ayıklanarak, ortak görüşlere ve özellikle sinerji oluşturan fikirler sentezine ulaşmaları sağlanır. Yapılandırılmış mülakatlarda sorular ve konular önceden bir formatla belirlenirken; yapılanmamış mülakatlar daha resmi olmayan ortam ve konularda yapılır. (Baykara, 2006)

Beyin fırtınası tekniği uygulama açısından yapılandırılmış/yapılanmamış mülakatlar ve söyleşilere örnek verilebilir. Beyin fırtınası, fikirlerin açıkça ortaya çıkmasını sağlamaya yönelik bir grup çalışmasıdır. Çalışmanın ilk bölümünde, gruba katılan herkes, tek tek fikrini açıklar. Bu bölümde, zaman sınırlaması dışında hiç bir sınırlama olmadan, konuyla ilgili her fikrin serbestçe açıklanması ve kaydedilmesi istenir, ancak fikirlerin geçerliliğinin tartışılmasına izin verilmez. İkinci bölümde, ortaya çıkmış olan

fikirler, mükerrer olanlar elenerek ve birbirini güçlendirenler (sinerjistic) birleştirilerek test edilir. Oturumun sonunda üzerinde daha derinlemesine düşünülmesine ve değerlendirilmesine karar verilen bir dizi fikir ortaya çıkar. (TÜBİTAK, 2001)

### **2.2.6. Kritik/Anahtar Teknolojiler**

Bu yöntemde az sayıda uzmandan oluşan bir grup tarafından, belirli kriterlere dayanarak anahtar veya kritik teknolojiler belirlenir. Kritik teknoloji kavramı, çalışmanın amacına göre değişir, dolayısıyla değişik amaçlara göre yapılmış listeler birbirinden farklı teknolojileri içerecektir. Örneğin savunma için kritik olan teknolojiler, ticaretin gelişmesi için kritik olan teknolojilerden farklı olabilir. Bu nedenle listeyi hazırlayan uzmanların seçtikleri teknolojiyi kritik kılan etmenlerin neler olduğunu açıklamaları, yani ‘Bu teknolojiyi kritik yapan nedir? Teknoloji kimin için kritiktir? Hangi amaç için kritik olarak nitelendirilir?’ sorularına cevap vermeleri de beklenir. (TÜBİTAK, 2001) Bu tür bir çalışmada genellikle, belirli teknoloji alanlarında araştırma ve geliştirme önceliklerinin belirlenmesi amaçlanır. Yöntemin en önemli avantajı uygulanmasının kolay ve ucuz olmasıdır. Dezavantajı ise çok küçük bir uzman grubunun görüşlerini yansıtması, dolayısıyla önyargılı sonuçların ortaya çıkması olasılığının yüksek olmasıdır. (Tegart, 2003)

### **2.2.7. Matematiksel Modeller**

Farklı etken ve değişkenlerin ve bağlantılarının bilinmesi ve matematiksel denklemlerle formüle edilmesi yöntemidir. Denklemlerin ve modelin eş zamanlı çözümü ve bilgisayar benzetimi ve buradan geleceğe dönük değer ve değişkenlerin genellenmiş modeli ve öngörüsü yapılır.

Geleceğe dönük öngörü veya uzgörü çalışmalarında çeşitli riskleri, belirsizlikleri ortadan kaldırmak veya daha net bir gelecek tahminine ulaşmak için önerilen bir diğer yaklaşım da yukarıda belirtilmiş olan teknoloji öngörü yöntem ve tekniklerinin bir dizi çalışma sonucu birlikte kullanılarak; her türlü zafiyet ve belirsizlikten uzaklaştırılmış bir gelecek öngörüsüne ulaşmaktır. (Baykara, 2006)

### **2.3. DENİZ MAYIN HARBI**

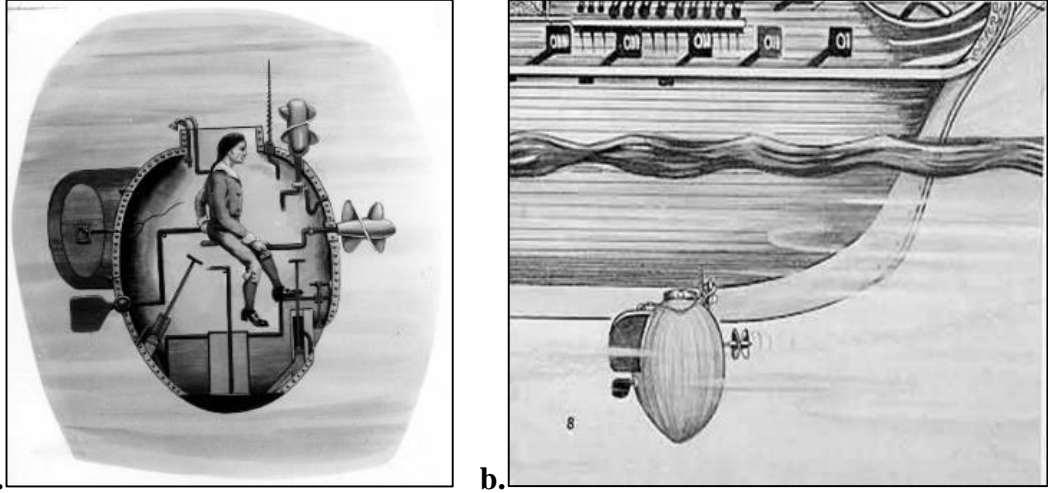
Deniz Mayın Harbi; stratejik, operasyonel ve taktik açıdan deniz mayınlarının suüstü ve sualtı platformlarına karşı döküldüğü ve Mayın Karşı Tedbirleri (MKT) sistemlerinin, mayınlara karşı kullanıldığı bir harp şeklidir. MKT faaliyeti, genel olarak mevcut deniz platformlarının açık denizlere ulaştırılması ya da karasuları içerisinde korunması gibi faaliyetleri kapsayan bir görev alanıdır. Bu kapsamda efektif bir MKT doktrini, yarının müşterek harp vizyonuna sorunsuz entegre olabilecek ve daha hızlı manevra kabiliyetine sahip kapsamlı bir altyapı ile oluşturulmalıdır. (Hibbert, 2006)

Deniz mayın harbi, tarih boyunca meydana gelen teknolojik ilerlemeler ile mayın silahları ve onlara karşı geliştirilen MKT sistemlerinin birbirleriyle etkileşimi sonucunda da ortaya çıkan teknolojik eğilimlerle gelişim göstermiştir. Bu nedenle mayın harbindeki teknolojik gelişimler bu iki ana faktörün etrafında incelenecektir. Bu faktörler; mayın silah sistemleri ve MKT sistemleridir.

#### **2.3.1. Mayın Silah Sistemleri**

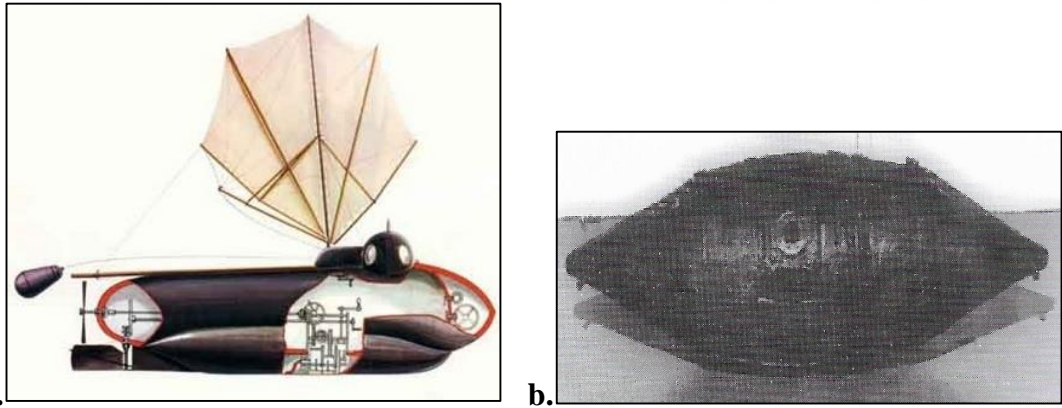
Deniz mayınlarının tarihi kronolojik olarak incelendiğinde bu silahın geçmişinin 16'ncı yüzyıla kadar dayandığı görülmektedir. Bir geminin sualtındaki kısmının üst kısmına nazaran daha hassas olduğu fikrinin, ilk defa İngiliz Amiral William Monson tarafından ortaya atıldığı değerlendirilmektedir. (Gülbahar, 2009)

Bilinen ilk deniz mayını, Amerikan İç Savaşı döneminde 1777 yılında David Bushnell tarafından kullanılmıştır. Denizaltı gemilerinin de fikir babası olarak bilinen Bushnell, "Turtle" isimli bir denizaltıyı kullanarak, düşman gemilerine zaman ayarlı bir mayınla saldırmayı tasarlamıştır. (Gülbahar, 2009)



**Resim 1. a.** David Bushnell'in Tasarladığı "Turtle" **b.** Mayın Yerleştirme Metodu (<http://www.navsource.org/archives/08/08441.htm>, Erişim Tarihi: 2 Mayıs 2016)

İlk gerçek mayın ise 1801 yılında ABD'li gemi inşa mühendisi Robert Fulton tarafından geliştirilmiştir. Fulton, "patlayıcı karkas" isimli mayınını David Bushnell'den esinlenerek bir denizaltıdan dökmek üzere tasarlamıştır. Bu mayın Fransız ve İngiliz donanmalarında kullanılmıştır. (Gülbahar, 2009)

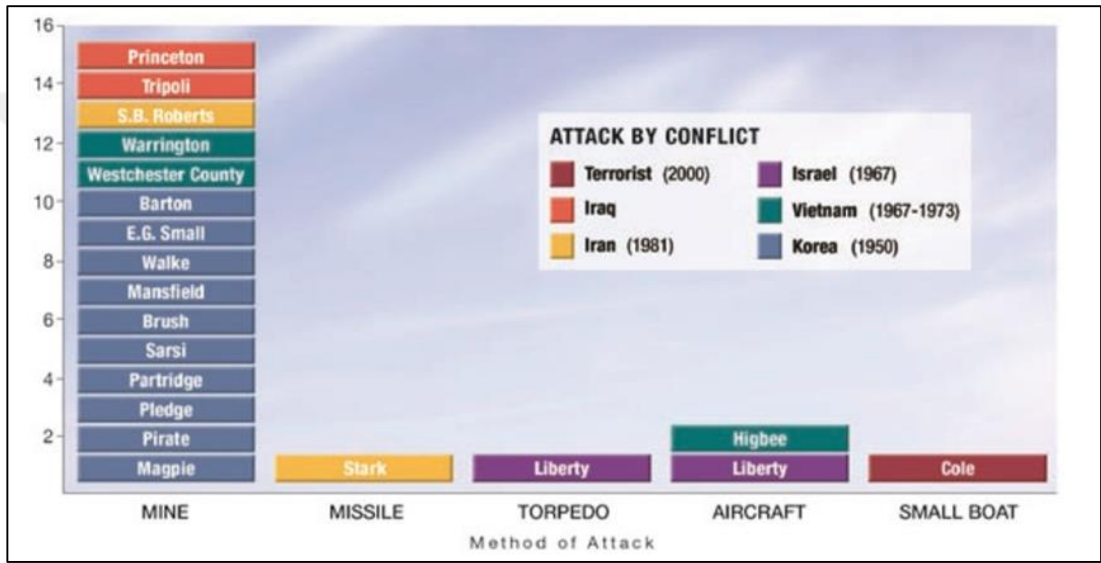


**Resim 2. a.** Robert Fulton'un Tasarladığı "Nautilus" Denizaltısı **b.** Patlayıcı Karkas Mayını (Gülbahar, 2009)

Mayın silahı, ortaya çıkışından itibaren gelişmeye devam etmiş ve bu silahla mücadele etmek için de birçok karşı tedbir cihazı, gemisi ve teknolojisi geliştirilmiştir. Günümüze kadar deniz mayınları gelişimlerine devam etmiş; ateşleme mekanizmaları tasarımları değişmiş, çeşitli mantık devreleri ile donatılmış, farklı tip ve boyutlarda

üretmişlerdir. Halen modern ve akıllı mayın ateşleme mekanizmaları üzerine çalışmalar devam etmekte ve dünya üzerinde birçok mayın projesi yürütülmektedir. Dünya çapında 50 donanmada, 300 tip ve çeyrek milyondan fazla mayın bulunmaktadır. Bilinen 30 ülke mayın üretimine devam etmekte ve bunlardan 20'si mayınlarını diğer ülkelere de ihraç etmektedir.

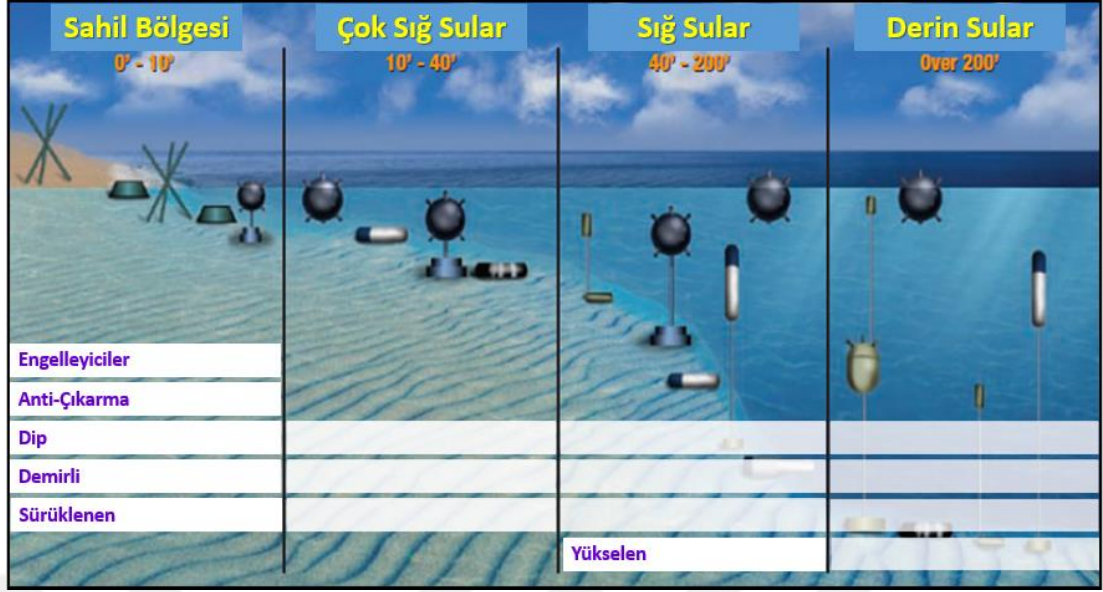
Deniz mayınları, tarih boyunca meydana gelen deniz savaşlarında özellikle gelişmemiş zayıf ülkeler için daha güçlü rakiplerine karşı kullandıkları etkin bir silah ve güçlü donanmalar içinse sürekli bir tehdit olmuştur.



**Şekil 2.** II. Dünya Savaşı Sonrası Amerikan Donanması'nda Hasar Alan Gemiler ve Saldırı Metotları (U.S. Navy Dept., 2009)

### 2.3.1.1. Deniz Mayınları Tipleri

Deniz mayınlarının tipleri, iki farklı özellikleriyle tanımlanabilir. Birincisi, deniz mayınları sualtı ortamında buldukları noktaya ve bu noktadaki hareketlerine göre adlandırılırlar. Bunlar; demirli mayın, dip mayını, sürüklenen mayın, kendinden pervaneli mayınlar vb.'dir. İkincisinde ise, ateşleme mekanizmalarına göre sınıflandırılırlar. Bu tip sınıflandırmalara örnek olarak; kontak ateşlemeli mayınlar, manyetik etkileşimle ateşlenen mayınlar, akustik etkileşimle ateşlenen mayınlar ve basınç etkileşimiyle ateşlenen mayınlar verilebilir.



**Şekil 3.** Sualtı Ortamında Mayınların Buldukları Mevkiler ve Örnek Mayın Tipleri (U.S. Navy Dept., 2009)

### 2.3.1.2. Deniz Mayınları Ateşleme Sistemleri

Deniz mayınlarının döküş mekanizmaları, dış tasarımları, içlerinde kullanılan patlayıcı maddeleri ve döküldükleri sualtı derinlikleri tarih boyunca değişim gösterse de; şimdiye kadar gerçek manada taktik kazanımlarını, ateşleme mekanizmalarındaki teknolojik değişimlerden elde etmişlerdir.

Yıllar boyunca teknolojiye ileri adımlar ve MKT sistemlerinin mayınlara karşı giderek daha etkin hale gelmesi mayın silahının ve ateşleme mekanizmalarının gelişmesine sebep olmuştur. İlk olarak zaman ayarlı fitil ve fünüyle ateşlenen mayınlar 1843 yılında Samuel Colt tarafından, daha kontrollü ve hedefine etkin saldırı gerçekleştirebilmesi için uzaktan kablo kontrollü olarak tasarlanmıştır. (Gülbahar, 2009)

Daha sonra Kırım Harbinde, temas (kontak) ateşleme mekanizmasının ilk örneği denilebilecek; gemi teknesi ile temasta kırılan cam tüplerden akan sülfirik asitin, potasyum klorat ve şeker ile karışımı sonucu meydana gelen sıcaklıkla patlayan mayınların, geliştirildiği değerlendirilmektedir. (Gülbahar, 2009)

Amerikan İç Savaşı'nın bitişi ve I. Dünya Savaşı'nın başlaması arasındaki en önemli gelişme ise; 1914 yılı itibariyle kontak ateşleme mekanizmalı mayınların, ismini temas mekanizmaları ve elektromanyetik alanlarında çalışmaları bulunan Heinrich Hertz'den alan "Hertz Boynuzlu" ateşleme mekanizmasıyla mükemmelleşmesidir. (Gülbahar, 2009) Alman donanması Hertz boynuzlu kontak mayınları geliştirdikten sonra 1920 yılında "Mayın Harbi Araştırma ve Geliştirme Komutanlığı" adı altında bir araştırma merkezi kurmuş ve deniz mayınları üzerine çalışmalarına ivme kazandırmıştır.

I. ve II. Dünya Savaşı arasındaki zaman aralığında deniz mayınları ile ilgili teknolojik gelişmeler giderek hızlanmış ve 1931 yılında uzaktan etkileşimli ateşleme mekanizmalı mayınlara ilk örnek olan akustik ateşleme teknolojisi üzerine Alman donanması bazı araştırmalar yapmaya başlamıştır. Akustik etkileşimli ateşleme mekanizmalı mayınlar ilk olarak II. Dünya Savaşı başlarında 1940 yılında kullanılmaya başlamıştır. Manyetik etkileşimle ateşleme mekanizmalı mayınlar ise akustik mayınların gelişim sürecine yakın gelişim göstermiş ve ilk manyetik etkileşimle ateşleme mekanizmalı mayın 1944 yılında Alman donanması tarafından geliştirilmiştir. Aynı yıl basınç etkileşimli ateşleme mekanizmalı mayınlar geliştirilmiş olsa da döküldükten sonra kendi unsurlarına zarar verme riski yüksek olduklarından ve taranamadıklarından, akustik/manyetik ateşlemeli mayınlara nazaran daha az kullanılmışlardır.

İlerleyen yıllarda akustik ve manyetik ateşleme mekanizmaları kombinasyonlu kullanılmaya başlanmış ve algılayıcı sensör teknolojilerinde kayda değer bir değişiklik olmamıştır. Özellikle elektronik devrelerde ve yazılım teknolojilerindeki gelişmelerle modern mayınlar geliştirilmiştir. Modern mayınların akustik ve manyetik ateşleme mekanizmaları, daha akıllı mantık devreleri ile hedef seçici hale gelmiştir.

Günümüzde kontak, akustik ve manyetik etkileşimle ateşleme mekanizmaları halen sıklıkla kullanılmaya devam etmektedir. Özellikle akustik ve manyetik ateşleme kombinasyonları, modern mayınlar ve ateşleme algoritmaları üzerine çalışmalar sürdürülmektedir.

### 2.3.2. MKT Sistemleri

MKT sistemleri, genel olarak düşman kuvvetlerin dökmüş oldukları mayınları tespit ve imha etmek üzere geliştirilen cihazların tümü olarak tanımlanabilir. MKT hareketi iki ana konsept üzerine kuruludur. Bunlar mayın tarama ve mayın avlamadır. Mayın tarama; çeşitli mekanik, akustik ve manyetik donanımların bir MKT platformu gerisinden yedeklenmesi ile mayınların imha edilmesi faaliyetidir. Mayın avlama ise; sonar ve sualtı ROV cihazları gibi sistemlerle bir MKT platformunun mayınları emniyetli bir mesafede tespit ve imha etme faaliyetidir.

MKT sistemleri, geçmişten günümüze mayın silah teknolojilerini takip eden bir gelişim süreci izlemiştir. Örnek olarak 1914 yılında kontak ateşleme mekanizmalı mayınların Alman donanması tarafından etkin kullanımı ile İngiliz donanması ilk mayın tarama gemisi olan “flower” sınıfı mayın tarama gemilerini 1915 yılında üretmeye başlamıştır. İkinci bir örnek de mayın avlama gemileri için verilebilir. Uzaktan etkileşimle ateşleme mekanizmalarındaki gelişmeler akustik ve manyetik mayın tarama teknolojilerini gelişmesine neden olmuş, ancak deniz mayınlarında atlatma ve geciktirme mekanizmaları kullanılmaya başlanınca mayın tarama etkinliğini kaybetmiştir. Bu teknolojik gelişim, mayın avlama konseptinin geliştirilmesi için bir itme gücü yaratmıştır. 1970’li yıllarda yeni sonar teknolojisinin gelişimi ile Belçika ve Alman donanmaları mayın tarama gemilerine sonar sistemlerini entegre etmeye başlamıştır. 1980’li yıllarda ise Belçika, Fransa ve Hollanda donanmaları “tripartite” sınıfı ilk mayın avlama gemisini geliştirmişlerdir. (NATO Mayın Harbi Mükemmeliyet Merkezi/EGUERMİN, 2015)

Modern çağla birlikte MKT sistemlerinde birçok yeni ilerleme kaydedilmiş ve gelişmiş ülkeler tarafından insansız araçlarla bile MKT yapılabilir hale gelinmiştir. MKT sistemlerinde; insansız MKT, modülerleşme gibi gelişen teknolojiler üzerine halen devam eden projeler bulunmaktadır.

### 2.3.2.1. Geleneksel MKT Sistemleri

Geleneksel MKT sistemleri, günümüzde de etkinlikle kullanılmakta olan operatör yönetimli mayın tarama ve avlama sistemleri olarak tanımlanabilir. Geleneksel yaklaşımda halen tüm iş gücü insan faktörü merkezlidir.

#### 2.3.2.1.1. Geleneksel Mayın Tarama Sistemleri

Geleneksel mayın tarama sistemleri; halen birçok bahriyede kullanımına devam edilen mayın tarama gemileri ve bu gemilerde kullanılan operatör yönetimli mekanik, akustik ve manyetik mayın tarama sistemleri olarak sıralanabilir.

Mekanik tarama faaliyetinde, bir suüstü platformu arkasından çekilen tarama donanımı vasıtasıyla demirli tip deniz mayınlarının teli kesilerek su yüzeyine çıkarılır ve imha edilirler. Manyetik ve akustik taramada ise, suüstü platformu gerisinden çekilen tarama donanımı ile deniz dibine gönderilen manyetik ve akustik dalgalar hedef gemi geçişini simüle ederek mayınların patlamasına sebep olur.

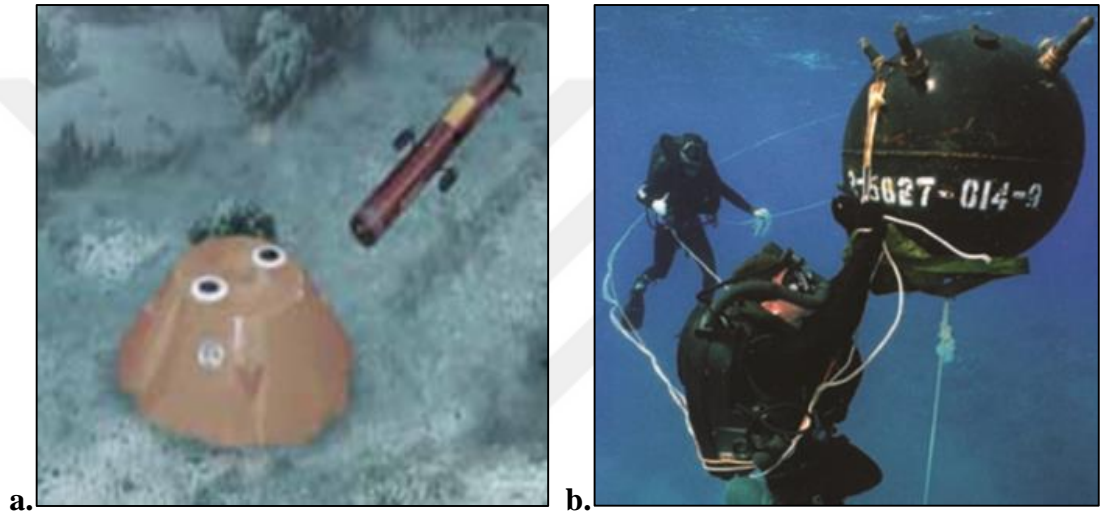


**Resim 3.** Modern Akustik Mayın Tarama Donanımı  
([https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/dms\\_amas\\_acoustic\\_sweep\\_20131129\\_web.pdf](https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/dms_amas_acoustic_sweep_20131129_web.pdf), Erişim Tarihi: Mayıs 2016)

### 2.3.2.1.2. Geleneksel Mayın Avlama Sistemleri

Geleneksel mayın avlama sistemleri; operatör yönetimli sonar cihazı, sualtı ROV cihazları ve mayın temizleme dalgıçları ile donatılmış mayın avlama gemileri ve tüm bu sistemler bütünü olarak tanımlanabilir.

Geleneksel mayın avlama faaliyetinde sonar ile tespit edilen temaslar sualtı ROV cihazı ile teşhis ve imha edilir. İhtiyaç duyulması halinde teşhis ve imha için mayın temizleme dalgıçları da kullanılabilir.



**Resim 4. a.** Mayın Avlamada ROV Cihazı (<http://www.baesystems.com/en-us/download-en-us/20151124114140/1434555561642.pdf>, Erişim Tarihi: Mayıs 2016)

**b.** Mayın Temizleme Dalgıçları (U.S. Navy Dept., 2009)

### 2.3.2.2. Organik MKT Sistemleri ve Modülerleşme

Gelişmiş ülkelerin son yıllarda üzerinde durduğu bir MKT konsepti olan “organik MKT”, çok maksatlı görev fonksiyonu olan ana vurucu platformlara (suüstü gemileri, denizaltılar, helikopterler vb.) modüler olarak MKT kabiliyetlerinin de kazandırılması üzerine kurulu bir kavramdır. Lazer mayın tespit ve teşhis sistemleri ile donatılmış helikopterler, insansız hava araçları, insansız suüstü MKT sistemleri ve insansız sualtı MKT sistemleri organik MKT konseptinde kullanılan sistemlere örnek olarak verilebilir. Bazı geleneksel MKT sistemlerinin ve uzmanlaşmış personelin tahmin edilebilen gelecekte idamesine devam edilecek olsa da özellikle diğer harp neveleri

(denizaltı savunma harbi, suüstü harbi, hava savunma harbi vb.) de göz önünde bulundurulduğunda bu konseptin hızla gelişeceği ve MKT harekâtında insansız sistemlerin kullanımının artacağı değerlendirilmektedir. Ufuk ötesi harekât icra eden birliklere ve amfibi harekât hazırlık unsurları için mayın riskini daha hızlı azaltıyor olması, bu konseptin bazı potansiyel yararları arasında sayılabilir. Bu konseptin ön plana çıkmasındaki en önemli husus; özellikle düşman ülke sularında yapılacak bir MKT faaliyetinde daha etkin ve zaman olarak kısa sonuçlar elde etmesidir. Organik MKT sistemlerinin kullanımı ile aynı zamanda var olan geleneksel MKT sistemlerinin azaltılarak, idame maliyetlerinden de tasarruf edilmesi öngörülmektedir. Organik MKT halen geliştirilmekte olan bir kavramdır ve bu savaş doktrininin kendisini gerçekleyebilmesi için iki şeyin meydana gelmesi gerekir. Birincisi, organik MKT sistemlerinin kendini sahada kanıtlaması ve MKT faaliyeti safhalarının büyük bir bölümünde görevlendirilebilmesi gerekmektedir. İkincisi ise; organik MKT unsurlarının, geleneksel MKT unsurları ile organize kullanımı optimize edilerek, iki kullanım konseptinin birleştirilmesidir. (Benedict, 2000)

### **2.3.2.3. İnsansız MKT Sistemleri**

İnsansız MKT sistemleri, özellikle ufuk ötesi harekât icra edecek unsurlara konuşlandırılarak kullanılabilir hafif, çevik ve örtülü harekât icra etme kabiliyeti olan sistemlerdir. İnsansız MKT sistemleri suüstü ve sualtı sistemleri olmak üzere iki alt gruba ayrılabilir. Günümüz teknolojisi ile geliştirilmiş insansız sualtı sistemleri, üzerlerine entegre edilmiş sonarları vasıtasıyla özellikle sığ sularda çok etkin bir şekilde mayın tespit ve sınıflandırma faaliyeti icra edebilmektedir. İnsansız suüstü MKT vasıtaları ise otonom teknolojileri sayesinde insansız sualtı araçlarını mayınlı sahada atma-toplama, sualtı verilerinin aktarımı ve gelişmiş sistemlerle mayın tarama faaliyeti icra edebilmektedir.

İnsansız MKT sistemlerinin kullanım konsepti “mayınlı sahadan personelini çıkar” ilkesinden hareketle ortaya çıkmıştır. Ancak insansız MKT sistemlerinin, mayınlı bir sahada platformlarından ayrı bir mevkide, deniz tabanı ve temaslarla ilgili verdiği bilgiler halen tartışma konusudur. Bununla birlikte bir mayınlı sahanın sınırlarının tam olarak belirlenemez olması insansız MKT sistemlerinin konuşlandırıldığı

platformların gerçekten de mayınlı sahanın dışında olup olmadıklarını açıklanamaz kılmaktadır. (Schwarz, 2014) Ayrıca sualtı seyir sistemleri, kontrol, tespit ve sınıflandırma teknolojilerinin halen olgunlaşma süreci içerisinde olması ve son teknoloji ile üretilmiş olmaları sebebiyle bakım maliyetleri de dezavantajları arasında sayılabilir. (Pollitt, 2000)

İnsansız MKT sistemleri halen tam anlamıyla kendilerini kanıtlamamış olsalar da otonom akıllı sistem teknolojilerindeki gelişmeler ve giderek kabul gören “mayınlı sahadan personelini çıkar” ilkesi ile önümüzdeki yıllarda kullanımının giderek artacağı kıymetlenmektedir. Ayrıca bu sistemlerin, organik MKT konseptinin gelişiminde anahtar rol oynayacağı değerlendirilmektedir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Öngörü metodu, bu tez çalışmasının ilgili bölümlerinde belirtildiği üzere özellikle uzun vadeli gelecek tahmini maksadıyla kullanılan en etkin metodolojilerden biridir. Öngörü; sektörel, firmalar veya devlet kurumları çapında geleceğe yönelik strateji ve politikaları oluşturmada önemli bir unsurdur. Öngörü metodolojisi, sadece geleceği tahmin etmek veya gelecekte olabilecek bazı özel gelişmeleri önceden öngörebilmek üzerine oluşturulmamıştır. Arzu edilen geleceğe bizi götürecek stratejik adımlar nelerdir, söz konusu geleceğe ulaşmak için hangi tür hareket tarzları izlenmesi gereklidir gibi sorulara cevap arar.

Teknoloji öngörüsü, bu tez çalışmasında araştırmanın ana metodolojisi olarak belirlenmiştir.

### 3.2. METOD

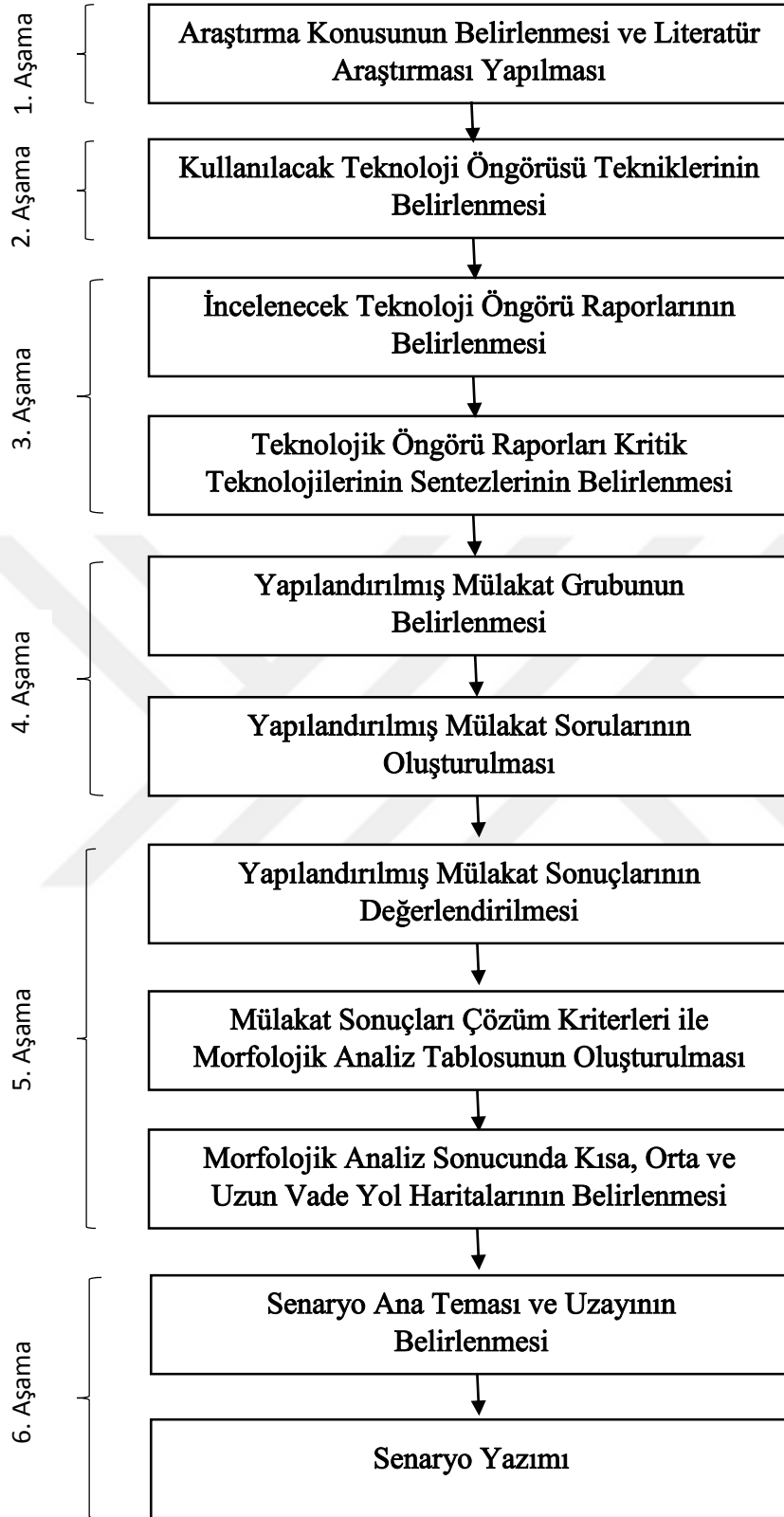
Bu tez çalışmasında, teknolojik gelişmeler ışığında geleceğin deniz mayın harbi tasvir edilmeye çalışılmış bu maksatla; geçmişten günümüze mevcut durumun belirlenmesi, geleceğe ait öngöründe bulunulması ve bu sayede ileride belki de TSK'da yürütülmekte olan savunma sistemleri tedarik projelerine yön verebilmesi amacıyla bir modelleme önerisi yapılmıştır.

Bu öneri uygulamasında, öngörü tarih aralığı açısından halen kısmen geçerli olan, Türkiye'nin tek ve en kapsamlı öngörü raporu "VİZYON 2023" ana argüman olarak incelenmiştir. TÜBİTAK'a ait VİZYON 2023 öngörü raporu delphi anket sonuçları, deniz mayın harbi konusunda kendini kanıtlamış bazı NATO ülkelerinin ve diğer bazı gelişmiş ülkelerin benzer teknoloji/savunma teknolojileri öngörü raporlarının sonuçları incelenmiştir. Yapılan incelemede elde edilen veriler sentezlenerek

gelişmekte olan kritik teknolojiler belirlenmiştir. Geçmişten günümüze mayın harbi silah ve sistemlerinin teknolojik gelişim s-egrileri belirlenmiş ve gelişmekte olan son teknolojiler tespit edilmiştir. Öngörü raporlarından sentezlenen kritik teknolojilerin, günümüz teknolojisinin son noktasındaki mayın harbi araç ve konseptleri üzerinde öngörülen etkileri, mayın harbi alanında kendini ispatlamış uzman seviyesinde 10 kişilik bir grup ile yapılandırılmış mülakat yoluyla değerlendirilmiştir. Mülakat sonuçları, kısa, orta ve uzun vadede bir gelecek senaryosu oluşturabilmek için morfolojik analiz tekniği ile işlenmiştir. Mayın harbi konusunda Türk Deniz Kuvvetleri ve NATO çapında birçok panele ve çalışmaya iştirak etmiş olan mayın harbi uzman grubu ile yapılan mülakat, çalışmanın bakış açısına taktiksel açıdan da katma değer sağlamıştır. Bu değerlendirme ile geleceğin deniz güvenliği ve mayın harbi harekât ortamına dair uzman görüşleri, öngörü raporlarına ait veriler ışığında çalışmaya harmanlanmış, gerek bilimsel ve akademik; gerekse askeri literatür ve mayın harbi konularında iki farklı uzman görüşün oluşturduğu bir senaryo ortaya konmaya çalışılmıştır. Morfolojik analiz sonuçlarından elde edilen yol haritası ile önümüzdeki 15 yıl boyunca kritik teknolojilerde öngörülen gelişmeler ile deniz mayın harbinin kısa, orta ve uzun vadeli geleceği senaryolaştırılmıştır. Bu sayede geleceğin mayın harbi ihtiyaçlarını belirleyen, birçok teknoloji yönteminin kombinasyonundan oluşan hibrit ve özgün bir teknoloji öngörü modellemesi ortaya konulmuştur.

Yapılandırılmış mülakat soruları, Türk Deniz Kuvvetleri ve TSK'nın mevcut mevzuatları gereği mayın harbi uzman grubunun, sadece kendi bakış açıları ve bugüne kadar elde ettikleri zımni bilgi (tacit knowledge) ile cevap verecekleri sınırlarda hazırlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında araştırma metodolojisinin basamaklarını gösteren ve çalışmada belirtilen mevcut modelleme önerisinin 6 temel aşamasını oluşturan akış diyagramı aşağıda olduğu gibidir:



**Şekil 4.** Araştırma Yöntemi Akış Diyagramı

### **3.2.1. Birinci Aşama: Araştırma Konusunun Belirlenmesi ve Literatür Araştırması Yapılması**

Birinci aşamada, tarih boyunca meydana gelen deniz savaşlarında etkinliği ile ön plana çıkmış olan ve bu tez çalışmasının ikinci bölümünde önemi ifade edilmiş olan, deniz mayın harbi tema olarak belirlenmiştir. Bu tema üzerine kurulacak teknoloji öngörüsünün zaman aralığı, stratejik karar vermeyi destekleyici olması maksadıyla uzun vadeli tercih edilmiştir. İçinde bulunduğumuz bilgi çağının hızlı gelişim ortamı da göz önünde bulundurulduğunda, 5-30 yıl aralığında olabilecek öngörü periyodu, 15 yıl olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırma konusunun, “Teknolojide Beklenen Gelişmeler Etkisinde 2030 Yılında Deniz Mayın Harbinin Geleceği Üzerine Teknoloji Öngörüsü” olmasına karar verilmiştir.

Konu kapsamında teknoloji öngörüsü kavramı, öngörü teknikleri, öngörü süreci, mayın harbinin tanımı, mayın harbinin tarihsel gelişimi, mayın harbi silah ve sistemleri ile ilgili geniş bir literatür araştırması yapılarak, bu çalışmanın ikinci bölümünde ayrıntılı olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.2. İkinci Aşama: Kullanılacak Teknoloji Öngörü Tekniklerinin Belirlenmesi**

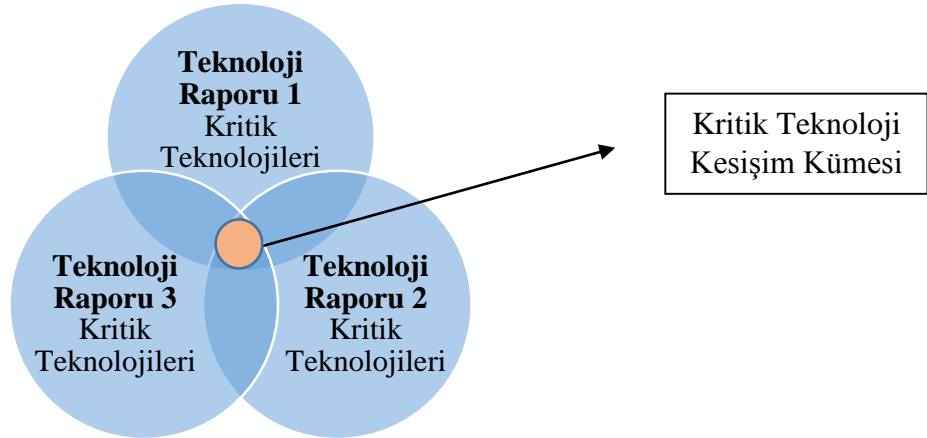
Birinci aşamada literatür araştırması yapılan öngörü teknik ve yöntemlerinden bu çalışma kapsamında kullanılacak teknikler ikinci aşamada belirlenmiştir. Bu çalışmanın ikinci bölümünde tanımlamaları yapılan ve teknoloji öngörü literatüründe yaygın olarak kullanılan delphi analizi, yapılandırılmış mülakat, morfolojik matris analizi ve senaryo yazım teknikleri çalışmada kullanılacak teknoloji öngörü yöntemleri olarak belirlenmiştir.

Ayrıca mayın harbinin tarihsel gelişimi, mevcut teknolojilerin yaşam döngülerinin hangi aşamasında oldukları; s-eğrisi tekniği kullanılarak tanımlanmaya çalışılmıştır. S-eğrisi tekniği, analiz yapacak gruba, mevcut teknolojilerin yaşam döngülerinin neresinde olduğu ve zaman içerisinde nasıl bir gelişim göstereceğini tanımlar. (Çetindamar Phaal ve Probert, 2013)

### 3.2.3. Üçüncü Aşama: İncelenecek Teknoloji Öngörü Raporlarının Belirlenmesi ve Gelişen Kritik Teknolojilerin Tespit Edilmesi

Üçüncü aşamada, bu tez çalışmasının temel verilerini oluşturacak olan ulusal veya diğer ülkelere ait teknoloji öngörü raporları belirlenmiştir. Ülkemize ait yegâne öngörü raporu olan, TÜBİTAK tarafından hazırlanan VİZYON 2023 raporu ve bu rapor kapsamında 2400 uzmana yapılmış olan delphi anket sonuçları, teknolojiye yön veren ülkeler olarak kabul edilebilecek ABD, Japonya ve İngiltere'ye ait teknolojik öngörü raporları ve özellikle mayın harbi konusunda gelişmiş Norveç, İsveç, Danimarka, Finlandiya, Avustralya'ya ait öngörü raporları ve son olarak NATO deniz harekât faaliyetleri kapsamında hazırlanan teknoloji öngörüsü bu tez çalışmasında kullanılacak öngörü raporları olarak belirlenmiştir.

VİZYON 2023 delphi anket sonuçları ve diğer teknoloji öngörü raporlarında belirlenmiş olan gelişen teknolojiler sentezlenerek, bir kesişim kümesi elde edilmiş; bu kritik teknolojiler, çalışmanın dördüncü aşamasında kullanılacak yapılandırılmış mülakat sorularına kaynak oluşturmuştur. VİZYON 2023 raporu, 2004 yılında hazırlandığından, 2016 yılı öncesi gerçekleşme zamanı verilmiş delphi ifadeleri kritik teknoloji kesişim kümesi belirleme aşamasında göz ardı edilmiştir. Ayrıca diğer öngörü raporlarından sentezlenen kritik teknolojiler içerisinde bulunan fakat mayın harbi teknolojik gelişmeleri ile etkileşim içerisinde olmayan teknolojiler de (kanser tedavi teknolojileri, deprem tahmin sistemleri teknolojileri vb.) kritik teknoloji kesişim kümesinden çıkarılmıştır.



Şekil 5. Kritik Teknoloji Kesişim Kümesinin Belirlenmesi

### **3.2.4. Dördüncü Aşama: Yapılandırılmış Mülakat İcra Edilecek Mayın Harbi Uzman Grubunun Belirlenmesi ve Mülakat Sorularının Oluşturulması**

Bu aşamada, yüz yüze görüşme ile yapılandırılmış mülakat yapılacak uzman grup belirlenmiştir. Bu grup; Türk Deniz Kuvvetlerinde görev yapan, yurt içinde, yurt dışında ve NATO'da mayın harbi konusunda birçok eğitim ve çalışmada bulunmuş, uzmanlık seviyesi yüksek 10 kişiden oluşturulmuştur.

Uzman gruba yöneltilecek olan yapılandırılmış mülakat soruları, çalışmanın üçüncü aşamasında belirlenmiş olan kritik teknoloji kesişim kümesine istinaden mayın harbi silah sistemleri ve MKT sistemleri üzerine hazırlanmıştır. Yapılandırılmış mülakat soruları hazırlanırken, cevap veren kişiyi yönlendirici olmamasına dikkat edilmiş; sorular kısa, orta ve uzun vade zaman aralıklarını belirleyici ve uzman grubun açık fikirli olması açısından ucu açık tutulmuştur.

### **3.2.5. Beşinci Aşama: Mülakat Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Morfolojik Analiz Tekniği ile Gelecek Yol Haritasının Oluşturulması**

Uzman gruba yüz yüze görüşme tekniği ile uygulanan yapılandırılmış mülakat sonuçları, incelendiğinde birbirine çok yakın benzer cevaplar, uzman grubun da görüşü alınarak aynı olacak şekilde tanımlanmıştır.

Morfolojik matrisler, mayın harbi silah sistemleri ve MKT sistemleri olarak iki çeşit hazırlanmıştır. Mayın harbi silah sistemleri; ana patlayıcı maddeleri, ateşleme sensör mekanizmaları, mantık diyagram yazılımları, fiziki yapısı ve dış dizaynı alt başlıklarında matrise tanımlanmıştır. MKT sistemleri ise; mayın tarama sistemleri, mayın avlama sistemleri, tespit, sınıflandırma, teşhis, kimliklendirme ve imha kabiliyetleri, lojistik, kuvvet koruma ve harekât kabiliyeti alt başlıklarında matrise tanımlanmıştır. Morfolojik matris üzerinde belirtilen her alt başlık 5'er yıllık periyotlar halinde tanımlanabilecek şekilde matris kurulmuştur. Yapılandırılmış mülakat sonuçları morfolojik analiz matrisine yerleştirilerek, 2016-2020, 2021-2025 ve 2026-2030 periyotları için gelecek yol haritaları matrisler üzerinde belirlenmiştir.

### **3.2.6. Altıncı Aşama: Analiz Sonuçları ile Deniz Mayın Harbinin 2030 yılı Geleceğini Tasvir Eden Senaryonun Yazılması**

Beşinci aşamada oluşturulan morfolojik analiz matrisi üzerinde belirlenen 2016-2020, 2021-2025 ve 2026-2030 gelecek yol haritaları ile mayın harbi teknolojilerinin gelişim süreçleri tanımlanmıştır. Bu tanımlamalar ve gelecek yol haritaları kullanılarak, 2030 yılındaki mayın harbi teknoloji öngörülleri senaryolaştırılmıştır. Senaryo uzayı dünya olarak belirlenmiştir. Dünya çapındaki mayın harbi teknolojik gelişmeleri öngörüllmeye çalışılarak, TSK veya Türk Deniz Kuvvetlerindeki uzun vadeli stratejik karar alma mekanizmalarına yol gösterici olması amaçlanmıştır.



## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **BULGULAR**

#### **4.1. ÜLKE/ ORGANİZASYON TEKNOLOJİ ÖNGÖRÜ FAALİYETLERİ VE İNCELENECEK RAPORLAR**

##### **4.1.1. Türkiye'nin Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri**

Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanında politika izleme arayışı Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963-1967) faaliyetleri ile başlamıştır. Bilimsel faaliyetlere yeni bir düzen getirmesi maksadıyla TÜBİTAK aynı dönemde (1963) kurulmuştur. TÜBİTAK'ın kurulmasını sağlayan bu planla birlikte, tabii bilimlerde temel ve uygulamalı araştırmalar, bilim politikası olarak belirlenmiştir. (Göker, 2004)

1980'li yılların başında, dönemin bilim ve teknoloji sorumlu Devlet Bakanı Prof. Dr. M. Nimet Özdaş'ın eşgüdümünde, DPT ve TÜBİTAK'ın işbirliği ve 300 kadar bilim adamı ve uzmanın katılımıyla hazırlanmış olan “Türk Bilim Politikası: 1983-2003” dokümanı ile ilk kez, ayrıntılı bir bilim ve teknoloji politikası belirlenmiştir. Bu dokümanda teknoloji konusu da ele alınmış ve “bilim ve araştırma öncelikleri listesi” adı altında kritik teknoloji alanları belirlenmiştir. Bilim ve teknoloji alanındaki bu yeni atılımlar, söz konusu teknoloji politikalarının, ekonominin ve toplumun ana etkinlik alanlarının düzenlenmesinde faaliyet gösteren unsurların katılımıyla oluşan Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) olarak adlandırılan yeni bir kurum meydana getirmiştir. (Göker, 2004)

Ancak, “Türk Bilim Politikası: 1983-2003” o dönemde tam anlamıyla hayata geçirilememiştir. 1983'te kurulan BTYK'nın, 3 Şubat 1993'te yaptığı ve “Türk Bilim ve Teknoloji Politikası: 1993-2003” başlıklı dokümanı kabul ettiği, tarihinin ikinci toplantısı ile başlayan, 1993 sonrası dönemde mümkün olmuştur. BTYK, 3 Şubat 1993 tarihinde yaptığı toplantıda, 2003 yılına kadar olan on yıllık dönem için, bilim ve teknoloji alanında izlenecek yeni bir politika belirlemiştir. TÜBİTAK, “Türk Bilim ve Teknoloji Politikası:1993-2003” başlığı altında bir dokümanla bu politikanın ana

hatları ve uygulamaya yönelik kararları belirlemiştir. Türk Bilim ve Teknoloji Politikası:1993-2003 dokümanıyla özetle dile getirilen; çağın jenerik teknolojilerinde yetkinleşmeyi ve bu yetkinliği teknolojik inovasyon yoluyla ekonomik ve toplumsal faydaya dönüştürme becerisini kazanmayı öngören ve bu öngörünün hayata geçirilebilmesi için ulusal inovasyon sisteminin kurulmasını şart koşan bir politikadır. (Göker, 2004)

BTYK'nın Mart 2005'te kararlarını yayınladığı 11. toplantısında, Vizyon 2023 çalışmasının öncelikli alanlarının belirlenmesi gerektiği ve buna ilişkin kabul edilecek uygulama planının bütün kurumlar için yaptırıcı özellikte olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, ulusal öncelikli bilim ve teknoloji alanları olarak 8 alan (Bilgi ve iletişim, biyoteknoloji ve gen teknolojileri, malzeme teknolojileri, tasarım teknolojileri, nanoteknoloji, mekatronik, üretim süreç, enerji ve çevre teknolojileri) belirlenmiştir. (TÜBİTAK, 2005)

Günümüzde bilim ve teknoloji alanlarında gelişmek bir devlet stratejisi haline gelmiştir. Karar verilen politikaların yürütülmesi ve hedeflere ulaşılabilmesi için ilgili bütün kurum, kuruluş ve sektörlerin stratejilerini paylaştıkları bir vizyon çerçevesinde ilerlemeleri zorunlu hale gelmiştir. VİZYON 2023 Teknoloji Öngörüsü de her sektörden ve kesimden binlerce uzmanın arzu ettikleri Türkiye'yi kurmaya yönelik hazırlanmış bir öngörü raporudur. Pek çok ülkenin hazırlamış olduğu teknoloji öngörü raporlarının da en önemli amacı; geleceği arzu ettikleri gibi ve bir vizyon çerçevesinde oluşturabilecekleri bu etkin hareketi yaratmaktır. (TÜBİTAK, 2004)

#### **4.1.1.1. TÜBİTAK VİZYON 2023 Öngörü Raporu Teknolojik Faaliyet Hedefleri ve Öncelikli Teknoloji Alanları**

VİZYON 2023 raporu savunma, uzay ve havacılık panelinde belirlenen teknolojik faaliyet hedefleri ve bu hedefler doğrultusunda belirlenen öncelikli teknoloji alanları aşağıda olduğu gibidir:

**Hedef 1:** “Askeri ve sivil amaçlı bilgi haberleşmesi ve bilgi yönetimi alanlarında, tümleşik sistemden bireysel kullanıcıya kadar her düzeyde, yüksek bilgi hizmeti kalitesine ulaşılmasını, bilgi ve haberleşme güvenliği alanlarında ise, askeri ve sivil ihtiyaçları karşılayan, uluslararası rekabet gücüne sahip ulusal teknoloji ve ürünlere sahip olma” hedefi açısından öncelikli teknolojiler:

- Bilgi İşlem Teknolojileri
- Ağ Teknolojileri
- Bilgi Yönetimi Teknolojileri
- Web Teknolojileri
- Haberleşme Teknolojileri
- Haberleşme Yönetim Teknolojileri
- Haberleşme Protokol Teknolojileri
- Geniş Bant ve Yüksek Hızlı İnternet Teknolojileri
- İnsan-Makine Ara Yüz Teknolojileri
- Entegre Görev Sistem Teknolojileri
- İşaret İşleme Devre ve Aygıt Teknolojileri
- Hesaplama Bilgi İşlem Devre ve Aygıt Teknolojileri
- Modelleme, Simülasyon ve Analiz Teknolojileri
- Bilgi Harbi Teknolojileri

**Hedef 2:** “Sistem ve kullanıcı düzeyinde fiziki ve biyolojik güvenliğin sağlanması amacıyla kullanılan ileri sensör ve sistem teknolojilerine sahip olma” hedefi açısından öncelikli teknolojiler:

- Dost, Düşman, Hedef Tanıma Sistem Teknolojileri
- İşaret İşleme Devre ve Aygıt Teknolojileri
- Algılayıcı (Sensör) Teknolojileri
- Etiketleyici ve Algılayıcı Malzeme Teknolojileri
- Biyoürün Teknolojileri

**Hedef 3:** “Sistem-kullanıcı etkileşimini ve sistem kullanım etkinliğini artıran teknolojilere sahip olma” hedefi açısından öncelikli teknolojiler:

- Bilgi İşlem Teknolojileri
- Sibernetik
- Algılayıcı (Sensör) Teknolojileri
- İnsan-Makine Arayüz Teknolojileri
- Enerji Üretim ve Depolama Teknolojileri
- Fotonik ve Optoelektronik Malzeme Teknolojileri

**Hedef 4:** “Sivil ve askeri amaçlı kullanılacak insansız sistem ve robotik teknolojilerine sahip olma” hedefi açısından öncelikli teknolojiler:

- İşaret İşleme Devre ve Aygıt Teknolojileri
- Algılayıcı (Sensör) Teknolojileri
- Hesaplama Bilgi İşlem Devre ve Aygıt Teknolojileri
- Mikro Elektro Mekanik Sistem (MEMS) Teknolojileri
- Elektro Mekanik Hareketlendirici Teknolojileri
- Seyrüsefer, Güdüm ve Kontrol Teknolojileri
- Mekatronik Sistem Teknolojileri
- Modelleme, Simülasyon ve Analiz Teknolojileri
- Fotonik ve Optoelektronik Malzeme Teknolojileri
- Kompozit Malzeme Teknolojileri
- İleri Polimer ve Plastik Malzeme Teknolojileri
- Akıllı Malzeme ve Yapı Teknolojileri
- İleri Metal Alaşım Teknolojileri
- Minyatür Sistem Tasarım ve Entegrasyon Teknolojileri
- Robotlar, Mikrobot Karşı Silahlar ve Mühimmat Teknolojileri
- İleri Sistem Teknolojileri
- İleri Malzeme İmalat Teknolojileri
- Etkin Platform Teknolojileri

**Hedef 5:** “Sivil ve askeri amaçlı kullanılabilen uydu ve uzaya araç gönderme teknolojilerine sahip olma” hedefi açısından öncelikli teknolojiler:

- Uydu İletişim Teknolojileri
- Uydudan Algılama ve Gözlem Teknolojileri
- Uzay Aracı Fırlatma ve Yer Kontrol Teknolojileri
- Modelleme, Simülasyon ve Analiz Teknolojileri

**Hedef 6:** “Ulusal savunma açısından kritik silah, karşı silah ve korunma teknolojilerine sahip olma” hedefi açısından öncelikli teknolojiler:

- Fotonik ve Optoelektronik Malzeme Teknolojileri
- Kompozit Malzeme Teknolojileri
- İleri Polimer ve Plastik Malzeme Teknolojileri
- Akıllı Malzeme ve Yapı Teknolojileri
- Enerji Emici Malzeme Teknolojileri
- İleri Metal Alaşım Teknolojileri
- Minyatür Sistem Tasarım ve Entegrasyon Teknolojileri
- Robotlar, Mikrobot Karşı Silahlar ve Mühimmat Teknolojileri
- İleri Sistem Teknolojileri
- Nano Silahlar ve Mühimmat Korunma Teknolojileri
- İleri Malzeme İmalat Teknolojileri
- Etkin Platform Teknolojileri
- Yönlendirilmiş Enerji Teknolojileri
- NBC Karşı Sistemleri ve Korunma Teknolojileri
- Modelleme, Simülasyon ve Analiz Teknolojileri

(TÜBİTAK, 2004)

#### 4.1.1.2. “VİZYON 2023” Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

Aşağıda sunulan tablo, VİZYON 2023 savunma, uzay ve havacılık paneli delphi anket sonuçlarına ait veriler kullanılarak, özellikle önem ve yapılabilirlik endeksi ile gerçekleşme zaman aralığını tanımlar şekilde hazırlanmıştır.

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
1	Görev sistemlerinin, karada, denizde, havada ve uzayda konuşlu veya hareket halindeki unsurların bir arada çalıştığı, tümleşik ve ağ merkezli bir yapıya kavuşmasına olanak sağlayacak entegrasyon teknolojilerinin geliştirilmesi.	66,89	46,78	2003-2007
2	Kara, deniz, hava ve uzayda, yüksek yaşamsal tehlike içeren görevlerde insanın yerini alması, görev etkinliğinin artırılması veya maliyetlerin düşürülmesi amacıyla; insansız (uzaktan kumandalı veya otonom) araçlar ile robotik teknolojilerinin geliştirilmesi.	67,79	44,84	2018-2022
3	Askeri ve sivil amaçlı insansız kara, deniz, hava ve uzay platformlarının, görev ve maliyet etkin tasarımının gerçekleştirilmesi.	68,10	46,30	2008-2012

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
4	Askeri ve sivil amaçlı insansız kara, deniz, hava ve uzay platformları için, minyatür, düşük güç harcayan, ucuz, elektro-optik, mekanik ve elektromekanik faydalı yüklerin geliştirilmesi.	68,46	45,64	2008-2012
5	Askeri ve sivil amaçlı insansız kara, deniz, hava ve uzay platformlarının hassas kontrolü ve güdümü için gerekli donanım ve yazılım teknolojilerinin geliştirilmesi.	67,78	50,52	2008-2012
6	Personel-personel, personel-sistem ve sistemler arası hedef sorgulama, tanıma ve tanımlamaya yönelik ulusal algoritma ve sistemlerin geliştirilmesi.	63,69	51,95	2003-2007
7	İklimsel / coğrafi gözlem ve istihbarat uygulamalarına yönelik optik, elektromanyetik veya elektro-optik kökenli teknolojilere dayalı çok amaçlı uydu sistemlerinin geliştirilmesi.	71,32	37,79	2013-2017
8	Eğitim, sağlık, bilgi yönetimi, komuta-kontrol, vb. sivil ve askeri hizmetler için; kullanım alanı ve kullanıcıya göre adaptif iletişim hizmetlerini destekleyen etkileşimli (interaktif) uydu sistemlerinin geliştirilmesi.	71,70	41,76	2013-2017

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
9	Uzayın sivil ve askeri uygulamalar açısından maliyet etkin bir biçimde kullanılmasına olanak sağlayacak, uzaya araç gönderme ve yer kontrol sistemlerinin geliştirilmesi.	71,98	35,30	2018-2022
10	Askeri ve sivil amaçlı, uzaktan gözlem ve iklimsel / fiziksel / biyo- algılama uygulamalarına yönelik kablosuz mikro algılayıcı teknolojilerinin geliştirilmesi.	68,73	34,62	2008-2012
11	Sabit ve hareketli kullanıcılara, ortama, role ve bilgi ihtiyacına göre adaptif bant genişliği sağlayan, ileri nesil veri haberleşme protokollerinin geliştirilmesi.	70,14	51,39	2008-2012
12	İhtiyaca göre anında oluşturulabilme, enerji kısıtlarına göre kendini ayarlayabilme gibi özelliklere sahip haberleşme ağı yönetim teknolojilerinin geliştirilmesi.	66,12	46,44	2008-2012
13	Kablosuz yerel ağ (WLAN), cep telefonları, uydu ağları (GMPC) ve sabit ağlar arasında kesintisiz geçişi sağlayan sanal ağ sisteminin yaygın kullanımı.	68,36	49,71	2013-2017

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
14	Tarif edilmiş bağlamda (görüntü, metin ve ses bütünleşmiş) semantik (anlamsal) etkileşimi mümkün kılan ağ uygulamalarının yaygın kullanımı.	66,85	46,02	2008-2012
15	Sivil ve askeri amaçlı, geniş bantlı ve yüksek hızlı (>155 Mbit/s) kablosuz Internet ağ teknolojilerinin geliştirilmesi.	69,18	49,39	2013-2017
16	Hesaplama ağları gibi uygulamalarla artan bilgi işlem gücünü, matematiksel tekniklerle birlikte kullanarak zaman ve maliyet tasarrufu sağlayan bilimsel metodların (Combinatorial Science), Ar-Ge çalışmalarından sistem tasarımına, işaret işlemeden bilgi yönetimine kadar her alan için geliştirilmesi.	66,62	42,25	2003-2007
17	Çok çeşitli kaynaklardan gelen ve hızla değişen bilgilerin güvenli bir biçimde birleştirilmesi, tasnif edilerek depolanması ve değerlendirilmesi için; kişisel mobil terminallerden, bilgisayar sistemlerine kadar her düzeyde ölçeklenebilir donanım ve yazılım sistemlerinin geliştirilmesi.	68,77	53,62	2003-2007

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
18	Askeri ve sivil uygulamalar için siber uzay bilgi harbi ile ilgili teknoloji, metod, donanım ve yazılım ile ulusal senaryo ve güvenlik algoritmalarının geliştirilmesi.	66,23	46,57	2008-2012
19	Askeri konvansiyonel elektronik harp ve siber uzay bilgi harbi uygulamalarının bütünüyle ulusal çözümlerle gerçekleştirilmesi.	64,53	46,21	2013-2017
20	Holografik, taramalı hacim, sabit hacim gibi metotları kullanan üç boyutlu gösterge ve kontrol ara yüz teknolojileri ile biyo arayüz teknolojilerinin geliştirilmesi.	61,77	32,30	2018-2022
21	Yanıltma veya gizleme amacıyla, istenilen bölge içerisinde üç boyutlu yapay görüntü yaratabilecek ileri projeksiyon sistemlerinin geliştirilmesi.	52,94	28,64	2018-2022
22	360 derecelik görüş alanına sahip algılayıcılarla, çevredeki varlıklarla ilgili istenen bilgileri üreten sistemin ve kişisel kullanım için başlığa monteli ara yüz sisteminin geliştirilmesi.	58,33	41,05	2008-2012
23	Kendi kendini yöneten, bakımını yapabilen ve koruyabilen bilgisayarların geliştirilmesi.	68,10	35,72	2013-2017

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
24	Kuantum hesaplama dayalı kriptoloji tekniklerinin iletişim ağlarında bilgi güvenliği amaçlı yaygın kullanımı.	58,74	38,29	2023 ve sonrası
25	İnsanlı ve insansız sistemlerde, bütün mekanik ve hidrolik hareketlendiricilerin yerlerini alacak elektro-mekanik hareketlendiricilerin geliştirilmesi.	65,72	46,35	2003-2007
26	Otonom, kullanıcıdan kaynaklanan hataları ortadan kaldıracak, insan zayıflığını minimize edecek robot, mikrobot karşı silah ve mühimmat teknolojilerinin geliştirilmesi.	69,06	39,02	2013-2017
27	Deniz mayınlarını ve torpidoları tespit eden, tanımlayabilen ve otonom karşı tedbir kararlarını alabilen robotların geliştirilmesi.	55,25	33,93	2008-2012
28	Yönlendirilmiş enerji sistemlerinin, sabit ve hareketli platformlar üzerinde maliyet etkin bir biçimde konuşlandırılması için gereken teknolojilerin geliştirilmesi.	62,99	32,65	2013-2017
29	Personel ve teçhizatı korumak üzere, giysi ve örtülerde kullanılacak mikrodalga soğurucu malzemelerin geliştirilmesi.	58,08	35,93	2008-2012

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
30	Nano teknolojideki gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan nano silah ve nano mühimmat uygulamalarına karşı korunma tedbirlerinin geliştirilmesi.	64,28	22,83	2023 ve sonrası
31	Taşınabilir (yakıtı ile birlikte en fazla 0.5 kg ve bazı uygulamalarda giyilebilen), 500 W gücünde yakıt pillerinin geliştirilmesi.	72,75	36,67	2013-2017
32	Kişisel kullanım için (haberleşme sistemlerinden elektrikli silahlara kadar olan geniş bir spektrum içerisinde) güç ihtiyacını karşılayacak (400 ile 500 W arasında), portatif, küçük hacimli, uzun ömürlü (min 7 gün), çıkış akım ve voltajını gereksinime göre ayarlayabilen pil yerine kullanılacak güç kaynaklarının geliştirilmesi.	76,99	36,86	2018-2022
33	Stratejik malzemelerin üretim aşamasından itibaren izlenmesi ve akış yolunun takibini sağlayan, malzemeye gömülü akıllı algılayıcı sistem ve etiket teknolojilerinin geliştirilmesi.	60,95	36,39	2013-2017

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
34	Kimyasal ve biyolojik ajanları uzaktan algılayıp tanımlayabilecek yüksek hassasiyette (ppm, ppb, ppt mertebelerinde), savunma, çevre, sağlık amaçlı taşınabilir güvenlik sistemlerinin geliştirilmesi.	63,48	36,33	2013-2017
35	Vücut sıcaklığı, stres ve uyku durumu gibi biyolojik fonksiyonlar ile yaralanmalarda yaranın durumu hakkında veri derleyen, rahat giyilebilir akıllı sistemlerin geliştirilmesi.	65,93	35,14	2013-2017
36	Hafif ateşli silâhlara karşı, personelin korunmasını sağlayan koruyucu zırh malzemelerin (yüz koruması sağlayan şeffaf zırh malzemeleri dâhil), koruma oranının bugünkü zırhlara göre en az %30 artırabilecek, ağırlığı ise en az %40 oranında azaltabilecek hafif malzeme ve yeni nesil zırh malzemelerinin geliştirilmesi.	60,03	40,11	2013-2017

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
37	Uçan platform ağırlıklarını (İnsansız Hava Aracı (İHA), Mikro İHA ve Taarruzi İHA vb.için) bugünküne göre en az %50 oranında azaltmak ve bu sayede performans ve menzil değerini artırmak amacıyla, organik, metal, seramik-matris ve termo-yapısal kompozit malzemelerin geliştirilmesi.	65,51	43,01	2013-2017
38	İnsansız hava aracı (İHA), uydu ve uzay araçlarında kullanılan işaret işleme / hesaplama devre ve aygıtlarının, yüksek sıcaklık (600°C ve üzeri), darbe ve radyasyon ortamında güvenli olarak çalışmasına olanak sağlayacak, buna karşın hacim ve ağırlığı azaltacak yeni malzemelerin geliştirilmesi.	62,64	31,67	2013-2017
39	Gerçek zamanlı istihbarat faaliyetlerine karşı koyma veya bir karşı tedbir unsuru olarak algılanmanın azaltılması amacıyla, İnsansız Hava Aracı (İHA), Mikro İHA ve Taarruzi İHA tasarım teknolojilerinin geliştirilmesi.	63,02	45,52	2013-2017

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

No	Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri	Önem Endeksi	Yapılabilirlik Endeksi	Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı
40	Patlama etkisine (blast) karşı, personeli, platformları ve binaları koruyabilecek şekilde yüksek titreşim söndürme, termal yalıtım, enerji emme ve gerilim/ağırlık oranına sahip ultra hafif metal köpüklerin geliştirilmesi.	64,48	36,82	2008-2012
41	Görülebilir düşük enerjili veya IR lazer cihazlarına karşı algılanmayı azaltacak, lazer emici boya ve dielektrik filtrelerin yaygın kullanım.	61,04	38,63	2013-2017
42	Gece harekâtında algılanmayı azaltarak güvenli koruma sağlayabilecek, halografik filtre gibi yeni nesil alternatif malzemelerin geliştirilmesi.	55,52	30,59	2018-2022
43	Dayanımı metalik malzemelerle aynı düzeyde, ancak maliyeti daha düşük olan kompozit malzemelerin yaygın kullanımı.	68,29	48,53	2018-2022
44	Yeraltı ve yerüstü sular ile topraktaki radyoaktif kirlenmeyi giderecek maliyet etkin yöntemlerin geliştirilmesi.	66,23	35,11	2008-2012

**Tablo 2.** VİZYON 2023 Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi Anket Sonuçları

<b>No</b>	<b>Savunma, Uzay ve Havacılık Paneli Delphi İfadeleri</b>	<b>Önem Endeksi</b>	<b>Yapılabilirlik Endeksi</b>	<b>Karar Verilen Gerçekleşme Zaman Aralığı</b>
45	Küçük hacim içine sıkıştırılmış (konsantre) ve 2-3 dakikada kullanıma hazır hale gelebilecek yapay kan ve kan ürünlerinin geliştirilmesi.	68,18	35,88	2013-2017

(TÜBİTAK, 2004)

#### **4.1.2. ABD Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri**

ABD’de bilim ve teknolojiye lider durumda olmak ve kaynakların yeterliliği gibi sebeplerle, bir teknoloji politikası belirlenmesi fikri, 1990 yılına kadar hâkim bir düşünce değildir; ancak, özellikle Japonya karşısındaki yeterliliğinin tartışılmaya başlandığı 80’li yılların sonunda, bu anlayış da değişim göstermiştir. Bu durum, ABD’nin, bir teknoloji politikasına sahip olma ihtiyacına ve 90’lı yılların başında öngörü çalışmalarına ilgi duyulmasına yol açmıştır. (TÜBİTAK, 2001) 90’lı yıllardan itibaren ABD’de birçok alanda teknoloji öngörüsü faaliyeti yürütülmeye başlanmıştır. ABD’de ulusal çapta yapılan öngörü çalışmaları dışında özel sektörde ve kamu kurumlarında çok çeşitli öngörü çalışması yürütülmektedir.

ABD Deniz Kuvvetlerinde, kritik teknolojileri ve bu alanlarda sürdürülecek stratejileri belirleme faaliyetlerini ise, 1946 yılında kurulan Office of Naval Research (ONR) yürütmektedir. ONR, Deniz Kuvvetleri Bilim ve Teknoloji Stratejisini son olarak Şubat 2015’te güncellemiştir. Bu tez çalışmasının ana teması deniz mayın harbi üzerine kurulu olduğundan, ONR tarafından yayınlanan “Deniz Kuvvetleri Bilim ve Stratejisi 2015 Raporu” incelenecek öngörü raporları arasına alınmıştır.

##### **4.1.2.1. “Deniz Kuvvetleri Bilim ve Teknolojisi Stratejisi 2015” Raporu Kritik Bilim ve Teknoloji Odak Sahaları ve Alt Araştırma Alanları**

ONR tarafından hazırlanan ve 2015 yılında yayınlanan “Deniz Kuvvetleri Bilim ve Stratejisi” raporunda belirtilen üzerinde çalışılması gereken kritik bilim ve teknoloji odak sahaları ve bu sahaların alt araştırma alanları aşağıda olduğu gibidir.

##### **(1) Her Tip Deniz Harekât Alanına Erişimin Sağlanması**

- Denizaltı Savunma Harbi Keşif Karakol Teknolojileri
- Denizaltı Savunma Harbi Performans Değerlendirme
- Biyo-sensörler, Biyo-İşlemciler ve Doğa Benzetimli Sistemler
- Elektronik Harp Saldırı Yetenekleri
- Fonksiyonel Malzemeler
- Akıllı Otonom Sistemler
- Büyük Gemi Durdurma Sistemleri

- ISRT-ESM Teknolojileri
- Kıyı Suları Yer Bilimi Optik ve Biyolojisi
- Deniz Memelileri
- Deniz Meteorolojisi
- Deniz Mayınlarını Etkisiz Hale Getirme
- Nanometre Boyutunda Elektronik Araçlar ve Sensörler
- Hassas Seyir Sistemleri
- Ağ Bağlantılı Sensörler
- Öldürücü Olmayan Silahlar
- Okyanus Sualtı Akustiği
- Fiziksel Oşinografi
- Katı Yapıdaki Elektronikler
- Uzay Çevresel Etkileri
- Uzay Araçları Teknolojileri
- İnsansız Hava Araçları Teknolojileri
- İnsansız Deniz Araçları Teknolojileri
- Deniz Araçları Enerji Sistemleri
- Deniz Platformları
- Platform Yaşam Döngüsü Maliyeti Tasarrufu
- Hava/Kara Vasıtaları
- İstihbarat ve İstihbarata Karşı Koyma
- Akıllı ve Otonom Sistemler

## **(2) Otonom ve İnsansız Sistem Teknolojileri**

- Akıllı ve Otonom Sistemler
- İnsansız Hava Araçları
- İnsansız Deniz Araçları
- İnsansız Kara Araçları
- İnsan ve Robotik Etkileşimi ve İnsan Faktörü
- Akıllı, Öğrenebilen ve Muhakeme Edebilen Makineler
- Görüntü Tanıma Teknolojileri
- Biyo-robotikler, Bilişsel ve Nöro Bilim

### **(3) Elektromanyetik Harp Teknolojileri**

- Elektronik Malzeme ve Cihazlar
- Elektronik Harp
- Çok Fonksiyonlu Sistemler
- Nano Elektronikler
- Hassas Seyir ve Zamanlama
- Kuantum Hesaplama Mimarisi Araçları
- Radar ve Elektro-Optik/IR Sensörler
- Suüstü ve Uzay Vasıtaları ile Keşif/Gözetleme

### **(4) Hızlı Sevkedilebilirlik ve Düzensiz Harp**

- Etkin Veri İşleme Teknolojileri
- Veri Görüntüleme Teknolojileri
- Taktik Ağ Bağlantı Teknolojileri
- Ufuk Ötesi İletişim Teknolojileri
- Küçük Birliklerde İletişim Teknolojileri
- Etki Alanları Arası Ağ Bağlantı Teknolojileri
- Sosyal, Kültürel ve Davranışsal İnsan Bilimleri
- Model Tanımlama
- Spektrum Protokol İçeriği Etkileri
- Hassas Hedef Tespit ve Kimliklendirme
- Küçük Birliklerde Hava Savunma Sistemleri
- Bağlantılı Yangınlar
- Küçük Birliklerde Su Arıtma Sistemleri
- Küçük Birliklerde Güç Kaynağı Teknolojileri
- Yakıt Tüketim Etkinliği
- Araçlarda Enerji Üretim Sistemleri
- Otonom Platformlar ve Yük Kapasiteleri
- Psikometri
- Eğitici Dizayn ve Teknoloji
- Makinelerde Öğrenebilme Teknolojileri
- 3 Boyutlu Görüntüleme Teknolojileri

- Patlayıcı Maddelere Karşı Savunma
- RPG ve Anti-Tank Füze Karşı Sistemleri
- Taktik Keşif ve Gözetlemeye Karşı Koyma
- Sürükleyici Bilimler
- Biyometrikler
- Muhakeme Ediciler
- Kişisel Hayati İdame Teknolojileri
- Araç ve Kişisel Tanıma Yönetimi
- Ünitlerde Beka Teknolojileri

#### **(5) Bilgi Teknolojileri - Siber Savunma**

- Denizaltı Savunma Harbi Keşif Karakol Sistemleri
- Hesaplamalı Karar Verme
- Biyo-sensörler, Biyo-işlemciler ve Doğa Benzetimli Sistemler
- İletişim ve Ağ Teknolojileri
- Uygulamalı ve Hesaplamalı Analizler
- Organizasyonel Yapı ve Karar Vermede İnsan Faktörü
- Kompleks Yazılım Sistemleri ve Bilgi Güvenliği
- Siber Savunma
- Akıllı ve Otonom Sistemler
- Uzay Araçları Teknolojileri
- Optimizasyon
- Veri Bilimleri
- Komuta Kontrol ve Savaş Sistemleri
- Kuantum Bilgi Sistemleri

#### **(6) Platform Dizayn ve Beka Teknolojileri**

- Maliyet Etkin ve Hızlı Platform Dizaynı
- Otonom ve İnsansız Araç Hareket Kabiliyeti
- Araç Yapısı ve Üretim Malzemeleri
- Platform Performans Modelleri
- Düşük İzlenebilirlik (Low Observable-LO) ve LO Teknolojisine Karşı Koyma

- Softkill Teknikleri
- Otomatik Yanıtlama ve Yanıt Toplama Teknolojileri
- Modelleme ve Simülasyon Araçları
- Modüler Platformlar
- Yapısal, Mekanik ve Elektrik Altyapıları
- Yük ve Silah Taşıma Kapasiteleri
- Sürekli Lojistik
- Arayüzler ve Standartlar
- Deniz Platformları
- Hava Araçları Ana Tahrik Sistemleri
- Hava/Kara Vasıtaları
- Fonksiyonel Malzemeler
- Yapı Malzemeleri
- Üretim Teknolojileri

#### **(7) Güç ve Enerji Teknolojileri**

- Deniz Araçları Gelişmiş Enerji Sistemleri
- Hava Araçları Ana Tahrik Sistemleri
- Yenilenebilir Biyo Malzemeler ve Sistemler
- Fonksiyonel Malzemeler
- İnsan Gücü
- Enerji Sistemleri Elektronikleri
- Geleceğin Elektrik Silahları ve Radarlarının Enerji Sistemleri
- Malzeme Hesaplamaları ve Tahminleri
- Üretim Teknolojileri

#### **(8) Kuvvet Sevki ve Bütünleşik Savunma**

- Gelişmiş Enerji Materyalleri
- Hava Platformları Bekası
- Yönlendirilmiş Enerji
- Elektromanyetik Silahlar
- Elektronik Harp Saldırı

- Uzak Mesafe Torpido Savunma Sistemleri
- Uzak Mesafe Kuvvet Koruma
- Fonksiyonel Malzemeler
- Yüksek Süratli Silah Sistemleri
- ISRT-ESM Teknolojileri
- Mayın Döküş
- Öldürücü Olmayan Silah Sistemleri
- Hassas Vuruş Kabiliyeti
- Deniz Platformları Bekası
- Katı Yapıdaki Elektronikler
- Platform Yaşam Döngüsü Maliyeti Tasarrufu
- Hava/Kara Vasıtaları
- Akıllı ve Otonom Sistemler
- Üretim Teknolojileri
- Yapı Malzemeleri
- Malzeme Hesaplamaları ve Tahminleri
- Maliyet Etkin Platform Üretimi
- Sualtı Silahları

#### **(9) Savaş Sistemleri Performansı**

- Organizasyonel Yapı ve Karar Vermede İnsan Faktörü
- İnsan Gücü ve Personel
- Eğitim, Öğretim ve İnsan Performansı
- Sualtı Sağlığı
- Biyo-sensörler, Biyo-işlemciler ve Doğa Benzetimli Sistemler
- Kazalardan Korunma ve Yönetimi
- Kaza Önleme

(ONR, 2015)

### **4.1.3. İngiltere'nin Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri**

İngiltere'de 1983 yılında, Kabine Ofisi ve “Uygulamalı Araştırma ve Geliştirme Danışma Konseyi (ACARD)”; Fransa, Almanya, ABD ve Japonya'nın bilimden azami yarar sağlanabilecek alanları belirlemeye yönelik uygulamalarını inceleyen, bir çalışma yapmak için “Bilim Politikası Araştırma Birimi (SPRU)”ni görevlendirdi. Bu görevlendirme sonucunda, SPRU'nun raporuna göre, İngiltere'nin özellikle Japonya'nın öngörü deneyimlerinden elde edebileceği pek çok fayda vardı ve bir öngörü çalışmasını deneysel temelde başlatılmalıydı. Fakat 1983 yılı, kamunun yeni sorumluluklar üstlenmesi gerektiğini önermek için uygun bir zaman değildi, dolayısıyla, bu çalışmanın o dönemdeki politikalara etkisi çok az olmuştur. 1992'den sonra İngiltere hükümetinin teknoloji politikası yaklaşımı değişmiş ve SPRU yeni bir çalışma yaparak; İngiltere'deki öngörü faaliyetleri incelenmiş, Amerika ve Almanya ile ilgili en son gelişmelerin özetlenmesinin yanı sıra İngiltere için bazı öngörü seçenekleri belirlenmiştir. Bu çalışmayla birlikte İngiltere'de, bilim ve teknoloji için yeni bir bakanlık kurulmuş ve bu yeni bakanlık, “Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Politika Raporu (White Paper)” yayımlamıştır. Rapora göre, kamu fonlarıyla desteklenecek araştırmacılara, yapacakları araştırmalarla ilgilenebilecek yararlanıcıları tanımlama ve bunların bilim ve teknolojiye ilişkin uzun dönem ihtiyaçlarını birlikte tespit etme görevi verilmiştir. Bu kapsamda, belirtilen hususları içeren büyük ölçekli bir teknoloji öngörüsü programı önerilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan ”UK 2035: Savunma ve Güvenlik Yeterlilik Raporu”, 2012 yılında yayınlanmış olan “Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Politika Raporu (White Paper)” yönlendirmesi ile hazırlanmıştır.

#### **4.1.3.1. UK 2035: Savunma ve Güvenlik Yeterlilik Raporu Kritik Teknoloji Alanları ve Hedefleri**

UK 2035 raporu kritik teknoloji alanları ve hedefleri aşağıda olduğu gibidir:

##### **(1) Enerji Üretimi, Yönetimi ve Depolama**

Daha hafif boyutlarda yerli üretim enerji sistemleri üretimi ve dış enerji kaynaklarına bağımlılığın azaltılması

**(2) Üretim ve Dizaynda Sürdürülebilirlik**

Geri dönüşümü olan, yenilikçi malzeme üretimi ve dizaynı

**(3) Hafif Araç ve Cihazların Üretim/Dizaynı**

Taşınabilirliği daha kolay, hafif araçların üretimi ve lojistikten tasarruf

**(4) Biyolojik ve Kimyasal Sensörler, Kontrol Sistemleri**

Vital bulguları izleyebilen, yeni tehditleri tespit etmeye yönelik sensör sistemleri

**(5) Sistem Modelleme ve Simülasyon**

Kompleks sistemlerin modellenmesi, entegre dizayn metotları ve simülasyon sistemleri

**(6) İnsan-Makine Arayüzleri, Otonom Sistemler**

Sezgisel kontrolü korurken bilişsel yükü azaltan, düşünen ve bilgi işleyen sistemler

**(7) Akıllı Sistemler**

Bağımsız karar veren bilgi sistemleri

**(8) Akıllı Tespit Sistemleri, Kuantum Sistemler**

Toplanan çeşitli büyük boyutlardaki verilerin işlenebilmesi ve değerlendirilmesi

**(9) Akıllı Test Sistemleri**

Kendinden karar verebilen tahribatsız muayene sistemleri

**(10) Miniyatürleşme, Küçük Boyut Malzeme Üretim ve Dizaynı**

Daha etkin küçük boyutlu malzeme üretimi ve dizaynı

**(11) İleri Malzeme ve Kaplama Teknolojileri**

Sertlik, sürtünmeyi azaltma, esneklik vb. özelliklerde geniş kullanım alanları olan ileri malzemelerin kaplama olarak kullanımı

**(12) Biyolojik Malzeme Entegrasyonu**

Yaralanmalara müdahale, yaralanma noktalarının stabilizasyonu, olağanüstü çevre koşulları

**(13) Modüler, Tak-Kullan Sistemler ve Üretim Teknolojileri**

Modüler komponentlerin farklı ortamlarda kullanılabilirliği

**(14) Adaptif ve Esnek Üretim Teknolojileri**

İstenilen ortama yeniden yapılandırılabilen, esnek üretim teknolojileri

**(15) Üç Boyutlu Yazıcı ile Üretim Teknolojileri**

Doğrudan dijital imalat ile ara ve son kullanım aşaması ürünlerin imalatı

**(16) Risk Yönetimi**

Kuvvet koruma, hasar kontrol ve yönetimi, operasyonel hâkimiyet

**(17) Global Muhabere Sistemleri**

Güvenli, her ortama ulaşabilen, global muhabere ve komuta kontrol sistem teknolojileri

**(18) Büyük Veri İşleme (Big Data) ve Siber Sistemler**

Çoklu kaynaklardan veri sağlama ve işlemenin istihbaratta kullanımı, oluşan büyük veri (big data) yönetimi ve siber etki oluşturma

**(19) Yazılım Geliştirme**

Daha hızlı ve efektif yazılım geliştirme ve kullanma

**(20) Entegre Devre Dizaynı**

Daha hızlı ve efektif elektronik devre dizaynı ve üretimi

**(21) Gizli-Milli Yazılım Geliştirme**

Bireylerin veya grupların oluşturdukları zararlı yazılımlara müsaade etme

## **(22) Optik Muhabere Sistemleri**

Fiber optik veri yolları ve teknolojileri kullanımı

## **(23) Kuantum Bilgisayar Teknolojileri**

Kuantum mekaniksel fenomenlerinin doğrudan kullanımını yapan bir hesaplama cihazı

## **(24) Uzay Teknolojileri**

Global konumlandırma sistemleri ve uzay tehditlerine karşı savunma teknolojileri

## **(25) Yönlendirilmiş Enerji Sistemleri**

Fiziksel mühimmatın dışında kullanılabilir yönlendirilmiş enerji silah ve savunma sistemleri (IfM Education and Consultancy Services (IfM ECS), 2012)

### **4.1.4. Japonya'nın Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri**

Japonya'da, 1971 yılından itibaren her beş yılda bir, gelecekteki teknolojik gelişmelerin belirlenmesine yönelik olarak öngörü çalışması yapılmaktadır. Kurulduğu günden bu yana Japonya'nın ulusal teknoloji öngörü çalışmaları, Bilim ve Teknoloji Politikası Ulusal Enstitüsü (NISTEP) tarafından yapılmaktadır. NISTEP, Japon hükümetinin bilim ve teknoloji politika planlama sürecinde, Milli Hükümet Teşkilat Kanunu uyarınca 1988 yılında Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı ile doğrudan bağlantılı olarak kurulmuş bir ulusal araştırma kurumudur. ([http://www.nistep.go.jp/en/?page\\_id=1730](http://www.nistep.go.jp/en/?page_id=1730) Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2016)

NISTEP'in yapmış olduğu, ulusal öngörü çalışmalarının sonucusu olan ve 2010 yılında yürütülen çalışma, "Dokuzuncu Bilim ve Teknoloji Öngörü" çalışmasıdır. Yaklaşık 2800 uzmanın katılımıyla, 2040 yılı için yapılmış bir öngörü raporudur.

**4.1.4.1. Dokuzuncu Teknoloji Öngörü Araştırması: Bilim ve Teknolojinin Geleceğin Toplumuna Katkısı Raporu Kritik Teknolojileri Alanları ve Hedefleri**  
Dokuzuncu Teknoloji Öngörü Raporu kritik teknoloji alanları ve hedefleri aşağıda olduğu gibidir:

### **(1) Fosil Olmayan Enerji Kaynakları Kullanımı**

- Okyanus akıntıları, rüzgar ve gelgitlerden enerji elde edilmesi teknolojileri
- Gazifikasyon tekniği ile enerji üretimi teknolojileri
- Ev tipi güneş enerji pili teknolojileri
- Geniş yapılı, ince güneş enerji pilleri ile %20 ve daha efektif enerji üretimi
- Düşük maliyetli ve geniş yapılı enerji pilleri üretimi
- Yüksek radyoaktif katı atıkların azaltılması teknolojileri
- Yeni malzeme teknolojileri ile daha efektif güneş enerji pilleri üretimi
- Güneş enerji pilleri ile %60 ve üzeri enerji dönüşümü sağlanması
- Yüksek enerji dönüşüm etkinliği ve yüksek enerji kapasiteli malzeme teknolojileri
- Enerji üretim ve tüketim noktaları arasında güneş enerjisi kullanımı
- Su ve güneş ışığından hidrojen üretim teknolojileri
- Gelecek nesil hafif su reaktör teknolojileri
- Küresel bazda güneş enerjisinin yenilenebilir enerjilerin öncüsü olması
- Yüksek seviyeli radyoaktif atıklar için jeolojik imha teknolojisi
- Uzayda güneş enerjisi üretimi ve mikrodalga veya lazer teknolojileri ile dünyaya aktarımı
- Hızlı üretken reaktör teknolojisi

### **(2) Efektif Enerji Dönüşümü Teknolojileri**

- Elektrik enerjisi tüketiminde kaynakların etkin kullanımı
- Beyaz eşyalarının yarısının Japonya'nın %30 hanesinde veya fazlasında bağlantılı hale getirilmesi
- Doğal ve kullanılmayan enerji kaynaklarının kullanılması
- Akıllı şebeke teknolojileri
- Daha fazla güç yoğunluğu sağlayan malzemelerin kullanımı
- Yerel tüketim için yerel üretim teknolojileri ile yenilenebilir enerjinin en iyi şekilde kullanımı
- Ağ düğüm noktalarında enerji tüketimini 1000 kez azaltan nanofotonik teknolojisi

- Biyokütle enerjisi, hayvan dışkısı ve kullanılmayan malzemelerden enerji sistemi kurulumu ve yan ürünlerin kullanımı
- Su, malzeme ve enerji geri dönüşümlü binaların yapımı
- % 10 veya daha yüksek bir dönüşüm etkinliği olan, bir termoelektrik enerji üretim modülü
- Hücrelerdeki enzim reaksiyonundan nano skalada voltaj ayıran cihaz geliştirilmesi
- Moleküler motorlardan yüksek etkinlikle enerji dönüşüm teknolojisi
- Yeşil ICTs teknolojisi

### **(3) Geri Dönüşüm Temelli Toplum**

- Tıbbi atıklarda geri dönüşümün sanayileştirilmesi
- Düşük çevresel yüklü güneş enerjisi geliştirilmesi
- Bitki ve mikroorganizmaların kullanımı ile petrol olmayan biyo-plastik ve yakıt üretimi
- Geri dönüşüm sisteminin yeniden tasarımı
- Geri dönüşüm döngüsü için kapsamlı tasarım metodolojisi
- Endüstriyel üretimde biyo-katalizörlerin kullanımı
- Bitki ve mikroorganizmaların kullanımı ile biyokütle yakıt üretimi
- Petrolden üretilen kimyasal polimerlerin yarısının yenilenebilir biyokütle kaynaklı üretimi
- %50 oranında çevresel yükü azaltır eko-fabrikaların kurulumu,
- Doğa ve organizmaların yapısındaki bilgiyi anlayarak temiz ve enerji tasarruflu malzeme üretimi
- Tüm şehir ve bölgesel yapılarda altyapı varlıklarının yönetimi
- Yarı kalıcı gömme sensörlerle yapıların ömür hesaplamalarının yapılması
- Büyük ölçekli yapıların yenileme, kaldırma ve yeniden tasarımının hesaplanması
- Altyapı bozulmalarının önlenmesi, inşaat teknolojisine dayalı bozulma ortamlarının yüksek hassasiyetle modellenmesi
- Çöllerde bitki üretim teknolojilerinin geliştirilmesi
- Organik atıkların kullanılması ile düşük maliyetli tarım ve ormancılık

- Sentetik kimyasal ilaç ve gübre kullanımını %50 azaltarak bitkilerin korunması
- Biyosentez ve reseptör aracılı sinyalleme ile bitki ve ağaç büyümesinin düzenlenmesi

#### **(4) Karbondioksit Emisyonu ve Azaltımı**

- Çevre eğitimi ile vatandaşların davranışlarının düzenlenmesi
- Karbondioksit emisyonu yerine daha kapsamlı ve objektif hesaplama endekslerinin belirlenmesi
- Okyanus tabanında karbondioksit çözünmesi veya sabitlenmesi teknolojileri
- Karbondioksit enjeksiyonu yoluyla petrol tabakaları, gaz havuzları ve kömür yataklarının daha verimli hale getirilmesi
- Gazifikasyonla elektrik, sentetik yakıt ve hidrojen üretimi
- Derin tuzlu su tabakalarının karbondioksit depolama kapasiteleri teknolojisi
- Karbondioksiti azaltacak şekilde karbon sabitleme malzemeleri
- Membran ayırma teknikleri ile kömürden karbondioksit çıkışı olmadan hidrojen üretimi

#### **(5) Kullanılmayan Kaynakları Geri Dönüşüm**

- Atık elektrikli elektronik cihazlarda (weee) bulunan nadir metallerin ve küllerin seçici ayırma ile geri kazanımı
- Ters osmoz sistemleri bölgesel su arıtma tesislerinin kurulması
- İkili enerji jeneratörü ve ısı pompaları ile orta ve düşük sıcaklıkta jeotermal enerji kullanımı
- Geri dönüştürülecek ev atıkları için düşük maliyetli ve güvenli ev tipi depolama sistemleri
- Endüstriyel atık olarak uçan küller ve bazı nadir metallerin %50'sinin geri kazanımı
- Kullanılmayan termal enerji için verimli uygulama teknolojisi
- Düşük ısı termal enerjinin verimli kullanım teknolojisi
- Okyanus tabanı madenciliği teknolojileri
- Yasalarla ürünlerin %90 ve daha fazla geri dönüştürülebilir üretilmesinin teşvik edilmesi

## (6) Toplu Taşıma ve Ulaşım

- Çalışma ofislerinin kullanım ve paylaşım sistemleri ile çalışanların ulaşım araçlarını kullanmasını engellemek
- Tıbbi topluluklar ve tıbbi şehirleşmeler
- Uzun ömürlü ve yüksek enerji yoğunluğuna sahip elektrikli araç batarya teknolojisi
- Mevcut gerçek ofislerle karşılaştırıldığında çalışan sayısını yarı yarıya düşürecek sanal ofis uygulaması
- Araçlar için düşük maliyetli ikincil pil teknolojileri
- Alternatif ulaşım teknolojileri
- Çevre dostu yeşil gemi geliştirilmesi
- Yük taşımacılığının verimliliğini artırıcı önlemler
- Nadir metal kullanımı olmadan yüksek verimli yakıt hücresi üretimi
- Otomobiller için otomatik sürüş teknolojisi ile otopanların veriminin artırılması
- Mevcut durum ve sera gazı doğal emisyonu, emme ve tespit mekanizmasının analizi
- Mikrokirleticilerin biyolojik etkilerinin tespiti
- Eko sistemler için bulaşıcı hastalık ve salgın ilerleme modellemesi
- Sera gazlarının yoğunluğunu görüntüleme kabiliyetli küresel yer gözlem sistemi
- Önümüzdeki 50-100 yıllık karbondioksit modellemesi
- Doğa restorasyon hızı modellemesi
- Bulut miktarı ve nem görüntüleme kabiliyetli küresel yer gözlem sistemi
- Aynı anda atmosfer, okyanuslar ve kara içindeki materyal dönüşümünü dikkate alarak, dayanan onlarca yıllık bir zaman ölçeğinde gelecekteki global çevre için küresel bir teknolojinin tahmin sistem modeli
- Küresel ısı ve karbondioksit dengesini açıklayabilmek için okyanus tabanı gözlem teknikleri geliştirilmesi

- Gerçek zamanlı bir simülasyona dayalı bir küresel krizde küresel hava, okyanuslar, çevre, ekosistemler, salgın hastalıklar, ekonomi ve insan faaliyetinin koşullarını tahmin etmek

#### **(7) Uzlaşı Yapısı**

- Gelişmekte olan ülkeler arasında enerji tasarrufu ve çevreye ilişkin teknolojilerin transferi maksadıyla uluslararası uzlaşı metodolojisi
- Küresel ısınmayla mücadele için hükümetler üstü bir yönetim mekanizması ile tüm ülkelerdeki küresel ısınmaya sebep olan fabrikalarla başa çıkılması
- Küresel çevre sorunlarıyla ilgili rasyonel kararlarında hükümetlerin desteklenebilmesi için analiz ve tanımlama sistemleri kurulması
- Koordineli karar verme sistemi adı altında çeşitli paydaşlara açık bilgi platformları veya veri tabanları oluşturulması
- Risk yönetim teknikleri kullanarak uzun vadeli bir etki şeması oluşturarak doğal ve yapay malzemelerin, çevre ve sağlık üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi

#### **(8) Sağlık ve Korunma**

- Kanseri metastazı patofizyolojisinin aydınlatılması
- Hücre içi ve dışı arasındaki maddesel etkileşimin tanımlanması ve fonksiyonel analiz teknolojisi
- Tek bir molekülün hassasiyetle görüntülenebilme teknolojisi
- DNA, RNA ya da proteinler arasındaki etkileşimi ve detaylı bir şekilde biyolojik aktivitelerinin tahmini teknolojisi
- Vücutta işlevsel durumda proteinin yapısının dinamik ve ayrıntılı analizi teknolojisi
- IPS hücreleri kullanılarak rejeneratif tıp teknolojisi
- Yaşlıların beyin fonksiyonlarında düşüşü önleme ve tedavi yöntemleri

#### **(9) Altyapı Teknolojileri**

- 100 milyon bilgisayarın esnek, yarı otomatik ve etkin bağlantı kurdukları bir sistemle kullanıcılara arızasız hizmet verilmesi

- Çalıntı veya dağınık bilgilerin kolayca izlenebildiği kimliklendirme teknolojilerinin geliştirilmesi
- Yapıların değiştirilmesi için bozulma, kullanım ömrü ve zaman derecesini bildiren yarı kalıcı gömme sensör teknolojisinin yaygınlaştırılması
- 100 milyon bilgisayarın bağlantılı olduğu arızasız hizmet platformunda yeni ek hizmetlerin belirlenmesi

#### **(10) Kriz Yönetimi ve Afet Kontrol**

- Ulusal acil operasyon merkezlerinde gerçek zamanlı hasar tanımlama ve tahmin teknolojisi kullanılması
- Ülke çapında bir afeti tespit ederek önceden uyarı veren bir afet önleme sistemi ağının geliştirilmesi ve geniş çaplı kullanımı
- Gerçek zamanlı verilere dayalı toplam simülasyon yoluyla küresel hava değişimi, okyanuslar, çevre, ekosistemler, salgın hastalıklar, ekonomi ve insan faaliyetinin koşullarını tahmin etmek

#### **(11) Yaşam Güvenliği**

- Yaşlılar ve engelliler için yaşam destek robotlarını da içerecek şekilde akıllı iletişim sistemleri geliştirilmesi
- Gıda ürünlerinin çoğunu kapsayan bir dünya çapında izleme sistemi
- Uzaktan kumanda ile kullanılan akıllı robot teknolojisi ile yaşlı ve engelli insanlar için uzaktan geçim desteği sağlayabilmesi

#### **(12) İnsan Kaynağı Yetiştirme**

- Yargı süreci sonrasında insanların yeniden yetiştirilmesi
- Kadınların evlilik, doğum ve çocuk bakımı dengelerinin şirketler tarafından kurulması ve çalışmaya teşvik edilmeleri
- Üniversitelerde yabancı kültürleri anlamak amacıyla bölümler kurularak yabancı kültürler üzerine kurulu gelişmiş global yönetim kabiliyeti kazanılması
- Değişimlerin tespit edilerek okul sonrası eğitimlerle toplumun değişimlere adapte olacağı insan kaynakları yönetimi

- Daha rasyonel bakış açısına sahip mühendislerin yetiştirilebilmesi için eğitim sisteminde değişikliğe gidilmesi
- Küresel çapta insan kaynakları yönetimi sistemi kurularak, üst düzey insan kaynakları uzmanlarının sınırların ötesine serbestçe yardımcı olabilmelerinin sağlanması

### **(13) Temel ve Sınır Teknolojiler**

- Arayüz ve yapısı nano ölçek kontrolü ile karmaşık heterojen malzemelerden yapılmış yeni fonksiyonel malzeme üretimi
- 3 boyutlu nano ölçekli endüstriyel işleme teknolojisi
- Kendi sistemleri ile nano kontrol boyutu 10 nm ve daha az olacak şekilde üretim yapabilen endüstriyel teknoloji geliştirilmesi
- Nano kendinden montaj teknikleri ile üretim teknolojileri
- Son derece güvenilir maliyet-minimizasyon konusunda rekabetçi uzay ekipmanları üretimi
- Uzay sistemleri ile ilgili enkaz sorunlarıyla mücadele için radikal teknik önlemler alınması
- Japonya'nın kendi insanlı uzay sistemi

(NISTEP, 2010)

#### **4.1.5. Avustralya'nın Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri**

Avustralya ulusal teknoloji öngörü çalışmaları, “Avustralya Bilim ve Teknoloji Konseyi” (Australian Science and Technology Council-ASTEC) tarafından yürütülmekte bununla birlikte; “Başbakan'a Bağlı Bilim ve Mühendislik Konseyi” (Prime Minister's Science and Engineering Council) ve “Bilim ve Teknoloji Koordinasyon Komitesi” (Coordination Committee on Science and Technology) de ilgili çalışmalara ASTEC'le birlikte iştirak etmektedir.

Bu tez çalışmasındaki ana tema deniz mayın harbi olması sebebiyle Avustralya'nın savunma teknolojileri üzerine öngörü faaliyetleri yürüten Savunma Bilim ve Teknoloji Teşkilatı'nın (Defence Science and Technology Organization (DSTO)) 2014 yılında hazırlamış olduğu “2035'in İlerisi Öngörü Raporu” incelenmiştir.

#### **4.1.5.1. 2035'in İlerisi Öngörü Raporu Gelişmekte Olan Kritik Teknoloji Alanları ve Alt Teknolojileri**

Öngörü Raporu kritik teknoloji alanları ve hedefleri aşağıda olduğu gibidir:

##### **(1) İnsan Sistemleri**

- İnsan-Makine Arayüz Teknolojileri
- Gelişmiş Komuta Kontrol Sistemleri
- Gelişmiş Karar Verme Teknolojileri

##### **(2) Siber Teknolojiler**

- IP Atlatma Teknolojileri
- Ağ Polimorfizmi
- Yeniden Hızlı Ağ Bileşimi Teknolojileri

##### **(3) İleri Malzemeler**

- Minyatürleştirme Teknolojileri
- Daha Hafif ve Düşük Maliyetli Üretim Teknolojileri
- Mikro ve Nano Ölçekli Malzeme Teknolojileri
- 3 boyutlu Yazıcı Teknolojileri

##### **(4) Biyoteknoloji**

- Sentetik Biyoloji
- Tanı Teknolojileri
- Tedavi Teknolojileri
- Biyoinformatik
- Bireyselleştirilmiş İlaç Teknolojileri

##### **(5) Otonom Teknolojiler**

- Akıllı Sistemler
- Otonom Sualtı Cihazları
- Keşif Karakol Maksatlı Otonom Cihazlar
- Geliştirilmiş Patlayıcı Düzeneklere Otonom Araçlarla Müdahale (DSTO,2014)

#### **4.1.6. Nordik Ülkeler Birliğinin (Danimarka, Norveç, İsveç, Finlandiya) Teknoloji Öngörüsü Faaliyetleri**

Nordik Ülkeler Birliği ICT (information and communication technology) Öngörü Projesinin amacı; stratejik istihbarata katkıda bulunarak, bilgi ve iletişim teknolojilerinin tüm potansiyelini kullanarak, İskandinav Ülkelerinde refah seviyesinin yükseltilmesidir. Proje; Finlandiya (Technical Research Centre of Finland-VTT), İsveç (Swedish Defence Research Agency-FOI), Norveç (Foundation For Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology-SINTEF) ve Danimarka (Danish Technological Institute-DTI) ortaklığında 2005 yılında başlatılmıştır. Çalışma beş ana safhada icra edilmiştir. Bu safhalar; masabaşı araştırması, SWOT analizi, senaryo yazımı, yol haritası çalışması ve eylem planı oluşturma olarak tanımlanabilir. (Nordic Innovation Centre, 2005)

##### **4.1.6.1. Nordik ICT Öngörü Raporu**

ICT Öngörü Raporu kritik bilim ve teknoloji odak sahaları ve bu sahaların alt araştırma alanları aşağıda olduğu gibidir:

###### **(1) Gelişen Ağ Kavramları**

- Kişisel Ağ Alanları
- Ad Hoc Ağ Yapıları
- Akıllı Ortamlar: Kentsel Yaşam Alanlarında Akıllı Uygulamalar (Güvenlik, Eğlence, Bilgilendirme gibi)

###### **(2) Ağ Teknolojileri**

- Kablosuz Uygulamalar
- Terminal Teknolojileri

###### **(3) Yeni Medya Uygulamaları**

- Çapraz Medya Uygulamaları: Birden Fazla Kanal ve Birlikte Çalışabilirlik
- Basılı Kodlar: Akıllı Kağıt ve Matriks Kod Uygulamaları

#### **(4) Bilgisayar Teknolojileri**

- Giyilebilir Bilgisayarlar
- 3 Boyutlu Yazıcılar

#### **(5) Erişim Teknolojileri**

- 3G
- WIFI ve Geniş Bantlı Kablosuz İletişim
- Konumlandırma Teknolojileri

#### **(6) Akıllı Sistemler**

- Sensör Teknolojileri
- Bilgi Güvenilirliğini ve Değerini Belirleyici Sistemler
- Çoklu Teknik Modelleme
- Anlamsal Bilgi Teknolojileri

#### **(7) Arayüz Teknolojileri**

- Gerçek Zamanlı Sistem Teknolojileri
- Ses Kontrollü Sistemler
- Anlama ve Öğrenme Teknolojileri

(Nordic Innovation Centre, 2005)

#### **4.1.7. NATO Teknoloji Öngörü Faaliyetleri**

Müttefik Dönüşüm Komutanlığı belirsiz, karmaşık ve hızla değişen gelecekteki güvenlik ortamını tahmin etmek ve bu geleceği hazırlamak için Uzun Vadeli Askeri Dönüşüm Programlarının (Long Term Military Transformation-LTMT) hazırlanması süreçlerini yürütmektedir. Bu süreçlerde birçok harp nevi kapsamında birçok alt çalışma grubu oluşturularak çalışmalar sonuçlandırılmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında “Deniz Harekâtı 2015” (Maritime Operations 2015) öngörü raporu incelenmiştir. Çalışmanın ana teması mayın harbi olduğundan MO 2015 raporunun mayın harbi alt çalışma raporu sonuçları ele alınmıştır. NATO, 1997 yılı itibariyle başladığı çalışmada, 2015 yılında NATO kuvvetlerine tehdit olabilecek

deniz mayınlarına karşı bir problem tanımlaması yapmıştır. Bu çalışmayı takiben 2001 yılında icra edilen müteakip çalışmada “2015 yılı İleri MKT Konsepti” tanımlanmıştır. Bu çalışmalarla potansiyel senaryoların operasyonel tanımlamaları ve ihtiyaçlar belirlenmiştir. MO 2015 çalışması ise 2035 yılı mayın harbini tanımlayan bir çalışma niteliğindedir.

#### **4.1.7.1. MO 2015 Teknoloji Öngörü Raporu**

Tez çalışmasının ana teması mayın harbi olduğundan MO 2015 raporunun mayın harbi alt çalışma raporları sonucunda gelişmekte olan mayın harbi teknolojileri ve kazanılması gereken kabiliyetler aşağıda sunulmuştur:

##### **(1) Mayın Silah Sistemleri**

- Gelişmiş Akustik, Manyetik, Basınç, Sismik ve UEP Sensör Teknolojileri
- Pil Teknolojilerindeki Gelişmelerle Daha Etkin Mayın Pilleri
- Hedef Seçici ve Tanımlayıcı Mayın Teknolojileri
- Dış Yüzey Kesit Alanı ve Dizayn Teknolojileri
- Kevlar Halatlı Demirli Mayınlar
- GRP, Özel Üretim Delikli Lastik (Pimpled Rubber) ve İleri Malzeme Mayın Kaplamaları
- Kendinden Gömülebilen Mayınlar

##### **(2) MKT Sistemleri**

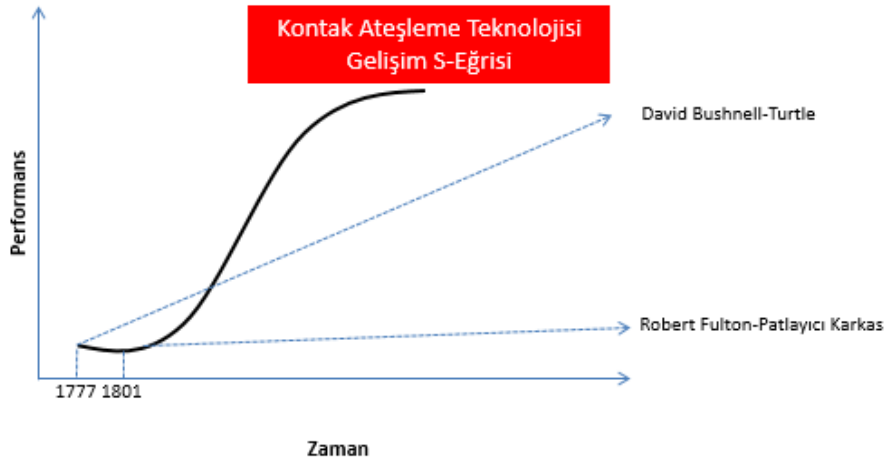
- SSS (Side Scan Sonar), SAS (Synthetic Aperture Sonar), MBAS (Multi Beam Multi Aspect Sonar) Sonar Teknolojileri
- Sürüklenen Mayınların Uzak Mesafelerden İmhası Kabiliyeti
- Kısa Telli Demirli Mayınların Tespit Kabiliyeti
- Amfibi Harekât Öncesi Süratli MKT Kabiliyeti
- Düşük Frekans, Yüksek Dalga Boyu Sonar Teknolojileri ve Gömülü Mayınların Tespit Kabiliyeti
- Örtülü MKT Kabiliyeti
- Çok Geniş Alanlarda İnsansız MKT Kabiliyeti
- Mesafe Tespit Kabiliyetli Mayın Tarama Teknolojisi

- Kritik Yapılar Üzerine Yerleştirilmiş Limpet Mayınların Zararsız İmhası Kabiliyeti
- İnsansız Otonom Sualtı ve Suüstü Araç Teknolojileri  
(NATO, 2014)

#### **4.2. DENİZ MAYIN HARBİ SİSTEMLERİNİN TEKNOLOJİ S-EĞRİLERİ**

Deniz mayın harbinde tarih boyunca meydana gelen teknolojik ilerlemeler, mayın silahları ve onlara karşı geliştirilen MKT sistemlerinin birbirleriyle etkileşimi ve bu etkileşim sonucunda ortaya çıkan yeni gelişim eğilimleri bu tez çalışmasının ikinci bölümünde ayrıntılı bir şekilde ifade edilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde; mayın harbinin tarihsel gelişimi, mevcut mayın harbi teknolojilerinin yaşam döngülerinin hangi aşamasında oldukları ve zaman içerisinde nasıl bir gelişim gösterecekleri, s-eğrisi tekniği ile tanımlanmaya çalışılmıştır. Mayın silah sistemleri teknolojik s-eğrileri, mayın silahının ateşleme mekanizmasının geçirmiş olduğu teknolojik değişimler üzerine oluşturulmuştur. Bu kapsamda gerçek anlamda ilk ateşleme mekanizması sayılabilecek kontak ateşleme teknolojisi ve ardından ortaya çıkan yeni teknoloji olan uzaktan etkileşimli ateşleme mekanizması teknolojileri incelenmiştir.

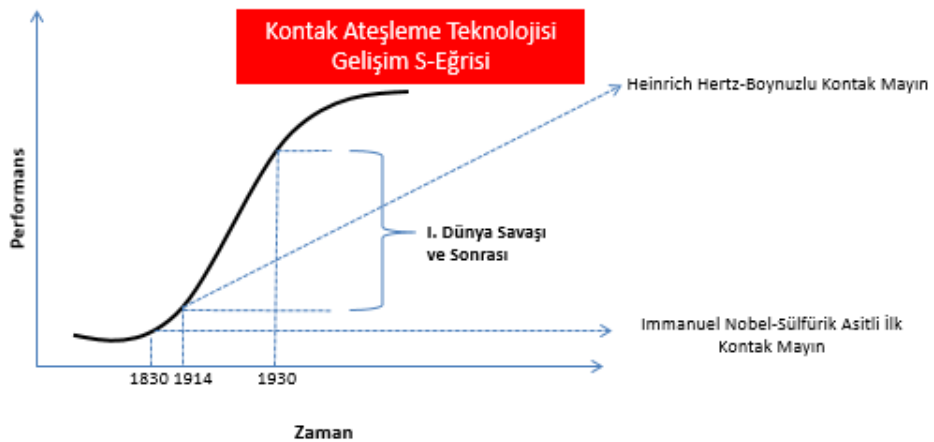
Bilinen ilk deniz mayını olan 1777 yılında David Bushnell tarafından üretilen “Turtle” denizaltısı ile kullanılan deniz mayını ve 1801 yılında ABD’li gemi inşa mühendisi Robert Fulton tarafından geliştirilen ilk gerçek mayın olarak kabul edilen “patlayıcı karkas” kontak ateşleme teknolojisinin oluşumuna dair ilk belirtileri vermektedir.



**Şekil 6.** Kontak Ateşleme Teknolojisi Oluşumuna Dair İlk Belirtiler

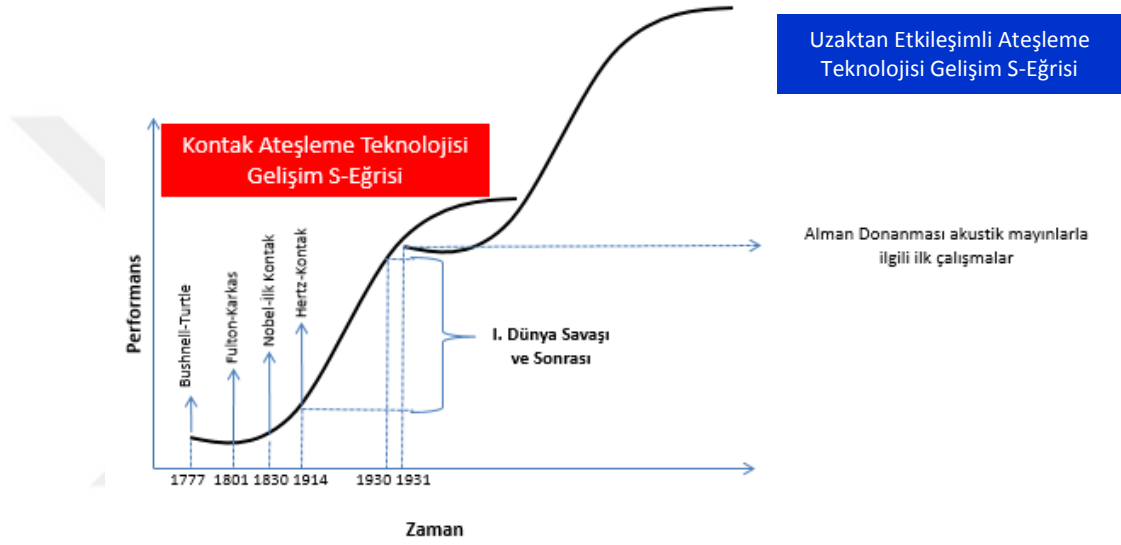
1830 yılına gelindiğinde sülfürik asit, potasyum klorat ve şeker karışımı ile üretilen ve daha sonra Osmanlı-Rus Harbinde kullanılan ilk kontak (temas) ateşleme mekanizmalı mayın geliştirilmiştir.

İlk kontak mayının geliştirilmesinin ardından I. Dünya Savaşı öncesi dönem ve yeni silahlanma çalışmaları başlamış; bu çalışmalar sonucunda kontak ateşleme mayınlar geliştirilerek günümüzde halen kullanılmakta olan Hertz boynuzlu kontak mayın Alman bilim adamı Heinrich Hertz tarafından geliştirilmiştir. Boynuzlu kontak mayınlar, I. Dünya Savaşı döneminde çok sayıda üretilerek kullanılmıştır. Kontak ateşleme teknolojisinin yavaş başlangıç ve istikrar-denge dönemlerini, bu iki mayının geliştirildiği tarihler arasındaki dönem tanımlamaktadır.



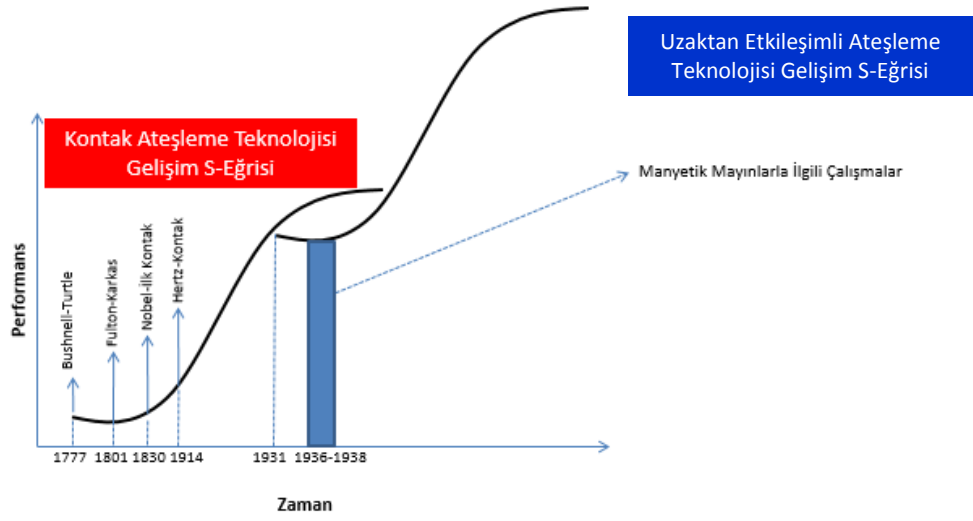
**Şekil 7.** Kontak Ateşleme Teknolojisinin Yavaş Başlangıç ve İstikrar-Denge Dönemi

I. ve II. Dünya Savaşı arasındaki zaman aralığında deniz mayınları ile ilgili teknolojik gelişmeler giderek hızlanmış, 1915 yılında ilk mayın tarama gemisinin kızaktan indirilmesiyle mayın tarama konsepti doğmuştur. Bu gelişmeler, kontak ateşleme teknolojisi gelişimini durma noktasına getirmiş ve mekanik mayın taramaya karşı etkili olması amacıyla 1931 yılında uzaktan etkileşimli ateşleme mekanizmalı mayınlara ilk örnek olan akustik ateşleme teknolojisi üzerine Alman donanması bazı araştırmalar yapmaya başlamıştır. Bu çalışmalar uzaktan etkileşimli ateşleme teknolojisine dair ilk belirtilerdir.



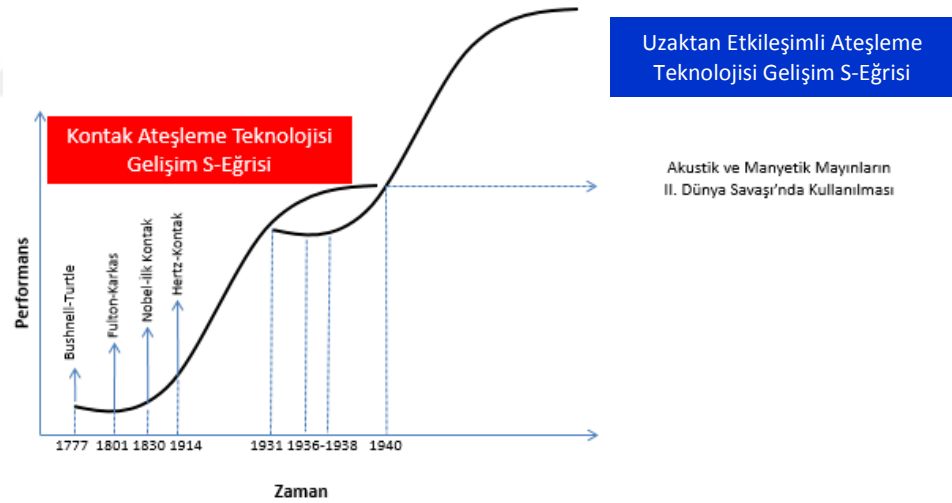
**Şekil 8.** Kontak Ateşleme Teknolojisinin Olgunluk Dönemi ve Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisine Dair İlk Belirtiler

1936-1938 yılları arasında II. Dünya Savaşı öncesi dönemde Alman Donanmasının manyetik mayınlarla ilgili çalışmaları ile uzaktan etkileşimli ateşleme teknolojileri gelişimi hız kazanmaya başlamış ve savaş öncesi hızlanan araştırmalarla birlikte, bu yeni teknoloji yavaş başlangıç döneminin sonuna yaklaşmıştır.



**Şekil 9.** Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisi Yavaş Başlangıç Dönemi

II. Dünya Savaşı'nın başlaması ile birlikte laboratuvar çalışmaları başarı ile sonuçlanan akustik ve manyetik mayınlar savaş alanında sıkça kullanılmaya başlanmıştır.



**Şekil 10.** Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisi İstikrar-Denge Dönemi Başlangıcı

II. Dünya Savaşı sonrası dönemde akustik ve manyetik uzaktan etkileşimli ateşleme teknolojileri gelişmeye devam etmişler ancak mayın ateşleme mekanizmalarında kayda değer yeni bir temel teknoloji gelişimi olmamıştır. Mayın tarama konseptinde meydana gelen gelişmelerle klasik akustik ve manyetik tarama geliştirilmiştir.



Tespit Edilebilme Olasılığı = T

Maliyet = M

Performans =  $\epsilon$

Ana parametreler, performans değerini etkiledikleri şekilde doğru veya ters orantılı olarak formüle yerleştirilmiştir.

$$\epsilon = \frac{(S \times \ddot{O} \times A)}{(T \times M)}$$

**Tablo 3.** Kontak ve Uzaktan Etkileşimli Ateşleme Teknolojisi Performans Tablosu

PARAMETRELER	KONTAK	UZAKTAN
SENSÖR SAYISI – S	1 ADET	3 ADET
ÖMÜR – Ö	3 YIL	1 YIL
ATEŞLENME MESAFESİ – A	1 METRE	110 METRE
TESPİT EDİLEBİLİRLİK – T	% 99	% 95
MALİYET – M	≈1.500 \$	≈10.000 \$
PERFORMANS – $\epsilon$	<b>0,002</b>	<b>0,347</b>

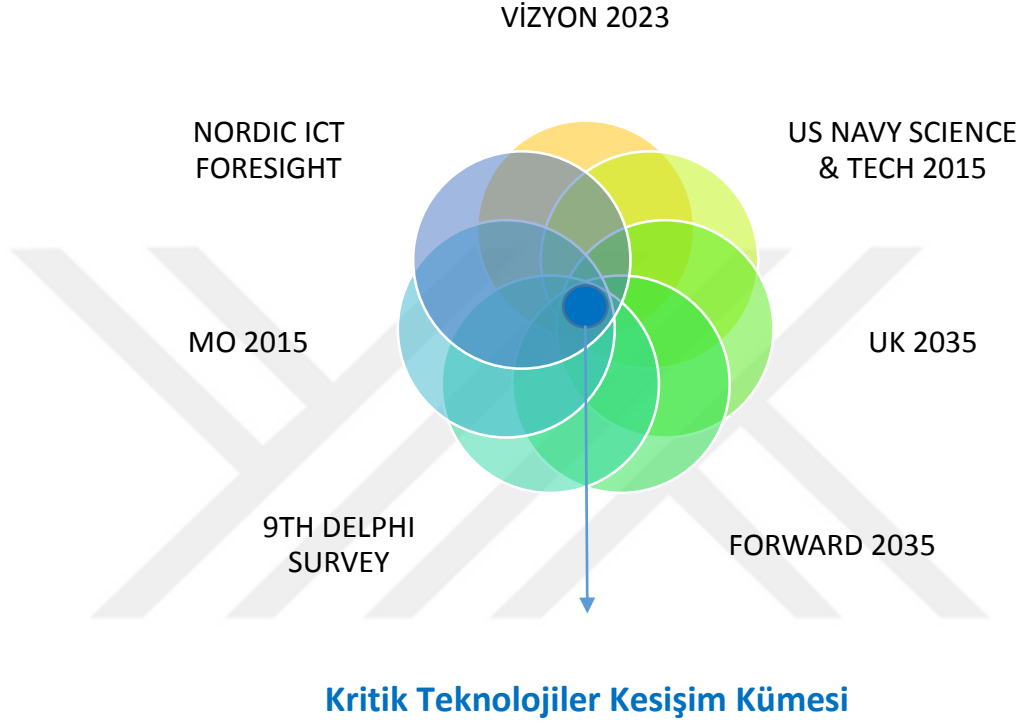
Yapılan hesaplama sonucunda;  $\epsilon_k = 0,002$  ve  $\epsilon_u = 0,347$  olarak tespit edilmiştir. Performans karşılaştırması yaptığımızda da gelişen uzaktan etkileşimli ateşleme teknolojisinin performans değeri olarak öne çıktığı görülmektedir.

#### **4.3. TEKNOLOJİ ÖNGÖRÜ RAPORLARI SONUÇLARININ SENTEZLENMESİ VE TESPİT EDİLEN KRİTİK TEKNOLOJİLER**

Çalışmanın bu kısmında daha önceden belirlenmiş olan ve sonuçları dördüncü bölümün başında irdelenmiş olan teknoloji öngörü raporlarının kesişim kümesini oluşturan kritik teknolojiler tespit edilmiştir.

Mayın harbi uzman grubuna yapılan yapılandırılmış mülakat sorularının temelini, tespit edilmiş olan kritik teknoloji kesişim kümesi oluşturmuştur.

Kritik teknoloji kümeleri kesişimi elde edildiğinde özellikle bu tez çalışmasının ana teması olan mayın harbi ile bağdaştırılmayacak ve herhangi bir etkileşimde olmayacağı değerlendirilen teknolojiler (deprem tahmin teknolojileri, kanserle mücadelede teknolojik gelişmeler vb.) göz ardı edilmiştir.



**Şekil 12.** Kritik Teknolojiler Kesişim Kümesi

Ayrıca VİZYON 2023 raporu delphi sonuçları da bu kesişim kümesine dâhil edilmiş, ancak 2004 yılında yayınlanmış olan raporun 2004-2016 yılları arasında kalmış öngörülerini değerlendirme dışında bırakılmıştır. Bu kapsamda; 2, 7, 8, 9, 13, 15, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43 ve 44 numaraları delphi ifadelerinin halen günümüz tarihinin ilerisinde olduğu ve geçerli öngörüler olduğu tespit edilmiştir. Bu maddelerdeki ifadeler incelendiğinde ise aşağıdaki kritik teknolojileri işaret ettikleri tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** VİZYON 2023 Delphi Anket Sonuçlarının Kritik Teknolojilere Dağılımı

<b>Kritik Teknoloji</b>	<b>İfade Numarası</b>				
İnsansız Otonom Sistem Teknolojileri	2	26	37	38	39
İleri Malzeme Teknolojileri	33	43	44		
Uydu ve Uzay Teknolojileri	7	8	9		
Haberleşme ve Ağ Teknolojileri	13	15			
Nanoteknoloji	30	36			
3 Boyutlu Görüntüleme	21	42			
Enerji Depolama ve Gelişmiş Pil Teknolojileri	31	32			
Siber Savunma Teknolojileri	19				
İnsan-Makine Arayüz Teknolojileri	20				
Öğrenebilen ve Karar Veren Makine Teknolojileri	23				
Büyük Veri (Big Data) İşleme ve Kuantum Bilgisayar Teknolojileri	24				
Yönlendirilmiş Enerji Teknolojileri	28				
Gelişmiş Sensör Teknolojileri	34				
Giyilebilir Bilgisayar Teknolojileri	35				

Kritik ve eğilim gösteren yenilikçi teknolojiler genel olarak ele alındığında özellikle savunma teknolojileri ve deniz mayın harbi açısından aşağıdaki ana teknolojilerin dünya genelinde yayılgan olduğu tespit edilmiştir;

- Bilgi İşlem Teknolojileri
- Ağ ve Haberleşme Teknolojileri
- Öğrenebilen ve Karar Veren Makine Teknolojileri
- İnsan-Makine Arayüz Teknolojileri
- İleri Malzeme Teknolojileri
- Hızlı ve Gelişmiş Üretim Teknolojileri
- Lazer ve Elektro Optik Teknolojiler
- Uydu ve Uzay Teknolojileri
- Otonom İnsansız Sistemler

- Robotik Teknolojiler
- Biyomimetik (Doğaya Benzetimli) Sistem Teknolojileri
- Büyük Veri (Big Data) İşleme ve Kuantum Bilgisayar Teknolojileri
- Gelişmiş Sensör Teknolojileri
- 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojileri
- Miniyatürleştirme Teknolojileri (Özellikle Yüksek Kapasiteli ve Daha Küçük Boyutta Entegre Çip Üretimi)
- Yönlendirilmiş Enerji Teknolojileri
- Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
- Enerji Depolama ve Gelişmiş Pil Teknolojileri
- Nanoteknoloji

#### **4.4. YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT GRUBUNUN VE SORULARININ BELİRLENMESİ**

Çalışmanın bu bölümünde, yüz yüze görüşme ile yapılandırılmış mülakat yapılacak uzman grup belirlenmiştir. Bu grup; Türk Deniz Kuvvetlerinde görev yapan, yurt içinde, yurt dışında ve NATO’da mayın harbi konusunda birçok eğitim ve çalışmada bulunmuş, uzmanlık seviyesi yüksek 10 kişiden oluşturulmuştur.

Uzman gruba yöneltilecek olan yapılandırılmış mülakat soruları, yukarıda belirlenmiş olan kritik teknoloji kesişim kümesine istinaden mayın harbi silah sistemleri ve MKT sistemleri üzerine hazırlanmıştır. Yapılandırılmış mülakat soruları hazırlanırken, cevap veren kişiyi yönlendirici olmamasına dikkat edilmiş; sorular kısa, orta ve uzun vade zaman aralıklarını belirleyici ve uzman grubun açık fikirli olması açısından ucu açık tutulmuştur. Uzman grubun mevcut mevzuatlar gereği aşağıdaki sorulara, kendi uzmanlık alanlarındaki bakış açıları ve bugüne kadar deniz mayın harbinde yaptıkları çalışmalardan elde ettikleri zımni bilgi (tacit knowledge) ile sadece yukarıda belirtilen teknolojik eğilimler dâhilinde cevap vermeleri beklenmiştir.

Yapılandırılmış mülakat soruları aşağıda olduğu gibidir:

## **YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT SORULARI**

Deniz Mayın Harbinde kullanılan sistem ve cihazları, Mayın Silah Sistemleri ve MKT Sistemleri olarak iki ana bölümde ele alarak inceleyeceğiz. Bu iki ana bölümü de kendi alt sistem ve unsurları gereği aşağıdaki şekilde ele alacağız:

### Mayın Silah Sistemleri

- Ateşleme Sensör Mekanizmaları
- Yazılım ve Mantık Algoritmaları
- Ana Patlayıcı Maddeleri
- Fiziki Yapısı ve Dış Dizaynı

### MKT Sistemleri

- Mayın Tarama Sistemleri
- Mayın Avlama Sistemleri
- Tespit
- Sınıflandırma
- Teşhis/Kimliklendirme
- İmha
- Lojistik
- Kuvvet Koruma
- Hareket Kabiliyeti

(1) Mayın silah sistemlerinin ateşleme sensör mekanizmalarını geçmişten günümüze incelediğimizde temasla patlayan (Örneğin Hertz Boynuz Mekanizması) mayınlardan sonra deniz mayınlarında uzaktan etki ile patlamaya yol açan sensör mekanizmalarının geliştiği görülmüştür. Uzaktan etkileşimle patlama mekanizmalarının teknolojilerinde ise; manyetik, akustik basınç ve sismik etkilerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Özellikle önümüzdeki 15 yıl içerisinde yukarıdaki teknolojilerdeki ilerlemeler ile ateşleme sensör mekanizmalarının hangi yönde evrileceğini değerlendirmektесiniz? (Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(2) Yukarıdaki teknolojilerden hangileri deniz mayınlarının yazılım mantık mekanizmalarında ne gibi gelişmelere sebep olabilir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(3) Deniz mayınlarının ana patlayıcı maddeleri birçok fiziksel silah mühimmatı ile benzer niteliktedir. Ancak yukarıda belirtilen teknolojik gelişmeler ve ileri üretim teknikleri ile patlayıcı maddelerdeki gelişim yönü ne olabilir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(4) Deniz mayınlarında patlayıcı madde kullanımının ana amacı bir deniz platformunu harekâttan sakıt bırakmaktır. Ancak sualtı patlayıcılarının ulaşabildikleri tesir menzilleri ve yukarıdaki teknolojik gelişmeler göz önüne alındığında tesirli menzilin daha etkin olabileceği bir imha veya sakıt bırakma tekniği geliştirilebilir mi?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(5) Geçmişten günümüze deniz mayınları dış yapılarının gizliliklerini arttırmaları için değişimler geçirdiği gözlemlenmiştir. Bazı modern mayınlar, metal dış yapı yerine GRP kaplama kullanılarak üretilmiştir. Bazı ülkelerin de özellikle sonar akustik dalgalarını sönlendiren dış kaplamalar ve sualtı fiziki yapılarına (sualtı bitkileri, kaya vb.) benzetimli mayın kaplamaları üzerine çalışmalar yaptıkları bilinmektedir. Bu kapsamda yukarıdaki teknolojik gelişmeler ışığında dış kaplama materyallerinde ne gibi değişimler olabilir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(6) Uzay ve uydu teknolojilerinin, ağ ve haberleşme teknolojilerinin ve bilgi işlem teknolojilerinin mayın döküşüne etkileri neler olabilir? Yukarıdaki teknolojik gelişmeler, sualtından haberleşme ve dost-düşman tanıma/tanıtma açısından mayın silahında ne gibi değişimler sebep olabilir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(7) Konvansiyonel mayın tarama sistemleri üç ana tarama tekniğini kullanmaktadır. Bunlar; mekanik tarama, akustik tarama ve manyetik taramadır. Yukarıdaki kritik teknolojik gelişimler açısından mayın tarama sistemlerinde bir evrilme olur mu? Önümüzdeki 15 yılın mayın harbinde mayın tarama sistemlerinin kullanımı ne değişimler gösterir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(8) Sonar akustik elemanlarının da üretiminde meydana gelebilecek gelişimler mayın avlama sistemlerinin faaliyetlerinden olan mayın tespiti ve sınıflandırmasını nasıl etkileyebilir? Mayın avlama sistemleri açısından önümüzdeki 15 yıl içerisinde sonar sistemlerinin teknolojik olgunlaşmasını tamamlayacağını ve yerini yeni bir teknolojiye bırakacağını düşünüyor musunuz?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(9) Hali hazırda mayın tespit faaliyeti otonom insansız sualtı araçları ile icra edilebilmektedir. Ancak otonom insansız sualtı araçları tespit edilen temas bilgilerinin sınıflandırma değerlendirmesini tam anlamıyla icra edememektedir. “Öğrenebilen ve karar veren makine teknolojileri”nde önümüzdeki 15 yılda gerçekleşmesi öngörülen gelişmelerle otonom insansız sualtı araçlarının tespit ve sınıflandırma faaliyetinde ulaşacakları nokta ne olacaktır?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(10) Konvansiyonel MKT sistemlerinde mayın teşhis ve kimliklendirmesi sualtı araçları üzerinde bulunan kamera sistemleri ile icra edilmektedir. Otonom insansız sualtı araçlarının geliştirilmesi ile birlikte mayın tespit ve kısmen sınıflandırma faaliyetleri insansız olarak yürütülmekte, ancak teşhis ve kimliklendirme halen insansız araçlarla icra edilememektedir. Önümüzdeki 15 yıl içerisindeki gelişmelerle otonom insansız sualtı araçlarının teşhis ve kimliklendirme faaliyetini hangi seviyede gerçekleştirebileceklerini değerlendirmeniz.

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(11) Mayın harbinde deniz mayınlarının imha prosedürleri mayın harbi dalgıçları ya da uzaktan kontrollü sualtı araçları vasıtası ile icra edilmektedir. Önümüzdeki 15 yılda meydana gelmesi öngörülen teknolojik yeniliklerle mayın imha prosedürlerinde nasıl bir değişim beklenmektedir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(12) Biyomimetik (Doğaya benzetimli) sistemlerdeki gelişimlerle önümüzdeki 15 yılda sualtı araçlarının tasarım ve yapılarında bir değişim beklenmekte mi? Bu değişim mayın harbinde kullanılan sualtı araçlarına ne tür bir katkı sağlayabilir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(13) “Yenilenebilir enerji teknolojileri” ve “enerji depolama ve gelişmiş pil teknolojileri”nin önümüzdeki 15 yılda öngörülen gelişmeleri göstermesi durumunda otonom insansız sualtı araçları harekât kabiliyetleri hangi yönde gelişir? Özellikle sığ sularda icra edilen MKT faaliyetlerinde güneş panelleri ve güneş enerji pilleri ile donatılabilecek bir sualtı cihazının etkinliğini değerlendiriniz.

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(14) 21. yüzyılla birlikte mayın harbinin ilkesi haline gelmeye başlayan “*personelini mayınlı sahadan çıkar*” kavramında yola çıkarak; önümüzdeki 15 yılda gelinecek noktada MKT faaliyetleri gerçek anlamda uzaktan (stand-off) icra edilebilir mi?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(15) Yukarıda belirtilmiş tüm teknolojik gelişmeleri dikkate alınarak, MKT faaliyeti yürütmesi için dizayn edilmiş bir deniz platformunu önümüzdeki 15 yılda lojistik, kuvvet koruma ve hareket kabiliyeti açısından bekleyen yenilikler neler olabilir?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

(16) Önümüzdeki 15 yılda gerçekleşmesi öngörülen yukarıda belirtilmiş teknolojiler dışında mayın harbinin geleceğini ve yapısını etkileyeceğini düşündüğünüz bir teknolojik yenilikçi var mı?

(Zaman aralıklarını belirterek yazınız. 2016-2020, 2021-2025, 2026-2030 yılları)

#### 4.5. YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT SONUÇLARININ MORFOLOJİK ANALİZ TEKNİĞİ İLE TAKTİKSEL MATRİSE YERLEŞTİRİLMESİ VE GELECEK YOL HARİTASININ OLUŞTURULMASI

Yapılandırılmış mülakat sonuçları taktiksel olarak mayın silah sistemleri, MKT sistemleri ve bunların alt unsurlarının gelişim yol haritalarının çıkarılabilmesi için morfolojik matrislere yerleştirilmiştir. Matrislere yerleştirme esnasında uzman grubundan alınan cevaplardan birbirine çok yakın olanlar aynı ifade olarak kabul edilerek en kapsamlı ifade tabloya yerleştirilmiştir.

Mayın silah sistemleri ve MKT sistemlerinin 2016-2030 yılları arasında gelişim yol haritaları aşağıda olduğu gibi belirlenmiştir:

(1) Teknolojik gelişimlerin 2016-2020 yılları arasında izleyecekleri yol haritası

**Tablo 5.** Mayın Silah Sistemleri 2016-2020 Yılları Yol Haritası

#### 2016-2020 YILLARI ARASI PERİYOT

Mayın Silah Sistemleri	Her Kabiliyet İçin Belirlenmiş Sonuç Alanı				
<i>Fiziki Yapısı ve Dizaynı</i>	Sonar Ekolarını Emen Nano Kaplamalar	Kendini Gömebilen Mayınlar	Hızlı Yetiştirebilen Canlı Bitki Örtüsü Kaplamaların Kullanımı	Dalga ve Akıntıdan Enerji Elde Edebilen	3 Boyutlu Yazıcı ile Üretililebilir Dış Kaplamalar
<i>Ana Patlayıcı</i>	Çok Daha Küçük Yapılı ve Etkili Nano Patlayıcı Maddelerin Kullanımı	EM Patlama			
<i>Ateşleme Sensörleri</i>	Underwater Electric Potential (UEP) & Extra Low Frequency Electric Field (ELFE) Sensörleri	Gelişmiş Basınç Sensörleri	Uzaktan Kablosuz Kontrollü Mayın		
<i>Mantık Algoritmaları</i>	İstenilen Mesafede İstenilen Etki	Dalgıç ve ROV Hareketlerini Analiz Edebilen	Uydu Haberleşmeli Aktif-Pasif	Kriptolu Sualtı Sinyali ile Aktif-Pasif	Dost-Düşman Tanıma/Tanıma

**Tablo 6.** MKT Sistemleri 2016-2020 Yılları Yol Haritası

**2016-2020 YILLARI ARASI PERİYOT**

MKT Sistemleri	Her Kabiliyet İçin Belirlenmiş Sonuç Alanı					
Mayın Tarama	Havadan Atılabilir Mühimmatla Tarama	Elektromanyetik Tarama	Gelişmiş Mayın Karıştırma	Hedef Benzetimli Gelişmiş Mayın Tarama		
Mayın Avlama	Kablosuz Şarj Edilebilir AUV ve Sualtı Şarj İstasyonları	Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin AUV ve SUV'lerde Kullanımı	Gelişen Enerji Depolama İle Uzun Süreli Harekat İcra Edebilen AUV	Uydu Haberleşme Sistemleri ile Tamamen Stand-Off MKT	Çok Amaçlı Mayın Avlama Gemileri	
Tespit	İnsansız Lazer Optik Tespit	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Tespiti	Gelişmiş Sentetik Aralıklı Sonarların Yaygın Kullanımı	3 Boyutlu Görüntü Verebilen Sonarlar	Düşük Frekanslı Sonarlarla Gömülmüş Mayın	Koklama
Sınıflandırma	Tespit ve Sınıflandırmaya Karar Verme Mekanizmaları	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Sınıflandırması				
Teşhis ve Kimliklendirme	Görüntü İşleme İle Otonom Teşhis ve Kimliklendirme	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Teşhisi				
İmha	Sualtında Lazer İle Daha Hassas İmha	Elektromanyetik Şok Dalgası	İnsansız Yargılama			
Lojistik	3 Boyutlu Yazıcı İle AUV/ROV Parçası Üretimi					
Kuvvet Koruma	Organik MKT ve Modülerleşme					
Harekat Kabiliyeti	Çok Sığ Suda Görev Yapabilecek Doğa Benzetimli Robotik Sistemler	Denize Dayanıklılık				

(2) Teknolojik gelişimlerin 2021-2025 yılları arasında izleyecekleri yol haritası

**Tablo 7.** Mayın Silah Sistemleri 2021-2025 Yılları Yol Haritası

**2021-2025 YILLARI ARASI PERİYOT**

Mayın Silah Sistemleri	Her Kabiliyet İçin Belirlenmiş Sonuç Alanı					
Fiziki Yapısı ve Dizaynı	Sonar Ekolarını Emen Nano Kaplamalar	Kendini Gömebilen Mayınlar	Hızlı YetiŞebilen Canlı Bitki Örtüsü Kaplamaların Kullanımı	Dalga ve Akıntıdan Enerji Elde Edebilen	3 Boyutlu Yazıcı ile Üretililebilir Dış Kaplamalar	
Ana Patlayıcı	Çok Daha Küçük Yapılı ve Etkili Nano Patlayıcı Maddelerin Kullanımı	EM Patlama				
Ateşleme Sensörleri	Underwater Electric Potential (UEP) & Extra Low Frequency Electric Field (ELFE) Sensörler	Gelişmiş Basınç Sensörleri	Uzaktan Kablosuz Kontrollü Mayın			
Mantık Algoritmaları	İstenilen Mesafede İstenilen Etki	Dalgıç ve ROV Hareketlerini Analiz Edebilen	Uydu Haberleşmeli Aktif-Pasif	Kriptolu Sualtı Sinyali ile Aktif-Pasif	Dost-Düşman Tanıma/Tanıtmama	

**Tablo 8.** MKT Sistemleri 2021-2025 Yılları Yol Haritası

**2021-2025 YILLARI ARASI PERİYOT**

MKT Sistemleri	Her Kabiliyet için Belirlenmiş Sonuç Alanı					
Mayın Tarama	Havadan Atılabilir Mühimmatla Tarama	Elektromanyetik Tarama	Gelişmiş Mayın Karıştırma	Hedef Benzetimli Gelişmiş Mayın Tarama		
Mayın Avlama	Kablosuz Şarj Edilebilir AUV ve Sualtı Şarj İstasyonları	Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin AUV ve SUV'lerde Kullanımı	Gelişen Enerji Depolama İle Uzun Süreli Harekat İcra Edebilen AUV	Uydu Haberleşme Sistemleri İle Tamamen Stand-Off MKT	Çok Amaçlı Mayın Avlama Gemileri	
Tespit	İnsansız Lazer Optik Tespit	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Tespiti	Gelişmiş Sentetik Aralıkli Sonarların Yaygın Kullanımı	3 Boyutlu Görüntü Verebilen Sonarlar	Düşük Frekanslı Sonarlarla Gömülmüş Mayın	Koklama
Sınıflandırma	Tespit ve Sınıflandırmaya Karar Verme Mekanizmaları	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Sınıflandırması				
Teşhis ve Kimliklendirme	Görüntü İşleme İle Otonom Teşhis ve Kimliklendirme	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Teşhisi				
İmha	Sualtında Lazer İle Daha Hassas İmha	Elektromanyetik Şok Dalgası	İnsansız Yargılama			
Lojistik	3 Boyutlu Yazıcı İle AUV /ROV Parçası Üretimi					
Kuvvet Koruma	Organik MKT ve Modülerleşme					
Harekat Kabiliyeti	Çok Sığ Suda Görev Yapabilecek Doğa Benzetimli Robotik Sistemler	Denize Dayanıklılık				

(3) Teknolojik gelişimlerin 2026-2030 yılları arasında izleyecekleri yol haritası

**Tablo 9.** Mayın Silah Sistemleri 2026-2030 Yılları Yol Haritası

**2026-2030 YILLARI ARASI PERİYOT**

Mayın Silah Sistemleri	Her Kabiliyet için Belirlenmiş Sonuç Alanı					
Fiziki Yapısı ve Dizayını	Sonar Ekorlarını Emem Nano Kaplamalar	Kendini Gömebilen Mayınlar	Hızlı YetiŞebilen Canlı Bitki Örtüsü Kaplamaların Kullanımı	Dalga ve Akıntıdan Enerji Elde Edebilen	3 Boyutlu Yazıcı İle Üretililebilir Dış Kaplamalar	
Ana Patlayıcı	Çok Daha Küçük Yapılı ve Etkili Nano Patlayıcı Maddelerin Kullanımı	EM Patlama				
Ateşleme Sensörleri	Underwater Electric Potential (UEP) & Extra Low Frequency Electric Field (ELFE) Sensörler	Gelişmiş Basınç Sensörleri	Uzaktan Kablosuz Kontrollü Mayın			
Mantık Algoritmaları	İstenilen Mesafede İstenilen Etki	Dalgıç ve ROV Hareketlerini Analiz Edebilen	Uydu Haberleşmeli Aktif-Pasif	Kriptolu Sualtı Sinyali İle Aktif-Pasif	Dost-Düşman Tanıma/Tanıtmaya	

**Tablo 10.** MKT Sistemleri 2026-2030 Yılları Yol Haritası

**2026-2030 YILLARI ARASI PERİYOT ve Sonrası**

MKT Sistemleri	Her Kabiliyet İçin Belirlenmiş Sonuç Alanı					
<i>Mayın Tarama</i>	Havadan Atılabilir Mühimmatla Tarama	Elektromanyetik Tarama	Gelişmiş Mayın Karıştırma	Hedef Benzetimli Gelişmiş Mayın Tarama		
<i>Mayın Avlama</i>	Kablosuz Şarj Edilebilir AUV ve Sualtı Şarj İstasyonları	Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin AUV ve SUV'lerde Kullanımı	Gelişen Enerji Depolama İle Uzun Süreli Harekat İcra Edebilen AUV	Uydu Haberleşme Sistemleri ile Tamamen Stand-Off MKT	Çok Amaçlı Mayın Avlama Gemileri	
<i>Tespit</i>	İnsansız Lazer Optik Tespit	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Tespiti	Gelişmiş Sentetik Aralıklı Sonarların Yaygın Kullanımı	3 Boyutlu Görüntü Verebilen Sonarlar	Düşük Frekanslı Sonarlarla Gömülmüş Mayın	Koklama
<i>Sınıflandırma</i>	Tespit ve Sınıflandırmaya Karar Verme Mekanizmaları	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Sınıflandırması				
<i>Teşhis ve Kimliklendirme</i>	Görüntü İşleme İle Otonom Teşhis ve Kimliklendirme	50 Metreden Daha Derin Lazerle Mayın Teşhisi				
<i>İmha</i>	Sualtında Lazer İle Daha Hassas İmha	Elektromanyetik Şok Dalgası	İnsansız Yargılama			
<i>Lojistik</i>	3 Boyutlu Yazıcı İle AUV /ROV Parçası Üretimi					
<i>Kuvvet Koruma</i>	Organik MKT ve Modülerleşme					
<i>Harekat Kabiliyeti</i>	Çok Şiş Suda Görev Yapabilecek Doğa Benzetimli Robotik Sistemler	Denize Dayanıklılık				

## **BEŞİNCİ BÖLÜM**

### **TARTIŞMA VE SONUÇ**

#### **5.1. SENARYO YAZIMI**

Bu bölümde önceki bölümde morfolojik analiz matrisi üzerinde belirlenen 2016-2020, 2021-2025 ve 2026-2030 yılları gelecek yol haritaları ile mayın harbi teknolojilerinin gelişim süreçleri tanımlanmıştır. Bu tanımlamalar ve gelecek yol haritaları kullanılarak, 2030 yılındaki mayın harbi teknoloji öngörülere senaryolaştırılmaya çalışılmıştır. Senaryo uzayı dünya olarak belirlenmiştir. Dünya çapındaki mayın harbi teknolojik gelişmeleri öngörülme çalışılarak, TSK veya Türk Deniz Kuvvetlerindeki uzun vadeli stratejik karar alma mekanizmalarına yol gösterici olması amaçlanmıştır.

##### **5.1.1. 2030 Yılında Geleceğin Mayın Harbi**

Yapılan morfolojik analiz sonuçlarını kısa, orta ve uzun vade olarak ele aldığımızda;

(1) Kısa vadede, 2016-2021 yılları arasında, gelişen teknolojilerle mayın silah sistemleri; dış kaplamasında nano yapılı sonar ekolarını absorbe edebilen, UEP ve ELFE elektrik alan değişimleri üzerine ateşleme mekanizmaları bulunan istenilen mesafede istenilen etkiyi yaratabilecek şekilde patlayabilen ve gelişmiş basınç sensörleriyle donatılmış ve aynı zamanda dalgıç ve ROV'ların hareketlerini analiz edebilen silahlar olacaktır.

MKT sistemlerinde ise; tarama sistemleri gelişmiş mayın karıştırma (mine jamming) yapabilecek ve avlama sistemlerinde kablosuz şarj edilebilir AUV'ler kullanılmaya başlanacak, bu sayede sualtında kendi kendilerini şarj edebilecektir. Çok amaçlı üretilen MKT gemileri sentetik aralıklı sonarlarla donatılacak ve gemilerde konuşlu AUV'ler tespit, sınıflandırma ve teşhisi aynı anda yapabilecek, aynı zamanda üç boyutlu yazıcılarla AUV'lerin küçük yedek parça ihtiyaçları karşılanabilecektir. Havadan MKT unsurları ile de tespit ve sınıflandırma da aynı anda yapılabilecektir.

Organik MKT ve modülerleşme konseptleri giderek gelişecek ve denize daha dayanıklı platformlarla daha hızlı ve uzağa intikal edilebilecektir.

(2) Orta vadede 10 yıllık periyotta, mayın silah sistemleri; mayın sistemleri, MKT sistemlerini hissederek kendini gömebilecek, kaplamaları gemilerde bulunan üç boyutlu yazıcılarla üretilebilecek ve bazı tip kaplamalarda canlı bitki örtüsü kullanılarak AUV'lerin otonom tespit ve sınıflandırma kabiliyeti kırılmaya çalışılacaktır. Mayınların patlayıcı şarjları nanoteknoloji ve malzeme teknolojilerindeki gelişmelerle daha etkin ve küçük boyutta olacağından mayınların boyutları küçülecek ve tespiti zorlaşacaktır. Uzaktan kablosuz sualtı sinyal kontrollü mayınlarla daha caydırıcı tedbirler alınabilecektir. Mayınlı sahalardan geçişte tanıtmaya/tanıtmaya maksadıyla kriptolu sinyalle mayınlar aktif/pasif konuma getirilebilecektir.

MKT sistemlerinde ise; havadan atılacak patlayıcılarla mayın tarama ya da gelişmiş hedef benzetimiyle mayın tarama icra edilebilecektir. Mayın avlama harekâtında, özellikle sığ sularda kolaylıkla kullanılabilen güneş enerjili AUV'ler geliştirilecek ve bu sayede harekât süreleri kısıt olmaktan çıkacaktır. Özellikle gömülmüş mayınlara karşı düşük frekanslı sonarlarla tespit kabiliyeti ortaya çıkacaktır. Havadan MKT sistemi gittikçe önem kazanacak ve lazer optik teknolojilerdeki gelişmelerle 50 metreden derin sularda tespit ve sınıflandırma yapılabilecektir. AUV ve ROV cihazlarında sualtında lazer enerji kullanarak imha prosedürleri geliştirilerek mayınların ana patlayıcıları imha edilmeden ele geçirilmeleri sağlanacaktır.

(3) Uzun vadede 15 yıllık periyotta, mayın silah sistemleri; dalga ve sualtı akıntılarından enerji elde edebilecek ve daha uzun ömürlü olacaktır. Uydu ve haberleşme ağlarındaki gelişmelerle uydu üzerinden aktif/pasif yapılabilen gelişmiş mayınlı sahalar oluşturulabilecektir. Mayınlar sadece patlayıcı madde içermeyecek enerji depolama teknolojilerindeki gelişmelerle özellikle sığ sularda elektromanyetik saldırı gerçekleştirebilen mayınlar keşfedilecektir.

MKT sistemlerinde ise; elektromanyetik şok dalgaları ile tarama ve mayınları etkisiz hale getirme yöntemleri gelişecek. Uydu ve haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler ile tamamen uzaktan erişimle MKT icra edilebilecektir. AUV'ler mayınlarda bulunan kimyasalları koklama gibi yöntemlerle gelişmiş kaplamalı aldatici mayınları bile tespit edebilecek ve insansız yargılama yapay zekası oluşturularak AUV'lerin kendi başına mayın imha kararı alabilmesi sağlanacaktır.

### **5.1.2. Sonuç ve Teklifler**

Bu tez çalışmasında, teknoloji öngörüsünün “arzu edilen gelecek” olgusu ve stratejik karar alma mekanizmaları üzerinde durulmuştur. Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK)'nin uzun vadeli stratejik karar alma mekanizmalarına yol gösterici olması; geleceğin güvenlik ortamı da göz önünde bulundurularak, harekât ihtiyaç planlamalarına ve yeni projelere, farkındalık seviyesinde yardımcı olabilecek bir modelleme oluşturmak amacıyla 2030 yılının mayın harbi geleceği öngörülme çalışılmıştır. Deniz Mayın Harbinin geleceğinin öngörülebilmesi amacıyla teknoloji tahmin ve öngörü tekniklerinden delphi metodu, kritik teknolojilerin belirlenmesi yöntemi, yapılandırılmış mülakat, morfolojik matris kullanımı ve senaryo yazımı teknikleri, tez konusu kapsamında bu çalışmaya özgün bir biçimde kullanılarak, hibrit bir modelleme oluşturulmuştur.

Geleceğin kritik teknolojilerini ve teknolojik yenilikleri tahmin etme üzerine hazırlanmış teknolojik gelişmeleri domine eden ve deniz mayın harbi konusunda uzmanlaşmış ülkelere ya da kurumlara ait teknolojik öngörü raporları ve delphi analizleri incelenmiş, kritik teknoloji kesişim kümesi belirlenmiştir. Uzmanlık seviyesi yüksek, çalışma alanı deniz mayın harbi olan 10 kişiden oluşan bir gruba, yüz yüze bir görüşmeyle yapılandırılmış mülakat yapılarak, sonuçları morfolojik matrise yerleştirilmiştir. Morfolojik matris üzerinde yol haritaları belirlenerek, bir gelecek senaryosuna dönüştürülmüştür. Elde edilen senaryo ile TSK'nın özellikle kısa, orta ve uzun vadeli harekât ihtiyaçlarını belirleme konusunda stratejik karar verme mekanizmalarının faydalanabileceği bir modelleme ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu süreçte;

(1) Hazırlanan gelecek senaryosu herhangi bir kriz ortamı, siyasi ya da dış politika değişimi gözetmeksizin sadece teknolojik gelişimlerden yola çıkılarak hazırlanmıştır. Mayın harbinin tarihsel gelişimi incelendiğinde özellikle büyük savaşlarda ya da silahlanma dönemlerinde itme etkisiyle büyük teknolojik gelişimler kaydedildiği görülmektedir. Böyle bir sürecin gelecek öngörüsünü etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

(2) Bir teknoloji öngörüsü için en önemli unsur, öngörü süreci biter bitmez eylem planları oluşturularak, öngörü çalışması sonucunda gelişecek teknolojilerle ilgili çalışmalar başlatılmasıdır.

(3) Gelecekte kaynakların daha da stratejik kullanılması gerektiği unutulmamalı ve stratejik kaynak yönetimi açısından yapılan öngörü çalışması sürekli tekrar edilerek sonuçların güncellenmesi sağlanmalıdır.

(4) TSK ya da Türk Deniz Kuvvetleri tarafından yapılacak bir öngörü çalışmasının sonuçları hızlı bir şekilde ilgililere açıklanmalı ve yatırımcıların doğru yatırımları yapmaları konusunda yönlendirici olmalıdır. Bu sayede öngörü makamı, arzu edilen gelecek kavramı ile öngördüğü kuvvet yapısını oluşturabilmesi için gerekli olan AR-GE ve faaliyet oluşumunu sağlayabilmeli ve üretim için savunma sanayiindeki kuruluşlara yol gösterebilmelidir.

(5) Bu modellemedeki gibi bir teknolojik öngörü çalışmasının kuvvet komutanlıkları çapında ve uygun görülecek sivil/asker uzmanların katılımıyla yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Katılımcıların sayısının fazlalaşmasının öngörü faaliyetini daha efektif hale getireceği ancak maliyetini arttıracığı göz ardı edilmemelidir.

(6) Stratejik kararlar öngörü çalışmaları sonuçları doğrultusunda alınmalı, Türk Deniz Kuvvetleri Strateji Belgesi (Deniz Kuvvetleri K.lığı, 2015) vb. raporlarla bu kararlara ait genel yol haritaları yayınlanarak; karar vericiler, kullanıcılar ve üreticiler arasında bir gelişim sinerjisi yaratılmalıdır.

(7) Teknolojik öngörü çalışmalarını besleyici olması ve beyin fırtınası açısından verimli geçmesi sebebiyle; 2016 yılında ilk defa sivil katılımcılarla aynı çatı altında icra edilen Donanma Komutanlığı Sualtı Çalıştayını gibi çalıştay, panel vb. etkinliklerin sürekliliğinin sağlanmasının ve sonuçlarının ilgili kişilere yayınlanmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

(8) Bu öngörü modellemesinde ifade edilmemiş olsa da daha operatif isterlerin belirlenmesi açısından; senaryoların ana temalarının amfibi harekat öncesi MKT, açık denizde MKT, karasularında MKT, boğaz geçişlerinde MKT vb. gibi alt konulara bölünebileceği bu sayede teknik açıdan daha spesifik bir sonuçlar uzayına ulaşılacağı değerlendirilmektedir.

(9) Bu tez çalışmasında ortaya konmuş olan deniz mayın harbi konusuna özgün teknolojik öngörü modellemesi sonuçlarının oluşturduğu gelecek senaryosunun, TSK tarafından etkinlikle kullanılacağı ve stratejik karar verme mekanizmalarına yardımcı bir araç olabileceği; bununla birlikte oluşturulan hibrit modellemenin diğer deniz harp çeşitleri (Suüstü Harbi, Denizaltı Harbi, Hava Savunma Harbi vb.) için de kullanımının değerlendirilmesinin uygun olacağı kıymetlendirilmiştir.

## KAYNAKÇA

AMAS ACOUSTIC SWEEPS. (t.y.). Erişim Tarihi: Mayıs, 2016, [https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/dms\\_amas\\_acousticsweep\\_20131129\\_web.pdf](https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/dms_amas_acousticsweep_20131129_web.pdf)

Archerfish Single-shot mine disposal system. (t.y.). Erişim Tarihi: Mayıs, 2016, <http://www.baesystems.com/en-us/download-en-us/20151124114140/1434555561642.pdf>

Baykara, T. (2006). *21. yüzyılda teknoloji, teknoloji yönetimi ve gelecek*. Gebze: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.

Benedict Jr, J. R. (2000). Future undersea warfare perspectives. *Johns Hopkins APL technical digest*, 21(2), 269-279.

Betz, F., & Güran, P. (2010). *Teknolojik yenilik yönetimi: Değişimle gelen rekabet avantajı*.

Breitzman, A. F., & Moguee, M. E. (2002). The many applications of patent analysis. *Journal of Information Science*, 28(3), 187-205. doi:10.1177/016555150202800302

Çetindamar, D., & Phaal, R., ve Probert, D. (2013). *Teknoloji yönetimi faaliyetleri ve araçları*.

DSTO, *Forward 2035* (Rap.). (2014). Erişim Tarihi: Nisan, 2016, <http://www.dst.defence.gov.au/publication/forward-2035-dsto-foresight-study>

Göker, A. (2004). PAZAR EKONOMİLERİNDE BİLİM VE TEKNOLOJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE. *TEKNOLOJİ*, 122.

Grupp, H., & Linstone, H. A. (1999). National Technology Foresight Activities Around the Globe. *Technological Forecasting and Social Change*, 60(1), 85-94. doi:10.1016/s0040-1625(98)00039-0

Gülbahar, Z. (2009). *Türk donanmasında mayın harbi: Dünü, bugünü*. Kasımpaşa, İstanbul: Deniz Basımevi Müdürlüğü.

Hibbert, K. R. (2006). *A need for systems architecture approach for next generation mine warfare capability*. Naval Postgraduate School, September.

IfM Education and Consultancy Services, *The Defence and Security Technology Competency Report-Collaboration and leverage towards the UK 2035 landscape* (Rap.). (2012). Erişim Tarihi: Ocak, 2016, [http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/The\\_Defence\\_and\\_Security\\_Technology\\_Competency\\_Report\\_-\\_Spreads.pdf](http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/The_Defence_and_Security_Technology_Competency_Report_-_Spreads.pdf)

Martin, B. R. (1995). Foresight in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 7(2), 139-168. doi:10.1080/09537329508524202

NATO Mayın Harbi Mükemmeliyet Merkezi/EGUERMİN, *EGUERMİN - 50 years of bi-national cooperation 1965-2015*. (2015). Erişim Tarihi: Şubat, 2016, <http://www.eguermin.org/Wordpress/wp-content/uploads/2015/07/EGM-Herinneringsboek-2015-md.pdf>

NATO, *MO2015-Consolidated MCM Problem Definition for the Year 2035* (Rap.). (2015). Erişim Tarihi: Mayıs, 2016, [www.nato.int](http://www.nato.int)

NavSource Online: Submarine Photo Archive. (t.y.). Erişim Tarihi: Mayıs, 2016, <http://www.navsource.org/archives/08/08441.htm>

NISTEP, *The 9th Science and Technology Foresight -Contribution of Science and Technology to Future Society* (Rap.). (2010). Erişim Tarihi: Mayıs, 2016, [http://www.nistep.go.jp/en/?page\\_id=1730](http://www.nistep.go.jp/en/?page_id=1730)

Nordic Innovation Centre, *Nordic ICT foresight* (Rap.). (2005). Erişim Tarihi: Mart, 2016, <http://nordicinnovation.org/Publications/nordic-ict-foresight/>

ONR, *Naval Science & Technology Strategy – Innovations For The Future Force* (Rap.). (2015). Erişim Tarihi: Mart, 2016, <http://www.navy.mil/strategic/2015-Naval-Strategy-final-web.pdf>

Pollitt, G. W. (2000). Mine countermeasures requirements to support future operational maneuver. *Johns Hopkins APL technical digest*, 21(2), 280-287.

Ritchev, T. (1998). General morphological analysis. In *16th EURO Conference on Operational Analysis*.

Tegart, G. (2003). Technology foresight: Philosophy and principles. *Innovation*, 5(2-3), 279-285.

Schwarz, M. (2014). Future mine countermeasures: no easy solutions. *Naval War College Review*, 67(3), 123.

TÜBİTAK, *Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu Onbirinci Toplantısı Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler ve Kararlar* (Rap.). (2005, Mart). Erişim Tarihi: Nisan, 2016, [https://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/BTYPD/btyk/11/11btyk\\_karar.pdf](https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/btyk/11/11btyk_karar.pdf)

TÜBİTAK, *Teknoloji Öngörüsü ve Ülke Örnekleri Çalışma Raporu BTP 01/03* (Rap.). (2001, Aralık). Erişim Tarihi: Aralık, 2015, [http://www.afcea.org.tr/afceatr/makaleler/Teknoloji\\_Ongoru\\_Calismalari.pdf](http://www.afcea.org.tr/afceatr/makaleler/Teknoloji_Ongoru_Calismalari.pdf)

TÜBİTAK, *VİZYON 2023* (Rap.). (2004, Kasım). Erişim Tarihi: Nisan, 2016, <https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/politikalar/icerik-vizyon-2023>

TÜRK DENİZ KUVVETLERİ, *Türk Deniz Kuvvetleri Strateji Belgesi*. (2015). Erişim Tarihi: Mayıs, 2016, [https://www.dzkk.tsk.tr/data/icerik/392/DZKK\\_STRATEJI.pdf](https://www.dzkk.tsk.tr/data/icerik/392/DZKK_STRATEJI.pdf)

U.S. Navy Dept., *21st Century U.S. Navy Mine Warfare* (Rap.). (2009, Haziran). Erişim Tarihi: Ocak, 2016, [http://www.navy.mil/n85/miw\\_primer-june2009.pdf](http://www.navy.mil/n85/miw_primer-june2009.pdf)



## ÖZGEÇMİŞ

<b>Adı</b>	Onur	<b>Soyadı</b>	Selmi
<b>Doğum Yeri</b>	İstanbul	<b>Doğum Tarihi</b>	11.05.1984
<b>Uyruğu</b>	T.C.	<b>Tel</b>	-
<b>E-mail</b>	onurselmi@gmail.com		

### Eğitim Düzeyi

	<b>Mezun Olduğu Kurumun Adı</b>	<b>Mezuniyet Yılı</b>
<b>Lisans</b>	Deniz Harp Okulu /Bilgisayar Mühendisliği	2006
<b>Lise</b>	Hasan Polatkan Süper Lisesi	2002

### İş Deneyimi

<b>Görevi</b>	<b>Kurum</b>	<b>Süre</b>
SHM Yrd.Sb.	TCG AMASRA Gemisi	6 Ay (2006)
SHM Sb.	TCG AMASRA Gemisi	2 Yıl (2006-2009)
Mayın Döküş ve Eğt. Sb.	Mayın Filosu K.lığı	1 Yıl 6 Ay (2010-2011)
Mayın Harbi Subayı	TCG AKÇAY Gemisi	1 Yıl (2011-2012)
Seyir Harekât Subayı	TCG ENEZ Gemisi	3 Yıl (2012-2015)
Mayın Harbi Subayı	Kuzey Deniz Saha K.lığı	1 Yıl (2015- )

**Not:** 2009 yılı itibariyle Mayın Harbi Dalgıçlığı görevi yukarıda belirtilen her görevle birlikte icra edilmiştir.

<b>Yabancı Diller</b>	<b>Okuma</b>	<b>Konuşma</b>	<b>Yazma</b>
İngilizce	İyi	İyi	İyi

<b>Yabancı Dil Sınav Notu</b>								
YDS	ÜDS	TOEFL IBT	TOEFL CBT	TOEFL PBT	TOEFL IBT	FCE	CAE	CPE
48,75	-	-	-	-	-	-	-	-

	<b>Sayısal</b>	<b>Eşit Ağırlık</b>	<b>Sözel</b>
<b>ALES Puanı</b>	64,99269	61,47900	51,18983

## Bilgisayar Bilgisi

Pascal	Çok İyi
C /C ++	Çok İyi
Java	İyi
Microsoft Office	Çok iyi
Matlab	Orta

