



BİLGİ  
TEKNOLOJİLERİ  
VE İLETİŞİM  
KURUMU

2026

# DENİZALTI KABLOLARININ DÜNYA HABERLEŞMESİNDEKİ ÖNEMİ

SEKTÖREL ARAŞTIRMA VE STRATEJİ GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

# RAPORA KATKI SUNANLAR

AYSEL DENİZ ÇAYCI

HÜSEYİN CENGİZ

ESRA DURUOĞLU ÇETİN

NİYAZİ DEMİRAL

DAMLA ÇETİNKAYA

## DÜZELTMEN

LATİF AYVA



### ÖNSÖZ

Modern dünya ekonomisinin ve küresel haberleşmenin vazgeçilmezi olan denizaltı kablo sistemleri, küresel veri trafiğinin yüzde 95'ten fazlasını taşıyarak dijitalleşmenin stratejik omurgasını oluşturmaktadır. 19. yüzyılın ortalarında telgraf iletimiyle başlayan bu teknolojik serüven, saniyede terabitlerce veri taşıyabilen yüksek kapasiteli fiber optik ağlara evrilmiştir. Denizaltı kabloları, uydulara kıyasla sundukları düşük gecikme süresi, yüksek bant genişliği ve maliyet etkinliği sayesinde uluslararası iletişimin alternatifsiz yöntemi haline gelmiştir.

Küresel denizaltı kablo ekosistemi, geleneksel telekom operatörlerinden teknoloji devlerine doğru kayan bir mülkiyet yapısına geçiş yapmaktadır. Google, Meta, Amazon ve Microsoft gibi teknoloji devleri, özellikle ABD-Avrupa güzergâhındaki kapasitenin %90'ına sahip olarak küresel ayak izlerini her geçen gün genişletmektedir. Uluslararası alanda AB, ekonomik güvenliğini sağlamak amacıyla bu kritik altyapılarda dış aktörlere olan bağımlılığını azaltmayı hedefleyen düzenlemeler geliştirmektedir. Türkiye ise SEA-ME-WE, KAFOS ve MedNautilus gibi sistemlerle Avrupa, Asya ve Orta Doğu arasında stratejik bir geçiş noktası ve dijital köprü işlevi görmektedir. Özellikle Karadeniz Denizaltı Kablo Projesi (BSSC) gibi yeni girişimler, bölgedeki enerji ve dijital veri akışı dengelerini yeniden şekillendirirken, Türkiye'nin bölgesel yedeklilik ve veri egemenliği kapasitesini artırma potansiyeline sahiptir.

Denizaltı kablo sistemlerinin inşası; deniz tabanı etütlerinden kabloların tekrarlayıcılarla birleştirilmesine ve özel donanımlı gemilerle döşenmesine kadar uzanan karmaşık mühendislik süreçlerinden oluşmaktadır. Kabloların dış etkenlerden korunması amacıyla, kıyıya yakın sığ bölgelerde kablolar deniz tabanının altına gömülürken, derin denizlerde doğrudan yüzeye bırakılmaktadır. Teknik ömrü yaklaşık 25 yıl olarak öngörülen bu sistemlerin sürekliliği için yaşanan bakım filolarının yenilenmesi ve hızlı müdahale kapasitesinin artırılması sektörel bir zorunluluktur.

Denizaltı kabloları, hem fiziksel hem de dijital tehditlere karşı oldukça kırılgandır. Arızaların %70'ine yakını balıkçılık faaliyetleri ve gemi çapalarından kaynaklanırken; deprem, tsunami ve denizaltı heyelanları gibi doğal afetler de geniş çaplı kesintilere yol açabilmektedir. Artan jeopolitik gerilimlerle birlikte sabotaj girişimleri, casusluk faaliyetleri ve kablo iniş istasyonlarını hedef alan siber saldırılar ciddi bir endişe kaynağıdır.

Denizaltı kablo ağları, teknik birer varlık olmanın ötesinde, ülkelerin dijital egemenliğini ve ulusal güvenliğini belirleyen kritik unsurlardır. Rapor, Türkiye'nin bu alandaki ağırlığını koruması için altyapı güvenliğinin tahkim edilmesi, yerli teknoloji çözümlerinin teşvik edilmesi ve uluslararası hukuki-tekniik standartlarla uyumlu bir yönetim modelinin sürdürülmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

**Ömer Abdullah KARAGÖZOĞLU**  
Kurul Başkanı

# İÇİNDEKİLER

<b>1. GİRİŞ</b> .....	8
<b>2. DENİZALTI KABLOLARIN TARİHSEL GELİŞİMİ</b> .....	9
2.1. TANIM .....	9
2.2. KRONOLOJİK GELİŞİM SÜRECİ .....	13
<b>3. DENİZALTI KABLOLARIN KÜRESEL HABERLEŞMEDEKİ ROLÜ</b> .....	27
<b>4. DENİZALTI KABLOLARININ FİZİKSEL VE TEKNOLOJİK YAPISI</b> .....	32
4.1. DENİZALTI KABLOLARININ TEMEL ÖZELLİKLERİ .....	32
4.2. DENİZALTI KABLOLARININ UZUNLUĞU VE DERİNLİĞİ .....	33
4.3. DENİZALTI KABLOLARININ MALİYETİ VE KAPASİTESİ .....	34
4.4. DENİZALTI KABLO SİSTEMİNİN YAPISAL KATMANLARI .....	36
4.5. DENİZALTI KABLOLARINDA KULLANILAN SON TEKNOLOJİLER .....	38
4.5.1. +D Fiber Teknolojisi .....	39
4.5.2. Gelişmiş Modülasyon Formatları .....	40
4.5.3. C+L Bant İletim Teknolojileri .....	42
<b>5. DENİZALTI KABLO AĞLARININ İŞLETİMİ, YÖNETİMİ VE HUKUKİ ÇERÇEVESİ</b> .....	43
5.1. MÜLKİYET TÜRLERİ VE AKTÖRLER .....	44
5.1.1. Özel İletişim Hizmeti Sağlayıcıları .....	48
5.1.2. Devlet Mülkiyetindeki Kuruluşlar .....	48
5.1.3. Büyük Teknoloji Şirketleri .....	50
5.1.4. Yatırım Fonları .....	53
5.2. DENİZALTI HABERLEŞME KABLOLARININ KURULUM SÜRECİ .....	54
5.3. DENİZALTI HABERLEŞME KABLOLARININ BAKIM VE ONARIM SÜREÇLERİ .....	56
5.4. ULUSLARARASI REGÜLASYONLAR VE STANDARTLAR .....	60
5.3.1. Avrupa Birliği Düzenlemeleri .....	62
5.3.2. Ulusal Düzeyde Düzenleyici Kurumlar .....	64
5.3.3. Uluslararası Hukuki Çerçeve .....	66

## İÇİNDEKİLER

<b>6. DENİZALTI KABLOLARIN GÜVENLİĞİ VE TEHDİTLER</b> .....	69
6.1. Siber Güvenlik ve Casusluk Riskleri .....	71
6.2. Yönetim ve Hukuki Belirsizlikler .....	73
6.3. Fiziksel Tehditler: Balıkçılık ve Gemi Çapaları .....	75
6.4. Çevresel Tehditler: Doğal Afetler ve İklim Değişikliği .....	77
<b>7. TÜRKİYE’NİN DENİZALTI KABLO AĞLARINA ENTEGRASYONU VE ULUSAL DÜZENLEYİCİ ÇERÇEVE</b> .....	80
7.1. TÜRKİYE’NİN MEVCUT VE PLANLANAN DENİZALTI KABLO HATLARI .....	81
7.2. TÜRKİYE’NİN STRATEJİK KONUMU VE BÖLGESEL ÖNEMİ .....	85
7.3. TÜRKİYE’DEKİ ULUSAL DÜZENLEYİCİ ÇERÇEVE .....	90
<b>8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER</b> .....	93
<b>KAYNAKLAR</b> .....	97

---

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Tablo 6-1</b> .....	70
<b>Tablo 2</b> .....	71

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil 1.</b> İlk Denizaltı Telgraf Kablosunun Haritası .....	14
<b>Şekil 2.</b> Isambard Kingdom Brunel'in SS Great Eastern Adlı Gemisi, 1866'da İlk Kalıcı Transatlantik Kablosunu Döşeyen Gemi .....	15
<b>Şekil 3.</b> 1858, 1865 ve 1866 Atlantik Kabloları .....	16
<b>Şekil 4.</b> 1901'de Doğu Telgraf Şirketi Ağı .....	17
<b>Şekil 5.</b> Ariadne İsimli Kablo Döşeme Gemisi .....	22
<b>Şekil 6.</b> Denizaltı Kablosu Görseli .....	23
<b>Şekil 7.</b> Denizaltı Kablo Kurulumu .....	23
<b>Şekil 8.</b> Hizmete Giren Denizaltı Kablosu Sayısı (Cullen, 2024) .....	28
<b>Şekil 9.</b> Denizaltı Kablolarının Yapım Maliyeti (Milyar \$) .....	34
<b>Şekil 10.</b> Rotaya Göre Mevcut ve Planlanan Potansiyel Kablo Kapasitesi (Terabit Başına Saniye) .....	35
<b>Şekil 11.</b> Denizaltı Kablosunun Enine Kesiti .....	37
<b>Şekil 12.</b> Denizaltı Kablo Ekosistemindeki Ana İşletmeler .....	46
<b>Şekil 13.</b> Project Waterwoth Denizaltı Kablo Hattı .....	51
<b>Şekil 14.</b> Nuvern ve Sol Denizaltı Kablosu Hattı .....	53
<b>Şekil 15.</b> Denizaltı Kablosu Bakım Çalışması .....	59
<b>Şekil 18.</b> Denizaltı Kablo Projeleri .....	81
<b>Şekil 19.</b> Denizaltı Kablo Sistemleri .....	83
<b>Şekil 20.</b> Ulusal Denizaltı Fiber Kablo Sistemleri .....	84
<b>Şekil 21.</b> Ulusal Denizaltı Kablo Sistemleri .....	84
<b>Şekil 22.</b> Denizaltı Kablo Güzergahları .....	86
<b>Şekil 23.</b> Avrupa Denizaltı Kablo Güzergahları .....	89



# 1. GİRİŞ

Denizaltı kabloları, dünya çapında haberleşme altyapısının temel taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Okyanus ve deniz tabanına döşenen bu fiber optik iletim hatları, küresel veri trafiğinin %95'inden fazlasını taşıyarak uluslararası internet erişimi, finansal işlemler, telekomünikasyon hizmetleri ve devletlerarası iletişim gibi birçok kritik alanda hayati bir rol üstlenmektedir. Dijital çağın gereksinimlerine uygun olarak sürekli geliştirilen bu altyapı, internetin hızını ve kapasitesini artırırken, küresel ekonomik büyüme ve teknolojik ilerleme için de kritik bir unsur haline gelmiştir.

Denizaltı kablo sistemleri, uydulara kıyasla daha yüksek kapasite, düşük gecikme süresi ve maliyet etkinliği sunarak, günümüz dijital ekonomisinin sürdürülebilirliğini sağlayan başlıca iletişim araçlarından biri olmuştur. Fiber optik teknolojisinin sağladığı yüksek hız ve güvenilirlik sayesinde, bu kablolar internet tabanlı uygulamaların sorunsuz çalışmasını sağlamaktadır. Günümüzde video konferanslardan finansal veri aktarımına, bulut bilişimden yapay zeka uygulamalarına kadar birçok alanda denizaltı kablolarının sağladığı bağlantılar kritik bir öneme sahiptir.

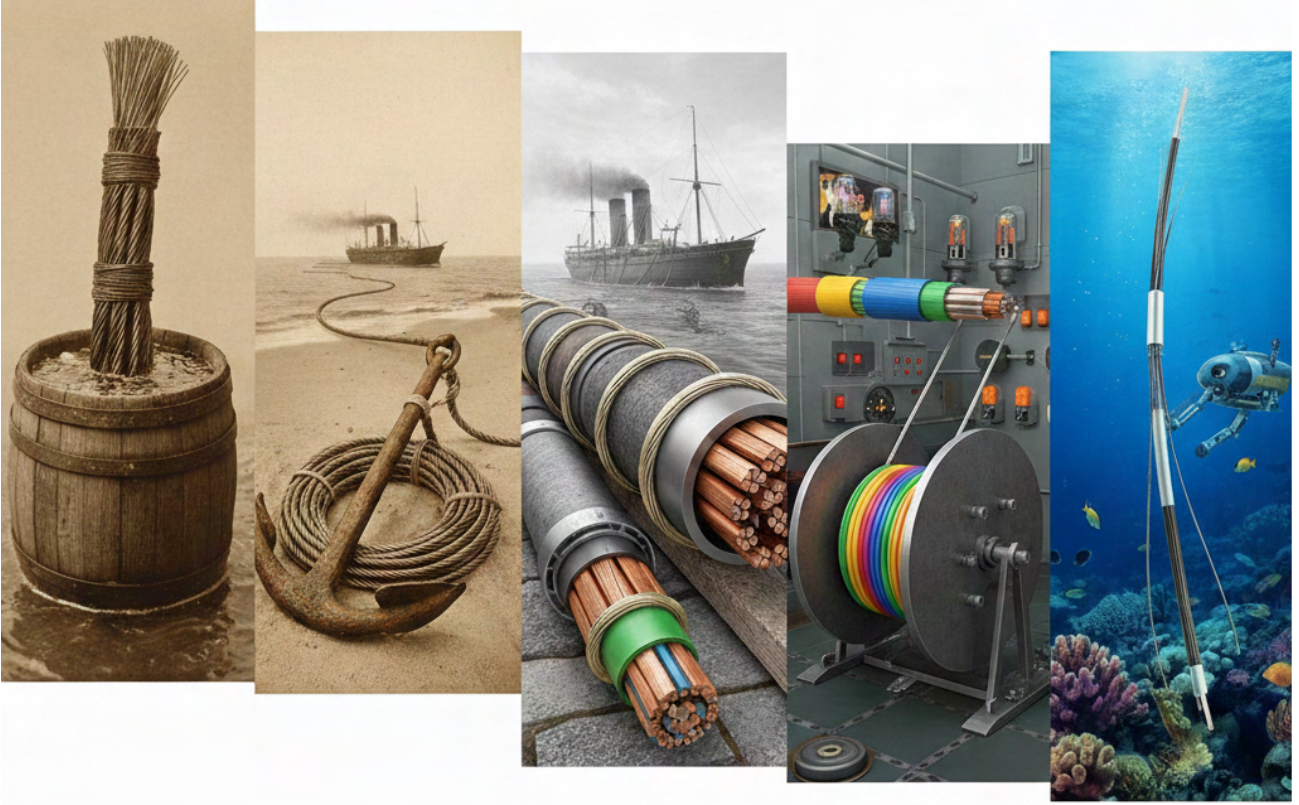
Denizaltı kablolarının önemi, sadece küresel bağlantıyı sağlamaktan ibaret değildir. Aynı zamanda ekonomik büyüme, ulusal güvenlik ve uluslararası iş birliği açısından da büyük bir stratejik değer taşımaktadır. Bu bağlamda, denizaltı kabloları, ülkeler arasındaki bilgi akışını güvenli, hızlı ve sürekli bir biçimde sürdürebilmek adına titizlikle korunmakta ve yönetilmektedir. Küresel ekonominin dijitalleşmeye bağlı olarak büyüdüğü günümüzde, bu kabloların altyapısına yapılan yatırımlar giderek artmakta ve uluslararası iş birlikleri ile yeni bağlantılar inşa edilmektedir.

Sağlam tasarımlarına rağmen denizaltı kabloları, çok sayıda güvenlik tehdidiyle karşı karşıyadır. Hasarların en sık nedeni kazara meydana gelmekte; çoğunlukla balıkçılık faaliyetleri ve gemi çapaları, kablo arızalarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Doğal afetler de önemli bir tehdit teşkil eder; depremler sonucu oluşabilecek su altı heyelanları ve sediment akıntıları, volkanik patlamalar, tsunamiler ve şiddetli fırtınalar geniş çaplı hasara yol açabilmektedir. Ayrıca, hem fiziksel kabloları hem de kablo çıkış istasyonları ve ağ yönetim sistemleri gibi ilişkili altyapıları hedef alan kasıtlı sabotaj ve siber saldırı olasılığı giderek artan bir endişe kaynağıdır. Yükselen jeopolitik gerilimler, özellikle çatışma dönemlerinde olası casusluk ve bilinçli kesintiler konusundaki kaygıları daha da artırmıştır. Bu nedenle, denizaltı kablolarının korunması ve güvenliğinin sağlanması, hem devletler hem de özel sektör tarafından öncelikli bir konu olarak ele alınmalıdır.

Türkiye açısından değerlendirildiğinde, ülkenin coğrafi konumu nedeniyle denizaltı kablo hatları için stratejik bir geçiş noktası olduğu görülmektedir. Türkiye, Avrupa, Asya ve Orta Doğu arasında kritik bir köprü görevi üstlenerek, bölgesel veri trafiğinin yönlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. İstanbul başta olmak üzere Türkiye’de bulunan çeşitli iniş noktaları, ülkeyi dijital altyapı açısından kilit bir oyuncu haline getirmektedir. Özellikle SEA-ME-WE, KAFOS ve MedNautilus gibi büyük denizaltı kablo sistemlerinin Türkiye üzerinden geçmesi, ülkenin uluslararası telekomünikasyon ağlarındaki konumunu güçlendiren önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Söz konusu projeler Türkiye’nin, uluslararası haberleşme altyapısındaki rolünü daha da güçlendirmiştir.

Bu rapor, denizaltı kablolarının tarihsel gelişimini, teknolojik özelliklerini, küresel haberleşme üzerindeki etkilerini ve Türkiye’nin bu alandaki konumunu detaylı bir şekilde incelemektedir. Aynı zamanda, Türkiye’nin denizaltı kablo altyapısını güçlendirmek, güvenliğini artırmak ve uluslararası bağlantılarını çeşitlendirmek için yeni politikalar geliştirmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu rapor, Türkiye’nin bu alandaki fırsatlarını ve karşılaşılabileceği riskleri ele alarak, sürdürülebilir ve güvenli bir dijital altyapının oluşturulmasına yönelik kapsamlı bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir.

## 2. DENİZALTI KABLOLARIN TARİHSEL GELİŞİMİ



### 2.1. Tanım

Denizaltı kabloları, farklı coğrafi bölgelerdeki kara noktalarını birbirine bağlamak amacıyla okyanus ve deniz tabanına döşenen fiber optik iletim hatları olarak tanımlanır. (DCD,2021) Denizaltı kabloları iki temel gruba ayrılır: telekomünikasyon kabloları ve yüksek gerilimli güç kabloları. Telekomünikasyon kabloları, derin denizleri geçtikleri deniz tabanının yüzeyine döşenirken, kıyıya daha yakın bölgelerde bulunan güç kabloları ise koruma amaçlı olarak genellikle tortu altına gömülür. (BBC,2023)

Denizaltı kabloları, okyanusların derinliklerine döşenen ve kıtaları birbirine bağlayarak iletişim sağlayan su altı hatlarıdır. Bu kablolar sayesinde kıtalar arasında telefon görüşmeleri yapılabilir, internet verisi iletilir ve multimedya içerikleri gönderilebilir. Okyanus tabanına serilen bu kablolar, çok büyük miktarda veriyi inanılmaz bir hızla taşıma kapasitesine sahiptir ve modern dijital dünyanın vazgeçilmez unsurlarıdır. (KBS,2023)

Günümüzde bilgi teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte, küresel iletişim altyapısının sürdürülebilirliği kritik bir önem kazanmıştır. Bu altyapının temel taşlarından biri olan denizaltı kabloları, kıtalar arası veri iletimini mümkün kılan, stratejik ve teknolojik açıdan kritik sistemlerdir. İnternette gezinmek, telefon görüşmeleri yapmak gibi artık günlük hayatın sıradan bir parçası gibi görülen işlemler çoğunlukla bu kablolar aracılığıyla sağlanmaktadır. Nigel Bayliff'in belirttiği gibi, dışarıdan bakıldığında bir bahçe hortumundan farksız görünebilen bu teknoloji, dünya genelindeki internet altyapısının görünmez omurgasını oluşturması nedeniyle "şimdiye kadarki en iyi saklanan sır" olarak nitelendirilmektedir. (TechBrew,2024)

Kısacası, denizaltı kabloları dünya genelinde iletişim kurmamızı ve bilgiye ulaşmamızı sağlarken, aynı zamanda gezegenimizin işleyişini daha iyi kavramamıza olanak tanıyan bilimsel araştırmalara da katkı sunar. Denizaltı telekomünikasyon kabloları, yalnızca uzunluk açısından değil, aynı zamanda teknolojik karmaşıklıkları ve stratejik önemleri bakımından da dikkat çekicidir. Uzunlukları yönüyle de küresel telekomünikasyon sisteminin temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, denizaltı telekomünikasyon kabloları, dijital çağın sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez bir unsur olup, teknoloji politikaları, siber güvenlik ve küresel veri ekonomisi alanlarında stratejik öneme sahiptir.

1950'den 1980'lere kadar olan dönemde kullanılan koaksiyel bakır kablolar döneminde, yalnızca ses iletimi (telefon görüşmeleri) mümkündü. Bu teknolojik sınırlılık nedeniyle, özellikle canlı spor karşılaşmaları gibi televizyon yayınlarında, "canlı uydu yayını" ifadesi yaygın olarak kullanılmış ve bu durum zamanla kamuoyunda uydu teknolojisinin küresel iletişimin temel taşıyıcısı olduğu yönünde yanıltıcı bir algı oluşturmuştur. (ESCA) Ancak mevcut veriler göstermektedir ki, günümüzde küresel iletişimin çok küçük bir bölümü uydu bağlantıları üzerinden sağlanmaktadır. Buna karşılık, büyük bir bölümü deniz altına döşenmiş fiber optik kablolar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu altyapı, telefon görüşmeleri, internet erişimi, e-posta trafiği ve televizyon yayınları gibi temel iletişim hizmetlerinin büyük çoğunluğunu taşımaktadır. Bu veriler, modern iletişim altyapısının büyük ölçüde fiziksel kablolarla, özellikle de fiber optik denizaltı kablolarına bağımlı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Denizaltı kablolu iletişim sistemleri, hem mesafe hem de çevresel etkilere karşı dayanıklılık açısından, uydu haberleşmesine kıyasla daha avantajlı bir çözüm olarak öne çıkmaktadır:

- **Düşük Gecikme (Latency):** Japonya ile Amerika Birleşik Devletleri arasındaki 8.000 km'lik mesafede, uydu üzerinden gerçekleştirilen veri iletiminde sinyalin 36.000 yüksekteki haberleşme uydusuna çıkıp inmesi gerekir. Öte yandan, deniz altı kabloları kullanıldığında aynı sinyal, yalnızca 9.000'lik bir mesafe üzerinden doğrudan hedef noktaya iletebilmektedir. Bu durum, veri iletim süresini önemli ölçüde azaltmakta ve iletişimdeki gecikmeleri en aza indirmektedir.
- **Yüksek Kapasite ve Kararlılık:** Uydu tabanlı iletişim sistemleri atmosfer koşullarından (yoğun yağış, fırtına) etkilenmeye açık olup sinyal kalitesinde bozulmalara yol açabilmektedir. Deniz altı kabloları ise bu tür dış etkenlerden büyük ölçüde bağımsız olarak, daha kararlı ve sürekli bir iletişim altyapısı sunmaktadır. Uydular daha çok kapsama alanı sağlarken, denizaltı kabloları daha yüksek hız, kapasite ve uzun vadede daha düşük maliyet sunar.(Sektörüm Dergisi,2017)



Denizaltı kabloları, günümüz küresel iletişim ağlarının temel bileşenleri olarak, yalnızca basit veri iletim hatları olmaktan çok daha fazlasını ifade etmektedir. Gelişmiş mühendislik teknikleri ve ileri teknoloji kullanılarak tasarlanan bu sistemler, kıtalararası veri transferinin büyük bir kısmını sağlayarak modern dijital iletişimin omurgasını oluşturur. Tarih boyunca teknik ve lojistik açıdan önemli zorlukların aşılmasıyla gelişen denizaltı kabloları, günümüzde milyarlarca

gigabayt veriyi okyanus tabanından hızlı ve güvenilir biçimde taşımaktadır. Bu kabloların hem teknik yapısı hem de küresel iletişimdeki merkezi rolü, onları iletişim altyapısının vazgeçilmez unsuru haline getirmektedir.

### 2.2. Kronolojik Gelişim Süreci

Denizaltı kablolarının tarihsel gelişimi, telgraf çağından günümüzün yüksek kapasiteli fiber optik sistemlerine kadar, iletişim teknolojilerinin evrimini yansıtan bir serüvendir. Günümüzde internet ve diğer veri iletim altyapılarının temelini oluşturan teknolojinin temelleri, 19. yüzyılın ortalarında yapılan ilk deneysel çalışmalarla atılmıştır.

#### A. Telgraf Çağı ve İlk Atlantik Bağlantıları (1842 – 1930'lar)

Deniz altına kablo döşenerek veri iletimi gerçekleştirme fikri, ilk kez 1842 yılında Samuel Morse tarafından ortaya konmuştur. Morse, aynı zamanda Mors Alfabesi'nin mucidi olarak tanınmakta ve iletişim teknolojilerinin öncülerinden biri olarak kabul edilmektedir. 1842 yılında New York'ta yaklaşık 3 kilometre uzunluğundaki bir kablo, su altına yerleştirilerek veri iletimi test edilmiştir. (Elikoğlu,2022) Küresel anlamda gelişimi 1850 yılında İngiltere ile Fransa arasında döşenen ilk ticari uluslararası denizaltı kablosu ile başlamıştır. Manş Denizi boyunca bakır teller ve gutta percha adı verilen doğal lateks esaslı bir yalıtım malzemesi kullanılarak ilk denizaltı telgraf kablosu döşenmiştir. Her ne kadar bu kablo yalnızca birkaç mesaj iletebilmiş ve kısa ömürlü olmuş olsa da, bu girişim, denizaltı kabloları teknolojisini temelini atarak bu alandaki endüstrinin doğuşuna işaret etmiştir. İlerleyen yıllarda kablo döşeme tekniklerinde, kablo tasarımında ve kullanılan malzemelerde önemli gelişmeler yaşanmış, bu sayede denizaltı telgraf kabloları daha dayanıklı ve güvenilir hale gelmiştir. Bu teknolojik ilerlemeler, küresel haberleşme ağlarının kurulmasında kritik rol oynamış ve modern iletişim altyapısının gelişimine zemin hazırlamıştır. (Davenport,2015)

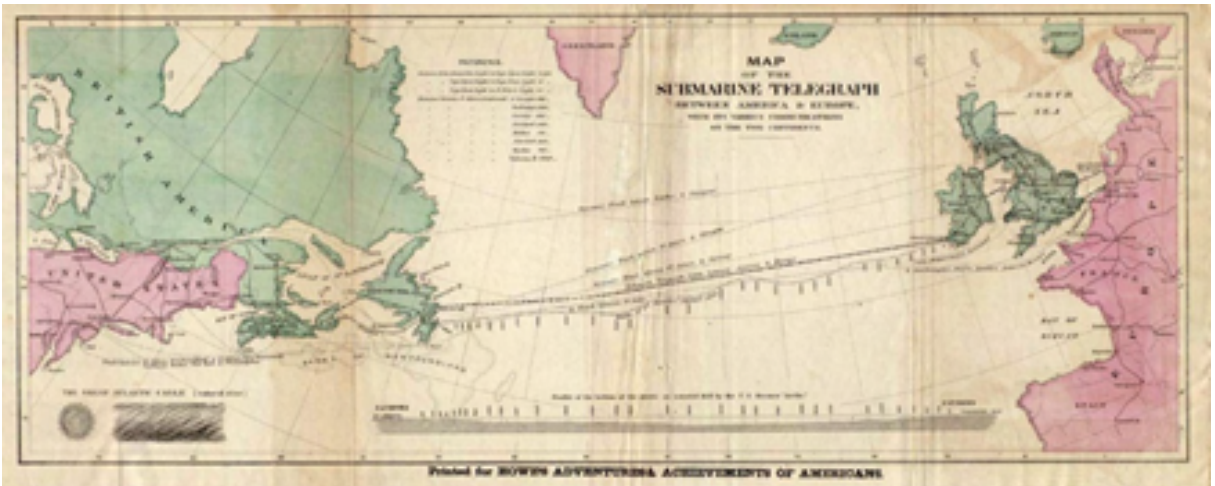
İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri hükümetleri, Atlantik Okyanusu boyunca denizaltı kablosu döşeme projelerini hayata geçirmek amacıyla gemiler görevlendirmiştir. Bu girişimlerde, finansal ve organizasyonel anlamda en önemli destekçilerden biri, Amerikalı iş insanı Cyrus Field olmuştur. Field, "transatlantik kablonun babası" olarak anılmakta olup, kablonun başarılı bir şekilde kurulması ve işletilmesi için yaklaşık 30 kez Atlantik'i geçmiştir. (Britannica,2025)

Başlangıçta yapılan denemelerde kablolar sıkça arıza vermiş ve bu durum projelerin birçok kez durdurulmasına ve yeniden başlatılmasına neden olmuştur. İlk başarılı mesaj iletimi ise 1858 yılında Atlantik Okyanusu boyunca döşenen bir kablo sayesinde gerçekleştirilmiştir. (Britannica,2025) 1858 yılında, Avrupa ile Amerika kıtası arasında, Cork (İrlanda) ile Newfoundland (Kanada) arasında ilk denizaltı telekomünikasyon kablosu Atlantik Okyanusu'na döşenmiştir. Bu kablo sayesinde, iki kıta arasındaki telgraf iletişimi, daha önceki on günlük gemi yolculuğuna kıyasla bir günden daha kısa bir sürede gerçekleştirilebilir hale gelmiştir. Denizaltı kabloları başlangıçta yalnızca telgraf iletimi amacıyla kullanılmıştır. Bu kapsamda, ilk resmi mesaj İngiliz Kraliçesi Victoria tarafından Amerika Birleşik Devletleri Başkanı James Buchanan'a gönderilmiştir. Gönderilen tebrik mesajı, 509 karakter uzunluğunda olup iletimi 17 saat 40 dakika sürmüştür. Günümüz iletişim hızları ile karşılaştırıldığında bu süre oldukça uzun görünmekle birlikte, o dönemde mesajın deniz yoluyla taşınma süresine kıyasla büyük bir ilerleme sağlamıştır. (Sektörüm Dergisi,2017)

Ancak kablo döşenmeden önce hava koşullarının olumsuz etkisiyle önemli ölçüde zarar görmüş olması ayrıca iletim sırasında İngiliz bir mühendisin önerisiyle kabloya gereğinden yüksek voltaj uygulanması sonucu iletim yalnızca üç hafta dayanabilmiş ve toplamda 750'den az mesaj gönderilmiştir. (Britannica,2025)

Ancak bu girişim küresel ölçekte değişen iletişim döneminin perdesini aralamıştır. Telekomünikasyonun başlangıcında denizaltı kablolarının kullanılması, uluslararası iletişimde devrim niteliğinde bir gelişme olmuş ve mesajların iletim süresini önemli ölçüde kısaltmıştır. Bu tarihsel gelişme, modern iletişim teknolojilerinin temelini oluşturmuştur.

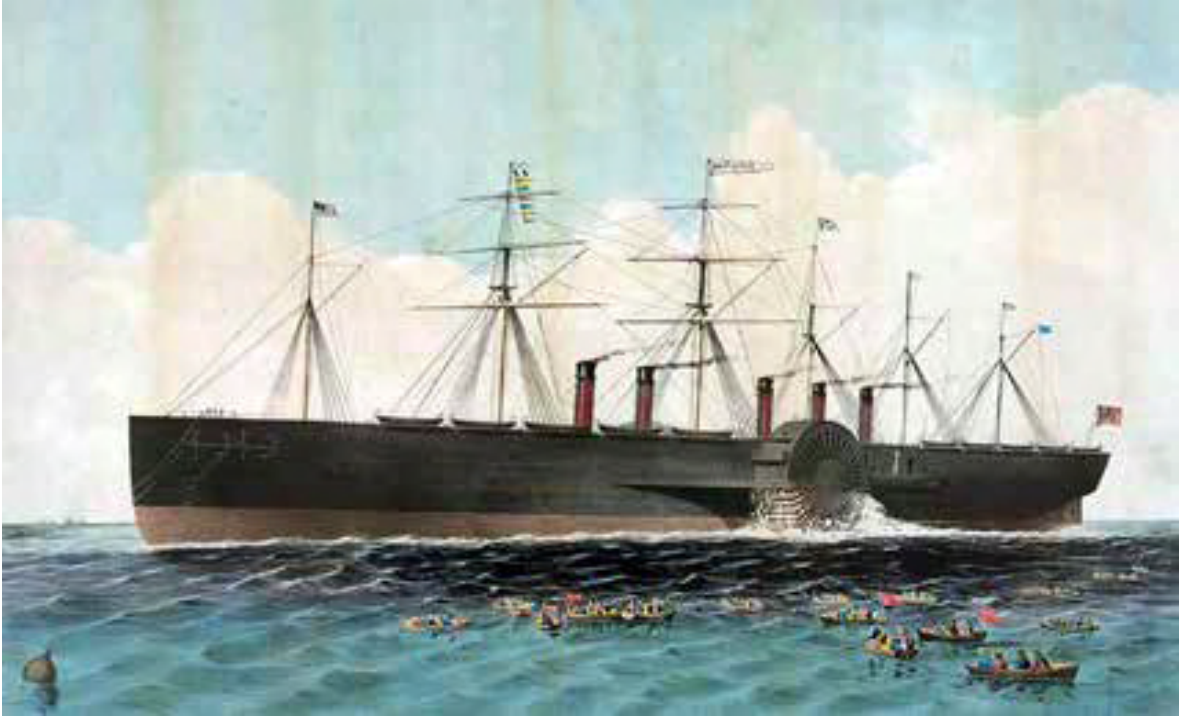
**Şekil 1. İlk Denizaltı Telgraf Kablosunun Haritası**



*Kaynak: Ciena*

1866 yılında, Amerika Birleşik Devletleri ile Britanya arasında ilk kalıcı transatlantik telgraf kablosunun başarılı bir şekilde döşenmesi, küresel iletişim tarihinde dönüm noktası niteliğinde bir gelişme olmuştur. Bu kablonun döşenme süreci, daha önce 1858 yılında yapılan ancak kısa sürede işlevini yitiren ilk denemenin başarısızlığından elde edilen teknik veriler ışığında gerçekleştirilmiştir. (Britannica,2025)

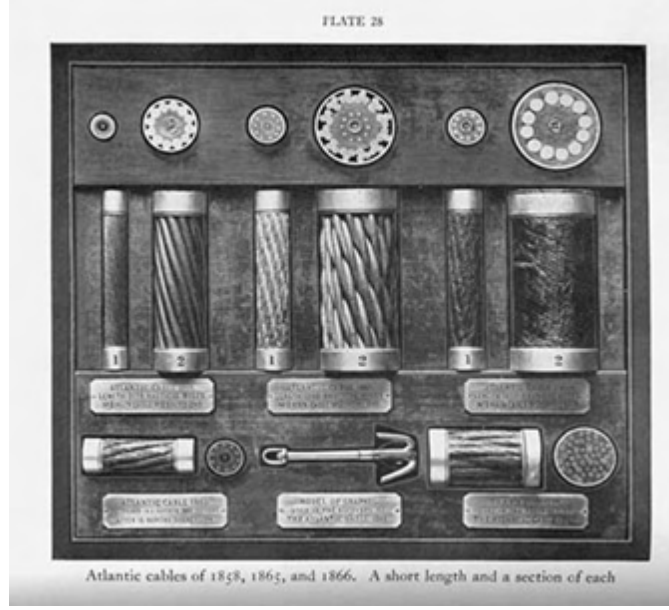
**Şekil 2.** *Isambard Kingdom Brunel'in SS Great Eastern Adlı Gemisi, 1866'da İlk Kalıcı Transatlantik Kablosunu Döşeyen Gemi*



*Kaynak: APNIC,2020*

Yeni kablo sayesinde Avrupa ve Amerika kıtaları arasında düzenli ve güvenilir bir telgraf iletişimi sağlanmış, bu gelişme özellikle Amerika'da yaşayan göçmen topluluklar açısından büyük önem taşımıştır. Göçmenler, bu hat aracılığıyla Atlantik'in öteki yakasındaki aileleriyle daha hızlı ve etkin bir biçimde haberleşebilme imkânına kavuşmuştur. Transatlantik kablonun önemi, yalnızca bireyler arası iletişimle sınırlı kalmamış, aynı zamanda uluslararası diplomatik ve politik haberleşmede de etkili olmuştur. Örneğin, 1881 yılında ABD Başkanı James Garfield'a düzenlenen suikast girişiminin haberi, bu kablo aracılığıyla anında Avrupa'daki müttefik ülkelere iletilebilmiştir. (Britannica,2025)

**Şekil 3.** 1858, 1865 ve 1866 Atlantik Kabloları



**Kaynak :** Britannica, 2025

1866'daki bu teknolojik atılım, ilerleyen yıllarda geliştirilecek olan fiber optik transatlantik kabloların da öncüsü niteliğindedir. Özellikle 20. yüzyılın sonlarına doğru kullanılmaya başlanan ve lazer teknolojisiyle çalışan fiber optik kablolar, bakır tabanlı sistemlere kıyasla çok daha yüksek hızda veri iletimine olanak tanımış ve iletişim alanında devrim yaratmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bu modern kablolar, 1866'daki ilk başarılı girişimin teknolojik temelini oluşturmaktadır. (Mitel)

Artan nüfus ve iletişim zorluklarına çözüm arayışı doğrultusunda geliştirilen başarılı girişimler, iletişim talebinde önemli bir artışa yol açmıştır. Bu gelişmeler ışığında, Great Eastern 1870 yılında Yemen'in Aden şehrinden Hindistan'a uzanan ilk ticari transatlantik telgraf kablosunun döşenmesini gerçekleştirmiştir. (Medium,2022) Bu operasyon, bölgesel ve uluslararası iletişimin gelişiminde kritik bir adım olarak kabul edilmektedir.

1872 yılı itibarıyla özellikle Büyük Britanya'da, telgraf kablolarının deniz tabanına döşenmesi amacıyla bu iş için özel olarak tasarlanmış gemilerin üretimine başlanmıştır. Bu dönemde, kablo döşeme işlemini gerçekleştirebilecek gemilerin geliştirilmesi önemli bir teknolojik ilerleme olarak öne çıkmıştır. Bu gelişmeler ışığında, 1877 yılına gelindiğinde Büyük Britanya'nın elinde yaklaşık 103.068 kilometre uzunluğunda denizaltı kablosu bulunmaktadır. Aynı dönemde dünya genelinde toplam denizaltı kablo uzunluğu ise yaklaşık 118.000 kilometre olarak kaydedilmiştir. (Elikoğlu,2022)

**Şekil 4. 1901'de Doğu Telgraf Şirketi Ağı**



Diğer Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında, Fransa'nın yaklaşık 1.246 kilometre, Almanya'nın ise yaklaşık 750 kilometrelik kablo ağına sahip olduğu görülmektedir. 1891 yılında ise Fransa ile İngiltere arasında deniz altından döşenen ilk telefon kablosu hizmete girmiştir. Bu gelişme, önceki dönemde yalnızca Mors Alfabesi ile gerçekleştirilebilen iletişimin, ses iletimiyle mümkün hale gelmesi açısından önemli bir dönüm noktası olarak değerlendirilmiştir. (Elikoğlu,2022)

### **B. Koaksiyel Telefon Kabloları Çağı (1930'lar – 1986)**

20.yüzyılın başlarında, dünya genelinde hükümetler, ticari kuruluşlar ve halk arasında hızlı iletişim ve bilgi akışını mümkün kılan geniş bir haberleşme ağı mevcuttu. Bu ağın temelini, deniz altına döşenmiş olan telgraf kabloları oluşturuyordu. Ancak bu teknoloji, I. Dünya Savaşı sırasında önemli ilerlemeler kaydeden telsiz telgraf sistemleri ile rekabet etmek zorunda kaldı. Savaşın ardından, 1930'lu yıllarda yaşanan küresel ekonomik bunalım, denizaltı telgraf kablo endüstrisini olumsuz etkiledi ve bu alanda gerileme yaşanmasına neden oldu. Buna rağmen, denizaltı telgraf kablolarının devrinin kapanması, denizaltı iletişim teknolojilerinin sona erdiği anlamına gelmiyordu. Aksine, bu dönemde denizaltı telefon kabloları olarak adlandırılan yeni bir teknoloji geliştirilmeye başlandı. (Davenport,2015)

1930'lu yıllarda geliştirilen bakır koaksiyel çekirdeğe sahip, polietilen kaplı kablolar, birden fazla ses kanalının aynı anda iletimine olanak tanıyarak iletişimde önemli bir ilerleme sağladı. Bu gelişmelerin sonucu olarak, 1955 ve 1956 yıllarında İskoçya ile Newfoundland arasında TAT-1 adı verilmiş olan iki kablo döşenmesiyle denizaltı koaksiyel telefon iletişimi dönemi başlamış oldu. (Davenport,2015)

1960'lı yıllarda ise hem kablo tasarımlarında hem de döşeme yöntemlerinde kaydedilen teknolojik gelişmeler sayesinde, çok daha uzun kabloların okyanusların daha derin bölgelerine döşenmesi mümkün hale geldi. Bu gelişmeler, denizaltı iletişim sistemlerinin kapasitesini ve güvenilirliğini büyük ölçüde artırarak küresel iletişim ağlarının temel yapı taşlarından biri haline gelmesine katkı sağladı. (Davenport,2015)

Denizaltı telefon kabloları, denizaltı telgraf kablolarının devamı niteliğinde gelişmiş olsa da, sınırlı veri iletim kapasitesi ve görece yüksek maliyetleri nedeniyle uzun vadede sürdürülebilir bir çözüm olamamıştır. 1970'li ve 1980'li yıllarda uydu teknolojilerinin gelişimi, bu kablolar için ciddi bir rekabet unsuru oluşturmuştur. Bu süreçte, uydular giderek birincil telekomünikasyon aracı haline gelmiştir. Son denizaltı telefon kablosu 1986'da Hindistan ile Birleşik Arap Emirlikleri arasında döşenmiş ve böylece bu teknoloji dönemi sona ermiştir. (Davenport,2015) Ancak bu gelişme, denizaltı iletişim sistemlerinin tamamen ortadan kalktığı anlamına gelmemektedir.

### ***C. Fiber Optik Çağı ve Dijital Dönüşüm (1966 – Günümüz)***

1966'da Dr. Charles Kao ve Dr. George Hockham, iletişim teknolojilerinde köklü bir değişimin önünü açan önemli bir bilimsel keşifte bulunmuşlardır. İkili, kaplamalı bir yapı içerisinde kullanılan camı (optik) fiberlerin, mevcut koaksiyel kablolar ve radyo iletişim sistemlerine kıyasla çok daha yüksek veri taşıma kapasitesine ve potansiyel olarak daha düşük malzeme maliyetine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu buluş, fiber optik teknolojisinin bir iletişim ortamı olarak dikkate değer bir potansiyel taşıdığını ortaya koymuştur. (Davenport,2015)

Bu keşfin ardından, 1970'li yılların sonlarına doğru terrestrial fiber optik sistemlerin geliştirilmesi mümkün hale gelmiş ve bu gelişmeler doğrultusunda 1980 yılında ilk denizaltı fiber optik sisteminin deniz denemesi gerçekleştirilmiştir. Nihayet 1986 yılında, bir dizi denizaltı fiber optik kablonun döşenmesiyle birlikte, fiber optik iletişim çağı resmen başlamıştır. (Davenport,2015)

1988 yılının Aralık ayında tamamlanan TAT-8 ilk transatlantik fiber-optik kablo olarak mühendislik alanında önemli bir dönüm noktası olmuştur. 3,000 mili aşan uzunluğu ile devasa bir altyapı projesi olan bu kablo, AT&T, France Télécom ve British Telecom'un ortak girişimi ile gerçekleştirilmiş ve bu üç ülkenin telefon ile veri iletişim ağlarını birbirine bağlamayı hedeflemiştir. Kablo, Büyük Britanya kıta sahanlığına ulaştığında dallanan tek bir ana hat formundaydı ve bu yapısıyla uluslararası telekomünikasyon alanında önemli bir yenilik getirmiştir. (Mitel)

TAT-8 projesinin toplam maliyeti 330 milyon doları aşmış olup, 1988-2002 yılları arasında aktif olarak hizmet vermiştir. Faaliyet süresi boyunca, ABD, İngiltere ve kıta Avrupası arasındaki telefon görüşmeleri ve internet veri alışverişi maliyetlerinde önemli ölçüde azalma sağlanmıştır. Bu başarısı ile TAT-8, büyük telekomünikasyon şirketleri ve devlet kurumları tarafından desteklenen birçok sonraki transatlantik kablo projesine ilham kaynağı olmuştur. (Mitel)

2000'li yıllara gelindiğinde, tüketiciler 14. nesil TAT kablolarının sunduğu yüksek kapasiteli iletişim imkanlarından yararlanmaya başlamıştır. Böylece, Atlantik Okyanusu üzerindeki iletişim artık ekonomik ve kültürel alışverişin önünde bir engel olmaktan çıkmıştır. TAT-8, uluslararası telekomünikasyonun gelişiminde kritik bir rol oynamış ve küresel bağların güçlendirilmesine katkı sağlamıştır. (Mitel)

21.yüzyılın başlarında, denizaltı kablolarından oluşan geniş ve karmaşık bir ağ ortaya çıkmıştır. Bu ağın büyük bir kısmı Amerika Birleşik Devletleri kaynaklıdır ve küresel iletişimin daha hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleşmesini sağlamıştır. Ancak, kablolara olan talep ve bağımlılık arttıkça, teknik problemler de giderek daha belirgin hale gelmiştir. (Mitel)



Özellikle TAT-8 kablosunda, beklenmedik bir kaynak nedeniyle erken dönemde bazı sorunlar yaşanmıştır. Yapılan gözlemler ve uzman görüşlerine göre, köpekbalıkları kabloların elektriksel sinyallerini algılayabilmekte ve bu nedenle kabloları saldırmaktadır. Bu saldırılar veya köpekbalıklarının kabloların çevresinde beslenme amaçlı sergilediği anormal davranışlar, denizaltı kablo sistemlerinde uzun süreli ve ciddi kesintilere yol açmıştır. (Mitel)

2004 yılından itibaren geçen on yıllık dönemde, transatlantik kablo ağlarında önemli iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Teknolojik ilerlemeler sayesinde kablolar, deniz canlıları için daha az cazip hale getirilmiş ve gelgit kaynaklı zararlar minimize edilmiştir. Ancak, bu iyileştirmelere rağmen 2014 yılı gibi belirli dönemlerde ağda zaman zaman kesintiler yaşanmaya devam etmiştir. TAT-8 döneminde görülen büyük çaplı arızalar günümüzde nadir görülmekte; bunun yerine, arızalanan kablo bölümleri hızlıca tespit edilip onarılmakta ve yedek hatların devreye alınmasıyla hizmet kesintileri en aza indirgenmektedir. Böylelikle, müşterilerin büyük bir kısmı yaşanan sorunlardan etkilenmemektedir. (Mitel)

1980'li yıllarda geliştirilen fiber optik kablolar, önceki iletişim altyapılarında önemli bir sorun olarak görülen düşük bant genişliği ve yüksek gecikme sürelerini büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır. Bu teknolojik ilerleme, küresel iletişim sistemlerinde devrim niteliğinde bir gelişme olmuş, veri iletim hızında ve kapasitesinde önemli artışlara zemin hazırlamıştır. Artan iletişim talepleri doğrultusunda, omurga sistemlerine yönelik yatırımlar da aynı oranda artış göstermiştir.

Bu gelişmelere güncel bir örnek olarak, Google'ın 2020 yılında devreye aldığı Transatlantik Dunant denizaltı kablo sistemi gösterilebilir. Atlantik Okyanusu boyunca uzanan bu altyapı, saniyede 250 terabit/s veri taşıma kapasitesiyle dikkat çekmektedir.(Medium,2022) Bu kapasite, modern veri iletim teknolojisinin ulaştığı ileri düzeyi gözler önüne sermekte ve küresel ağ altyapısındaki dönüşümün önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

2025 yılı itibarıyla dünya genelinde uzunluğu 1,5 milyon kilometreyi aşan ve sayısı 600'den fazla olan denizaltı kablosu aktif olarak kullanılmaktadır. Bu ağ, yalnızca teknik bir altyapı değil, aynı zamanda küresel iletişim ve ekonomi için kritik bir omurga niteliğindedir. Özellikle Atlantik Okyanusu'nu geçen transatlantik hatlar, Avrupa ile Kuzey Amerika arasındaki veri akışında stratejik bir rol üstlenmektedir. Benzer şekilde, Süveyş Kanalı-Kızıldeniz-Hint Okyanusu güzergâhı, Asya ve Avrupa arasındaki dijital bağlantının temel dayanaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. (IMMİB,2025)

Görünmez olsalar da, denizaltı internet kabloları 21. yüzyılın en kritik altyapılarından biri haline gelmiştir. Sadece veri taşımakla kalmayan bu kablolar, aynı zamanda ülkelerin dijital egemenliğini, ekonomik çıkarlarını ve jeopolitik stratejilerini doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Bugün bir ülkenin dijital altyapıya erişimi, enerji ya da su kadar yaşamsal hale gelmiş durumdadır. Bu nedenle okyanusların altındaki bu fiber damarlar, teknolojik ilerlemenin olduğu kadar, casusluk şüphelerinin, diplomatik krizlerin ve hatta potansiyel çatışmaların da başlıca aktörlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Ayrıca jeopolitik ve güvenlik boyutu da denizaltı kablolarının geleceğinde önemli bir tartışma alanıdır. Kritik öneme sahip bu altyapılar, siber saldırılar ve fiziksel sabotaj risklerine karşı stratejik güvenlik politikalarının merkezine oturmaktadır. Bu bağlamda, devletlerin ve uluslararası kuruluşların ortak düzenlemelerle kabloların korunmasını sağlamaları kaçınılmaz görünmektedir.

Sonuç olarak, günümüzde denizaltı kabloları yalnızca bir iletişim aracı değil, aynı zamanda ekonomik, siyasi ve stratejik güç unsuru haline gelmiştir. Gelecekte ise hem kapasite artışı hem de güvenlik önlemleriyle bu sistemlerin daha da gelişmesi beklenmektedir. Böylelikle denizaltı kabloları, dijital çağın sürdürülebilir altyapısını oluşturmaya devam edecektir.

Genellikle özel şirketler tarafından inşa edilip işletilen bu kablolar, son yıllarda devletlerin jeopolitik rekabetinin de önemli bir parçası haline gelmiştir. ABD, Çin, Rusya ve Avrupa ülkeleri başta olmak üzere pek çok aktör, denizaltı internet kablolarının kontrolü üzerine ciddi bir rekabet halindedir.

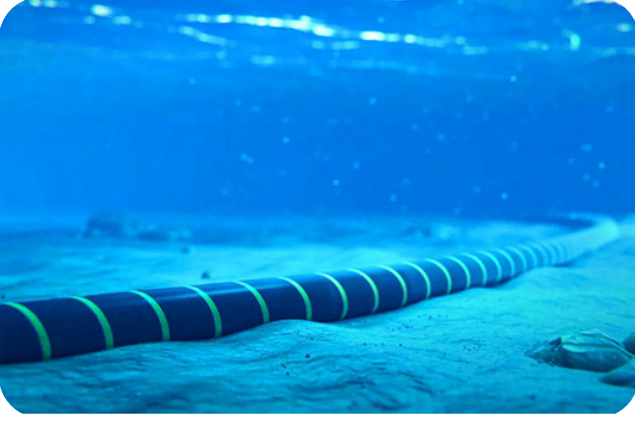
**Şekil 5.** Ariadne İsimli Kablo Döşeme Gemisi



*Kaynak: Doğruluk Payı,2025*

Örneğin, Fransa'dan başlayıp Afrika, Orta Doğu ve Güney Asya'yı birbirine bağlayan Sea-Me-We 4 hattı, aralarında France Telecom, SingTel (Singapur), Telecom Egypt, STC (Suudi Arabistan), TM (Malezya), BSCCL (Bangladeş), Tata Communications (Hindistan), Algérie Télécom, MCI ve Telecom Italia Sparkle'ın bulunduğu geniş bir şirketler konsorsiyumu tarafından inşa edildi. Bu örnek, denizaltı kablolarının yalnızca teknik değil, aynı zamanda diplomatik ve ekonomik iş birliği projeleri olduğunu da göstermektedir. (Bilge,2025)

### Şekil 6. Denizaltı Kablosu Görseli



Dünya genelinde artan veri trafiği, denizaltı kablo pazarını eşi görülmemiş bir yatırım dalgasıyla karşı karşıya bırakmıştır. 2025 yılı itibarıyla sektörün 19,95 ila 22,96 milyar dolar arasında bir ekonomik büyüklüğe ulaşacağı; 2030'a kadar ise yıllık %10–13 aralığında bileşik büyüme göstereceği öngörülmektedir. Bu büyümenin temelinde bulut bilişim, çevrim içi

medya platformları, yapay zekâ uygulamaları ve yüksek kapasiteli bağlantıya duyulan kesintisiz ihtiyaç yer almaktadır. 2025–2027 döneminde devreye girmesi planlanan yeni kablo sistemlerinin toplam değerinin 13 milyar doları aşması beklenmektedir. Özellikle Trans-Pasifik güzergâhı, Google ve Meta öncülüğünde yürütülen projelerle 3 milyar doların üzerinde yatırım çekmektedir. Bu eğilim, 2000–2001 yıllarındaki dot-com döneminden bu yana görülmeyen ölçekte bir sermaye yoğunlaşmasını işaret etmektedir. ( Medium,2025 )

### Şekil 7. Denizaltı Kablo Kurulumu



Pandemi süreci, denizaltı kablolarının geleceğini kökten etkileyerek kapasite talebini olağanüstü artırmış, küresel internetin kırılganlığını görünür kılmış ve bu altyapının stratejik önemini daha da öne çıkarmıştır. Evden çalışma, uzaktan eğitim ve dijital hizmetlerin patlamasıyla bant genişliği

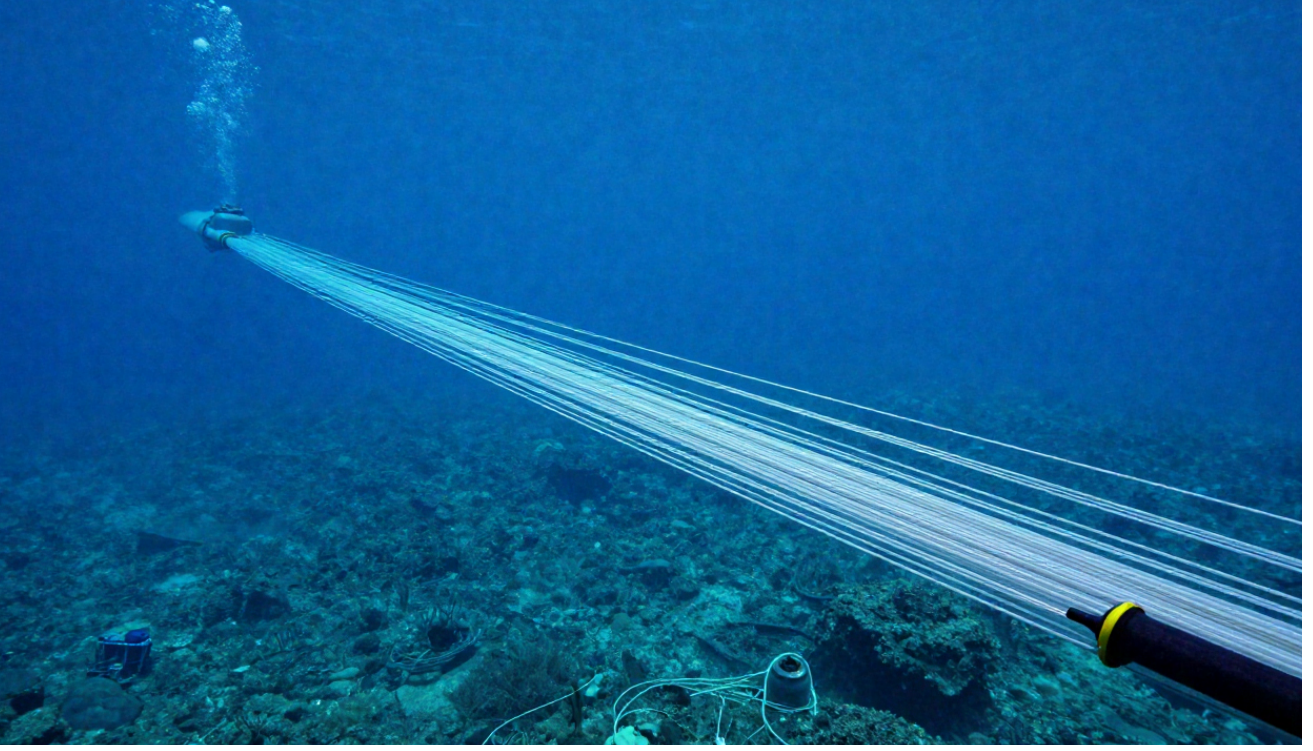
ihtiyacı yıllar öne çekilmiş, bu da yeni kablo yatırımlarını hızlandırmıştır. Geleneksel telekom konsorsiyumlarının yanında Google, Meta, Microsoft ve Amazon gibi teknoloji devleri doğrudan yatırımcı haline gelmiş, böylece küresel veri trafiği üzerindeki etkilerini pekiştirmiştir. Pandemi aynı zamanda devletlerin dijital egemenlik ve ulusal güvenlik kaygılarını artırmış, kabloların yalnızca bir iletişim aracı değil, stratejik bir jeopolitik unsur olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda gelecekte denizaltı kabloları daha fazla kapasite, dayanıklılık ve bölgesel kapsayıcılık odaklı projelerle şekillenecektir. Teknoloji devlerinin doğrudan yatırımcı konumuna gelmesi ve küresel veri trafiğini yönlendirme gücünde belirleyici aktörler haline gelmesi, bulut bilişim altyapısını güçlendirme ve dijital hizmetlerde hız ile güvenilirliği artırma yarışının bir yansıması olarak değerlendirilmektedir.

Bu yatırımlar yalnızca gelişmiş ekonomilerle sınırlı değildir. Afrika ve Güney Amerika gibi, geçmişte küresel dijital ağlara erişimi sınırlı olan bölgeler, yeni projelerin öncelikli hedefleri arasına girmiştir. Böylelikle internet erişiminin yaygınlaştırılması ve dijital kapsayıcılığın artırılması amaçlanmaktadır. Özellikle Afrika kıtasına yönelik projeler, bilgi toplumuna katılımında uzun süredir mevcut olan eşitsizliklerin azaltılmasına katkı sunmaktadır.

Teknoloji şirketlerinin doğrudan girişimleri, dünya çapında stratejik projelerle somutlaşmaktadır. Google'ın ABD ile Fransa arasında hayata geçirdiği Dunant hattı ve Afrika'yı Avrupa'ya bağlayan Equiano kablosu, bu yeni dönemin sembolik örnekleri arasındadır. Meta'nın öncülüğünde yürütülen 2Africa girişimi ise kapasiteyi katlayarak artırmayı ve internet erişimini daha geniş topluluklara ulaştırmayı hedefleyen en kapsamlı projelerden biridir. Bunun yanı sıra, Meta ve Google ortaklığında ABD–Danimarka–İrlanda arasında inşa edilen kablo hattı, şirketler arası iş birliklerinin önemini ortaya koymaktadır.

Günümüzde teknoloji devlerinin doğrudan sahip olduğu veya kiralama modeliyle kontrol ettiği kapasite, dünya genelindeki denizaltı bant genişliğinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Bu durum, söz konusu şirketlerin küresel veri akışında merkezi bir rol üstlendiğini göstermektedir. Yatırımların finansmanı ve işletilmesinde kullanılan IRU (Infeasible Right of Use – Devredilemez Kullanım Hakkı) modeli sayesinde, şirketler kablo kapasitesinin belirli bölümlerini uzun vadeli olarak kiralamakta ve gerektiğinde üçüncü taraflara kiralarak çok katmanlı bir kiralama pazarı yaratmaktadır. Böylece altyapının kullanım alanı yalnızca teknoloji devleriyle sınırlı kalmamakta, farklı sektörlerle ve bölgelere de yayılmaktadır.

Denizaltı kabloları, bulut bilişim, e-ticaret ve çevrim içi yayıncılık gibi dijital ekonominin temel alanlarını desteklemektedir. Veri depolama, işleme ve analiz süreçleri çoğunlukla kıtalar arası merkezlerde yürütülmektedir. Özellikle küresel tedarik zincirleri, denizaltı kablolarının sağladığı anlık iletişime bağımlıdır. Üretim, lojistik ve dağıtım süreçlerinin senkronizasyonu; milisaniyelik gecikmelerin bile aksamalara yol açabildiği bir sistemde, bu altyapı sayesinde mümkün olabilmektedir. Veri transferi ihtiyacı, yapay zekâ, Nesnelere İnterneti (IoT) ve 5G gibi teknolojilerin yaygınlaşmasıyla hızla artmaktadır. Bu talep doğrultusunda, her yıl yeni kablolar inşa edilmekte olup hâlihazırda 60'tan fazla proje devam etmektedir. Küresel pazarın büyüklüğü 2025 yılında yaklaşık 31 milyar dolar seviyesindedir ve yıllık ortalama %6,3 büyüme oranı ile 2035'te 57 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir. (İMMİB,2025)



Altyapının geleceği yalnızca teknolojik bir mesele değil; aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik, ulusal güvenlik ve jeopolitik rekabetin de merkezinde yer almaktadır. Son yıllarda küresel bant genişliği ihtiyacında gözlemlenen olağanüstü artış, yatırımların hızlanmasındaki en temel faktörlerden biridir. Uluslararası veri trafiği neredeyse her iki yılda bir iki katına çıkmakta, mevcut sistemlerin taşıma kapasitesi ise bu artış karşısında hızla yetersiz kalmaktadır. Bu tablo, yalnızca altyapı yatırımlarını teşvik etmekle kalmamakta; aynı zamanda teknoloji şirketlerini, gelecekteki talep dalgalarına hazırlıklı olmak adına daha agresif ve uzun vadeli stratejiler geliştirmeye zorlamaktadır.

Yatırımları hızlandıran bir diğer unsur, ağ güvenliği ve sürekliliğinin sağlanmasıdır. Tek bir güzergâh üzerinde yoğunlaşan hatların arızalanması, milyarlarca kullanıcıyı etkileyebilecek küresel kesintilere neden olabilmektedir. Bu nedenle, alternatif rotaların oluşturulması, farklı çıkış noktalarının devreye alınması ve hat çeşitliliğinin artırılması kritik bir zorunluluk haline gelmiştir. Ağ dayanıklılığını artırmaya yönelik bu stratejiler, aynı zamanda olası doğal afetler, jeopolitik krizler ve teknik arızalara karşı küresel iletişim ağını daha dirençli hale getirmektedir.

1990'ların sonlarında döşenen birçok kablo sisteminin teknik ömrünü doldurması da yatırımların ivmelenmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu sistemlerin büyük bir kısmı 20–25 yıllık kullanım süresinin sonuna yaklaşmış olup, artan veri trafiğini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla, yeni nesil yüksek kapasiteli fiber optik kabloların devreye girmesi kaçınılmaz bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Denizaltı kablo yatırımlarının geleceği açısından üç temel öncelik öne çıkmaktadır. Öncelikle, kabloların geçtiği çok uluslu güzergâhlar, uluslararası düzeyde ortak düzenleme, güvenlik ve bakım politikalarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu iş birliği, yalnızca teknik gereklilikleri değil, aynı zamanda jeopolitik istikrarı ve küresel iletişim güvenliğini de doğrudan ilgilendirmektedir. İkinci olarak, mevcut bakım filolarının yaşlanması, arıza müdahalelerinde ciddi yetersizlikler doğurmakta ve bu durum yeni nesil bakım gemilerine yönelik yatırımı kaçınılmaz hale getirmektedir. Son olarak, sektörün uzun vadeli sürdürülebilirliği, yalnızca inşaat aşamasına yoğunlaşmak yerine bakım, onarım ve güvenlik stratejilerini kapsayan bütüncül bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede, hem teknoloji şirketleri hem de devletler, denizaltı kablo ekosisteminin yalnızca bugünkü ihtiyaçlarını değil, gelecekteki risklerini de öngören planlamalar geliştirmek durumundadır.

Denizaltı kablo ağları, modern dünyanın dijital omurgası olarak her geçen yıl daha fazla stratejik değer kazanmaktadır. Talep baskısı, teknoloji devlerinin altyapıya doğrudan müdahalesi, ağ güvenliği kaygıları ve yaşanan sistemler yeni yatırımları kaçınılmaz kılmaktadır. Ancak bu yatırımların kalıcı değer üretebilmesi için sürdürülebilirlik ekseninde yeni politikaların geliştirilmesi şarttır. Aksi takdirde, milyarlarca dolarlık dev projeler dahi tek bir arıza karşısında küresel iletişim ekosistemini kırılgan hale getirecektir.

### 3. DENİZALTI KABLOLARIN KÜRESEL HABERLEŞMEDEKİ ROLÜ

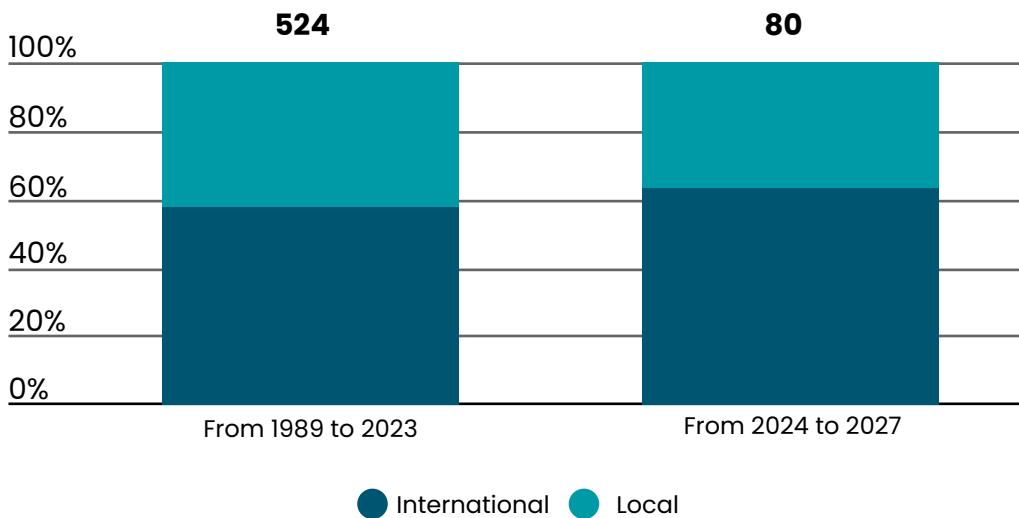


Küresel iletişim ve internet ekonomisinin görünmez omurgası olan denizaltı kabloları, modern dijital çağın en kritik altyapı bileşenlerinden biri olmakla birlikte, giderek daha stratejik bir rol üstlenmektedir. Çünkü bu altyapılar, internetin temel taşı niteliğinde olup küresel ekonominin işleyişi için hayati öneme sahiptir. Finansal işlemlerden e-ticarete, bulut bilişimden günlük e-postalara kadar küresel veri akışının kesintisiz ve hızlı bir şekilde sağlanmasında bu kabloların rolü hayati önem taşımaktadır. Uydu iletişimi de haberleşmede oldukça önemli olsa da denizaltı kabloları sundukları çok daha yüksek bant genişliği, hız ve ekonomik verimlilik nedeniyle uluslararası iletişimin baskın yöntemi olmaya devam etmektedir. Bu kablolar, sadece günlük internet kullanımını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda küresel ekonomi, ulusal güvenlik ve jeopolitik güç dengeleri için kritik altyapı niteliğindedir (NOAA, 2024).

Denizaltı kabloları, yaklaşık 180 yıldır telekomünikasyon operatörleri tarafından küresel çapta iletişim hizmetlerinin sağlanması amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca son yıllarda, bulut bilişim ve veri yoğun uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte denizaltı kablolar üzerinden taşınan veri miktarında ciddi bir artış yaşanmıştır. Aktif durumda bulunan denizaltı kablolarının sayısı, yeni kabloların hizmete girmesi ve eskilerinin hizmet dışı bırakılmasıyla sürekli değişmektedir. Günümüzde dünya genelinde yaklaşık 600 denizaltı kablo sistemi bulunmaktadır. Bu kapsamda yeni bir kablonun planlaması 18 ayı, inşası ve devreye alınması ise 2 yılı aşkın sürebilmektedir. Denizaltı kabloları, teknik olarak 25 yıl ömürle inşa edilmekte olup, çoğu durumda bu sürenin ötesinde faaliyet gösterebilmektedir. Kapasiteleri genellikle 15 yıllık yıllık kiralama sözleşmeleri şeklinde satılmaktadır. Finansal açıdan değerlendirildiğinde, bu endüstri 2012–2023 yılları arasında yaklaşık 21 milyar ABD doları tutarında yatırım çekmiştir. Aynı dönemde, yaklaşık 670.000 km denizaltı kablosu döşenmiştir. Özellikle Avustralya ve çevresi, 2019–2023 arası toplam yatırımların %27'sini oluşturarak önemli bir katkı sunmuştur (Cullen, 2024).

Bununla birlikte son otuz yılda 500'den fazla denizaltı kablosu hizmete girmiştir. 2024–2027 yılları arasında ise 80 yeni sistemin devreye alınması öngörülmektedir. 1990'lardan bu yana hizmete giren denizaltı kablolarının büyük çoğunluğu uluslararası niteliktedir; yani iki veya daha fazla ülkeye hizmet vermektedir. Bu eğilimin önümüzdeki yıllarda daha da artması beklenmektedir.

**Şekil 8. Hizmete Giren Denizaltı Kablosu Sayısı (Cullen, 2024)**



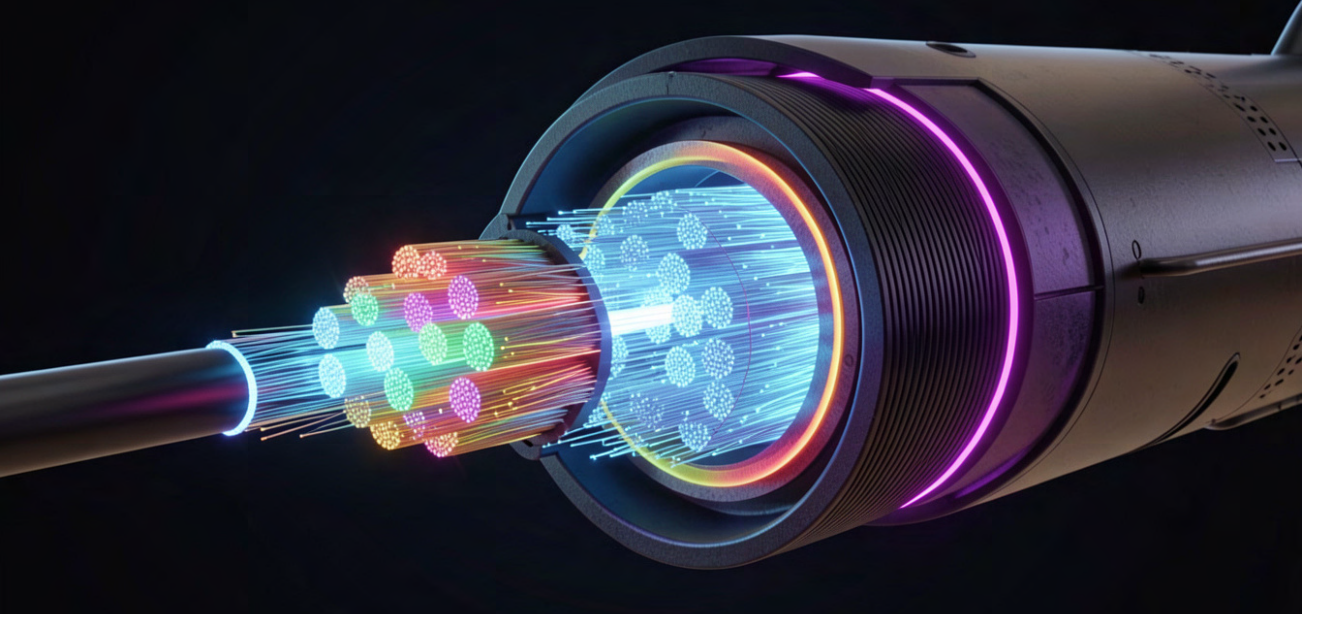
*Kaynak: Cullen, 2024*

Halihazırda dünya genelinde toplam 181 ülke veya bölge, en az bir uluslararası denizaltı kablosuna bağlı durumdadır. Bu ülkelerin yaklaşık üçte biri yalnızca bir veya iki uluslararası denizaltı kablosu ile hizmet almaktadır. Bu durum, örneğin Afrika kıtasındaki birçok ülke için geçerlidir. Sınırlı kablo bağlantısına sahip bu ülkeler, kablo arızaları yaşandığında tamamen internet kesintileriyle karşı karşıya kalabilmektedir. Örneğin, Mart 2024'te Fildişi Sahili açıklarında meydana geldiği tahmin edilen bir denizaltı kaya kayması, Batı Afrika kıyısında yer alan 13 Afrika ülkesini etkilemiş; bu ülkelerde internet hizmetlerinde ya ciddi yavaşlamalar yaşanmış ya da neredeyse tamamen erişim kesilmiştir.

Avrupa genelinde de bireyler, birbirleriyle iletişim kurmak ve finansal işlemler gerçekleştirmek amacıyla günlük olarak internete güvenmektedir. Avrupa Birliği'nin küresel internet ağına bağlılığını sağlayan yaklaşık 250 aktif kablonun üçte ikisi denizaltı kablolardır. Dolayısıyla, Avrupa'nın dijital bağlantıya olan bağımlılığı, aynı zamanda denizaltı kablolarına olan bir bağımlılığı da ifade etmektedir. Küresel ölçekte, her gün 10 trilyon ABD doları değerinde finansal işlemin bu kablolar aracılığıyla gerçekleştirildiği tahmin edilmekte, denizaltı kabloları, günümüzün küresel ekonomisi için tartışmasız bir temel olmaktadır. Örneğin, küresel finans piyasalarındaki anlık hisse senedi işlemleri, bankalar arası para transferleri ve döviz alım satımları büyük ölçüde bu kabloların sağladığı ultra düşük gecikme (latency) sürelerine bağlıdır. Diğer bir taraftan, bulut bilişim hizmetlerinin kullanılmasıyla birlikte, milyonlarca şirketin veri depolama, analiz ve işlem süreçleri, deniz aşırı veri merkezleri arasında denizaltı kablolarıyla sağlanan kesintisiz ve yüksek hızlı bağlantı sayesinde yürütülmektedir. Ayrıca, küresel tedarik zincirlerinin (üretimden lojistiğe) anlık koordinasyonu, uzak kıtalar arasındaki saniyelik iletişim gecikmelerini en aza indiren bu denizaltı kabloları sayesinde mümkün olmaktadır. Milyonlarca şirketin veri depolama, analiz ve işlem süreçleri okyanus ötesindeki merkezlerde yürütülürken, e-ticaret platformlarının envanter yönetimi, sipariş süreçleri ve kullanıcı deneyimi de bu küresel veri akışı sayesinde mümkün olmaktadır. (Cullen, 2024)

Günümüzde dijital ekonomi oldukça geniş kapsamlı olmakla birlikte hızla da büyümekte; bilgi akışının sürekliliği, güvenliği ve hızı her zamankinden daha kritik bir hâl almaktadır. Dijital çağın hızlı ilerleyişi, mevcut altyapının sürekli olarak geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Yapay zekâ, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve 5G gibi yeni teknolojilerle birlikte veri transferi tahmin edilemez bir hızla artmaktadır. Bu artış, denizaltı kablo ağlarında kapasite artırımı ihtiyacını beraberinde getirmektedir.

Artan talebi karşılamak için her yıl yeni yatırımlar yapılmakta ve hâlihazırda dünya genelinde yapımı devam eden 60'tan fazla proje bulunmaktadır. Önümüzdeki on yıl için denizaltı kablo pazarında önemli bir büyüme öngörülmektedir. 2025 yılında yaklaşık 31 milyar dolar civarında olduğu tahmin edilen pazar büyüklüğünün, yıllık ortalama yüzde 6,3 oranında artarak 2035 yılında 57 milyar dolara ulaşacağı beklenmektedir.



Her denizaltı iletişim kablosunun ortak ve değişmez bileşenleri arasında, saç kalınlığında olan camdan yapılmış fiber optik teller yer almaktadır. Veriler, bu teller boyunca ışık dalga boyları kullanılarak ışık hızında ve yüzlerce kilometre boyunca parazitsiz biçimde iletelebilmektedir. Her bir fiber optik tel çok büyük miktarda veri taşıma kapasitesine sahiptir. En yeni teknolojilerle, yalnızca bir fiber optik tel üzerinden saniyede 400Gb hızında altmışa kadar kanal sağlanabilmektedir. Bu kapasite yaklaşık 375 milyon telefon görüşmesini eşzamanlı olarak taşıyabilecek seviyededir. Bir kablodaki fiber optik tel sayısı genellikle kablounun uzunluğuna göre değişmektedir. Trans-Atlantik kablolar genellikle 4 ila 8 tel içerirken, Avrupa'ya uzanan kablolar 200'e kadar çıkabilmektedir. Deniz altı kablolarının çapı 60 mm'den büyük olmamaktadır. Geri kalan yapı, polietilen yalıtım/su geçirmezlik malzemesi, sinyal güçlendirici ekipmanlara enerji iletmek için gerekli bakır çekirdek ve kullanım yerlerine göre değişebilen çelik zırh tellerinden oluşmaktadır. Mümkün ve gerekli olduğu durumlarda, kabloların deniz tabanının altına gömülmesi tercih edilmektedir. Bu genellikle kıta sahanlığı bölgelerinde yapılmaktadır. (Cullen, 2024)

Genel olarak kablo konumları haritalanmış ve ilgili taraflarla paylaşılabilir hâle getirilmiştir. Kablo sahipleri, balıkçılıktan kaynaklanan tehditleri azaltmak için Avrupa genelinde balıkçılara kablo bilgilerini dağıtan bilinçlendirme projeleri yürütmektedir. Balıkçıların kendi güvenlikleri açısından kablo üzerinden trol çekmemeleri gerekmektedir; aksi hâlde ağıları takılarak tekneleri alabora olabilmektedir. Ayrıca, deniz altı kablosuna kasıtlı zarar vermek yasalara aykırı olarak kabul edilmektedir. Diğer bir taraftan çapa kaynaklı hasarlar konusunda, yeni teknolojiler sayesinde geçmişte balıkçılığa atfedilen birçok hasarın aslında gemi çapalarından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Tüm büyük gemiler artık AIS (Otomatik Tanımlama Sistemi) aracılığıyla konumlarını iletmek zorundadır ve bu veriler çevrimiçi platformlardan izlenebilmektedir. Kablo sahipleri, bu veriler sayesinde bir geminin kablo çevresinde yavaşladığını ya da sabit durduğunu tespit ederek şüpheli durumlarda uyarı verebilmektedir. Gemiler bu AIS verilerini kullanarak, KIS-ORCA haritalarında gösterilen kablolardan güvenli mesafede demirleyip avlanabilmektedir. Dolayısıyla, bir deniz altı iletişim kablosuna zarar verilmesi için geçerli bir mazeret bulunmamaktadır.

Özetle, deniz altı ortamı büyük önem taşımakta ve deniz altı kablo sektörü, çevresel etkilerini en aza indirmek için elinden geleni yapmaktadır. Ayrıca deniz altı iletişim kabloları çap olarak da oldukça küçüktür. Dolayısıyla, deniz tabanında yapılan müdahale de yalnızca kurulum veya onarım esnasında gerçekleşmekte ve oldukça dar bir alanı etkilemektedir. Diğer zamanlarda bu kablolar çevreye zarar vermemektedir. (Cullen, 2024)

## 4. DENİZALTI KABLOLARININ FİZİKSEL VE TEKNOLOJİK YAPISI



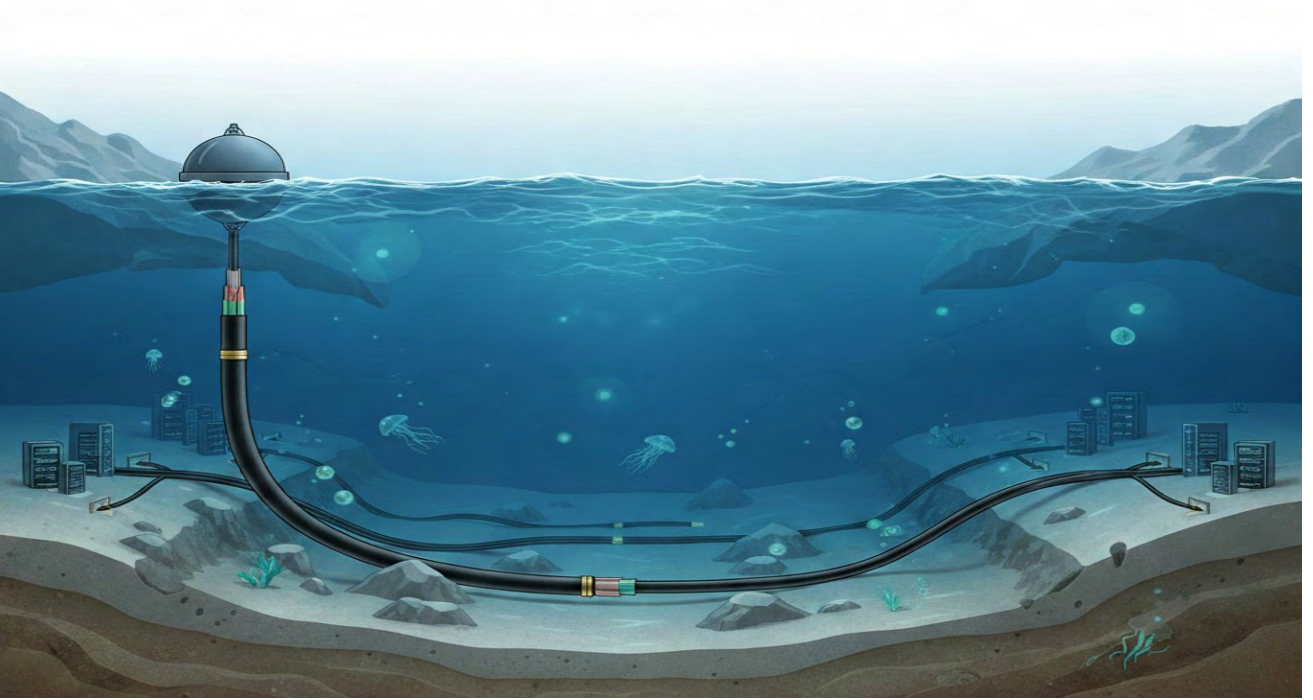
### 4.1. Denizaltı Kablolarının Temel Özellikleri

Denizaltı kabloları, küresel iletişimde kritik bir rol oynamaktadır ve fiber optik teknolojisiyle veri iletimi sağlamaktadır. İlk transatlantik fiber optik kablonun döşenmesinin ardından, bu kablolar hız ve kapasite açısından uydu iletişimini geride bırakmıştır. Ayrıca, denizaltı kabloları ticaret, ekonomi, ulusal güvenlik ve askeri iletişim gibi alanlarda da önemlidir. Düzenlenmesi, uluslararası anlaşmalar ve yerel yasalarla belirlenmiş olan ve güvenli bir işleyiş sağlayan denizaltı kabloları, küresel iletişim altyapısının temel unsurlarından biri olarak; uzunluk, derinlik, maliyet ve kapasite gibi çeşitli faktörlere bağlı şekilde farklı özellikler göstermektedir. (Noaa, 2023)

Bu özellikler, denizaltı internet sistemlerinin verimli bir şekilde çalışmasını sağlamada kritik rol oynamaktadır. Aşağıdaki bölümde, çeşitli başlıklar altında denizaltı kablo sistemlerinin farklı özellikleri ele alınmıştır. (Kim, 2024)

### 4.2. Denizaltı Kablolarının Uzunluğu ve Derinliği

Denizaltı kabloları, küresel bağlantı gereksinimlerine bağlı olarak büyük bir uzunluk çeşitliliğine sahiptir. Denizaltı kabloları genellikle binlerce mil veya kilometre uzunluğunda olup, çeşitli mesafelerde uygulanmaktadır. Uzun uçlar, Pasifik ötesi veya EMEA-Asya rotalarını (örneğin, SEA-ME-WE 6) kapsayarak 10.000 milden (16.000 kilometre) daha uzun mesafelere ulaşabilirken, daha kısa uçlar, yakın adalar veya ülkeleri birbirine bağlayan kablolar (örneğin, Scylla) yalnızca yaklaşık 100 mil (160 kilometre) veya daha kısa mesafeye sahiptir. Mevcut en uzun denizaltı kablosu ise, Avrupa, Orta Doğu ve Hindistan arasında birçok bağlantı noktası sağlayan ve 24.233 mil (39.000 kilometre) uzunluğunda olan SEA-ME-WE 3 sistemidir.

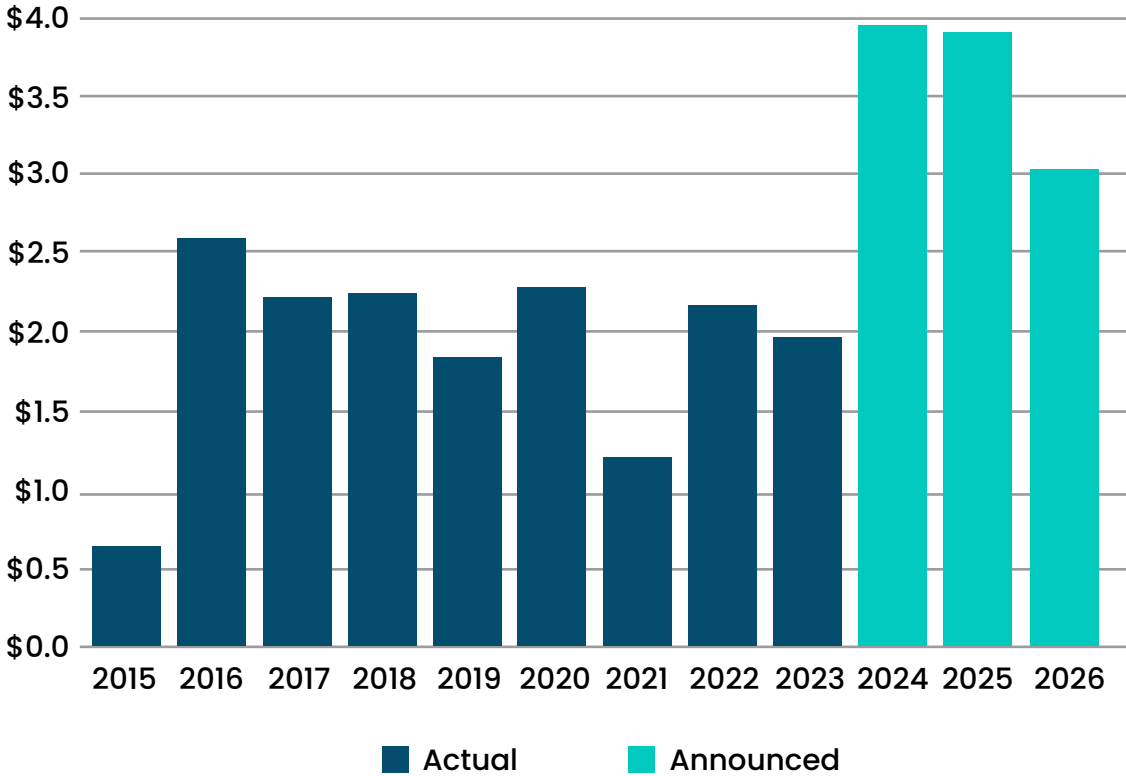


Denizaltı kabloları, okyanus tabanının nispeten düz ve kayalardan uzak kısımlarına döşenerek büyük derinliklerden kaçınılır. Örneğin, Atlantik Okyanusu'nu geçen transatlantik kablolar, en derin noktalarında yaklaşık 13.000 fit (4.000 metre) derinliğe ulaşabilmektedir. Atlantik Okyanusu'nun ortalama derinliği ise 12.000 fit (3.650 metre) civarındadır. Kıyı bölgelerine yaklaşırken ise, kabloların hasar görmesini engellemek amacıyla okyanus tabanına gömme işlemi yapılmaktadır.

### 4.3. Denizaltı Kablolarının Maliyeti ve Kapasitesi

Denizaltı kablolarının inşa edilmesi, rota planlamasından hizmete hazır hale getirilmesine kadar büyük ölçekli yatırımlar gerektirmektedir. Örneğin, yeni bir transatlantik denizaltı kablosunun inşası yaklaşık olarak 200 milyon ila 250 milyon dolar arasında bir maliyetle gerçekleştirilmektedir. Ortalama bir denizaltı kablosunun inşa maliyeti ise, mil başına yaklaşık 40.000 dolar, kilometre başına ise 25.000 dolara denk gelmektedir. Aşağıdaki şekilde yıllara göre dünya genelinde denizaltı kablolarına yapılan yatırımlar gösterilmektedir.

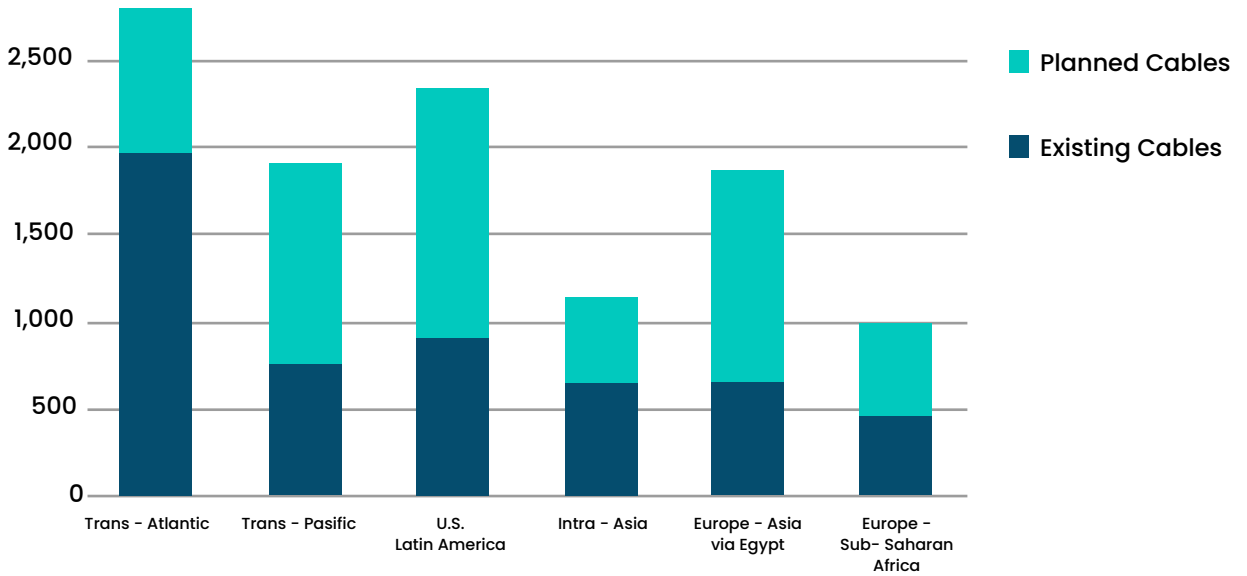
**Şekil 9.** Denizaltı Kablolarının Yapım Maliyeti (Milyar \$)



*Kaynak: TeleGeography, 2024*

Son yıllarda, denizaltı internet kablolarının taşıma kapasiteleri büyük bir artış göstermiştir. Yeni denizaltı kabloları, saniyede yüzlerce megabit (Mbps) kapasite sunan eski kablolardan, saniyede yüzlerce terabit (Tbps) kapasiteye sahip sistemlere dönüşmüştür. Örnek olarak, şu anda Virginia Beach (ABD) ile Sospel (İspanya) arasında faaliyet gösteren MAREA denizaltı kablosu saniyede 200 terabit (Tbps) kapasite sunmaktadır. Karşılaştırma yapılacak olursa, 1997 yılında hizmete giren ve EMEA-Asya rotasını kullanan Global Cloud Xchange'in FLAG Europe-Asia (FEA) kablosu yalnızca yaklaşık 500 gigabit (Gbps) kapasite sağlamaktadır. Bu kapasite artışları, denizaltı internet kablolarının daha fazla veri taşıma yeteneğini artırmış ve gelecekteki taleplerin karşılanmasını sağlamıştır. Ayrıca, bir kablonun toplam tasarım kapasitesinin yalnızca %20'si, son kullanıcı tarafından kullanılan aydınlatma kapasitesini oluşturmaktadır. Bu önemli kapasite tamponları, ağda herhangi bir kesinti durumunda diğer sistemlerden gelen trafiği taşıma yeteneği sağlamaktadır. Günümüzdeki en yüksek kapasiteli denizaltı kablosu, Virginia Beach (ABD) ile Saint-Hilaire (Fransa) arasındaki 4100 mil (6600 kilometre) uzunluğunda olan ve Google Cloud tarafından işletilen Dunant adlı transatlantik sistemdir. Bu sistem, 12 fiber çifti üzerinden saniyede 250 terabit (Tbps) kapasiteye sahiptir, bu da denizaltı kablolarının kapasite açısından geldiği noktayı göstermektedir.

**Şekil 10. Rotaya Göre Mevcut ve Planlanan Potansiyel Kablo Kapasitesi (Terabit Başına Saniye)**



Kaynak: TeleGeography, 2024

### 4.4. Denizaltı Kablo Sisteminin Yapısal Katmanları

Denizaltı haberleşme kablo sistemleri, işlevselliği ve güvenlik dinamiklerini anlamak açısından büyük önem taşıyan üç temel katmandan meydana gelmektedir: fiziksel katman, mantıksal katman ve bilgi katmanı. Bu katmanlı yapı, sistemin işlevselliği kadar güvenlik dinamiklerini de anlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

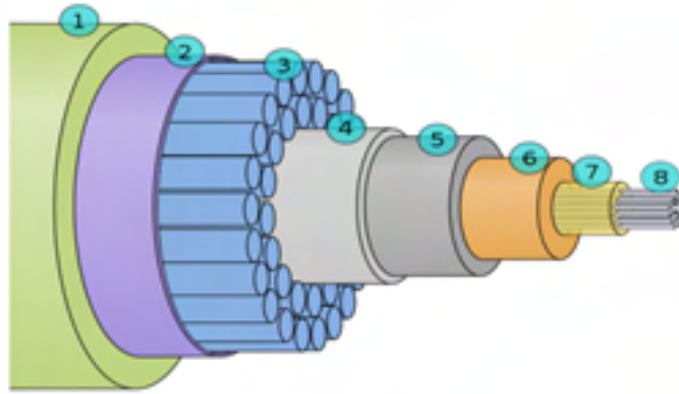
Fiziksel katman, sistemin donanımsal altyapısını temsil etmektedir. Bu kapsamda fiber optik kablolar, sinyalin uzun mesafelerde taşınmasını sağlayan tekrarlayıcılar (repeater), farklı ağ noktalarına yönlendirme yapılmasına olanak tanıyan dallanma üniteleri ve karadaki kablo iniş istasyonlarında (Cable Landing Station - CLS) bulunan denizaltı hat terminal ekipmanı (Submarine Line Terminal Equipment - SLTE) yer almaktadır. SLTE, deniz altından gelen optik sinyalleri alır, işler ve bu verileri karasal ağlara aktararak son kullanıcıya ulaştırır. Buna ek olarak, CLS'lerde sistemin çalışmasını mümkün kılan bir diğer önemli bileşen olan Güç Besleme Ekipmanı (Power Feeding Equipment - PFE) bulunmaktadır. Bu ekipman, tekrarlayıcılara sabit bir elektrik akımı sağlayarak optik sinyalin kablonun tüm uzunluğu boyunca kesintisiz iletimini garanti altına almaktadır. Söz konusu güç beslemesi sistemin yapısına göre tek uçlu ya da çift uçlu olabilirken, dallanma ünitelerinde genellikle tek uçlu besleme tercih edilmektedir. Ayrıca, kablo yapısı yalnızca veri iletimi için değil, aynı zamanda güç iletimi için de ayrı bir hat içermektedir.

Sistemin ikinci düzeyi olan mantıksal katman, veri iletiminin yönetiminden sorumludur. Bu katman, fiziksel altyapı üzerinde çalışan merkezi bir ağ yönetim sistemi (Network Management System - NMS) aracılığıyla işlemektedir. NMS sayesinde operatörler yalnızca veri akışını değil, aynı zamanda güç besleme birimleri gibi fiziksel bileşenleri de uzaktan izleyip kontrol edebilmektedir. Günümüzde kullanılan ileri düzey NMS sistemleri, birden fazla kablo hattını merkezi bir platform üzerinden yönetebilecek kapasitededir. Bu durum, operasyonel verimliliği ve maliyet avantajını beraberinde getirirken, sistemin merkeziyetçi yapısından kaynaklanan kırılabilirlikler de oluşturmaktadır. Bu kırılabilirlik, özellikle siber güvenlik riskleri açısından dikkatle ele alınması gereken bir zafiyettir.

Üçüncü ve son katman olan bilgi katmanı ise sistemin taşıdığı gerçek veri içeriklerini kapsamaktadır. Bu katman, bireysel iletişimlerden ticari işlemlere, devlet verilerinden diplomatik yazışmalara kadar çok geniş bir yelpazeye yayılan veri paketlerini içermektedir. Mantıksal katmandan farklı olarak bilgi katmanı, veri akışının kontrolüyle değil, doğrudan içerikle ilgilidir. Her ne kadar veri güvenliği başlı başına bir uzmanlık alanı olsa da, denizaltı kablo sistemleri bağlamında bu katmanda taşınan verilerin güvenliği, özellikle ulusal güvenlik, finansal sistemler ve kamu iletişimi açısından hayati önemdedir. Açıkça görüldüğü üzere, sistemin her bir katmanı hem ayrı ayrı hem de birlikte belirli zayıflık noktaları içermektedir. Modern çatışmaların giderek daha fazla hem fiziksel hem de siber unsurları içeren hibrit bir yapıya bürünmesi, denizaltı kablo sistemlerinin bu çok katmanlı kırılganlıkları nedeniyle hem stratejik bir kaynak hem de potansiyel bir hedef olarak önemini artırmaktadır. Dolayısıyla, bu altyapıların bütüncül bir güvenlik anlayışıyla korunması, küresel iletişim ve bilgi akışının sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez bir gerekliliktir. (Agarwal, 2023)

Deniz altı kablolarını daha ayrıntılı ele almak gerekir ise tipik bir denizaltı kablosunun enine kesiti aşağıdaki şekildedir. ( 1.Polietilen, 2. Mylar bant, 3. Bükülmüş metal (çelik) teller, 4. Alüminyum su bariyeri, 5. Polikarbonat, 6. Bakır veya alüminyum tüp, 7. Petrol jeli, 8. Optik fiberler.)

**Şekil 11.** Denizaltı Kablosunun Enine Kesiti



*Kaynak: Brake, 2019*

Tipik bir denizaltı kablosunun enine kesitinde yer alan katmanlar, hem fiziksel dayanıklılık hem de veri iletiminin güvenliği açısından özel olarak tasarlanmıştır. En dış katmanda yer alan polietilen, kabloyu dış etkenlere karşı koruyan yalıtkan bir kılıf görevi görür. Hemen altında bulunan mylar bant, yapının bütünlüğünü sağlamaya yardımcı olur. Onun altındaki bükülmüş metal (çelik) teller, kabloya çekme dayanımı kazandırarak özellikle döşeme ve bakım işlemleri sırasında oluşabilecek mekanik zorlamalara karşı direnç sağlamaktadır. Alüminyum su bariyeri, nemin ve suyun iç katmanlara sızmasını önleyerek kablonun iç kısmının yalıtımını garanti altına almaktadır. Bu katmanın ardından gelen polikarbonat, darbelerle karşı ekstra koruma sağlayan sert ve dayanıklı bir malzemedir. İçyapıya yaklaştıkça, veri iletiminde görevli bileşenlerin korunmasına yönelik unsurlar yer almaktadır. Bakır veya alüminyum tüp, fiberleri taşıyan yapının merkezini oluşturur ve sinyalin iletiminde önemli bir rol oynar. Bu tüpün içi petrol jeli ile doldurularak hem optik fiberlerin sabitlenmesi hem de nemin önlenmesi sağlanır. En içte bulunan ve en hassas yapı olan optik fiberler, verinin ışık dalgaları aracılığıyla iletilmesini sağlayan temel iletim ortamıdır. Bu katmanların her biri, kablonun hem çevresel hem de fiziksel tehditlere karşı uzun ömürlü ve güvenilir olmasını sağlamak amacıyla bir bütün olarak çalışmaktadır. (Bhatti, 2025)

### **4.5. Denizaltı Kablolarında Kullanılan Son Teknolojiler**

Günümüzde, küresel iletişim ağlarının belkemiğini oluşturan deniz altı kabloları, teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte önemli bir dönüşüm geçirmektedir. Bu dönüşüm, iki ana yöntemle gerçekleştirilir: birincisi, tamamen yeni deniz altı kablolarının döşenmesi, ikincisi ise mevcut kablo altyapısının sadece deniz altı hat terminal ekipmanının (SLTE) değiştirilerek yükseltilmesidir. Her iki yöntem de, daha yüksek hızlar, daha geniş veri iletim kapasitesi ve daha güvenilir bağlantılar sağlamak amacıyla geliştirilen en son teknolojik yeniliklere dayanmaktadır. Bu bağlamda, deniz altı kablo teknolojilerinin evrimi, küresel veri iletiminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu bölümde, son dönemde uygulamaya alınan ileri düzey teknolojiler incelenmiştir.

### 4.5.1. +D Fiber Teknolojisi

FASTER kablo sisteminin devreye alınmasıyla birlikte, denizaltı kablolarında sayısal koherent iletim teknolojisi yaygınlık kazanmıştır. Bu teknoloji sayesinde çift kutuplaşmalı (dual-polarization) ve faz/genlik modülasyonlu sinyallerin kullanımı mümkün hale gelmekte, böylece spektral verimlilik önemli ölçüde artış göstermektedir. Bu gelişmenin temelini oluşturan +D fiber kablolar, sinyallerin yayılması sonucu oluşan **dispersiyonu** kontrollü bir biçimde artırmakta ve doğrusal olmayan bozulmaların (SPM, XPM, FWM gibi) etkilerini azaltmaktadır. Ancak bu yapı, uzun mesafelerde yüksek dispersiyon birikimine yol açmaktadır. Gelişmiş sayısal sinyal işleme (DSP) teknolojileri sayesinde bu dispersiyonlar dijital ortamda telafi edilebilmekte, böylece +D fiberin okyanus aşırı bağlantılarda güvenle kullanılabilmesi mümkün olmaktadır.

Ayrıca +D fiberler, daha geniş etkin alana ( $A_{eff}$ ) ve daha düşük zayıflamaya sahip olacak şekilde geliştirilmektedir. Örneğin, standart fiberler yaklaşık  $80 \mu m^2$  etkin alana sahipken, yeni nesil fiberlerde bu değer  $130-147 \mu m^2$ 'ye kadar çıkmaktadır. Zayıflama da  $0.1419 \text{ dB/km}$  seviyelerine kadar düşmektedir. Bu sayede, sinyal kalitesi artmakta ve daha uzun mesafelerde daha az tekrarlayıcı (repeater) ile iletişim sağlanabilmektedir. Bu teknolojik ilerlemeler, işletme ve bakım süreçlerini de kolaylaştırmaktadır. Özellikle kablo tamirlerinde kullanılan yedek fiberin tipi ve uzunluğu, geleneksel sistemlerde detaylı hesaplamalar gerektirmekteyken, +D fiber kullanılan sistemlerde tek tip fiber yeterli olmakta, DSP teknolojisi sayesinde bu farklar otomatik olarak dengelenebilmektedir. Bu durum, operasyonel karmaşıklığı azaltmakta ve bakım süreçlerini daha hızlı ve güvenilir hale getirmektedir. (Takahashi, 2019)

## 4.5.2. Gelişmiş Modülasyon Formatları

Gelişen geniş bant veri hizmetleri ve internet uygulamaları, mevcut optik ağlar üzerinde önemli zorluklar oluşturmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek ve ağların kapasitesini artırmak amacıyla, sadece daha fazla fiber-optik kanal döşemek veya daha yoğun dalga boyu çoğullama (WDM) yöntemleri kullanmak yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, daha yüksek spektral verimlilik veya daha iyi gürültü toleransı sunabilen gelişmiş optik modülasyon formatları, mevcut fiber-optik iletişim sistemlerinin performansını artırmak için en umut verici çözümler arasında yer almaktadır.

Gelişmiş optik modülasyon formatlarının temel amacı, aynı frekans bandında daha fazla veri taşımak ve böylece ağ kapasitesini artırmaktır. Bu, genellikle daha fazla bit/saniye (bit/s) verimliliği sağlayan modülasyon tekniklerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Örneğin, Çine ve arkadaşları 56-GB/s/λ C-bandı DSB IM/DD PAM-4 modülasyon formatıyla 40 km'lik mesafede başarılı bir iletim gerçekleştirmiştir. Ayrıca, farklı modülasyon formatları kullanılarak, gürültüye karşı daha yüksek tolerans ve daha fazla veri iletimi sağlanabilmektedir. Bunun bir örneği olarak, Li ve arkadaşları PSK-Manchester modülasyon formatının kullanımıyla, vurma girişim gürültüsüne karşı daha yüksek tolerans sağladıklarını göstermiştir.

Farklı modülasyon formatları, farklı senaryolarda ve bağlantı koşullarında önemli bir rol oynamaktadır. Gelişen optik ağlarda daha fazla adaptasyon ve esneklik gereksinimi arttıkça, yeni modülasyon formatlarına olan ihtiyaç da artmaktadır. Bu noktada, optik ağlarda kullanılan modülasyon formatları sadece veri hızını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda ağların genel performansını iyileştirmek için gürültü toleransını da arttırmaktadır. Başlangıçta, modülasyon formatları, uzmanlar tarafından sinyallerin parametrelerini gözlemleyerek tanımlanıyordu. Ancak bu yöntem, artan veri talepleri ve dinamik hizmet gereksinimleri nedeniyle yavaş ve hatalı olabilmektedir. Bu nedenle, otomatik modülasyon tanımlama algoritmalarının kullanılması gerekliliği doğmuştur. Bu tür algoritmalar, sinyal işleme tekniklerini kullanarak, daha verimli ve doğru modülasyon sınıflandırmaları yapılmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle, Bayesci karar teorisi ve olasılık tabanlı yöntemler, sinyalin istatistiksel özelliklerine dayalı olarak modülasyon formatını tanımlamada etkili olabilmektedir.



Gelişen teknolojiyle birlikte, veri odaklı derin öğrenme teknikleri, otomatik modülasyon formatı tanımlaması konusunda üstün sonuçlar vermektedir. Örneğin, Zhang ve arkadaşları, bir yapay sinir ağı (ANN) kullanarak genlik histogramı özellikleri çıkararak modülasyon formatı tanımlaması yapmışlardır. Ancak bu yöntem, yalnızca belirli modülasyon formatlarına (örneğin, M-QAM sinyalleri) odaklanmıştır. Diğer çalışmalarda, sinyalin Stokes uzayındaki takımlardan çıkarılan özellikler, derin sinir ağları (DNN) kullanılarak modülasyon formatlarını tanımlamak için başarıyla uygulanmıştır. Ayrıca, konvolüsyonel sinir ağları (CNN) kullanılarak, modülasyon formatları, iki boyutlu faz-kare histogram özellikleriyle tanımlanmıştır.

Gelişmiş modülasyon formatları, yalnızca daha hızlı veri iletimi sağlamaz, aynı zamanda düşük sinyal-gürültü oranı (SNR) koşullarında bile yüksek performans sergileyebilmektedir. Bunun yanında, yeni modülasyon formatları, daha düşük enerji tüketimi ve daha verimli spektrum kullanımı sağlar, böylece ağ kapasitesinin verimli bir şekilde artırılmasına olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak, gelişmiş modülasyon formatları, fiber-optik iletişim sistemlerinin performansını artırmak ve ağ kapasitesini genişletmek için kritik bir teknoloji haline gelmiştir. Bu formatlar, özellikle veri yoğun uygulamaların arttığı günümüz dünyasında, ağların daha verimli ve esnek bir şekilde çalışmasını sağlamak için büyük bir potansiyel taşımaktadır. Optik iletişim sistemlerinin geleceği, bu gelişmiş teknolojilerin daha fazla entegrasyonu ve daha verimli kullanımı ile şekillenecektir. (Dong ve Yu, 2023)

### 4.5.3. C+L Bant İletim Teknolojileri

L-band veya uzun bant, karasal DWDM optik ağlarının kapasitesini genişletmek amacıyla C-bandının hemen bitişiğindeki bir dalga boyu bandı olarak kullanılmaktadır. Şimdi ise bu bant, denizaltı kablo operatörleri tarafından da kablo kapasitesini artırmak için değerlendirilmektedir. Denizaltı ağları, küresel İnternet trafiğinin %99'undan fazlasını taşıyan ve çoğunlukla görünmeyen ancak kritik bir rol oynayan altyapılardır. Karasal ağlar önemli bağlantılar sağlasa da, denizaltı kabloları kıtalar arası veri iletiminde çok daha büyük bir paya sahiptir. Mevcut büyüme eğilimlerinin hız kesmeden devam ettiği bir dönemde, denizaltı kablo operatörleri, ağ kapasitesini artırarak talepleri karşılamak için yeni yollar aramaktadır. Geçmiş yıllarda optik fiber üzerinde dijital verilerin iletilmesinde kullanılan On-Off-Keying (OOK) teknolojisi sınırlı kapasiteye sahipti. Ancak geniş bant ve yüksek veri talepleriyle birlikte, tek bir fiber üzerinde daha fazla kanal iletmek mümkün olmadığından, sektörde halihazırda yerleştirilmiş fiber altyapılarından daha fazla verim almak için yeni çözümler aranmıştır.

Geleneksel olarak, fiber sağlayıcıları 1530 nm ile 1565 nm arasındaki C bandını kullanıyordu. Ancak, çok yüksek kapasiteli ve kısıtlı rotalarda bu yöntem hızla sınırlarına ulaşmıştır. Bu nedenle, sektörde C bandının hemen üzerindeki 1565 nm ile 1625 nm arasındaki L bandı kullanılmaya başlanmıştır. L bandının kullanımı, daha yüksek kapasite ve daha verimli spektrum kullanımı sağlamaktadır. Şimdi, karasal alanda uygulanan bu teknolojiler denizaltı kablo sektörüne de uyarlanmaktadır. Firmalar, C ve L bandlarını desteklemek için mevcut denizaltı hattı sonlandırma ekipmanlarını (SLTE) güvenilir bir şekilde uyarlamakta ve bu sayede denizaltı rotaları boyunca optik spektrumu daha verimli kullanarak kapasiteyi iki katına çıkarmaktadır. L bandının kullanımı, denizaltı fiber optik altyapılarında sanallaştırma teknolojilerini kullanarak farklı son kullanıcılar arasında optik spektrumun mantıksal olarak bölümlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu sayede her kullanıcı, paylaşılan fiberin sadece bir kısmını görerek daha esnek ve farklılaştırılmış hizmetler alabilmektedir. Sonuç olarak, C ve L bantlarının birlikte kullanımı, denizaltı ağlarının kapasitesini artırarak, daha verimli, esnek ve ölçeklenebilir bir iletişim altyapısı sağlamaktadır. (Ciena, 2025)

## 5. DENİZALTI KABLO AĞLARININ İŞLETİMİ, YÖNETİMİ VE HUKUKİ ÇERÇEVESİ



Günümüzün küreselleşen dünyasında bilgi ve veri akışı, ekonomik ve sosyal yapıların temel taşlarından biri haline gelmiştir. Bu akışın bel kemiğini ise, okyanusların ve denizlerin altından geçen yüksek kapasiteli fiber optik kablolar oluşturmaktadır. Denizaltı kablo ağları, kıtalar arası internet erişimi, uluslararası finans sistemleri ve küresel iletişim altyapısının sürekliliği açısından kritik bir rol üstlenmektedir.

Sistemin bütünlüğünü sağlamak; fiziksel hasar, siber tehditler ve doğal afetler gibi risklere karşı sürekli izleme, bakım ve yönetim süreçlerinin yürütülmesini gerektirir. Bu bağlamda, denizaltı kablo ağlarının işletimi ve yönetimi; özel sektör, devlet kurumları ve uluslararası kuruluşların iş birliğini zorunlu kılan çok boyutlu bir yönetime işaret etmektedir. Bu altyapının güvenli, kesintisiz ve verimli bir şekilde işletilmesi ve yönetilmesi, hem teknik hem de stratejik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Bununla birlikte, bazı denizaltı kablo güzergâhları diğerlerine kıyasla daha gelişmiştir. Örneğin, Afrika gibi bazı bölgelerde ülkeler hâlâ iletişim ihtiyaçlarını karşılayacak yeterli denizaltı kablo altyapısına sahip değildir. Ayrıca mülkiyet yapılarında değişim yaşanmaktadır. Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere Amazon, Google, Meta ve Microsoft gibi büyük teknoloji şirketleri, denizaltı kablo altyapısına giderek daha fazla yatırım yapmakta ve özel sermaye ile altyapı odaklı yatırım fonları gibi daha çeşitli finansman kaynakları da ortaya çıkmaktadır. Diğer bir taraftan, kamu-özel sektör ortaklıkları da bu alanda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Çeşitli ülkelerde, bağımsız ve güvenilir bağlantıların sağlanmasını teşvik etmeye yönelik kamu politikaları çerçevesinde, denizaltı kablolarının kurulumunu destekleyen yeni düzenlemeler benimsenmiştir. Yeni iletişim güzergâhlarının araştırılması, bazı aktörler açısından dijital ticaret ve iletişim fırsatları oluşturmaktadır. (Cullen, 2024)

Ayrıca denizaltı kablolarının kontrolüne ilişkin jeopolitik dinamikler de önem kazanmaktadır. Bazı ülkeler, siber güvenlik tehditleri ve diğer ülkelerin müdahaleleri gibi gerekçelerle denizaltı kablo altyapısını korumaya yönelik politikaları teşvik etmektedir. İklim değişikliği nedeniyle artan doğal afetler de dâhil olmak üzere, kabloların çevresel tehditlere karşı korunması güncel politika gündeminde yer almaktadır.

### **5.1. Mülkiyet Türleri ve Aktörler**

Denizaltı kablo ağlarının işletimi ve yönetimi, genellikle küresel telekomünikasyon operatörlerinin, büyük teknoloji şirketleri ve özel yatırımcıların oluşturduğu konsorsiyumlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu ağlar, kıtalar arası veri trafiğinin ve internetin bel kemiğini oluşturmakta, dolayısıyla işletmeleri karmaşık ve çok ortaklı bir yapıyı gerektirmektedir. Denizaltı kabloları, tek bir kuruluş ya da birden fazla kuruluş tarafından sahiplenilebilmektedir.

Küresel denizaltı kablo tedarik pazarına bakıldığında pazara, Avrupa menşeli Alcatel Submarine Networks (ASN), Amerika Birleşik Devletleri'nden SubCom, Japonya'dan Nippon Electric Company (NEC) ve Çin'den HMN Technologies (eski adıyla Huawei Marine Networks) şeklinde dört büyük şirketin hâkim olduğu görülmektedir. Fransa merkezli Alcatel Submarine Networks (ASN)'dir. 2024 yılı itibarıyla ASN, 2020–2024 döneminde kurulan yeni sistemler ve üretilen toplam kablo kilometresi açısından pazar lideri konumunda bulunmaktadır. ASN ayrıca tedarikçi bazında planlanan sistem sayısında da rakiplerinin önünde yer almıştır. Diğer kayda değer Avrupalı denizaltı kablo tedarikçileri arasında, kablo ve kablo parçaları üretmekle birlikte kurulum veya bakım hizmeti sunmayan Birleşik Krallık merkezli Xtera ile Telecom Italia'nın denizaltı kablo birimi Sparkle bulunmaktadır.

ASN Avrupa'da bir denizaltı kablo kurulumunda sektör lideri olsa da kıta, yeni kablo yatırımları ve inşasında hâkimiyet kuran ABD'li hiperskaler şirketlere rakip olabilecek bir aktörden yoksundur. Bu büyük aktörlerin artan varlığı, gelecekteki kablo planlamaları ve yatırımlarında daha küçük Avrupalı şirketleri geri plana itme riski taşımaktadır. Dahası, yeni aktörlerden gelen siparişlerdeki artışa rağmen ASN gibi kablo üreticilerinin kâr marjları görece düşük kalmaktadır. (Besh ve Brown, 2024)

1955 yılında iletişim sektörüne girişinden bu yana deniz altı kablo tasarımı , üretimi ve dağıtımında küresel bir liderlerden biri olan SubCom ise 1 milyon kilometreden fazla denizaltı kablo döşeyen ilk şirket olmuştur. Duyurduğu Artic Way Cable adlı yeni projesinde şirket, tamamen Kuzey Kutup Dairesi içinde yer alan ve dünyanın en kuzeydeki deniz altı kablo sistemi kurmayı hedeflemektedir. Bu projede Norveç Ticaret, Sanayi ve Balıkçılık Bakanlığı'na bağlı Space Norway ile çalışılacak olup, Arctic Way Cable projesi, Norveç hükümeti tarafından 250 milyon ABD doları maliyet çerçevesiyle onaylanmıştır. Arctic Way Kablo Sistemi, Norveç anakarasını Svalbard takımadalarına bağlayan 2004 yılında hizmete hazır hale getirilen ve 25 yıllık hizmet ömürlerinin sonuna yaklaşan mevcut deniz altı kablosu olan Svalbard Fiber'in yerine kullanılması amaçlanmaktadır. 2028 yılında hizmete girmesi planlanan bu yeni Arctic Way Kablo Sistemi, 2.350 km uzunluğunda olacak ve anakara, Jan Mayen ile Svalbard arasındaki veri trafiğinin iletimi için kritik bir sistem haline gelecektir (Qui, 2025).

Denizaltı kablo sistemlerinin önde gelen tedarikçilerinden biri olan Nippon Electric Company (NEC), 400.000 kilometreden fazla kablo üretmiş ve 20 fiber çiftine kadar destekleyen denizaltı kablo tasarımları oluşturmuştur. Bununla birlikte NEC, tek dalga boyunda 800 Gbit/s mertebesine ulaşan uzun mesafe optik denizaltı iletim denemeleriyle kapasite ve verimlilik çalışmaları da yürütmektedir. NEC'nin yakın dönemdeki amiral projelerinden biri ise Asia Direct Cable (ADC) sistemidir. Yaklaşık 9.400–10.000 km uzunluğundaki bu kablo sistemi; Çin (Hong Kong ve Shantou), Japonya, Filipinler, Singapur, Tayland ve Vietnam gibi Doğu ve Güneydoğu Asya'nın kritik merkezlerini birbirine bağlamaktadır. Kablo sistemi 8 fiber çiftine sahip, 160 Tbps'in üzerinde tasarım kapasitesi sunmakta, bölgenin veri trafiği ve bulut hizmetleri için önemli bir omurga görevi görmektedir. Bu tür projeler, NEC'nin hem optik iletim teknolojilerinde hem de büyük ölçekli altyapı projelerinin proje yönetimi ve uygulamasında küresel bir oyuncu olduğunu göstermektedir. (NEC, 2025)

Çin merkezli HMN Technologies (eski adıyla Huawei Marine Networks), dünya genelinde 108.000 km'den fazla denizaltı ağ sistemi devreye alarak çok sayıda akıllı bilgi iletişim projesi yürütmektedir. Son on yılda, HMN Technologies 60.000 kilometre denizaltı kablosu döşeyen 108 projeyi tamamlamış, Çin devletinin önemli desteği sayesinde HMN Technologies, son on yılda en hızlı büyüyen denizaltı kablo üreticisi olarak ortaya çıkmıştır (Rahman, 2024).

**Şekil 12. Denizaltı Kablo Ekosistemindeki Ana İşletmeler**

		Avrupa Birliği	Çin	ABD	Japonya
Denizaltı Kablo Sistemi Sağlayıcıları		• ASN (Fransa)	• HMNTech	• Subcom	• NEC
Tedarik Zinciri	Kablo Yükleniciler	• ASN (Fransa) • Nexans (Fransa) • NSW (Almanya)	• HMNTech	• Subcom	• NEC
	Optik Fibre	• Nexans (Fransa) • NSW (Almanya)	• HengTong Fibre	• Corning • OFS	• Sumitomo Electric
	Optik Tekrarlayıcılar	• ASN (Fransa)	• HMNTech	• Subcom	• NEC
	Optik Pompalama			• Lumentum • Coherent Corp	
	SLTE ve Transponderler	• ASN (Fransa) • Nokia (Finlandiya)	• Huawei	• Infinera • Ciena	• NEC
	Mikroçip Tasarımı ve Dökümü	• Nokia/TSMC • Nokia/Samsung	• Huawei/SMC	• Ciena/TSMC • Samsung	• NEL/TSMC, UMC

*Kaynak: Submarine Cable Infrastructures Informal Expert Group, 2025*

Küresel İnternet trafiğinin yaklaşık %97–98'i denizaltı kabloları üzerinden taşınmaktadır. AB, önemli bir karasal ağ altyapısına sahip olmasına rağmen, dünyanın diğer bölgelerine kıyasla denizaltı kablolarına daha az bağımlı değildir. Dolayısıyla, AB'nin ekonomik güvenliği açısından dayanıklı denizaltı kablo altyapılarına sahip olmak ve AB dışı aktörlere olan bağımlılığı azaltmak kritik önemdedir; bu durum AB'nin rakipleri için de benzer şekilde geçerlidir. Son on yılda, AB'de geleneksel telekomünikasyon işletmecilerinin elinde bulunan denizaltı kablo kapasitesinin payı hızla azalırken, ABD merkezli hiperskal şirketler küresel ölçekte ayak izlerini istikrarlı biçimde genişletmektedir. Hiperskal şirketler hâlihazırda ABD–Avrupa arasındaki kablo güzergâhındaki toplam kapasitenin %90'ına sahiptir ve Avrupa–Afrika ile Avrupa–Asya güzergâhlarındaki paylarını da artırmaktadır.

Kıtalararası denizaltı kablolarına yönelik Avrupa yatırımlarının yetersizliği, bazı güzergâhlarda kapasite gereksinimlerinin karşılanmasında AB Üye Devletlerinin büyük ölçüde AB dışı aktörler tarafından döşenen denizaltı kablolarına bağımlı olmasına yol açmaktadır. Geleneksel telekomünikasyon işletmecilerinin bölgesel kablo sistemlerine yönelik yatırımları, finansal baskılar ve sınırlı ticari beklentiler nedeniyle azalmıştır. Bu durum büyük ölçüde ikincil güzergâhlardaki trafik azalması ve diğer aktörlerden kaynaklanan artan rekabetle ilişkilidir.

AB denizaltıları kablo kurulum güçlü yetkinliklere sahiptir. Örneğin, merkezi Fransa'da bulunan Alcatel Submarine Networks (ASN), küresel ölçekteki üç ana denizaltı kablo tedarikçisinden biridir. Bununla birlikte, AB kablo tedarik zincirinde kritik düzeyde AB dışı bağımlılıklara da sahiptir. Örneğin, uzun mesafeli denizaltı kablolarında kullanılan optik fiberler yalnızca ABD ve Japonya merkezli şirketler tarafından üretilmektedir; tekrarlayıcılardaki optik pompalar sadece ABD şirketleri tarafından imal edilmektedir; transponderler için mikroçiplerin üretimi ve tedariki ise büyük ölçüde Tayvan ve Kore merkezli sağlayıcıların kontrolü altındadır. (Submarine Cable Infrastructures Informal Expert Group, 2025)

Genel olarak denizaltı kablolarında dört farklı mülkiyet türü bulunmakta olup bu mülkiyet türleri şu şekildedir;

### 5.1.1. Özel İletişim Hizmeti Sağlayıcıları

20 yıldan daha uzun süre önce devreye alınan denizaltı kablolarının, %75'i özel iletişim hizmeti sağlayıcılarına ait olup, zamanla bu oran giderek azalmıştır. 2019 ile 2023 yılları arasında devreye alınan denizaltı kablolarının yalnızca %50'si özel telekom gruplarına ait olup, bu oranın 2024 ile 2027 yılları arasında daha da azalması beklenmektedir. Güneydoğu Asya ve Avustralya, Doğu Timor, Guam ve ABD'yi birbirine bağlayan 18.000 km uzunluğundaki Asia Connect Cable System (ACC-1), Indosat Ooredoo Hutchison (IOH) ve Inligo Networks tarafından işletilmektedir (Cullen, 2024).

### 5.1.2. Devlet Mülkiyetindeki Kuruluşlar

2019 ile 2023 yılları arasında devlet destekli denizaltı kablo konuşlandırmalarında önemli bir artış yaşanmıştır. Devlet destekli denizaltı kablo konuşlandırmalarında önemli bir artış yaşanmaktadır. Hükümetler, denizaltı kablo endüstrisini, yerel aktörler için veri ekonomisinde yeni fırsatlar yaratmak ya da uluslararası düzeyde etkilerini artırmak amacıyla stratejik bir araç olarak değerlendirmektedir. 2027 yılına kadar daha fazla konuşlandırma planlanmaktadır.

Örneğin, Polar Express, Rusya tarafından Kuzey Kutup bölgesine konuşlandırılmış bölgesel bir denizaltı sistemidir. Tamamen devlet tarafından finanse edilen bu yeni sistem, her biri 52–104 Tbps kapasiteye sahip 6 çift optik fiber içerir ve toplam uzunluğu 12.650 km'dir. Genel olarak, hükümetler, denizaltı kablo endüstrisini, yerel aktörler için veri ekonomisinde yeni fırsatlar yaratmak ya da uluslararası düzeyde etkilerini artırmak amacıyla stratejik bir araç olarak değerlendirmektedir. Proje ile Kuzey Deniz Rotası boyunca trans-arktik bir denizaltı iletişim hattı oluşturulması amaçlanmakta olup 2035 yılına kadar sürecek olan Rusya'nın Dijital Ekonomi Gelişim Stratejisi doğrultusunda hayata geçirilmesi planlanmaktadır.

Avustralya hükümeti, Ocak 2022'de Tonga'da meydana gelen volkan patlamasının ardından ülkenin denizaltı kablo altyapısının yeniden kurulmasına doğrudan müdahalede bulunmuştur. Kablo, Digicel Pacific tarafından onarılarak Temmuz 2022'de Avustralya hükümeti tarafından satın alınan Telstra aracılığıyla yeniden hizmete alınmıştır. Avustralya hükümeti, Telstra'nın stratejik satın alımını desteklemek ve Avustralya'nın Pasifik'teki etkisini artırmak amacıyla Export Finance Australia (EFA) üzerinden 1,33 milyar ABD doları tutarında destek sağlamıştır. 2023–2030 Avustralya Siber Güvenlik stratejisi, Avustralya–Pasifik Altyapı Ortaklığı (AIPFF) aracılığıyla finanse edilen Çin karşıtı projeleri de içeren, denizaltı kabloları için 87 milyon ABD doları tutarında bir yatırım öngörmektedir. Bu girişimler, Pasifik bölgesinde Avustralya'nın çıkarlarına hizmet etmeyi amaçlamaktadır. (Cullen, 2024).

Çin'in "Made in China 2025" stratejisi, küresel fiber-optik iletişim pazarındaki payını artırmayı hedeflemektedir. Çinli telekom operatörleri, denizaltı kablo sistemlerini döşemek üzere küresel ölçekte sözleşmeler imzalamaktadır. Huawei grubuna bağlı HMN Technologies, bu alandaki önde gelen üreticilerden biri hâline gelmiştir. The Atlantic Council, Çin'in 1990'larda Atlantik'teki ilk bağlantısından bu yana 62 sistemle 39 iniş noktasında 57 bağlantı sağladığını ve özellikle Afrika, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da (MENA) büyüyen varlığına dikkat çekmektedir. Çin, denizaltı kablo altyapılarında uluslararası iş birliğini teşvik etmektedir ve "Çinli firmaların uluslararası sulardaki denizaltı kablolarında yer almasının" desteklediği bir resmi politika izlemektedir. Çin, BM Deniz Hukuku Sözleşmesi'ne (UNCLOS) üyedir ve kablo güvenliğine dair uluslararası düzenlemeleri savunmaktadır.

Avrupa Bağlantı Tesisleri (CEF) Dijital programı kapsamında, AB'nin Avrupa içi ve üçüncü ülkelerle yeni ya da mevcut dijital altyapıları (ör. denizaltı kabloları) desteklemesi öngörülmektedir. Örneğin, MEDUSA sistemi, Cezayir, Mısır, Fas ve Tunus'u AB ile bağlamayı amaçlayan bir projedir. Bu kapsamda AB Komisyonu, 2023 yılı itibarıyla 330 milyon Avro (352,74 milyon ABD doları) mobilize etmiştir. Bu kapsamda Karadeniz bölgesine yönelik dijital ağ yatırımları da desteklenmektedir.

Japonya, 2023'te 440 milyon ABD dolarlık bir fon tahsis ederek Tokyo dışında yeni denizaltı kablo iniş istasyonları kurmayı ve altyapıda tam ölçekli merkezsizleşmeyi gerçekleştirmeyi planlamaktadır. Bu sayede, siber riskleri azaltmayı hedeflemektedir (Cullen, 2024).

### 5.1.3. Büyük Teknoloji Şirketleri

Google ve Meta gibi büyük teknoloji şirketlerinin bu sektördeki rolü, sadece kapasite kiralamaktan denizaltı kablo sistemlerine doğrudan sahip olmaya kadar geçen süreçte giderek evrilmiştir. Son on yılda, özellikle Google, Meta (Facebook), Microsoft ve Amazon gibi içerik sağlayıcılar, uluslararası bant genişliğinin ve düşük gecikmenin kendileri için kritik hale gelmesiyle, kablo sistemlerine doğrudan yatırım yapmaya ve hatta tek başına sahip olmaya (örneğin Google'ın Curie, Meta'nın Anjana kabloları) başlamışlardır. Bu doğrultuda, büyük şirketler tarafından sağlanan küresel veri ağı kapasitesi, bazı analizlere göre geleneksel telekom sağlayıcılarının sağladığı kapasiteyi aşmıştır (Ciena, 2024). 2024 ile 2027 yılları arasında devreye alınacak 80 yeni kablonun %16'sı (13 kablo) büyük teknoloji şirketlerine ait olacağı öngörülmektedir. Anjana kablo sistemi, Myrtle Beach (Güney Karolina) ile Santander (İspanya) şehirlerini birbirine bağlayan 7.121 km uzunluğundaki bir denizaltı kablo sistemidir. Anjana, Meta tarafından sahiplenilmiş ve işletilmektedir. Google'da bu alanda güçlü adımlar atmış, Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşik Krallık'ı birbirine bağlayan Grace Hopper kablosu 2022'de hizmete girmiştir (Blue Tech Wave, 2025). Bu doğrultuda, Ocak 2024'te, ABD hükümeti, Google ve Meta'nın ABD-Hindistan arasında yeni bir kablo hattı inşa etme planlarını onaylamıştır. Project Waterworth olarak adlandırılan bu girişim tamamlandığında, beş büyük kıtaya ulaşması ve 50.000 kilometreden fazla uzunluğa sahip olması beklenmektedir. Bu yönüyle Project Waterworth, dünyanın en uzun ve en yüksek kapasiteli deniz altı kablo projesi olma özelliğini taşımaktadır.

Project Waterworth, Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan, Brezilya, Güney Afrika ve diğer önemli bölgelere sektör lideri bağlantı kapasitesi sunmayı hedeflemektedir. Bu proje ile ekonomik iş birliğini güçlendirilmesi, dijital kapsayıcılığın artırılması ve bu bölgelerde teknolojik gelişim için yeni fırsatların oluşturulması amaçlanmaktadır.

Denizaltı kablo projeleri, küresel dijital altyapının omurgasını oluşturmaktadır. Bu sistemler, dünya okyanusları boyunca gerçekleşen kıtalar arası trafiğin %95'inden fazlasını taşımakta ve dijital iletişim, video deneyimleri, çevrimiçi işlemler gibi sayısız dijital etkinliğin kesintisiz biçimde sürdürülmesini sağlamaktadır. Project Waterworth, üç yeni okyanus koridoru açmak suretiyle dünyanın dijital otoyollarının ölçeğini ve güvenilirliğini artırmayı hedeflemektedir. Böylelikle, proje yapay zekâ inovasyonunu küresel ölçekte desteklemek için gerekli yüksek hızlı ve yüksek kapasiteli bağlantıyı temin etmektedir. Project Waterworth ile birlikte, mühendislik tasarımı daha da ileriye taşınmakta, kablo dayanıklılığı artırılmakta ve dünyanın en uzun 24 fiber çiftli kablo projesi inşa edilmektedir. Ayrıca, kablonun mümkün olan en büyük kısmı yaklaşık 7.000 metre derinliğe kadar ulaşan derin sularda döşenmekte ve sığ kıyı sularındaki yüksek riskli fay bölgelerinde, gemi çapaları veya diğer tehlikelerden kaynaklanabilecek olası hasarların önüne geçebilmek amacıyla gelişmiş gömme teknikleri uygulanmaktadır. (Nagarajan ve Aime, 2025)

**Şekil 13.** Project Waterwoth Denizaltı Kablo Hattı



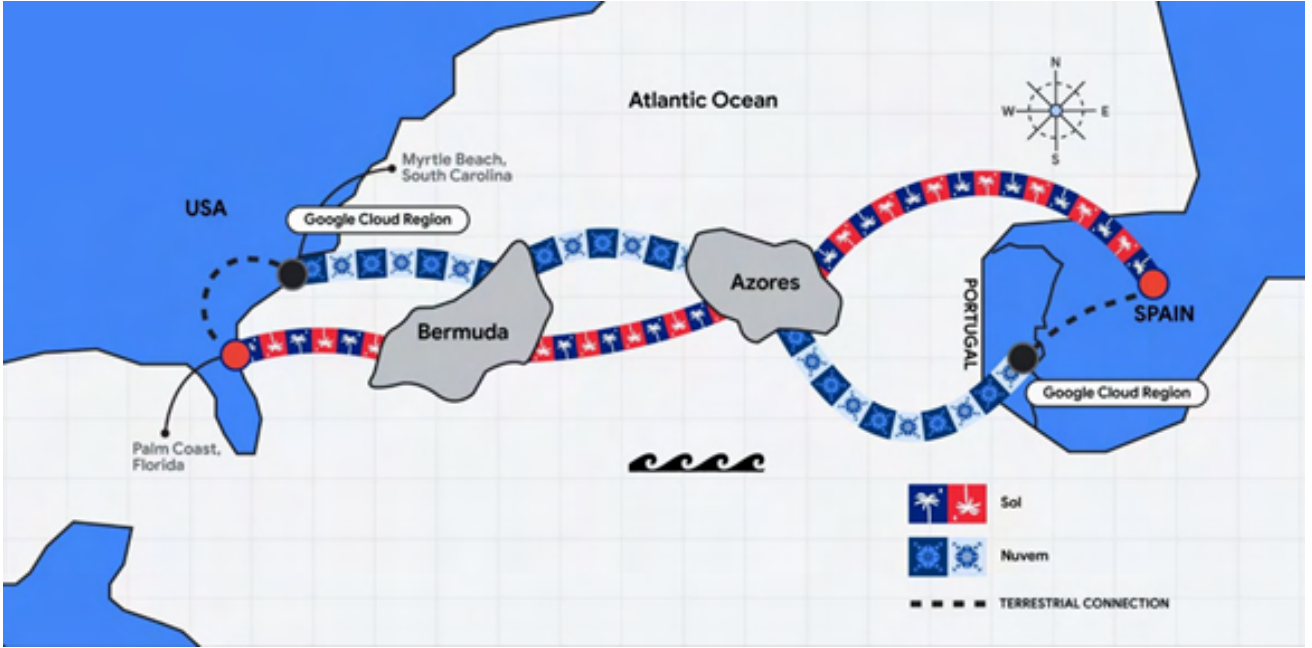
*Kaynak: Nagarajan ve Aime, 2025*

Amazon ise İrlanda ile Amerika Birleşik Devletleri'ni birbirine bağlayacak bir deniz altı kablo sistemi kurmayı planlamaktadır. Amazon'un İrlanda birimi, İrlanda Deniz Alanı Düzenleyici Kurumu'na (Maritime Area Regulatory Authority) bir 2024 yılında başvuru yapmış ve önerilen transatlantik fiber optik kablo sistemi için jeofiziksel araştırma ve saha incelemeleri gerçekleştirmek üzere çalışmaları başlatarak kablo güzergâhı ve iniş noktası seçeneklerinin değerlendirilmesini amaçlamıştır. Kablonun, Cork'taki Castlefreke bölgesinden başlayarak Kelt Denizi ve Atlas Okyanusu'nu aşarak Amerika Birleşik Devletleri'nin doğu kıyısında henüz belirlenmemiş bir noktaya ulaşması planlanmaktadır.

Amazon ayrıca, İrlanda'yı Birleşik Krallık'a bağlayacak Beaufort kablo projesinde Vodafone ile birlikte çalışmaktadır. İrlanda tarafında, Wexford'daki Kilmore Quay bölgesinde yer alan eski ESAT 1 iniş istasyonuna, Birleşik Krallık tarafında ise Bude (İngiltere) ve Port Eynon (Galler) bölgelerine ulaşacak şekilde kablo hattı güzergahı planlanmıştır (DCD, 2025).

Google'da Amerika Birleşik Devletleri, Bermuda, Azor Adaları ve İspanya'yı birbirine bağlayacak yeni bir transatlantik deniz altı kablo sistemi olan Sol'u duyurmuştur. Google şirketinin Nuvem deniz altı kablosu ile birlikte Sol sistemi hem Amerika Birleşik Devletleri ve İberya'da hem de Bermuda ve Azor Adaları'nı karasal olarak birbirine bağlanmaktadır. Sol kablosu Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmekte ve faaliyete geçtiğinde, dünyanın dört bir yanındaki 42 Google Cloud bölgesinden oluşan ağ kapasitesini ve güvenilirliğini güçlendirmektedir. Aynı zamanda Amerika, Avrupa ve ötesinde Google Cloud ve yapay zekâ hizmetlerine yönelik artan müşteri taleplerini karşılamaya yardımcı olmaktadır. Florida eyaletindeki Palm Coast, Sol kablosunun Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ana karaya çıkış noktası olarak hizmet verecektir. Proje tamamlandığında, Sol denizaltı kablosu Florida ile Avrupa arasında hizmet veren tek fiber optik kablo sistemi olma özelliğini taşıyacaktır. İspanya'da, kablonun Santander kentinde karaya çıkabilmesi için gerekli altyapı Telxius iş birliğiyle sağlanmakta ve Madrid'deki Google Cloud bölgesinin küresel ağa entegrasyonu güçlendirilmektedir (Google Cloud, 2025).

Şekil 14. Nuvern ve Sol Denizaltı Kablosu Hattı



Kaynak: Google Cloud, 2025

Bu tür projeler sayesinde teknoloji şirketleri, bulut bilişim ve video akışı gibi hizmetlerini yüksek hızda ve minimum gecikmeyle sürdürebilmektedir.

### 5.1.4. Yatırım Fonları

Yatırım fonlarında ise genellikle diğer şirketlerle oluşturulan konsorsiyumlar aracılığıyla denizaltı kablolarında hisse edinilmektedir. Bununla birlikte önümüzdeki birkaç yıl içinde bu varlık sınıfına olan ilginin artması beklenmektedir. Bu tür yatırımların, işletmedeki tüm denizaltı sistemlerinin %24'ünü temsil ettiği ifade edilmektedir. Sektör analistleri, bu artan rolün yalnızca finansal stratejilere dayanmadığını, aynı zamanda kamu-özel sektör iş birliğinin büyüyen bir parçası olduğunu belirtmektedir. Ocak 2024'te, I Squared Capital'e ait olan Asya merkezli altyapı firması Lightsource, ABD ile Japonya ve Avustralya'yı birbirine bağlayan üç denizaltı kablosunda hisse satın almıştır.

Bunlardan biri, Avrupa menşeli Fransa merkezli Alcatel Submarine Networks (ASN) şirkettir. Söz konusu şirket, Amerika Birleşik Devletleri'nden SubCom, Japonya'dan Nippon Electric Company (NEC) ve Çin'den HMN Technologies (eski adıyla Huawei Marine Networks) ile rekabet etmektedir. 2024 itibarıyla ASN, hem 2020–2024 yılları arasında kurulan yeni sistemler hem de üretilen toplam kablo kilometresi açısından bu büyük rakipleri arasında piyasa lideri konumundadır. ASN, aynı zamanda tedarikçiler bazında planlanan sistem sayısında da rakiplerinin önünde yer almaktadır. Diğer dikkate değer Avrupa merkezli denizaltı kablo tedarikçileri arasında, kablo ve kablo parçaları üretimi yapan ancak kurulum ya da bakım hizmeti sunmayan Birleşik Krallık merkezli Xtera ile Telecom Italia'ya ait Sparkle denizaltı kablo birimi bulunmaktadır (Cullen, 2024). Ayrıca Sparkle ile Turkcell yeni bir denizaltı kablosu için mutakabat zaptı imzalamış ve Türkiye ile Avrupa'yı birbirine bağlayan 4.000 km'lik çeşitlendirilmiş bir rota inşa edileceği açıklanmıştır. Planlanan kablonun fiber çifti başına 25Tbps'den fazla taşıma kapasitesine sahip olacağı bildirilmiştir (DCD, 2025).

### **5.2. Denizaltı Haberleşme Kablolarının Kurulum Süreci**

Denizaltı kablo sistemlerinin kurulumu, sistemin genel yapısını gösteren düz hat (straight line) diyagramına dayanmaktadır. Bu çizgi formatlı diyagram, denizaltı sistemine ait bileşenler olan kablolar ve tekrarlayıcılar (repeaters) arasındaki bağlantıyı açık şekilde göstermektedir. İlgili diyagram doğrultusunda kablolar ve tekrarlayıcılar kendi fabrikalarında üretilmekte; daha sonra tekrarlayıcılar, kablo fabrikasına taşınarak burada kablolarla birleştirilmekte ve kesintisiz bir iletişim hattı oluşturulmaktadır. Montajı tamamlanan sistem, müşteri nezaretinde gerçekleştirilen performans testlerinden başarıyla geçtikten sonra, yükleme ve sevkiyat işlemleri için hazır hâle gelmektedir. Bu aşamada kablolar, kablo çekme makineleri yardımıyla fabrikadan kablo gemisine aktarılmakta ve liman işçileri tarafından geminin kablo tanklarına sarılmaktadır. Yükleme işlemi günün 24 saati kesintisiz olarak sürdürülmekte ve 1.000 kilometrelik bir kablo sisteminin yüklenmesi yaklaşık bir hafta almaktadır. Yükleme işleminin tamamlanmasının ardından, kablo gemisi kablo döşeme işleminin gerçekleştirileceği sahaya doğru hareket etmektedir.



Kablo döşeme süreci, balıkçılık gibi deniz tabanını kullanan diğer sektörlerle çakışmaları önlemek amacıyla dikkatle planlanmakta ve yürütülmektedir. Denizaltı kablolarına yönelik başlıca dışsal risklerden biri olan balıkçılık faaliyetleriyle uyum sağlanabilmesi amacıyla, kablolar çoğunlukla deniz tabanı yüzeyine bırakılmak yerine, altına gömülerek döşenmektedir. Bu bağlamda, gömme işleminin gerçekleştirileceği kesimlerde kablo kurulumu öncesinde güzergâh temizliği yapılmaktadır. Deniz tabanında bulunan atıklar –örneğin eski balıkçı ağıları, halatlar, batık gemiler ve çapalar– kablo gömme işlemi engellememesi için 'grapnel' adı verilen özel bir temizleme ekipmanı ile çekilerek kaldırılmaktadır.

Kablo gemisinin sahaya ulaştığında gerçekleştirdiği ilk işlem, sistemin bir ucunu kıyıdaki terminal istasyonuna bağlamak üzere kablonun karaya çıkarılmasıdır. Kablo, gemiden su yüzeyine yüzer şekilde bırakılmakta ve kıyı bağlantısı bu şekilde sağlanmaktadır. Bu aşamadan sonra, sistemin derin deniz bölümüne geçilmeden önce kablonun gömülmesi işlemine başlanmaktadır. Kablo gömme işlemi, tarımsal toprak işleme faaliyetlerini andıran bir yöntemle gerçekleştirilmektedir; çekilen gömme ekipmanı deniz tabanında bir hendek açmakta ve kablo, bu hendek boyunca gömülmektedir. Gömme derinliği kullanılan ekipmana bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle 3 metreye kadar ulaşabilmekte ve bu işlem yaklaşık 1.000 metre derinliğe kadar olan bölgelerde yapılmaktadır; zira balıkçılık faaliyetleri bu derinliğe kadar yoğun olarak sürdürülmektedir. Daha derin bölgelerde ise kablolar doğrudan deniz tabanı üzerine serilerek döşenmektedir.

Kablo gemileri, bu iş için özel olarak tasarlanmış ve büyük kapasiteli kablo tanklarına sahip gemiler olmaktadır. Gemiler, kabloların bükülmesini önleyecek geniş çaplı makaralar, otomatik kablo motorları, güç besleme üniteleri ve elektriksel/optik test cihazları ile donatılmaktadır. Gemi personeli 24 saat esasına göre, genellikle 2 ila 3 vardiya hâlinde çalışmakta ve her biri 40 ila 50 kişiden oluşan ekiplerle döşeme operasyonlarını yürütmektedir. Ayrıca, kablo üreticisi firma, gemiye kablo döşeme süpervizörleri ve test uzmanları göndererek sistemin sürekli olarak izlenmesini sağlamaktadır. Kurulumun süresi, sistemin uzunluğu ve karmaşıklığına bağlı olarak değişmekle birlikte, kablo yüklemesinden kurulumun tamamlanmasına kadar geçen süreç bir ila altı ay arasında sürebilmektedir. Gerektiği durumlarda birden fazla kablo gemisi eşzamanlı olarak görev alabilmektedir. Tüm kurulum işlemleri tamamlandıktan sonra, sistemin genel performansı test edilmekte ve müşteriye teslim edilerek sistem devreye alınmaktadır. (Ohta ve Nishiyama, 2010)

### **5.3. Denizaltı Haberleşme Kablolarının Bakım ve Onarım Süreçleri**

Denizaltı kablo sistemleri, yüksek veri iletim kapasitesi ve küresel iletişimin sürekliliği açısından kritik bir altyapı unsuru olsa da doğal afetler, gemi çapaları, balıkçılık faaliyetleri, sismik hareketler ve zamanla oluşan malzeme yorgunluğu gibi çeşitli tehditlere karşı son derece hassastır. Bu nedenle, bu kabloların işletim ömrünü uzatmak ve hizmet sürekliliğini sağlamak amacıyla etkili bakım ve hızlı onarım süreçlerinin hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bakım ve onarım faaliyetleri, yalnızca arıza sonrası müdahale ile sınırlı kalmamakta; aynı zamanda periyodik izleme, arıza öncesi kestirimci analizler ve risk haritalandırmaları gibi önleyici stratejileri de içermektedir.

Standartlara uygun döşenmiş denizaltı kablolarının ortalama 25 yıl olan ömürlerini sürdürebilmeleri için düzenli olarak bakıma ve korunmaya ihtiyacı bulunmaktadır. Kıyı çıkışlarında dalgaların aşındırıcı etkileri, akıntılar, deniz suyundan kaynaklanan oksitlenmeler koruma ekipmanlarını düzenli bakıma muhtaç kılmaktadır. Bu kapsamda, denizdeki şamandıraları, sualtındaki eklemlili koruma borularını ve sahil menhollerinin bakımlarını gerçekleştirilerek kablonun korunmasını sağlanmalıdır (Gatemarine, 2025).

Bir kablo hasar gördüğünde, tek odak noktası kabloyu mümkün olan en kısa sürede onarmak olmaktadır. Kablo sahipleri, kablo onarım gemisi operatörleriyle bireysel olarak veya bir konsorsiyumun parçası olarak anlaşmalara sahiptir. Örneğin İngiltere sularındaki birçok kablo sahibi, Atlantik Bakım Onarım Anlaşması'nın [www.acmarepair.com](http://www.acmarepair.com) üyesidir . Yılın zamanına bağlı olarak bir veya iki onarım gemisi İngiltere ve Fransa'da konuşlanmıştır. Bir kablunun hasar görmesinden itibaren 24 saat içinde onarılması için bir gemi gönderilmektedir. (Cullen, 2024)

Avrupa'nın büyük bir kısmı için yaygın internet kesintilerini veya gecikmeleri önleyecek düzeyde dijital bağlantı yedekliliği mevcuttur. Bir denizaltı veya kara kablosu zarar gördüğünde, bant genişliğini yeniden yönlendirmeye ve bağlantının devamını sağlamaya yetecek alternatif hatlar bulunmaktadır. Tam kapsamlı bir internet kesintisi senaryosu çoğu Avrupa ülkesinde, hatta büyük olasılıkla tamamında, oldukça uzak bir ihtimal olarak değerlendirilmektedir. 2021 yılında ABD hükümeti ise SubCom ile bir anlaşma yaparak Cable Security Fleet (Kablo Güvenliği Filosu) adı verilen yapıyı oluşturmuştur. Bu anlaşma kapsamında ABD, ulusal acil durum hâllerinde kullanılmak üzere iki SubCom kablo onarım gemisine yıllık 10 milyon dolar (gemi başına 5 milyon dolar) karşılığında sürekli erişim elde etmiştir.

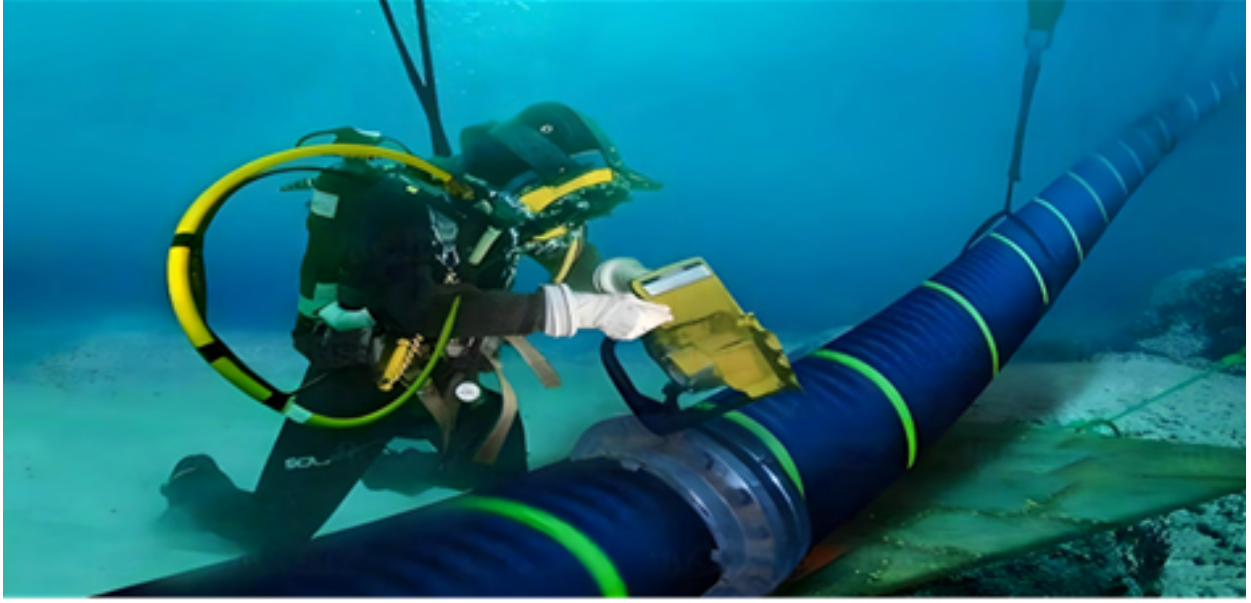
Ancak denizaltı kablo sistemlerine ilişkin onarım kapasitesi de sınırlıdır. Onarım gemilerinin konuşlandığı depolar saldırılara karşı savunmasız olmakla birlikte, hem kablolar hem de onarım gemilerine yönelik eşgüdümlü bir saldırı durumunda ortaya çıkacak tahribat geniş kapsamlı ve uzun süreli olabilecektir. Bu sorun, özellikle zorlu arazilerden geçen kablolar açısından daha belirgin hâle gelmiştir. Örneğin, suların ısınmasına rağmen, gelecekteki Arktik kablo sistemlerinin inşası ve onarımı bakımından karşılaşılan temel sorunlardan biri, buz kırma yeteneklerine sahip kablo gemilerinin eksikliğidir. Hâlihazırda hiçbir kablo döşeme veya onarım gemisi yoğun deniz buzu bulunan bölgelerde otonom şekilde faaliyette bulunamamaktadır (Besh ve Brown, 2024).

Ayrıca, kablonun ne ölçüde hasar gördüğü, hasarın yerinin nasıl tespit edileceğini belirlemekte büyük önem taşımaktadır. Hasar yeri ya kablonun bakır çekirdeğindeki elektriksel direnç farkı ölçülerek ya da fiber teller üzerinden gönderilen bir ışık darbesinin ne kadar mesafe kat ettiği hesaplanarak belirlenebilmektedir. Her iki yöntem de hasar noktasına olan mesafeyi vermekte ve kablo konumları haritalanmış olduğundan gemi genellikle hedef noktaya oldukça yakın bir yere ulaşmaktadır.

Bununla birlikte, hasar gören kabloyu deniz yüzeyine çıkarmak için, kablonun iki parça hâline gelmesi gerekmektedir. Hasar sırasında kablo kopmamışsa, gemi tarafından kesilmektedir. Her bir uç yüzeye çıkarılmakta ve kıyıya kadar test edilerek başka hasar olup olmadığı kontrol edilmektedir. Orijinal uçlar doğrudan birbirine eklenememekte, çünkü yeterli boşluk bulunmamaktadır. Bu nedenle gemideki yedek kablodan bir parça orijinal kabloya eklenerek iki uç birleştirilmekte ve her kablo onarımında kablonun uzunluğu ilk döşenene kıyasla artmaktadır. Eğer hasar gören kablo başlangıçta gömülmüşse, onarımdan sonra tekrar gömülmesi gerekmektedir. Bu işlem genellikle Uzaktan Kumandalı Araç (ROV) adı verilen bir sualtı robotu ile gerçekleştirilmekte ve yüksek basınçlı su jeti kullanılarak kablo tekrar deniz tabanına yerleştirilmektedir.

Denizaltı kabloları sıklıkla zarar görmekte, bakımı ve onarımı kritik bir önem taşımaktadır. Bu arızaların büyük çoğunluğu ticari balıkçı tekneleri ya da gemi çapaları tarafından meydana getirilmektedir. Ayrıca, depremler ve deniz altı heyelanları kabloları zarar verebilmektedir. Bununla beraber, kablo döşeme ve bakım çalışmalarına ilişkin Uluslararası Kablo Koruma Komitesi (ICPC) ile Birleşmiş Milletler Çevre Programı Dünya Doğa İzleme Merkezi (UNEP-WCMC), deniz altı kablolarının deniz çevresine olan etkilerini inceleyen kapsamlı bir çalışma yayımlamıştır. Yayımlanan araştırmalar, kablo ve kablo döşeme faaliyetlerinin çevresel etkilerinin küçük ya da önemsiz olduğunu ve yalnızca geçici etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Başka bir deyişle, bir kablo yerleştirildikten sonra çevreye verdiği etki zararsızdır ve kablo hasar görmedikçe bu durum kablonun ömrü boyunca devam etmektedir (Kis-Orca, 2019).

**Şekil 15.** Denizaltı Kablosu Bakım Çalışması



*Kaynak: Kis-Orca, 2019*

Dünya genelinde, okyanus tabanına döşenen, bakım ve onarımı yapılan kablolardan yaklaşık seksen gemi sorumludur. Bu alanda yalnızca beş şirketin yedi veya daha fazla gemiden oluşan bir kablo filosu bulunmaktadır ve bu şirketlerin üçü Avrupa merkezlidir. Fransa'nın telekomünikasyon firması Orange ile Birleşik Krallık merkezli Global Marine Systems Limited, her biri dokuz gemiye sahip olmalarıyla kablo gemisi sahipliğinde küresel lider konumundadır. SubCom sekiz gemiye, Fransa'dan ASN ve Malezya'dan Optic Marine Services ise yedi gemilik filolara sahiptir. Biraz daha küçük filoya sahip şirketler arasında, Çin'den S.B. Submarine Systems (altı gemi), Birleşik Arap Emirlikleri'nden E-marine (beş gemi) ve Japonya'dan Nippon Telegraph and Telephone World Engineering Marine (NTT WE Marine) (dört gemi) yer almaktadır. Her ne kadar kablo gemisi işletmeciliğinde dünya geneline dağılmış şekilde faaliyet göstermekte; yeni kablolar döşemekte, mevcut sistemlerin bakımını yapmakta ya da arızaları onarmaktadır. Ayrıca denizaltı kabloların zarar gördüğü kullanıcılar tarafından genellikle fark edilmemektedir. Kablo sahipleri çoğunlukla diğer kablolar üzerinden kapasite kullanım anlaşmalarına sahiptir. Ancak üç veya dört kablo aynı anda zarar görürse, internetin yavaşlaması fark edilebilir hâle gelmektedir. Zarar gören bir kabloya karşılık başka kablolar üzerinden kapasite aktarımı sağlanabilmektedir (Escaeu, 2025).

Bununla birlikte, yenilikçi bir teknoloji olan Dağıtılmış Akustik Algılama (DAS)'nın ortaya çıkışı ile fiber optik kablolarda ilerleyen ışığın analiz edilmesi yoluyla akustik titreşimleri tespit edilerek çevre sesleri dinlenmektedir. Ancak bu yenilikçi teknolojinide yalnızca sesleri tespit etmek değil anlamlandırmak da önem kazanmaktadır. Okyanus ortamlarında yüzey dalgaları, balina ve diğer deniz canlılarının biyolojik aktiviteleri, gemi trafiği ve mikro-sismik arka plan basıncı gibi gürültü kaynaklarıyla doludur. Bu karmaşa içinden, örneğin, tehdit oluşturan bir çapa sürüklenmesini ayırt etmek, gelişmiş makine öğrenimi algoritmalarını gerektirmektedir. Böylece, yalnızca sesin kaynağını değil, aynı zamanda kaynağın eylemini de ayırt edebilmektedir. Bu yaklaşımın sonucunda %1-3 gibi düşük bir yanlış pozitif oranı ortaya çıkmakta; bu durum kablo operatörlerinin tespit edilen tehditler karşısında maliyetli onarım gemilerini güvenle sevk etmelerine veya gemilerle gerçek zamanlı iletişime geçmelerine yetmektedir.

Diğer bir taraftan, kablo hatalarının %80'inden fazlası, balıkçılık faaliyetleri, demirleme ve kazı çalışmalarının sürekli tehdit oluşturduğu ilk yineleyici (repeater) bölümündeki kıyıya yakın bölgelerde meydana gelmektedir. DAS, bu savunmasız denizaltı kablolarını izlemekte ve yalnızca aktif tehditleri değil, aynı zamanda olaylar gerçekleşmeden önceki öncü olayları da tespit etmektedir. Örneğin, askıdaki bir kablonun gitar teli gibi titreştiği "kablo çınlaması" (cable strumming) olarak bilinen öncü olay, yaklaşan bir arızanın göstergesi olarak kabul edilmektedir. DAS, kablo hataları meydana geldiğinde hesap verebilirliği tesis ederek, kablo kopmalarının nedenini anlama konusunda yardımcı olmaktadır. Hâlihazırda denizaltı kablolarının %1'inden daha azının algılama yetenekleriyle donatıldığı ve dünya çapında 2.000 kablo iniş noktasının bulunduğu göz önüne alındığında, sektörün bu yenilikçi teknoloji büyük potansiyeller barındırmaktadır (Bryan, 2025).

### **5.4. Uluslararası Regülasyonlar ve Standartlar**

Denizaltı kablo sistemlerinin küresel iletişim altyapısındaki stratejik rolü, bu altyapının güvenli, sürdürülebilir ve sorunsuz şekilde işletilmesini sağlamak amacıyla kapsamlı bir uluslararası düzenleyici çerçevenin oluşturulmasını zorunlu kılmıştır. Deniz hukukunun temel dayanağını oluşturan Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (UNCLOS), devletlerin karasuları, münhasır ekonomik bölgeleri (MEB) ve uluslararası sularda kablo döşeme ve bakım faaliyetlerine ilişkin hak ve yükümlülüklerini ayrıntılı biçimde tanımlamaktadır. Bu sözleşmeye göre, devletler kendi MEB'lerinde kablo döşenmesini belirli çevresel ve güvenlik koşulları altında düzenleyebilirken, uluslararası sularda kablo döşeme hakkı tüm devletler için serbesttir.

Bunun yanı sıra, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) tarafından yayımlanan teknik standartlar, kablo yapısı, sinyal iletimi ve bakım protokolleri gibi konularda küresel ölçekte bir uyum sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, Uluslararası Kablo Koruma Komitesi (ICPC), denizaltı kablolarının korunması, kablo hasarlarının önlenmesi ve çevresel etkilerin minimize edilmesine yönelik rehber ilkeler geliştirmekte ve bu konuda devletler ve özel sektör arasında iş birliğini teşvik etmektedir.

Görüldüğü gibi denizaltı kablolarının korunmasına yönelik tek ve birleşik bir düzenleyici rejim mevcut değildir. Bu alanda farklı düzenleyici rejimler, çeşitli ulusal kurumlar, otoriteler ve yapılar görev almaktadır. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği ve Uluslararası Denizcilik Örgütü, güvenlik ve kabloların denize zarar vermeyecek şekilde döşenmesi ve anlaşma gerekliliklerine uyması için kurallar koymakta bir kablonun kime ait olabileceği veya kimin tarafından kullanılabilmesi, çoğunlukla kablonun bedelini ödeyen firmalar arasındaki anlaşmalarla belirlenmektedir. Tekelleşmeye karşı yani tek bir grubun kabloyu elinde tutmasını engelleyen çok az genel kural bulunmaktadır. Ulusal güvenlik risk altında olduğunda veya hassas verileri taşıyan kablolar için devletler devreye girebilmektedir. Örneğin, bazı devletler yabancı grupların ana ağlarına bağlanan kabloları sahip olmasına izin vermeyebilmektedir. Genellikle ulusal düzeyde, kamuya açık iletişim ağlarının ve hizmetlerinin güvenliğinden sorumlu olan kurumlar ulusal telekomünikasyon otoriteleri olmaktadır. Ancak, denizaltı kablolarının korunması ve denetlenmesi sadece bu kurumların sorumluluğunda olmayıp; kıyı güvenliği, deniz kolluk kuvvetleri, polis ve kabloların deniz koruma alanlarından geçtiği durumlarda deniz muhafaza birimleri gibi diğer yapılar da bu sürece dâhildir (Blue Tech Way, 2025).

Kıyı bölgelerinde, karasularında (12 deniz miline kadar) ve münhasır ekonomik bölgelerde (MEB – 200 deniz miline kadar) denizaltı kabloları; donanma, askeri kuvvetler ve ulusal sahil güvenlik birimleri tarafından korunmaktadır. Uluslararası sularda, özellikle de MEB sınırlarının ötesinde, yetki alanları daha belirsizdir ve hangi ülkenin denetim ve koruma sorumluluğu üstlendiği net bir şekilde belirlenmemiştir (ICPC, 2021).

### 5.3.1. Avrupa Birliği Düzenlemeleri

Avrupa Birliği düzeyinde, denizaltı kablolarına yönelik görev ve yetkiye sahip çeşitli Avrupa Birliği Siber Güvenlik Ajansı (ENISA), Avrupa Balıkçılık Kontrol Ajansı, Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı gibi kurumlar bulunmaktadır. Bu kurumlar çeşitli düzenlemeler hazırlamıştır.

- Avrupa Elektronik İletişim Kod Kütüğü (EECC)

Avrupa Elektronik İletişim Kod Kütüğü (EECC) kapsamında, kamuya açık iletişim ağları ve hizmetleri sunan işletmeciler için güvenlik gereklilikleri Madde 40'ta düzenlenmiştir. Avrupa Birliği üyesi ülkeler, bu düzenlemeyi ulusal hukuklarına aktarmış olup, her ülkede ilgili ulusal otoriteler tarafından işletmecilerin güvenlik önlemleri alıp almadığı denetlenmektedir.

Madde 40(3) uyarınca, ulusal otoriteler yıllık olarak Avrupa Komisyonu ve ENISA'ya (Avrupa Birliği Siber Güvenlik Ajansı) önemli olaylara ilişkin özet raporlar sunmaktadır. Bu kapsamda raporlanan 12 denizaltı kablo olayı, kazara ve kasıtsız nitelikte olmuştur. Ancak denizaltı kablolarının çoğunun uluslararası sulardan geçmesi nedeniyle denetim yetkisinin hangi ülkeye ait olduğu çoğu durumda belirsiz kalmaktadır.

- Şebeke ve Bilgi Sistemleri Güvenliği Direktifi (NIS2)

Şebeke ve Bilgi Sistemlerinin Güvenliği Direktifi'nin (NIS) gözden geçirilmiş versiyonu olan NIS2 Direktifi, kamuya açık iletişim ağları ve hizmetlerini kapsamakta olup, EECC'nin 40. maddesindeki güvenlik gerekliliklerinin yerini almıştır. Denizaltı kabloları, NIS2'nin 97 numaralı gerekçesinde açıkça belirtilmektedir:

*“Uluslararası bağlantı, Birliğin dijitalleşmesini ve ekonomik rekabet gücünü artırmakta ve hızlandırmaktadır. Bu nedenle, denizaltı iletişim kablolarını etkileyen olaylar, ilgili yerlerde CSIRT (Bilgisayar Güvenliği Olaylarına Müdahale Ekibi) ya da yetkili makamlara bildirilmelidir. Ulusal siber güvenlik stratejileri, uygun olduğu durumlarda denizaltı iletişim kablolarının siber güvenliğini dikkate almalı ve bu kabloların en yüksek düzeyde korunmasını sağlayacak potansiyel risk haritalamasını ve azaltım önlemlerini içermelidir.”*

NIS2 Direktifi'nin 7. maddesi, üye devletlere ulusal siber güvenlik stratejileri kapsamında şu politikaları oluşturma yükümlülüğü getirmektedir;

*“(d) Açık internetin kamu çekirdeğinin genel kullanılabilirliği, bütünlüğü ve gizliliğinin korunmasına yönelik politikalar – bu kapsamda, ilgili olduğu ölçüde, denizaltı iletişim kablolarının siber güvenliği de dâhildir.”*

NIS2 Direktifi, EECB kapsamında yer alan güvenlik hükümlerini devralmakta ve genişletmektedir. Madde 7(d), açık internetin kamu çekirdeğinin bütünlüğü ve güvenliğine ilişkin politikaların benimsenmesini öngörmekte, bu kapsamda denizaltı kablolarına özel atıf yapmaktadır.

EECC ve NIS2 Direktifi, "her tür tehdide açık" (all-hazard) bir yaklaşımı benimsemektedir. Bu yaklaşım yalnızca siber saldırıları değil, aynı zamanda fiziksel saldırıları da kapsamaktadır. Örneğin, deniz kablolarının kasıtsız bir şekilde gemiler tarafından zarar görmesi ya da sabotaj gibi fiziksel tehditler de bu kapsama dâhildir. Kritik altyapılara yönelik fiziksel saldırılar ise, Kritik Varlıklar Direktifi (CER) çerçevesinde ayrıca ele alınmaktadır.

- Nevers Ortak Çağrısı

9 Mart 2022 tarihinde Fransa'nın Nevers kentinde yapılan gayriresmî Telekom Bakanları Konseyi toplantısında, AB'nin siber güvenlik kapasitesinin güçlendirilmesi yönünde çağrıda bulunulmuştur. Çağrının 4. maddesi, BEREC, ENISA ve NIS İşbirliği Grubu gibi kurumların, AB iletişim altyapılarının ve ağlarının dayanıklılığını artırmaya yönelik risk değerlendirmesi ve önerilerde bulunmaları istenmiştir. Bu değerlendirme kapsamında denizaltı kabloları da doğrudan ele alınmıştır (ICPC, 2021).

### 5.3.2. Ulusal Düzeyde Düzenleyici Kurumlar

Denizaltı kablo altyapısının korunması, günümüzde ulusal güvenlik stratejilerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiş ve ülkelerin kendi hukuki, idari ve teknik kapasitelerine göre şekillenen çeşitli yönetim modellerinin doğmasına neden olmuştur. Küresel ölçekte incelenen ülke örnekleri, bu kritik varlıkların korunmasında tek bir kurumun yetkisinden ziyade; savunma bakanlıkları, siber güvenlik ajansları ve telekomünikasyon düzenleme kurumlarının bir arada çalıştığı "çok paydaşlı" bir yaklaşımın benimsendiğini gözler önüne sermektedir. Bazı ülkeler denizaltı kablolarını doğrudan "kritik bilgi altyapısı" olarak sınıflandırıp devlet kontrolünü en üst seviyeye çıkarırken, bazıları ise güvenliği ticari sahiplik ve özel sektör denetimi odağında yürütmeyi tercih etmektedir. Özellikle stratejik konumlara sahip devletlerin, kablo onarım filolarını ulusal savunma stratejilerine entegre etmesi ve yabancı yatırımları ulusal güvenlik süzgecinden geçirmesi, dijital egemenliğin deniz tabanından başladığının en somut göstergesi niteliğindedir.

Fransa'da denizaltı kablolarının korunması çok paydaşlı bir yaklaşımla yönetilmektedir. Başbakanlığa bağlı Ulusal Savunma ve Güvenlik Genel Sekreterliği (SGDSN) ve Secrétariat général de la mer, düzenleyici ve idari koordinasyondan sorumludur. Fransız Donanması, özel sektörle iş birliği içinde kabloların korunmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, Orange Marine ve Alcatel Subsea Network gibi firmalar, düzenli denetimler ve bakım faaliyetleri yürütmektedir. Ek olarak, ANSSI (Fransa Ulusal Siber Güvenlik Ajansı), Fransız Ortak Savunma Karargâhı, Dışişleri Bakanlığı ve Savunma Bakanlığı'na bağlı Dış Güvenlik Genel Müdürlüğü gibi çeşitli kurumlar görev almaktadır.

Fransız şirketleri, denizaltı kablo tedariki ve onarımı alanında küresel ölçekte lider konumdadır. Örneğin ASN (Alcatel Submarine Networks), en büyük denizaltı kablo üreticilerindendir. Şirketler, hem sivil hem askeri kablo sistemlerinin inşasında etkin rol oynamaktadır. 2017'den bu yana, Fransız denizaltı kablo gemileri, Fransız Savunma Bakanlığı stratejik filosuna entegre edilmiştir. Bu durumun amacı, iletişim güvenliği, hizmet sürekliliği ve diğer stratejik çıkarları korumaktır.

Yunanistan'da ADAE, hem denizaltı kablolarının güvenliğinden sorumlu hem de afet durumlarında sağlayıcıların hazırlık düzeyini denetleyen otoritedir. Ancak, denizaltı kablolarına özgü teknik güvenlik tedbirlerini düzenleyen ikincil mevzuat henüz yayımlanmamıştır.

Bulgaristan'da ise İletişim Düzenleme Komisyonu (CRC), denizaltı kablolarının gözetiminden sorumlu olup, güvenlik yükümlülüğü kablo sahiplerine aittir.

İsveç'te denizaltı kablolarının güvenliği, sahip olan ticari kuruluşların sorumluluğundadır. İsveç Posta ve Telekomünikasyon Kurumu, gözetim ve direnç artırma görevlerini yerine getirmektedir.

Portekiz'de ise denizaltı kablolarının gözetimi çok paydaşlı bir yapıyla yürütülmekte olup, başlıca sorumlu kurum ANACOM'dur. ANACOM'un odaklandığı üç temel alan şunlardır;

- Elektronik izin sistemi ile kurulum ve onarım süreçlerinin kolaylaştırılması,
- SMART kablolar aracılığıyla çevresel ve sismik izleme,
- Kuru tespit yöntemlerinin (DAS, SoP) araştırılması ve pilot uygulamalar

Ayrıca yakında faaliyete geçecek denizaltı kabloları izleme ve uyarı hizmeti, 7/24 kamuya açık uyarılar sunacağı açıklanmıştır. 2022 yılında kabul edilen Kritik Altyapılar Yasası, telekom sektörünü kapsamakta ve denizaltı kablolarının "kritik altyapı" olarak sınıflandırılması ihtimalini içermektedir.

Hindistan Telekom Düzenleme Kurumu (TRAI), Haziran 2023'te denizaltı kablolarına yönelik düzenleyici çerçevenin güncellenmesine yönelik önerilerini yayımlamıştır. Öneride, iniş istasyonlarının kritik bilgi altyapısı olarak sınıflandırılması ve bunlara yönelik koruma sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır.

Japonya, 2019 yılında, serbest veri akışı ve fikri mülkiyetin, ulusal güvenliğin ve kişisel mahremiyetin korunmasına dayalı olan "Veri Serbest Akışı ile Güven" (DFFT) politikasını yürürlüğe koymuştur. Politika, hem ülke içindeki hem de yurtdışındaki denizaltı kablolarına ilişkin açık veri akışını ve güvenlik esaslarını korumayı hedeflemektedir.

Amerika Birleşik Devletleri ve topraklarına gelen yabancı denizaltı kabloları, Federal İletişim Komisyonu (FCC) tarafından onaylanmak zorundadır. Onay süreci, ABD güvenlik kurumlarıyla iş birliği içinde yürütülmektedir. Örneğin, 2022 yılında FCC tarafından, Çin şirketlerinin ABD ile denizaltı kablosu bağlantısı kurma taleplerini reddetmiştir. ABD, 2023 Siber Güvenlik Stratejisi kapsamında kritik altyapıların korunmasına yönelik beş ana sütun üzerinde durmaktadır. Bu strateji, kamu ve özel sektör iş birliğini, uluslararası ortaklıkları ve ülke içi siber tehditleri ele almayı hedeflemektedir (ICPC, 2021).

### 5.3.3. Uluslararası Hukuki Çerçeve

Denizaltı kablo altyapısının hukuki statüsü, bir asrı aşkın süredir uluslararası hukukun temel metinleri aracılığıyla şekillenmiştir. Bu sayede, devletlerin egemenlik hakları ile açık denizlerin serbestliği ilkesi arasında hassas bir denge kurulması hedeflenmektedir. 19. yüzyıldaki ilk teknik koruma çabalarından 1982 tarihli Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi'ne (UNCLOS) kadar uzanan bu süreç, kabloları sadece ticari bir varlık olarak değil, korunması gereken "insanlığın ortak faydası" olarak tanımlamıştır. Bu uluslararası mevzuat bütünü, kablo döşeme serbestisinden hasar durumundaki tazminat yükümlülüklerine kadar geniş bir hak ve sorumluluk matrisi sunarken; aynı zamanda karasuları, Münhasır Ekonomik Bölge (MEB) ve açık denizler gibi farklı yetki alanlarında devletlere değişen oranlarda müdahale hakkı tanımıştır. Ancak günümüzde yükselen jeopolitik gerilimler ve artan askeri sabotaj riskleri, bu evrensel hukuk normlarının ulusal güvenlik kaygıları ve yerel kabotaj yasalarıyla sınırdığı yeni bir dönemi beraberinde getirmektedir.

Denizaltı kabloları aşağıdaki uluslararası sözleşmeler kapsamında korunmaktadır;

- 1884: Denizaltı Kablolarının Korunmasına Dair Uluslararası Sözleşme
- 1958: Cenevre Kıta Sahınlığı ve Açık Deniz Sözleşmeleri
- 1982: Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (UNCLOS)

Bu sözleşmelerle getirilen başlıca ilkeler şu şekildedir;

- Karasuları dışındaki alanlarda kablo döşeme ve bakım hakkı,
- Zarar verenlere karşı cezai ve hukuki yaptırımlar,
- Kablo döşeyen gemilere özel statü,
- Çapraz geçen kabloların zarar tazmin sorumluluğu,
- Ulusal mahkemelere erişim hakkı.

Ayrıca bu sözleşmeler bazı evrensel normlar da getirmektedir;

- Karasuları dışında kabloların döşenmesi, bakımı ve onarımı konusunda serbestlik,
- Kablolara kasıtlı ya da ihmalkâr zarar verilmesi hâlinde cezaî ve hukukî yaptırımlar,
- Kablo döşeyen ve onaran gemilere özel statü verilmesi,
- Kablolara zarar vermemek için demir veya balıkçılık ekipmanlarını feda eden gemilere tazminat ödenmesi,
- Mevcut kablolarla kesişen yeni kablolardan doğan onarım zararlarının karşılanması yükümlülüğü,
- Antlaşmaların uygulanmasını sağlamak amacıyla taraf devletlerin ulusal mahkemelerine başvuru hakkı.

UNCLOS'da aynı zamanda denizlerdeki yasal sınırları tanımlanmaktadır. Bu yasal sınır tanımları şu şekildedir;

- Karasuları: 12 deniz mili içinde ülkelerin denizaltı kablolarına ilişkin düzenleme yapma hakkı bulunmaktadır.
- Münhasır Ekonomik Bölge (MEB): 200 deniz miline kadar olan alanlarda devletin bazı faaliyetler üzerinde özel hakları bulunmaktadır.. UNCLOS'a göre, bu bölgede kablo döşeme faaliyetleri serbesttir ancak bazı ülkeler izin talep etmektedir.
- Açık Denizler: Kabloların serbestçe döşenebileceği ve deniz tabanının kullanımının serbest olduğu alanlardır.

Karasal hatlar ile denizaltı kablolarının karaya çıktığı istasyonlar, bazı hükümetler tarafından giderek daha fazla müdahaleye açık ve dinlemeye karşı savunmasız unsurlar olarak değerlendirilmektedir. Kızıldeniz, Arktik ve Karadeniz gibi bölgelerde askeri sabotaj olasılığı da artan bir güvenlik endişesi hâline gelmiştir. Bu sebeple, denizaltı kablolarının karasuları içinde döşenmesi için ön izin gerekli olmaktadır. Bu izinlerin biçimi ve süreci ülkeden ülkeye değişmektedir.

Ayrıca, gemilerin karasularında kablo döşeme ya da onarım faaliyetleri için çalışma izni alması gerekmektedir; bu izinlerin alınması zaman alabilmekte ve uluslararası düzeyde standart bir prosedür bulunmamaktadır. Bazı ülkeler, yalnızca yerel bayraklı gemilerin karasularında çalışmasına izin veren "kabotaj yasaları" uygulamaktadır. Bazı durumlarda ise UNCLOS tarafından açıkça öngörülmemiş olmasına rağmen, ülkeler 24 deniz millik bitişik bölge ya da 200 deniz millik MEB içerisinde döşeme veya onarım faaliyetleri için izin talep etmektedir. Bu durum, örneğin Venezuela'nın MEB'sinden geçen Küba–Guyana kabloları bağlamında kurulum sürecini zorlaştırmaktadır (Cullen, 2024).

## 6. DENİZALTI KABLOLARIN GÜVENLİĞİ VE TEHDİTLER

Denizaltı kabloları, küresel haberleşmenin omurgası olarak kritik öneme sahip olmalarının yanı sıra, çeşitli fiziksel, siber ve çevresel tehditlere karşı da oldukça hassastır. Bu risklerin etkili bir şekilde yönetilmesi, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde iş birliğini ve acil politika geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu bölümde, siber güvenlik riskleri, yasal boşluklar, balıkçılık faaliyetleri ve doğal afetler gibi hususlar detaylı olarak incelenecektir.

Denizaltı haberleşme kabloları, küresel iletişim altyapısının en kritik bileşenlerinden biri olup hem fiziksel hem de siber tehditlere maruz kalmaları nedeniyle çok boyutlu bir risk ortamında bulunmaktadır. Bu kapsamda Tablo-1'de, öncelikle karasularından açık denizlere kadar uzanan geniş bir coğrafyada meydana gelebilecek kablo kesilmeleri, kıyı menholleri ve kablo karaya çıkış istasyonlarında oluşabilecek fiziksel güvenlik ihlalleri, depolara ve bakım gemilerine yönelik zarar verme eylemleri ile tedarik zincirine karşı gerçekleştirilebilecek saldırılar gibi fiziksel tehditler ortaya konulmuştur. Buna paralel olarak, ağ yönetim sistemlerine sızma girişimleri, içeriden kaynaklanan tehditler, üçüncü taraf hizmet sağlayıcılarının hedef alınması ve tedarik zincirine yönelik siber saldırılar gibi unsurlar da kritik siber tehditler arasında değerlendirilmektedir. Ayrıca, fiziki tesislerde yetersiz güvenlik önlemleri, kritik altyapı konumlarının kamuya açık olması, yedek güç ve depo kaynaklarının bulunmaması gibi fiziksel güvenlik açıklarının, söz konusu tehditlerin etkisini artırabileceği görülmektedir. Benzer şekilde, ağ yönetimi süreçlerinde, ağ ekipmanlarında ve son kullanıcı cihazlarında tespit edilen siber güvenlik zafiyetleri, altyapının bütünlüğünü ve hizmet sürekliliğini tehlikeye atmaktadır. Bu çerçevede tablo-1, denizaltı kablo sistemlerinin çok katmanlı bir tehdit ortamında faaliyet gösterdiğini ve bu nedenle hem fiziksel hem de siber güvenliğin entegre bir yaklaşımla ele alınmasının zorunlu olduğunu göstermektedir. Tablo-1' de denizaltı kablo sistemlerine kasıtlı bir şekilde verilen zararlar gösterilmektedir. (Submarine Cable Infrastructures Informal Expert Group, 2025)

**Tablo 6-1. Denizaltı Kablolarında Kasıtlı Zararlar**

	Kasıtlı Hasar	
	Fiziksel	Siber
Tehditler	• Karasularda kablo kesilmeleri	• Ağ ihlali / işletim sistemine sızma
	• Mühürsür Ekonomik Bölgelelerde (MEB/EEZ) kablo kesilmeleri	• İçeriden gelen tehdit
	• Açık denizlerde kablo kesilmeleri	• Yönetilen (Güvenlik) Hizmet sağlayıcısına (M(S)SP) veya diğere üçüncü taraf hizmet sağlayıcılara yönelik siber saldırı
	• Backhaul (taşıyıcı) ağlarda kablo kesilmeleri	• Tedarik zincirine yönelik siber saldırı sonucu hizmetlerde aksama
	• Kıyı menholünün (beach manhole) zarar görmesi/yıkımı	
	• Kablo karaya çıkış istasyonlarında fiziksel güvenlik ihlali	
	• Kablo karaya çıkış istasyonlarının zarar görmesi/yıkımı	
	• Şebeke/trafo hasarına bağılı elektrik kesintisi	
	• Depoya erişimin engellenmesi	
	• Deponun zarar görmesi/yıkımı	
	• Gemilere erişimin engellenmesi	
	• Bakım gemilerinin zarar görmesi/yıkımı	
	• Tedarik zincirine yönelik fiziksel saldırı sonucu hizmetlerde aksama	
	Güvenlik Açıkları	• Kıyı menholünde yetersiz fiziksel güvenlik
• Kablo karaya çıkış istasyon/Ağ işletim Merkezi (NOC) için yetersiz fiziksel güvenlik		• Ağ ekipmanlarında yetersiz siber güvenlik
• Depolarda yetersiz fiziksel güvenlik		• Son kullanıcı cihazlarında yetersiz siber güvenlik
• Yedek depo konumunun bulunması		
• Kablonun, depoların ve kablo karaya çıkış istasyonunun tam konumunun kamuya açık olması (üçüncü tarafların altyapıyı hedeflemesini kolaylaştırır).		
• Kablo karaya çıkış istasyonunda yedek güç kaynağının bulunması		

**Kaynak:** Submarine Cable Infrastructures Informal Expert Group, 2025

Ayrıca bir diğere önemli konu olan denizaltı haberleşme kablolarının maruz kaldığı istem dışı hasarlar, genel olarak insan kaynaklı ve doğal süreçlerden kaynaklanan etkiler çerçevesinde ele alınmaktadır. İnsan kaynaklı tehditler, balıkçılık faaliyetleri, çapa sürüklenmeleri, inşaat ve tarama (dredging) çalışmaları ile derin deniz madenciliği gibi deniz tabanı üzerinde fiziksel etki oluşturan faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca ağır yanlış yapılandırılması gibi operasyonel hatalar da hizmet kesintisine yol açabilen kritik riskler arasında yer almaktadır. Bu tehditleri artıran güvenlik açıkları; balıkçılık sektöründe denizaltı kablolarına ilişkin eğitim eksiklikleri, kıyısıl bölgelerde kablo güzergâhı etrafında koruma alanı bulunmaması, balıkçılık ve çapa derinliklerinde kablonun açıkta veya zırhsız şekilde konumlanması, güvenilir olmayan ağ ekipmanlarının kullanımı ve gözetim/ileri seviye izleme sistemlerindeki yetersizlikler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Doğal kaynaklı tehditler ise deniz altı sismik aktiviteleri, volkanik hareketlilik, kütle kayması (slumping), kıyı erozyonu, deniz dibi akıntıları ve olumsuz hava olayları gibi çevresel süreçlerden kaynaklanmakta; kabloların coğrafi olarak istikrarsız bölgelerde bulunması ise bu riskleri daha da artırmaktadır. Bu kapsamda, istem dışı hasara ilişkin risklerin etkili biçimde yönetilebilmesi için hem insan faaliyetlerinden doğan etkilerin hem de doğal süreçlerin bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesi gerekmektedir. Tablo-2'de denizaltı kablo sistemlerine istem dışı bir şekilde verilen zararlar gösterilmektedir. (Submarine Cable Infrastructures Informal Expert Group, 2025)

**Tablo 2.** Denizaltı Kablolarda İstem Dışı Hasarlar

	İstem Dışı Hasar	
	İnsan	Doğal
Tehditler	• Balıkçılık faaliyetleri nedeniyle kablo kesilmesi	• Denizaltı sismik aktiviteleri
	• Çapa kaynaklı kablo kesilmesi	• Denizaltı volkanları
	• İnşaat ve tarama (dredging) faaliyetleri nedeniyle kablo kesilmesi	• Kütle kayması (slumping)
	• Derin deniz madenciliği nedeniyle kablo kesilmesi	• Kıyı erozyonu
		• Deniz dibi akıntıları
Güvenlik Açılıkları		• Olumsuz hava olayları
	• Balıkçılık sektörü için denizaltı kabloları konusunda eğitim eksikliği	• Coğrafi olarak istikrarsız bölgelerde bulunan kablolar
	• Karasularında denizaltı kablo güzergahı etrafında koruma alanı bulunmaması	
	• Güvenilir olmayan ağ ekipmanları	
	• Balıkçılık/çapa derinliğinde kablunun açıkta bulunması	
	• Balıkçılık/çapa derinliğinde kablunun zırhsız olması	
• Gözetim/ileri seviye izleme sistemlerinin eksikliği		

*Kaynak: Submarine Cable Infrastructures Informal Expert Group, 2025*



## 6.1. Siber Güvenlik ve Casusluk Riskleri

Denizaltı kabloları, küresel internetin bel kemiğini oluşturarak kişisel, ticari, devlet ve askeri verilerin büyük bir kısmını taşımaktadır. Bu nedenle, devletler tarafından casusluk amacıyla yoğun şekilde hedef alınmaktadır. 19. yüzyılda İngiltere'den başlayarak, NSA ve GCHQ gibi kurumların günümüzdeki faaliyetlerine kadar pek çok örnek, bu kabloların casusluk için nasıl kullanıldığını göstermektedir. ABD istihbarat raporları ve NATO uzmanları, denizaltı kablolarına yönelik siber saldırıların ciddi etkiler oluşturabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle, politika yapımcıların denizaltı kablolarının siber güvenliğine öncelik vermesi kritik öneme sahiptir. Otoriter hükümetlerin internet altyapısında artan etkisi, güvensiz uzaktan yönetim araçları ve kablolar üzerinden taşınan hassas verilerin hacmindeki artış, siber güvenlik risklerini daha da artırmaktadır. (Sherman, 2023)

Denizaltı kabloları, gri bölge taktiklerinin bir parçası olarak, devletler ya da devlet dışı aktörler tarafından gerçekleştirilebilecek siber saldırı ve casusluk faaliyetlerine açık hale gelmiştir. Son yıllarda, özellikle Amerika Birleşik Devletleri ile Çin arasında denizaltı kablolarının döşenmesi konusunda yaşanan rekabet dikkat çekici ölçüde artış göstermektedir. Bu durum, yabancı devletlerin fiber optik kablolar aracılığıyla kitlesel gözetim gerçekleştirme potansiyeline ilişkin endişeleri beraberinde getirmiştir. Denizaltı kabloları üzerinden akan stratejik değeri yüksek veriler üzerindeki artan bu rekabetin ortasında, daha küçük devletlerin vatandaşlarının kişisel verileri ve mahremiyetleri, çoğu zaman yetersiz ulusal yasal düzenlemeler nedeniyle istismara açık bir durumda bırakılmaktadır. Carnegie Uluslararası Barış Vakfı'ndan Elina Noor'un da vurguladığı gibi, büyük güçlerin gözetim faaliyetlerine ilişkin mevzuatları, öncelikli olarak yalnızca kendi vatandaşlarının korunmasına odaklanmakta; bu da daha küçük ya da savunmasız devletleri risk altında bırakmaktadır.

Öte yandan, kıyı tabanlı kablo çıkarma istasyonlarının ve denizaltı kablolarını işleten şirketlerin siber güvenliği, bu altyapının dayanıklılığını güçlendirme açısından kritik bir rol oynamasına rağmen çoğu zaman ihmal edilmektedir. Pek çok denizaltı kablo operatörü, kabloları ve kıyı istasyonlarını izlemek ve yönetmek amacıyla internet tabanlı uzaktan ağ yönetim sistemlerini kullanmakta; bu ise söz konusu altyapıyı ve içinden geçen hassas verileri ciddi siber tehditlere karşı savunmasız hale getirmektedir. Bu ağ yönetim sistemleri sıklıkla üçüncü taraf satıcılar tarafından sağlanmakta ve genellikle Linux ya da Microsoft Windows gibi yaygın işletim sistemleri üzerinde çalışmaktadır. Bu sistemler yeterli düzeyde güvenlik önlemleri ile korunmadığında, kötü niyetli aktörler tarafından kolaylıkla istismar edilebilir hale gelmektedir. Saldırganlar, bu tür bir sistemde yönetici ayrıcalıkları elde ederek sunucuya erişebilir ve buradan birden fazla kablo yönetim sistemine üst düzey erişim sağlayabilir. Bu durum, kablo sistemlerinde kullanılan dalga boylarının silinmesi suretiyle veri trafiğinin kesintiye uğratılması ya da yeniden yönlendirilmesi gibi ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Böyle bir senaryo, ülkeler arasındaki iletişimi sekteye uğratabilir ve küresel tedarik zincirlerini olumsuz etkileyebilir.

Nisan 2022'de, Hawaii ve Pasifik bölgesini birbirine bağlayan bir denizaltı kablosunu işleten bir şirketin sunucusu, kimliği belirsiz uluslararası bir hacker grubu tarafından hedef alınmıştır. Söz konusu saldırı girişimi, ABD İç Güvenlik Soruşturmaları (HSI) tarafından zamanında tespit edilerek önlenmiştir. Devlet dışı aktörler, özellikle terörist gruplar ve organize suç örgütleri, denizaltı kablolarını uzaktan kontrol eden ağ yönetim sistemlerine sızma kapasitesine sahiptir. Bu konuda çarpıcı bir örnek, organize suç gruplarının liman şirketleri ve konteyner terminallerinin sistemlerine sızarak uyuşturucu içeren konteynerlerin hareketlerini takip etmeye çalıştığı ve bu yolla Antwerp Limanı'ndan Hollanda'ya uyuşturucu kaçırma girişiminde bulunduğu vakadır. Şu ana kadar doğrudan denizaltı veri kablolarını içeren bir saldırı vakası bildirilmemiş olsa da, bu altyapıyı işleten şirketler, organize suç gruplarının oluşturduğu siber tehditlere karşı ciddi bir risk altında kalmaya devam etmektedir. (Bashfield, 2022)

### **6.2. Yönetim ve Hukuki Belirsizlikler**

Siber tehditlerin yanı sıra, denizaltı kablolarının yönetimi ve korunması, uluslararası ve ulusal düzeyde yasal belirsizliklerle karşı karşıyadır. Uluslararası veri akışının kritik bir öneme sahip olduğu bir dönemde, denizaltı kablolarının güvenliği, yargı yetkisi ve hukuki karmaşıklıkları arasındaki ilişkiyi anlamak her zamankinden daha hayati bir hale gelmiştir. Bu bağlamda, denizaltı kablolarının korunması ve yönetilmesi için en önemli uluslararası çerçeve, Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (UNCLOS) olarak öne çıkmaktadır. 1982 yılında kabul edilen UNCLOS, dünya okyanuslarının kullanımı ve korunmasına dair birincil uluslararası hukuki çerçeve sunmakta ve denizaltı kabloları konusunda da önemli hükümler içermektedir. UNCLOS, açık denizlerdeki tüm devletlerin, ulusal yargı sınırlarının ötesinde denizaltı kabloları döşeme ve bakımını yapma hakkı tanımaktadır. Ayrıca, kıyı devletlerinin, münhasır ekonomik bölgelerinde (MEB) denizaltı kablolarını koruma ve düzenleme sorumluluğu vardır. Bu bağlamda, kıyı devletleri, denizaltı kabloları da dahil olmak üzere doğal kaynakları araştırma ve işletme haklarına sahip olup, bu faaliyetleri düzenleme yükümlülükleri bulunmaktadır.

UNCLOS, denizaltı kablolarının korunmasını da güvence altına almaktadır. Sözleşme, denizaltı kablolarına kasıtlı zarar verme veya müdahale etmeyi yasaklamakta ve kıyı devletlerinin bu tür eylemleri önlemek için gerekli önlemleri almalarını zorunlu kılmaktadır. UNCLOS, devletler arasında iş birliği için bir çerçeve sunmakta, böylece denizaltı kablolarının korunması ve güvenliği konusunda uluslararası düzeyde koordinasyon sağlamaktadır.

Bununla birlikte, denizaltı kablolarının güvenliği ve korunması için önemli bir diğer aktör de Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)'dir. Birleşmiş Milletler'e bağlı bir uzmanlık kuruluşu olan ITU, küresel telekomünikasyon standartlarını koordine etmekte ve denizaltı kablolarının güvenli bir şekilde kurulumu, işletilmesi ve bakımı konusunda uluslararası yönergeler geliştirmektedir. Ayrıca, ITU, üye devletler arasında deniz güvenliği ile ilgili iş birliğini teşvik ederek denizaltı kablolarının korunmasına katkı sağlamaktadır.

Ulusal mevzuatlar da denizaltı kablolarının korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Pek çok ülke, kendi kara sularında denizaltı kablolarının güvenliğini sağlamak için yasalar oluşturmuştur. Bu yasalar, kablo sahipliği, kurulum izinleri, bakım ve onarım yükümlülükleri, çevresel etki değerlendirmeleri gibi unsurları kapsamaktadır. Ulusal yasalar, uluslararası yükümlülüklerin yerine getirilmesini sağlamak ve denizaltı kablolarının güvenliğini temin etmek açısından kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, bölgesel anlaşmalar ve ikili anlaşmalar da denizaltı kablolarının korunmasına yönelik düzenlemeler içermektedir. Bu tür anlaşmalar, ülkeler arasında iş birliği mekanizmaları, bilgi paylaşımını ve deniz güvenliği ile ilgili sorunları çözmek için ortak çabaların oluşturulmasını sağlamaktadır. (Pandey ve Bhushan, 2023)

İhtilafli deniz alanlarında denizaltı telekomünikasyon kabloları, küresel iletişimi kolaylaştırmada kritik rol oynamasına rağmen, karmaşık hukuki sorunlar doğurmaktadır. Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (BMDHS), kabloların döşenmesi ve bakımıyla ilgili kuralları belirleyen temel çerçevedir. Ancak, birden fazla sahil devletinin hak iddialarının çakıştığı bu alanlarda kablo döşeme işlemleri sıklıkla gerilimlere yol açabilmektedir.

Bu alanlardaki faaliyetler açısından iki senaryo bulunmaktadır: ilki, sadece ihtilafli alanlardan geçen transit kablolar; ikincisi ise ihtilafli bölgelerden geçerek bu alanlarda hak iddia eden devletlerden birinin topraklarına ulaşan kablolardır. Denizaltı kablo endüstrisi, yetki belirsizliğinden dolayı ekstra maliyetlere ve gecikmelere maruz kalmaktadır. Özellikle deprem gibi olaylardan sonra onarım faaliyetleri için birden fazla hak iddia eden devletten izin alınması gerekmesi gecikme yaratır. Bu zorluklar karşısında sektör, isteksizce rızasız izin alma yöntemini dahi kullanabilmektedir.

Çözüm önerisi olarak, denizaltı kablo endüstrisinin üzerindeki yükü hafifletmek amacıyla, hak iddia eden devletler arasında BMDHS madde 74 ve 83'ün 3. paragrafında öngörüldüğü gibi geçici bir koordinasyon veya düzenleme yapılması önerilmektedir. Bu, denizaltı kablo faaliyetlerinin, diğer denizcilik faaliyetlerinin aksine, genellikle devletler arasındaki ilişkileri alevlendirmeyen bir nitelik taşıması nedeniyle mümkün görülmektedir. (Akkuş, 2023)

Sonuç olarak, denizaltı kabloları, küresel iletişimin temel altyapılarından biri olup, bu altyapıların korunması için uluslararası düzeyde güçlü hukuki düzenlemeler, iş birliği mekanizmaları ve koordinasyon gereklidir. UNCLOS, ITU ve ulusal yasaların iş birliği içinde çalışması, denizaltı kablolarının güvenli ve kesintisiz bir şekilde kullanılmasını temin etmek için elzemdir. Aksi takdirde, ortaya çıkabilecek yasal boşluklar, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde ciddi güvenlik, ekonomik ve diplomatik sorunlara yol açabilecek karmaşık problemleri beraberinde getirebilmektedir.

### **6.3. Fiziksel Tehditler: Balıkçılık ve Gemi Çapaları**

Fiziksel tehditler arasında en yaygın olanı insan kaynaklı faaliyetlerdir ve bu faaliyetler kablo hasarlarının büyük bir çoğunluğuna neden olmaktadır. Günümüzde modern denizaltı kabloları yüksek güvenilirliğe sahip olmakla birlikte, meydana gelen arızaların büyük çoğunluğu balıkçılık faaliyetlerinden ve özellikle çapa kullanımından kaynaklanmaktadır. Fiziksel tehditler arasında en yaygın olanı balıkçılık faaliyetleridir ve bu, kabloların %70'ine yakın hasarına neden olmaktadır.

Çapalar, deniz tabanına derinlemesine nüfuz edebildiğinden, denizaltı kabloları için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, sabit ekipman veya çapa kullanılmadan önce kaptanların seyir haritalarını inceleyerek kablo güzergâhlarına yakın bölgelerden kaçınmaları gerekmektedir.

Küresel ölçekte değerlendirildiğinde, denizaltı kablolarında meydana gelen hasarların en yaygın nedeni, dip trolü, kirişli trol ve tarak gibi hareketli balıkçılık ekipmanlarıyla yapılan avcılık faaliyetleri olmaktadır. Bunun yanı sıra, uzun olta, ağ ve balık toplayıcı cihazlar (FAD'ler) gibi bazı sabit av araçlarının da kablo arızalarına sebep olduğu bilinmektedir. Ayrıca, balıkçılar tarafından kaybolan ekipmanları kurtarmak amacıyla kullanılan tırmıkların (grapnel) da denizaltı kabloları için ilave bir risk unsuru oluşturduğu görülmektedir.

Dip trolü, dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan ticari balıkçılık yöntemlerinden biri olup, aynı zamanda denizaltı kablolarına en fazla zarar veren yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem kapsamında kullanılan ağır dip halatları ve geniş ağ sistemleri, deniz tabanını doğrudan taramakta ve bu sayede kablolarla temas etme ihtimalini artırmaktadır. Özellikle çoklu trol sistemleri ile karides avcılığında yaygın olarak kullanılan ikiz trol düzenekleri, daha geniş alanları taramakta, ancak bu durum kablo güzergâhlarında ciddi riskler meydana getirmektedir. Bu tür sistemlerde, ağın ya da trol kapılarının deniz tabanındaki bir engele takılması durumunda, sadece gemi dengesi değil, aynı zamanda kabloların bütünlüğü de tehlikeye girmektedir. (Drew ve Hopper2009)

Sonuç olarak, denizaltı kablolarının korunması amacıyla, hareketli av araçlarıyla yapılan balıkçılık faaliyetlerinin dikkatle denetlenmesi, kablo güzergâhlarının deniz haritalarında açık biçimde belirtilmesi ve balıkçıların bu bölgelerden uzak durmalarının sağlanması büyük önem arz etmektedir.



### 6.4. Çevresel Tehditler: Doğal Afetler ve İklim Değişikliği

Doğal afetler, kablo hasarlarının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır olup, iklim değişikliğiyle artan bir tehdit haline gelmektedir. Dünya genelindeki denizaltı kablo ağı, oldukça dayanıklı biçimde tasarlanmış olmakla birlikte, zaman zaman çeşitli nedenlerle hasar görebilmektedir. Bu tür hasarlar, genellikle yüksek maliyetli onarım süreçlerini beraberinde getirmektedir. Hasarların büyük bir çoğunluğu insan kaynaklı faaliyetlerden, özellikle balıkçılık ve gemi demirleme işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Her yıl dünya çapında yaklaşık 200 ila 300 arasında kablo hasarı meydana gelmektedir.

Fırtınalar, güçlü deniz dibi akıntıları ve depremler gibi doğa kaynaklı olaylar, özellikle meydana geldiklerinde geniş alanlarda birden fazla kablo sistemine zarar verebilme potansiyeline sahiptir. Bu durum, özellikle sınırlı sayıda denizaltı kablosuna bağlı olan bölgelerde ciddi iletişim kesintilerine yol açabilmektedir. Bu tür olaylar, uzak ada devletleri gibi altyapı açısından kırılgan bölgeleri orantısız bir şekilde etkileyebilmektedir. Bu duruma ilişkin yakın tarihli bir örnek, Ocak 2022'de Hunga Tonga-Hunga Ha'apai yanardağının patlaması sonucu yaşanmıştır. Bu patlama, Tonga Krallığı'nı dünyaya bağlayan tek denizaltı kablosunun kopmasına neden olmuş ve afet müdahalesi açısından kritik bir anda uluslararası iletişim tamamen kesilmiştir. Son yıllarda yaşanan çeşitli olaylar, doğal afetlerin denizaltı kablo sistemlerini nasıl etkileyebileceğini açıkça ortaya koymuştur:

- Angola açıklarında, Congo Kanyonu'nda meydana gelen alışılmadık derecede büyük bir nehir taşkını, tortul akıntıyı tetiklemiş ve Batı ile Güney Afrika'yı birbirine bağlayan kabloların kopmasına yol açmıştır. Bu olay, COVID-19 pandemisinin ilk dönemlerinde internet bağlantılarında ciddi kısıtlamalara neden olmuştur. Akıntının yaklaşık 1000 kilometrelik bir mesafe katettiği rapor edilmiştir.
- 2017 yılında, Irma Kasırgası karasal veri hatlarını su altında bırakmış ve sel sularının neden olduğu elektrik kesintileri milyonlarca insanın internete erişimini engellemiştir. Benzer şekilde, 2015 yılında meydana gelen fırtınalar, Karayipler'deki denizaltı kabloları ile kara bağlantı istasyonlarına ciddi zararlar vermiştir.
- 2009 yılında, tropikal tayfunlar Tayvan'a giden denizaltı kablolarını kesmiş, 2012'de ise fırtına dalgaları New York'taki internet altyapısını geçici olarak devre dışı bırakmıştır.

Tüm bu örnekler, denizaltı kablo sistemlerinin yalnızca teknik değil, aynı zamanda coğrafi ve çevresel faktörlere karşı da ne denli hassas olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, afet risk yönetimi kapsamında, denizaltı iletişim altyapılarının daha dirençli hale getirilmesi ve olası kesintilere karşı alternatif sistemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. (Clare, 2023)

Denizaltı kabloları ve iniş istasyonları; fırtına dalgaları, siklonlar, depremler, seller, volkanik patlamalar, denizaltı heyelanları ve buz aşınması gibi doğal afetlerin neden olduğu hasarlara karşı savunmasızdır. Günümüzde ise bu altyapılar için artan bir tehdit unsuru olarak iklim değişikliği öne çıkmaktadır. İngiltere Ulusal Oşinografi Merkezi ve Central Florida Üniversitesi öncülüğünde yürütülen ve Earth-Science Reviews dergisinde yayımlanan kapsamlı bir araştırma, küresel denizaltı kablo altyapısının iklim değişikliğine bağlı riskler karşısında giderek kırılganlaştığını ortaya koymuştur. Rapora göre, deniz tabanındaki fiber optik kablolar fırtına faaliyetleri ve değişen deniz tabanı koşullarından doğrudan zarar görebilmektedir. Kıyı şeridindeki kablo iniş istasyonları ise deniz seviyesinin yükselmesi ve kıyı erozyonu nedeniyle tehdit altındadır. Araştırma, bu altyapıların iklim değişikliğinin etkileri doğrultusunda sistematik biçimde değerlendirilmediğini ve bu alanda önemli bir bilimsel boşluk bulunduğunu vurgulamaktadır.

Southampton Üniversitesi'nden Dr. Mike Clare liderliğinde gerçekleştirilen çalışmada, çok sayıda hakemli kaynaktan elde edilen veriler doğrultusunda, iklim değişikliğinin denizaltı kabloları ve kıyıya dayalı altyapı üzerindeki potansiyel etkileri analiz edilmiştir. Bulgular, özellikle kablo şebekesinin bulunduğu bölgelerde koşulların büyük ölçüde yerel olarak değişkenlik gösterdiğini ve bazı bölgelerin "sıcak noktalar" olarak daha yüksek risk taşıdığını ortaya koymuştur.

İklim değişikliğiyle bağlantılı olarak artan fırtına sıklığı ve şiddeti ile deniz seviyesindeki yükselme, hem mevcut kablolar hem de yeni kurulacak altyapılar için mutlaka dikkate alınmalıdır. İnsan kaynaklı hasarlar hâlâ daha yaygın olmakla birlikte, iklim kaynaklı doğal afetlerin daha geniş alanları etkileyebilme potansiyeli bulunmaktadır. Bu durum, çok sayıda kablo sisteminin aynı anda devre dışı kalmasına ve bazı bölgelerde internet erişiminin tamamen kesilmesine yol açabilecek ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Sonuç olarak, kablo güzergâhları belirlenirken yalnızca kısa vadeli afetler değil, uzun vadeli iklimsel etkiler de dikkate alınmalı; yerel tehlike dinamikleri ayrıntılı biçimde analiz edilmelidir. (Judge, 2023)

## 7. TÜRKİYE’NİN DENİZALTI KABLO AĞLARINA ENTEGRASYONU VE ULUSAL DÜZENLEYİCİ ÇERÇEVE



İçinde bulunduğumuz dönem dijital düzlemde internet altyapısına dayalı olarak sürekli bağlantı gereksinimiyle yeniden şekillenmektedir. Denizaltı kabloları, uluslararası veri ve ses iletişiminin büyük çoğunluğunu taşıyarak modern dijital dünyanın temelini oluşturmaktadır. Günde trilyonlarca dolarlık finansal işlemi destekleyen bu altyapıya bağımlılık neredeyse tamdır. Veri hacminin katlanarak arttığı bir çağda, bu kablo sistemleri sadece teknik değil, aynı zamanda jeopolitik bir güç unsuru haline gelmiştir.

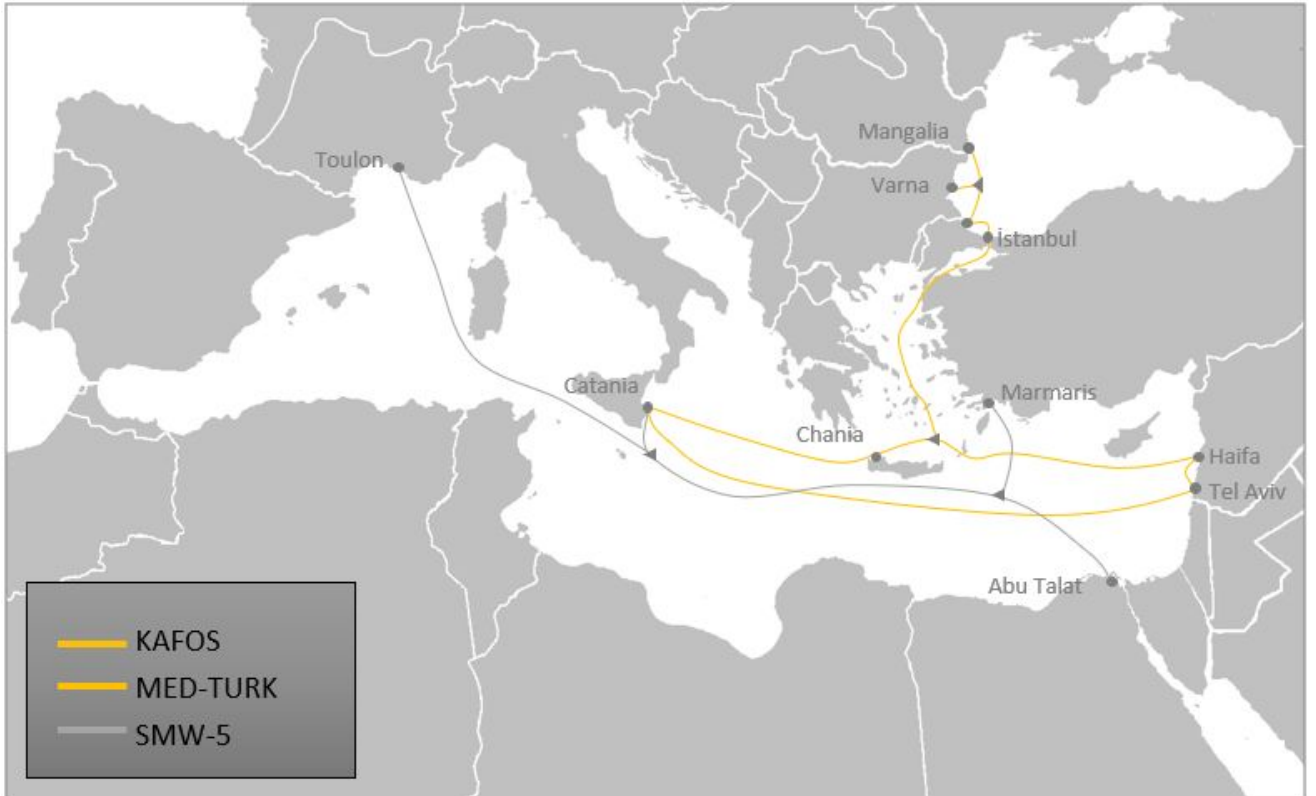
Türkiye, Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında bir kavşak noktası olarak, denizaltı kablo sistemlerinde stratejik bir konuma sahip olup, Türkiye gibi Avrasya'nın kesişiminde yer alan ülkeler için bu sistemler, dijital egemenlik ve ekonomik rekabet gücü açısından da önemlidir. Bu konum, Türkiye'yi, Avrupa ve Asya arasındaki verilere daha kısa ve düşük gecikmeli (low-latency) rotalar sunarak doğal bir köprü hâline getirmektedir. Bu avantaj, uluslararası kablo operatörlerinden ve içerik sağlayıcılardan önemli yatırımlar çekme potansiyeline sahiptir. Bugün yaklaşık olarak dünyada 1,5 milyon km uzunluğunda denizaltı fiber optik kablo ağı bulunmakta olup, bu rakam Dünya çevresinin yaklaşık 37 katına eşdeğerdir. Bu fiber ağı ilave olarak Project Waterworth (Meta), BlueMed, PEACE gibi büyük projelerin yapımı da devam etmektedir. Dünyada ki bu ağ yapısında Mısır (Kızıldeniz), Cebelitarık, Malakka ve Karadeniz çevresi stratejik geçiş bölgeleri olarak kabul edilmektedir. Türkiye, jeostratejik konumu ve dijital dönüşüm potansiyeli sayesinde denizaltı fiber kablo sistemlerinde sadece bir geçiş noktası olmaktan çıkabilir. Doğru regülasyon, teşvikler ve teknik altyapı planlamasıyla Türkiye, dijital verinin yeni İpek Yolu'nun merkezlerinden biri haline gelebilir.

## 7.1. Türkiye'nin Mevcut ve Planlanan Denizaltı Kablo Hatları

Türkiye, jeostratejik konumu itibarıyla Avrupa, Asya ve Orta Doğu arasında bir dijital köprü vazifesi görmektedir. Bu konum, Türkiye'nin denizaltı fiber optik kablo sistemleri açısından önemli bir geçiş noktası olmasını sağlamıştır. Türkiye üzerinden geçen ve Türkiye'yi küresel internet altyapısına entegre eden denizaltı kablolar, hem ulusal hem de bölgesel veri trafiğinin kesintisiz ve yüksek hızlı bir şekilde iletilmesini mümkün kılmaktadır. Bu kablolar, dijital ticaretin, e-devlet hizmetlerinin, finansal sistemlerin ve genel iletişimin temel altyapısını oluşturur. Ayrıca, Türkiye'nin bölgesel bir veri merkezi ve dijital geçiş noktası olma hedefi doğrultusunda, bu altyapının güçlendirilmesi kritik görülmektedir.

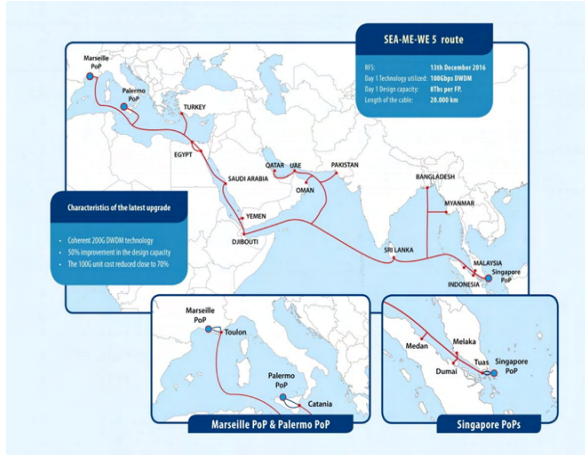
Türkiye, mevcut kablo sistemlerine ek olarak, yeni hatlarla veri merkezlerini desteklemeyi ve düşük gecikmeli küresel veri akışında daha güçlü bir rol üstlenmeyi hedeflemektedir. Ayrıca siber güvenlik, yedeklilik ve hizmet sürekliliği konularında da denizaltı kablo sistemlerinin güvenliği stratejik bir öncelik olarak değerlendirilmektedir.

**Şekil 18.** Denizaltı Kablo Projeleri



Türkiye'nin entegre olduğu başlıca uluslararası denizaltı kablo sistemleri şunlardır:

- **SEA-ME-WE 3:** Güneydoğu Asya, Orta Doğu ve Avrupa'yı birbirine bağlayan, Türkiye üzerinden geçen kablo sistemi. (Ekonomik ömrünü tamamlamıştır).
- **SEA-ME-WE 5:** Fransa'dan başlayarak Güneydoğu Asya'ya uzanan, Türkiye'de Marmaris'e ulaşan modern bir sistem. Bu sistem Singapur'dan Orta Doğu'ya, Batı



Avrupa'da Fransa ve İtalya'ya kadar 17 ülkeyi Varlık Noktaları (POP) aracılığıyla birbirine bağlayan 20.000 km uzunluğunda bir denizaltı kablo sistemidir ve 3 fiber çifti üzerinden ilk sistem tasarım kapasitesi 24 Tbps'dir. Singapur ile Mısır arasında üç çift fiber, Mısır'dan Avrupa'ya ise dört çift fiber bulunuyor. SEA-ME-WE 5 konsorsiyumu; BSCCL, China Mobile International, China Telecom Global, China Unicom, Djibouti Telecom, Du, Myanmar Post and Telecom, Orange, Ooredoo, Telin, Saudi Telecom, SingTel, Sri Lanka Telecom, Telecom Italia Sparkle, Telecom Egypt, Telekom Malaysia, Telecom Yemen, Turk Telecom ve Transworld dahil olmak üzere 19 önde gelen telekom operatöründen oluşmaktadır. Konsorsiyumu, 7 Mart 2014'te inşaat ve bakım anlaşmasını imzalamış ve Aralık 2016 tarihinde hizmete hazır hale gelmiştir. Ağustos 2019'da sistem tasarım kapasitesini 38 Tbps'ye çıkardı. (Submarine Cable Networks, 2024a)

- **MedNautilus:** Akdeniz'de İtalya, Yunanistan, Türkiye ve İsrail'i birbirine bağlayan,



İstanbul'da sonlanan bir sistem. Akdeniz çevresindeki ülkeleri birbirine bağlayan bu denizaltı kablo ağına Türkiye Çanakkale ve İstanbul bağlantı noktalarıyla entegre olmuştur. Sistem, yüksek kapasite ve güvenilirlik açısından kritik öneme sahiptir.

- **KAFOS:** Karadeniz Fiber Optik Sistemi Karadeniz üzerinden Türkiye, Bulgaristan ve Romanya'yı birbirine bağlayan 504 km uzunluğunda bir deniz altı kablosudur. KAFOS kablo sistemi Ocak 2021'de hizmete hazır hale getirildi. ((Submarine Cable Networks, 2024b)



- **Turcyos-1 ve Turcyos-2:** Türkiye (Bozyazı ve Samandağ) ile Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (Girne ve İskele) arasında doğrudan bağlantı sağlayan kablolardır.

**Şekil 19. Denizaltı Kablo Sistemleri**

Kablo Adı	Türü	Uzunluk	Kapasite	Açıklama
<b>SEA-ME-WE 5</b>	Uluslararası	20.000 km	38 Tbps	2016'da devreye giren ve Marmaris'te Türkiye'ye bağlanan sistem.
<b>MedNautilus</b>	Uluslararası	7.800 km	3,84 Tbps	İstanbul'a bağlanan ve Akdeniz ülkelerini kapsayan sistem.
<b>KAFOS</b> (Karadeniz Fiber Optik Sistemi)	Uluslararası	504 km	8 Tbps	Karadeniz üzerinden Türkiye, Bulgaristan ve Romanya'yı bağlayan sistem.
<b>SEA-ME-WE 6</b>	Uluslararası	19.200 km	126 Tbps	2026'da devreye girmesi planlanan yeni nesil sistem.

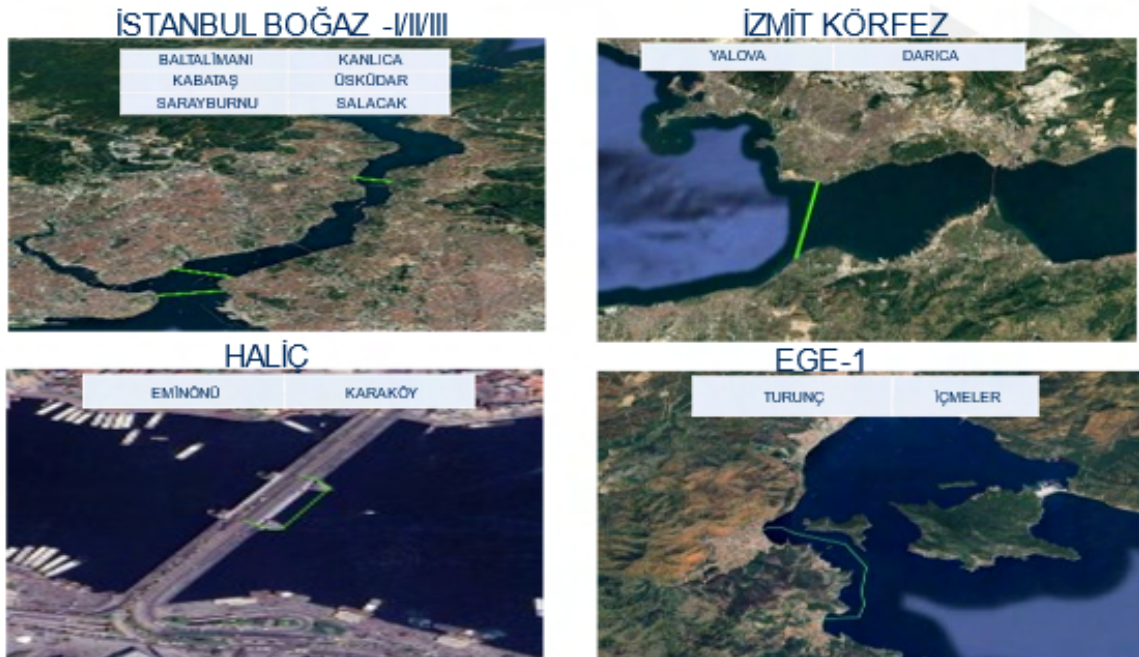
Bununla birlikte, yakın zamanda Sparkle ile Turkcell arasında imzalanan mutabakat zaptı (MoU) uyarınca, Türkiye ile Avrupa'yı birbirine bağlayan 4.000 km'lik çeşitlendirilmiş bir rota inşa edilmesi amaçlanmaktadır. Planlanan bu kablo hattı, fiber çifti başına 25 Tbps'den fazla taşıma kapasitesine sahip olacak ve Türkiye'nin Avrupa ile olan bağlantı yedekliliğini ve kapasitesini stratejik olarak güçlendirecektir. Bu tür ortaklıklar, Türkiye'nin küresel operatörler için güvenilir bir bağlantı kapısı (gateway) olma vizyonunu desteklemektedir.

Türkiye'nin coğrafi yapısı itibariyle denizlerle çevrili olması yanında sahip olduğu boğazlardan dolayı ulusal çapta da bir çok noktada denizaltı fiber optik kablo sistemine sahip olması doğal bir sonuç olarak görülebilir. Bugün toplamı yaklaşık olarak 22.000 km dolayındaki bu kablo sistemlerinden en önemlileri İstanbul Boğazı ile Haliç'te bulunmaktadır. Ayrıca Marmara Denizi ile Ege Denizinde de ulusal olarak denizaltı fiber optik kablo sistemleri mevcuttur. Bunlardan İzmit Körfezi kablo sistemi en eski ve en uzun olanıdır. Türkiye'deki ulusal denizaltı fiber kablo sistemlerine detaylı olarak aşağıdaki tabloda yer verilmektedir. Şekil-20'de ise Türkiye'deki denizaltı kablo altyapısında ilişkin detaylı bilgilere yer verilmektedir.

**Şekil 20. Ulusal Denizaltı Fiber Kablo Sistemleri**

DENİZ	KABLO ADI	A İLİ	A MERKEZİ	B İLİ	B MERKEZİ	KAPASİTE	UZUNLUK	İlk Tesis Yılı
İSTANBUL BOĞAZI	İSTANBUL BOĞAZ-I	İSTANBUL	BALTALIMANI	İSTANBUL	KANLICA	96	1587	Mayıs 2008
	İSTANBUL BOĞAZ-II	İSTANBUL	KABATAŞ	İSTANBUL	ÜSKÜDAR	96	1990	Mayıs 2008
	İSTANBUL BOĞAZ-III	İSTANBUL	SARAYBURNU	İSTANBUL	SALACAK	96	2039	Aralık 2020
HALIÇ	HALIÇ	İSTANBUL	EMİNÖNÜ	İSTANBUL	KARAKÖY	96	276	Eylül 2008
MARMARA DENİZİ	İZMİT KÖRFEZ	YALOVA	YALOVA	KOCAELİ	DARICA	96	9100	Ocak 2008
EGE DENİZİ	EGE-I	MUĞLA	TURUNÇ	MUĞLA	İÇMELER	96	6115	Ocak 2022

**Şekil 21. Ulusal Denizaltı Kablo Sistemleri**



## 7.2. Türkiye'nin Stratejik Konumu ve Bölgesel Önemi

Türkiye, Avrupa ile Asya arasında bir geçiş noktasıdır. İstanbul ve Çanakkale Boğazları, hem jeopolitik hem de dijital veri akışı açısından kritik öneme sahiptir. Bu konum, Türkiye'yi uluslararası denizaltı kablo projelerinde doğal bir bağlantı noktası haline getirir. Türkiye, denizaltı kablo ağlarına entegrasyonu sayesinde dijital dünyada önemli bir kavşak haline gelmiştir. Gerek coğrafi avantajları, gerekse artan teknolojik altyapı yatırımları sayesinde ülke, veri trafiğinde hem bir geçiş noktası hem de bir merkez olma potansiyeline sahiptir. Ancak bu entegrasyonun sürdürülebilirliği için güvenlik, altyapı yenileme ve uluslararası iş birlikleri konularında sürekli ilerleme gerekmektedir.

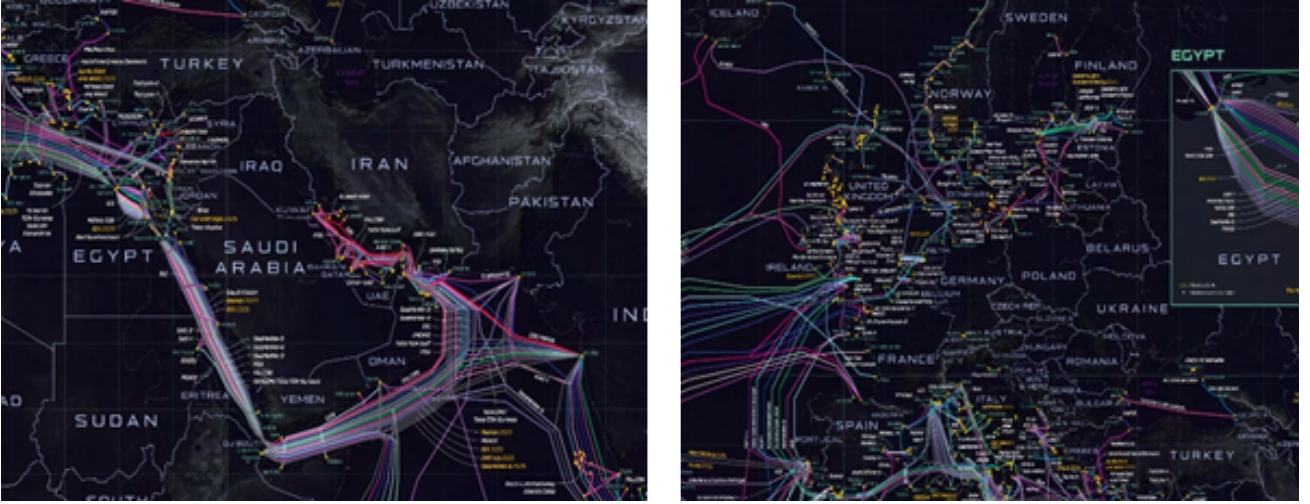
Türkiye, denizaltı kablolarının hukuki çerçevesini de içeren 1982 tarihli Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi'ne (BMDHS) taraf değildir. Türkiye'nin bu kararı, esas olarak Sözleşme'deki karasularının genişliği ve deniz hukuku uyumsuzluklarında zorunlu yargı yetkisine ilişkin hükümleri kabul etmemesinden kaynaklanmaktadır.

Bununla birlikte, uluslararası antlaşmalar hukuku gereği, bir antlaşma ilke olarak sadece taraf olan devletleri bağlar. Ancak, BMDHS'nin deniz çevresinin korunması ve bazı diğer hükümlerinin örf ve adet hukuku kuralı niteliği kazanması mümkündür. Türkiye'nin bu kurallara yönelik herhangi bir itirazı olmadığı durumlarda, hukuksal dayanak BMDHS olmasa da, bu kurullarla bağlı olma durumu pratik sonuç olarak ortaya çıkabilmektedir.

Dijital dönüşümün küresel ölçekte yaşamın her alanına nüfuz ettiği günümüzde, veri iletim altyapıları; sadece ekonomik faaliyetlerin değil, kamu yönetiminin, ulusal güvenliğin, toplumsal iletişimin ve bilimsel iş birliğinin de temel taşı haline gelmiştir. Bu altyapının en kritik ve aynı zamanda en az görünür unsurlarından biri olan denizaltı fiber optik kablolar, bugün dünya genelindeki internet trafiğinin yaklaşık %95'ini taşımakta ve dijital çağın omurgasını oluşturmaktadır. Uyduların aksine, denizaltı kablolar çok daha yüksek kapasite sunar, gecikme süresi çok daha düşüktür ve veri iletiminde karasal sistemlerle entegre şekilde çalışarak kesintisiz bir iletişim sağlar. İşte bu bağlamda, Türkiye'nin coğrafi konumu, altyapı kabiliyetleri ve dijital stratejik vizyonu, küresel veri yollarının yeniden şekillendiği bir dönemde, ülkeyi yalnızca bir geçiş noktası değil, aynı zamanda bölgesel bir dijital merkez (digital hub) olma potansiyeliyle öne çıkarmaktadır.

Türkiye; Avrupa, Asya, Afrika gibi üç kıtanın kesiştiği, hem karasal hem deniz geçişleri bakımından eşsiz bir coğrafi konumda yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'ye tarih boyunca olduğu gibi dijital çağda da stratejik avantajlar sağlamaktadır. Asya'dan Avrupa'ya uzanan doğu-batı dijital koridorları, Çin ve Güneydoğu Asya'dan başlayarak Ortadoğu ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya ulaşmakta; Kuzey-Güney eksenli veri güzergâhları ise Kafkasya, Rusya ve Orta Asya'dan başlayarak Türkiye üzerinden Ortadoğu ve Afrika'ya inmektedir. Türkiye, bu hatların kesişiminde bir kavşak ülke konumundadır. Akdeniz'in doğusunda yer alması, Ege ve Marmara denizine kıyısı olması, İstanbul ve Çanakkale Boğazları gibi doğal geçitlere sahip bulunması, onu sadece kara geçişleri açısından değil, aynı zamanda denizaltı kablo güzergâhları açısından da kilit bir oyuncu haline getirmektedir.

**Şekil 22.** Denizaltı Kablo Güzergahları



*Kaynak: TeleGeography*

Karadeniz, Rusya ve Kafkasya'yı Avrupa'ya bağlayan, stratejik değeri yüksek, potansiyel bir dijital koridordur. Ancak, bu bölgenin jeopolitik dinamikleri, denizaltı kablo altyapısı için özel riskler ve fırsatlar sunmaktadır.

Türkiye, hâlihazırda KAFOS (Karadeniz Fiber Optik Sistemi) hattı aracılığıyla Bulgaristan ve Romanya'ya bağlantı sağlamaktadır. Ancak, bölgedeki artan veri talebi ve Kafkasya ile Orta Asya'ya açılan dijital kapı potansiyeli göz önüne alındığında, KAFOS dışında yeni yüksek kapasiteli projelere odaklanma ihtiyacı kritik bir önceliktir.



Karadeniz, Asya'dan gelen veri akışının Avrupa'ya ulaştırılması için potansiyel bir alternatif güzergâh oluşturmaktadır. Bu, özellikle geleneksel Süveyş/Akdeniz güzergâhına yönelik olası tıkanıklık veya hasar durumlarında yedeklilik sağlaması açısından stratejik bir önem taşır. Karadeniz ve çevresindeki artan askeri gerilimler ve hibrit savaş tehditleri, denizaltı kablolarını doğrudan bir güvenlik konusu haline getirmiştir. Kuzey Akım boru hatlarına yönelik sabotaj iddiaları gibi olaylar, deniz tabanındaki enerji ve iletişim altyapılarının kasıtlı fiziksel saldırılara karşı ne kadar savunmasız olabileceğini somut biçimde göstermiştir. Bu bölgeden geçen veya geçecek olan kabloların güvenliği ve sürekli fiziksel koruma ihtiyacı, bir kıyı devleti olarak Türkiye'nin üstlendiği jeopolitik sorumluluğu artırmaktadır. Karadeniz'deki kablo güvenliği, Türkiye'nin komşu kıyı devletleri (Bulgaristan, Romanya, Ukrayna, Gürcistan) ve NATO ile iş birliğini derinleştirmesini zorunlu kılmaktadır. Bölgesel bir dijital merkez olma vizyonu, bu hatların güvenilirliğini uluslararası alanda garanti etme yeteneğine doğrudan bağlıdır.

Dijital Orta Koridor vizyonu kapsamında Karadeniz havzasındaki en dikkat çekici gelişmelerden biri, Gürcistan ve Romanya arasında planlanan Karadeniz Denizaltı Kablo Projesi'dir (BSSC). Azerbaycan, Gürcistan, Romanya ve Macaristan arasında Eylül 2024'te imzalanan "Yeşil Enerji Geliştirme ve İletimi Stratejik Ortaklık Anlaşması" uyarınca hayata geçirilen bu proje, Anaklia ile Köstence limanlarını birbirine bağlayacak yaklaşık 1.195 km uzunluğunda bir enerji ve veri hattını öngörmektedir. Avrupa Komisyonu tarafından "bayrak gemisi" projelerinden biri olarak desteklenen ve Dünya Bankası'nın ESPIRE Programı kapsamında ilk aşama finansmanı onaylanan bu girişim, 1.000-1.500 MW kapasiteli bir elektrik kablosuna paralel olarak yüksek kapasiteli bir fiber optik hattın döşenmesini de içermektedir.

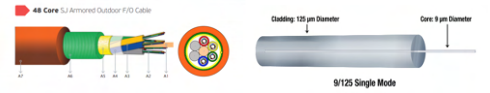
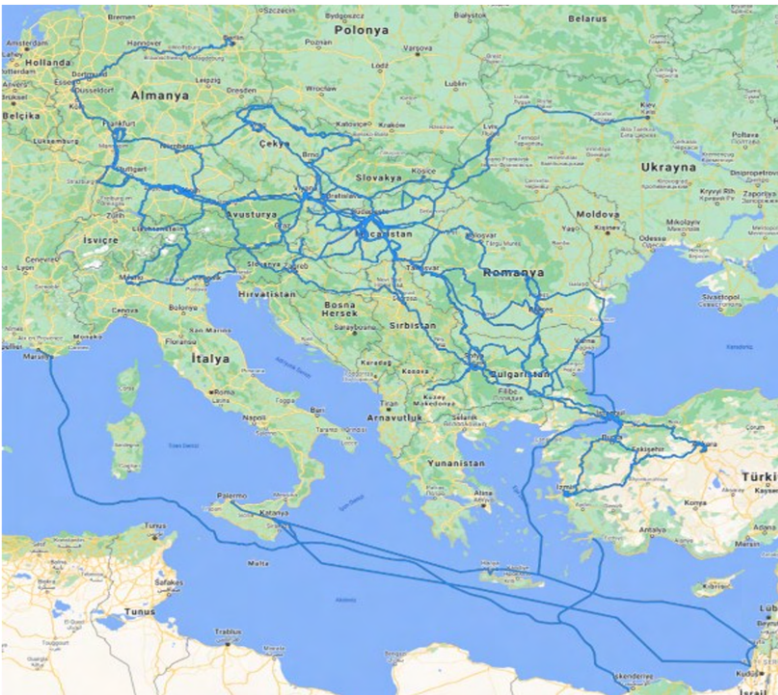
Kasım 2024 itibarıyla fizibilite çalışmaları tamamlanan ve deniz tabanı araştırmaları aşamasına geçen bu proje, Türkiye'nin Karadeniz'deki mevcut dijital hakimiyeti ve "hub" olma hedefi açısından çok boyutlu bir öneme sahiptir. Türkiye, halihazırda KAFOS sistemi üzerinden Bulgaristan ve Romanya ile güçlü bir Karadeniz bağlantısına sahip olsa da, BSSC projesi Kafkasya ve Avrupa Birliği arasında Türkiye'yi coğrafi olarak bypass eden paralel bir kuzey rotası oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Ancak bu durum, Türkiye için sadece bir rekabet unsuru değil, aynı zamanda bölgesel veri trafiği için kritik bir yedeklilik alanı anlamına gelmektedir. Alternatif rotalardaki jeopolitik riskler göz önüne alındığında, Karadeniz'in bu tür yüksek kapasiteli hatlarla güçlendirilmesi, Türkiye üzerinden geçen karasal ve denizaltı fiber optik ağların siber dayanıklılığını ve bölgesel cazibesini tamamlayıcı niteliktedir. Ekonomik düzenleme ve siber güvenlik stratejileri açısından, bu tür sınır ötesi projeler Karadeniz havzasındaki dijital güvenliğin ilgililer tarafından eşgüdümlü yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Projenin fiber optik bileşeninin özel sektör yatırımlarını çekme potansiyeli, Türkiye'nin bölgedeki yerli teknoloji ve operatör kabiliyetlerini bu yeni ağ yapısına entegre etmesi için stratejik bir fırsat sunmaktadır. Sonuç olarak, Karadeniz Denizaltı Kablo Projesi, Türkiye'nin dijital egemenliğini pekiştirecek "Dijital Orta Koridor" vizyonunu daha geniş bir çok taraflı iş birliği zeminine taşımakta ve bölgenin küresel veri trafiğindeki stratejik ağırlığını artırmaktadır (Submarine Cable Networks, 2025).

Bugün dünya genelinde 600'e yakın aktif denizaltı kablo sistemi bulunmaktadır. Bunların büyük bir bölümü Atlantik ve Pasifik üzerinden kıtaları birbirine bağlarken, Akdeniz ve Hint Okyanusu eksenli kablo sistemleri ise Asya, Afrika ve Avrupa'yı bağlayan hatların temelini oluşturmaktadır. Türkiye, bu hatların geçişinde kritik öneme sahip olup, hâlihazırda MedNautilus, SEA-ME-WE 3, 4 ve 5, AEGEAN ve planlama sürecinde olan BlueMed, Quantum Cable, SeaMed gibi birçok sistemin ya doğrudan parçası ya da yakın çevresinde yer almaktadır. Bu sistemlerin önemli bir kısmı, Türkiye kıyılarında karaya çıkmakta veya Türkiye üzerinden geçen karasal fiber optik ağlarla Avrupa'ya bağlanmaktadır. Bunun yanı sıra, Türkiye üzerinden geçen kara fiber bağlantıları Bulgaristan, Yunanistan, Gürcistan, Azerbaycan ve İran üzerinden Kafkasya ve Orta Asya'ya ulaşmakta, böylece doğrudan Çin'e uzanan geniş bir dijital güzergâh kurulabilmektedir.

Türkiye'nin sunduğu bu dijital koridor yalnızca coğrafi avantajlara değil, aynı zamanda altyapı güvenliği, politik istikrar ve teknik yeterlilik gibi unsurlara da dayanmaktadır. Türkiye; NATO üyesi, Avrupa ile entegrasyon sürecinde olan, uluslararası veri trafiği güvenliği normlarını kabul eden bir ülke olarak, hem batılı teknoloji şirketleri hem de küresel altyapı yatırımcıları için güvenli bir alternatif sunmaktadır. Süveyş Kanalı-Kızıldeniz geçişi, Arktik kablo projeleri veya Orta Asya merkezli geçişler gibi alternatif güzergâhlar, ya yüksek maliyetli ya da politik ve çevresel riskler açısından daha kırılgandır. Bu bağlamda Türkiye, özellikle Avrupa-Asya veri transferi açısından hem kısa, hem jeopolitik olarak daha dengeli, hem de maliyet açısından daha verimli bir yol haritası sunmaktadır.

Türkiye'nin bu avantajlı konumunu pekiştiren bir diğer unsur da, veri merkezlerine erişim kolaylığı ve düşük gecikme süresidir. Büyük teknoloji firmaları ve bulut hizmet sağlayıcıları, veri merkezlerini, düşük gecikme sürelerinin kritik olduğu bölgelerde konumlandırmayı tercih etmektedir. Türkiye'nin Avrupa ile Asya arasında 20 ms altında veri iletimi sağlayabilen bir noktada bulunması, ülkeyi yalnızca transit geçiş ülkesi değil, aynı zamanda veri işleme, saklama ve analiz merkezlerinin konuşlandırılabilceği bir bölgesel dijital üs konumuna getirmektedir.

### Şekil 23. Avrupa Denizaltı Kablo Güzergahları



#### 14 Ülke

- AUSTRIA
- BULGARIA
- CROATIA
- CZECHIA
- GERMANY
- HUNGARY
- ITALY
- NORTH MACEDONIA
- ROMANIA
- SERBIA
- SLOVAKIA
- SLOVENIA
- TÜRKİYE
- UKRAINE

Buna karşın, bu potansiyelin hayata geçirilmesi yalnızca coğrafi avantaja değil, planlı altyapı yatırımlarına, siber güvenlik politikalarına, regülasyonlara ve uluslararası iş birliklerine bağlıdır. Türkiye'nin mevcut denizaltı kablo altyapısına entegre şekilde, kıyı bölgelerde kurulacak yüksek kapasiteli veri merkezleri, veri serbest bölgeleri ve dijital serbest ticaret alanları, ülkeyi bölgesel dijital trafik için cazibe merkezi hâline getirebilir. Bununla birlikte, veri egemenliği, kişisel verilerin korunması, siber saldırılara karşı dayanıklılık ve uluslararası veri transferi kurallarına uyum gibi konularda güçlü bir yasal ve teknik çerçeve oluşturulması gerekmektedir. Uluslararası ölçekte, Türkiye'nin denizaltı kablo projelerinde aktif rol alması, bu kabloların yönlendirilmesinde söz sahibi olması ve çok taraflı altyapı inisiyatiflerine katılması büyük önem arz etmektedir. Avrasya Telekom Koridoru, Orta Koridor Girişimi ve Çin'in Dijital İpek Yolu gibi projeler, Türkiye'nin daha etkin rol üstlenebileceği platformlar sunmaktadır. Türkiye'nin denizaltı fiber optik kablo altyapıları bağlamında sahip olduğu potansiyel, yalnızca bir iletişim altyapısı meselesi değil; ekonomik kalkınma, ulusal güvenlik, uluslararası iş birliği ve dijital egemenlik alanlarında çok boyutlu bir stratejik değer taşımaktadır. Bu potansiyelin etkin ve sürdürülebilir biçimde değerlendirilmesi; Türkiye'yi küresel dijital trafiğin geçiş noktası olmaktan çıkarıp, aynı zamanda dijital veri üretimi, işlenmesi ve kontrolünün yapıldığı bir bölgesel güç hâline getirme potansiyeline sahiptir. Bu vizyonun gerçekleştirilmesi için kamu, özel sektör ve uluslararası aktörlerin iş birliği içinde, uzun vadeli ve bütüncül bir ulusal dijital strateji çerçevesinde hareket etmesi hayati önemdedir.

### **7.3. Türkiye'deki Ulusal Düzenleyici Çerçeve**

Telekomünikasyon sektörü, dijital çağın altyapısını oluşturan stratejik bir alandır. Hem ekonomik kalkınmanın hem de toplumsal dönüşümün lokomotiflerinden biri olarak değerlendirilen bu sektör, ülkemizin ulusal hedeflerine ulaşmasında ve dijitalleşme sürecinde kilit rol oynamaktadır. Türkiye'deki telekomünikasyon politikaları ve düzenlemeleri, hem küresel teknolojik gelişmelere uyum sağlama hem de yerli üretim kabiliyetlerini artırma hedefiyle şekillenmektedir.

Bu alandaki politika ve stratejiler, başta kalkınma planları olmak üzere çeşitli ulusal belgeler aracılığıyla yönlendirilmektedir. Özellikle Dijital Türkiye vizyonu kapsamında; kamu, özel sektör, üniversite ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliğiyle ülkemizin dijital dönüşümünü gerçekleştirme hedefi yanında, genişbant altyapısının yaygınlaştırılması, 5G ve sonrası mobil teknolojilere geçiş, haberleşme ağlarının yerleştirilmesi ve kamu hizmetlerinin dijital ortama taşınması temel hedefler arasında yer almaktadır. 2021-2023 Ulusal Genişbant Stratejisi ve Dijital Türkiye Yol Haritası gibi belgeler, bu dönüşümün stratejik çerçevesini sunmuştur.

Türkiye’de telekomünikasyon alanındaki düzenlemeler, 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu başta olmak üzere birçok yasal düzenleme ile belirlenmiştir. Bu çerçevede sektörü düzenlemek, gözetmek ve denetlemekle görevli olan Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK); lisanslama başta olmak üzere spektrum yönetimi, piyasa düzenlemeleri, altyapı paylaşımı ve tüketici hakları gibi konularda yetkilidir. Telekomünikasyon sektöründe faaliyet göstermek isteyen işletmecilerin BTK’dan yetkilendirme alması zorunludur. Sektörde; mobil operatörler, internet servis sağlayıcılar ve altyapı işletmecileri gibi farklı hizmet türlerine göre lisanslama yapılmaktadır. Rekabetin sağlanması, yeni girişimlerin desteklenmesi ve tüketici yararının gözetilmesi Kurumun piyasa düzenlemelerinin temelini oluşturmaktadır.

Son yıllarda Türkiye, 5G teknolojilerine geçişte de yalnızca hizmet ithalatı değil, aynı zamanda yerli ürün ve çözümlerle katma değer üretimini hedeflemektedir. Bu kapsamda ULAK A.Ş. gibi kamu destekli girişimlerle yerli baz istasyonları, çekirdek şebekeler ve diğer haberleşme bileşenlerinin geliştirilmesi teşvik edilmektedir. Aynı zamanda Türkiye, Avrupa Birliği müktesebatıyla uyumlu bir düzenleme yapısı oluşturmayı sürdürmekte; özellikle pazar analizi temelli regülasyonlar, evrensel hizmet yükümlülükleri ve tüketici koruma düzenlemeleri Avrupa’daki gelişmelerle eşgüdümlü olarak yürütülmektedir.

Bununla birlikte, dijitalleşme ile artan siber tehditler ve kişisel veri güvenliği sorunları, sektörel düzenlemelerin kapsamını genişletmiştir. 7496 sayılı Siber Güvenlik Kanunu ile kurulan Türkiye Siber Güvenlik Kurumu, ulusal siber güvenlik mimarisinde merkezi bir rol üstlenmektedir. Kurum, bu alandaki politika ve stratejileri belirleme, düzenleme ve uygulama süreçlerinin en üst düzeyde koordinasyonunu sağlamayı hedeflemektedir. Bu yeni yapılanma, denizaltı kabloları dâhil olmak üzere kritik altyapıların korunmasına yönelik bütüncül ve daha güçlü bir devlet yaklaşımını işaret etmektedir.

Sonuç olarak, denizaltı kabloları küresel dijital dünyayı ayakta tutan, büyük ölçüde görünmez ancak hayati önem taşıyan bir altyapıdır. Basit telgraf hatlarından yüksek kapasiteli fiber optik ağlara uzanan tarihsel gelişim süreci, daha hızlı ve daha güvenilir iletişime yönelik sürekli artan talep tarafından şekillenmektedir. Bu kablolar küresel ekonomide kritik bir rol oynamakta, temel toplumsal işlevleri desteklemekte ve karmaşık bir uluslararası ve ulusal düzenlemeler ağına tabi bulunmaktadır. Türkiye’de telekomünikasyon politikaları ve düzenlemeleri; ulusal hedefler, küresel gelişmeler ve teknolojik dönüşüm doğrultusunda dinamik bir yapıda evrilmektedir. Bu dönüşüm süreci, yalnızca altyapı yatırımlarıyla değil; aynı zamanda yerli üretim, rekabet ortamı, kullanıcı hakları ve güvenlik standartları ile bütüncül bir şekilde yürütülmektedir. Teknoloji ilerledikçe ve jeopolitik ortam değiştikçe, denizaltı kablo altyapısının güvenliğinin, dayanıklılığının ve sürekli gelişiminin sağlanması; BTK dâhil olmak üzere dünya genelindeki düzenleyici kurumlar için öncelikli bir mesele olmaya devam edecektir.

## 8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER



Denizaltı kabloları, uluslararası veri ve ses iletişiminin büyük çoğunluğunu taşıyan görünmeyen damarlar olarak modern dijital dünyanın temelini oluşturmaktadır. Denizaltı kablo endüstrisi, toplam uzunluğu milyonlarca kilometreyi bulan 600'ün üzerindeki sistemle ve aktif ya da yapım aşamasındaki karaya çıkış noktalarının son beş yılda yaklaşık %50 oranında artmasıyla sürekli bir büyüme göstermektedir. Bu büyümenin temel itici gücü, küresel ölçekte çok daha hızlı ve kapsamlı veri iletimine duyulan talepten kaynaklanmaktadır. Bu gereksinimi karşılamak amacıyla pek çok bölgede büyük ölçekli denizaltı kablo projeleri hayata geçirilmektedir.

Bu su altı ağları, küresel ticareti destekleyen, günlük trilyonlarca dolarlık finansal işlemleri mümkün kılan ve günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelen yüksek hızlı internet erişimini sağlayan kesintisiz bilgi alışverişini kolaylaştırmaktadır. Bu altyapıya olan bağımlılık neredeyse tamdır ve uydu iletişimi kıtalararası veri transferinin çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu hakimiyet, denizaltı kablolarının küresel ekonomi ve uluslararası iletişimin güvenliği için ne kadar kritik öneme sahip olduğunu vurgularken; sektörü teknoloji devlerinin doğrudan yatırımcı ve işletmeci olarak sahneye çıktığı yeni bir döneme taşımaktadır.

Büyük ölçekli bulut hizmeti sağlayıcılarının (hyperscalers) katılımı, denizaltı kablolarının finansman ve işletme şeklini temelden değiştirmektedir. Telekomünikasyon şirketlerinin projeleri yönetmesi yerine, teknoloji devleri bulut hizmetlerini, yapay zeka uygulamalarını ve içerik dağıtım ağlarını desteklemek için ortak yatırımlar yapmaktadır. Günümüzde denizaltı kablo ekosisteminin en kritik ve yönlendirici aktörleri, Google, Amazon ve Meta gibi büyük ölçekli teknoloji devleridir. Bu şirketler, küresel telekom operatörleri ve altyapı sağlayıcılarıyla bir araya gelerek kapsamlı konsorsiyumlar oluşturmakta ve altyapı yatırımlarına öncülük etmektedir. Bu değişim, geleneksel telekom şirketleri için yeni dinamikler yaratmaktadır. Kablo kurulumunun tüm finansal yükünü üstlenmeden kapasiteye erişim sağlarken, giderek büyük teknoloji şirketlerinin ihtiyaçları tarafından yönlendirilen bir pazara uyum sağlamaları gerekmektedir. Telekom operatörlerinin düzenleyici uyumluluğu yönetme ve iniş haklarını güvence altına alma konusundaki uzmanlığı değerli olmaya devam ederken stratejik ortaklıklar için yeni fırsatlar sunmaktadır. Ancak bu muazzam altyapı, çok katmanlı tehditlere karşı oldukça hassastır. Hasarların büyük çoğunluğu balıkçılık faaliyetleri ve gemi çapalarından kaynaklanırken; doğal afetler ve siber saldırılar da sistemik riskler oluşturmaktadır. Bu kritik önemi kabul eden uluslararası organizasyonların çalışmaları; altyapının direncini artırmak, düzenleyici ve lojistik zorlukları aşarak onarımları hızlandırmak, ileri izleme teknolojilerini kullanarak riskleri azaltmak ve sınır ötesi koordinasyonu iyileştirmek üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Denizaltı haberleşme kablolarının küresel sistem için taşıdığı kritik değer uluslararası organizasyonlarca tescil edilmesi, bu alandaki stratejik çalışmaların öncelikle altyapı direnci ve sürdürülebilirliğine odaklanmasına zemin hazırlamıştır. Bu kapsamda, mevcut düzenleyici ve lojistik engellerin bertaraf edilerek onarım ve kurulum süreçlerinin optimize edilmesi, operasyonel sürekliliğin korunması açısından hayati bir gereklilik olarak ön plana çıkmaktadır. Sürecin teknik boyutunda ise veriye dayalı risk analizi metodolojilerinin geliştirilmesi ve ileri izleme teknolojilerinin entegrasyonu yoluyla tehditlerin proaktif bir şekilde tanımlanması hedeflenmektedir.

Ağın çevresel ve jeopolitik şoklara karşı mukavemetini artırmak amacıyla, bağlantı açıklarının kapatılmasına yönelik coğrafi çeşitlilik içeren yeni rota yatırımları stratejik düzeyde teşvik edilmektedir. Bu çok boyutlu çabaların nihai amacı; bürokratik mekanizmaların sadeleştirildiği ve sınır ötesi koordinasyonun kurumsallaştığı bir düzenleyici uyum zemini yaratarak, özellikle dezavantajlı bölgeleri kapsayan sürdürülebilir ve yüksek dirençli bir küresel dijital altyapı mimarisini tahkim etmektir.

Bu küresel ağın kalbinde, Avrupa ve Asya'nın kesişim noktasındaki eşsiz coğrafi konumu nedeniyle önemli bir jeostratejik öneme sahip olan Türkiye yer almaktadır. Bu konum, iki büyük kıta arasında doğal bir köprü oluşturarak, Türkiye'yi denizaltı kablo ağları için potansiyel olarak hayati bir geçiş noktası haline getirmektedir. Tıpkı İpek Yolu üzerindeki ticareti kolaylaştırmadaki tarihi rolü gibi, Türkiye'nin modern coğrafyası da Avrupa ve Asya arasında tamamen denizaltı alternatiflerine kıyasla daha kısa, daha düşük gecikmeli veri rotaları potansiyeli sunmaktadır. Süregelen yatırımlar, düzenleyici çerçevenin güçlendirilmesi ve coğrafi avantajların etkin kullanımıyla Türkiye, bölgesel ve küresel dijital ekosistemdeki kilit rolünü daha da pekiştirme potansiyeline sahiptir.

Denizaltı kablo altyapısının Türkiye için taşıdığı stratejik değer, ekonomik kalkınma, ulusal güvenlik ve dijital egemenlik alanlarında bir kaldıraç olarak kullanılmalıdır. Bu vizyonun başarısı; siber ve fiziksel güvenliğin garanti altına alınabileceği bir güvenlik yaklaşımı, düzenleyici kolaylıklar ve yerli üretim kabiliyetlerinin desteklenmesiyle mümkün olacaktır.

Sonuç olarak, denizaltı kabloları küresel dijital dünyayı ayakta tutan, büyük ölçüde görünmez ancak kesinlikle hayati bir altyapıdır. Basit telgraf hatlarından yüksek kapasiteli fiber optik ağlara uzanan tarihsel evrimleri, daha hızlı ve daha güvenilir iletişime yönelik sürekli artan talep tarafından şekillendirilmiştir. Bu kablolar küresel ekonomide kritik bir rol oynamakta, temel toplumsal işlevleri desteklemekte ve karmaşık bir uluslararası ve ulusal düzenlemeler ağına tabi bulunmaktadır. Teknoloji ilerledikçe ve jeopolitik ortam değiştikçe, denizaltı kablo altyapısının güvenliğinin, dayanıklılığının ve sürekli gelişiminin sağlanması; ilgili tüm paydaşlar için öncelikli bir mesele olmaya devam edecektir.

# DENİZALTI KABLOLARININ DÜNYA HABERLEŞMESİNDEKİ ÖNEMİ

EK

DENİZ	KABLO ADI	A İLİ	A MERKEZİ	B İLİ	B MERKEZİ	
İSTANBUL BOĞAZI	İSTANBUL BOĞAZI-I	İSTANBUL	GARIÇE	İSTANBUL	POYRAZKÖY	
	İSTANBUL BOĞAZI-II	İSTANBUL	ANADOLU HİSARI	İSTANBUL	RUMELİ HİSARI	
	İSTANBUL BOĞAZI-III	İSTANBUL	BEBEK	İSTANBUL	VANIKÖY	
	İSTANBUL BOĞAZI-IV	İSTANBUL	SARAYBURNU	İSTANBUL	SALACAK	
	İSTANBUL BOĞAZI-V	İSTANBUL	SARAYBURNU	İSTANBUL	SALACAK	
	İSTANBUL BOĞAZI-VI	İSTANBUL	SUADA	İSTANBUL	KURUÇEŞME	
ÇANAKKALE BOĞAZI	ÇANAKKALE BOĞAZI-I	ÇANAKKALE	ECEBAT	ÇANAKKALE	ÇANAKKALE	
	ÇANAKKALE BOĞAZI-II	ÇANAKKALE	AKBAŞ	ÇANAKKALE	NARA	
	ÇANAKKALE BOĞAZI-III	ÇANAKKALE	GELIBOLU	ÇANAKKALE	LAPSEKI	
	ÇANAKKALE BOĞAZI-IV	ÇANAKKALE	KİLİTBAHIR	ÇANAKKALE	ÇANAKKALE	
	ÇANAKKALE BOĞAZI-V	ÇANAKKALE	AKBAŞ	ÇANAKKALE	KAYAÜSTÜ	
	ÇANAKKALE BOĞAZI-VI	ÇANAKKALE	AKBAŞ	ÇANAKKALE	KARAKÖY	
HALIÇ	HALIÇ-I	İSTANBUL	EMİNONÜ	İSTANBUL	UNKAPANI	
	HALIÇ-II	İSTANBUL	KASIMPAŞA	İSTANBUL	UNKAPANI	
	HALIÇ-III	İSTANBUL	EMİNONÜ	İSTANBUL	KARAKÖY	
	HALIÇ-IV	İSTANBUL	KASIMPAŞA	İSTANBUL	UNKAPANI	
MARMARA DENİZİ	İZMİT KÖRFEZİ-I	YALOVA	YALOVA	KOCAELİ	DARICA	
	İZMİT KÖRFEZİ-II	YALOVA	TAŞKÖPRÜ	KOCAELİ	DARICA	
	MARMARA ADALAR BAĞLANTISI	İSTANBUL	ERENKÖY	İSTANBUL	KINALIADA	
		İSTANBUL	KINALIADA	İSTANBUL	BURGAZADA	
		İSTANBUL	BURGAZADA	İSTANBUL	HEYBELİADA	
		İSTANBUL	HEYBELİADA	İSTANBUL	BÜYÜKADA	
		İSTANBUL	BÜYÜKADA	İSTANBUL	KARTAL	
		İSTANBUL	ERENKÖY	İSTANBUL	BÜYÜKADA	
	MUDANYA KÖRFEZİ-I	YALOVA	ARMUTLU	BURSA	MUDANYA	
	BURSA - TEKİRDAĞ BAĞLANTISI	BALIKESİR	NARLI	BALIKESİR	PAŞALIMANI ADASI	
		BALIKESİR	PAŞALIMANI ADASI	BALIKESİR	AVŞA ADASI	
		BALIKESİR	AVŞA ADASI	BALIKESİR	MARMARA ADASI	
		BALIKESİR	MARMARA ADASI	TEKİRDAĞ	HOŞKÖY	
	TURMEOS S4	ÇANAKKALE	YENİKÖY	TEKİRDAĞ	MÜREFTE	
TURMEOS S5	TEKİRDAĞ	MÜREFTE	İSTANBUL	ATAKÖY		
ITUR Re-Design	İSTANBUL	ATAKÖY	TEKİRDAĞ	MARMARA EREĞLİSİ		
EGE DENİZİ	İZMİR KÖRFEZİ-I	İZMİR	ALAYBEY	İZMİR	GÜZELYALI	
	İZMİR KÖRFEZİ-II	İZMİR	BOSTANLI	İZMİR	HATAY	
	EGE-I	MUĞLA	TURUNÇ	MUĞLA	MARMARİS	
	EGE-II	MUĞLA	BODRUM	MUĞLA	DATÇA	
	TURMEOS S1.1	MUĞLA	TURUNÇ	MUĞLA	DATÇA	
	TURMEOS S1.2	MUĞLA	DATÇA	MUĞLA	TURGUTREİS	
	TURMEOS S2.1	MUĞLA	TURGUTREİS	AYDIN	KUŞADASI	
	TURMEOS S2.2	AYDIN	KUŞADASI	İZMİR	ZEYİNELİ	
	TURMEOS S3	İZMİR	KARABURUN	ÇANAKKALE	KÜÇÜKKUYU	
	BOZCAADA-I	ÇANAKKALE	BOZCAADA	ÇANAKKALE	YENİKÖY	
	GÖKÇEADA-I	ÇANAKKALE	GÖKÇEADA	ÇANAKKALE	KABATEPE	
	AYVALIK-KÜÇÜKKUYU	BALIKESİR	AYVALIK	ÇANAKKALE	KÜÇÜKKUYU	
	AKDENİZ	BATI AKDENİZ DANTEL	MUĞLA	TURUNÇ	MUĞLA	DALAMAN
		BATI AKDENİZ DANTEL	MUĞLA	DALAMAN	MUĞLA	FETHİYE
BATI AKDENİZ DANTEL		MUĞLA	FETHİYE	ANTALYA	KAŞ	
ORTA AKDENİZ DANTEL		ANTALYA	ANTALYA	ANTALYA	ALANYA	
ORTA AKDENİZ DANTEL		ANTALYA	ALANYA	MERSİN	BOZYAZI	
TURCYOS-1		MERSİN	BOZYAZI	KKTC	GİRNE	
TURCYOS-2	HATAY	SAMANDAĞ	KKTC	İSKELE		
KARADENİZ	KAFOS K1	İSTANBUL	BÜYÜKDERE	KIRKLARELİ	İĞNEADA	
	KAFOS K2.1	KIRKLARELİ	İĞNEADA	BULGARİSTAN	VARNA	
	KAFOS K2.2	BULGARİSTAN	VARNA	ROMANYA	MANGALIA	
ULUSLARARASI	MED-NAUTILUS	İSTANBUL	YAYLA	KATILIMCI ÜLKELER	<b>Mednautilus Katılımcı Ülkeler</b>	
					1. İtalya	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	2. Yunanistan	
					3. Türkiye	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	4. İsrail	
					5. Güney Kıbrıs Rum Yönetimi	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	<b>SeaMeWe5 Members</b>	
					1. Singapur	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	2. Malaysia	
					3. Indonesia	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	4. Thailand	
					5. Myanmar	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	6. Bangladesh	
					7. India	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	8. Sri Lanka	
					9. Pakistan	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	10. United Arab Emirates	
					11. Oman	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	12. Qatar	
					13. Djibouti	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	14. Yemen	
					15. Saudi Arabia	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	16. Egypt	
					17. Italy	
ULUSLARARASI	SEA-ME 5	MUĞLA	MARMARİS	KATILIMCI ÜLKELER	18. Türkiye	
					19. France	

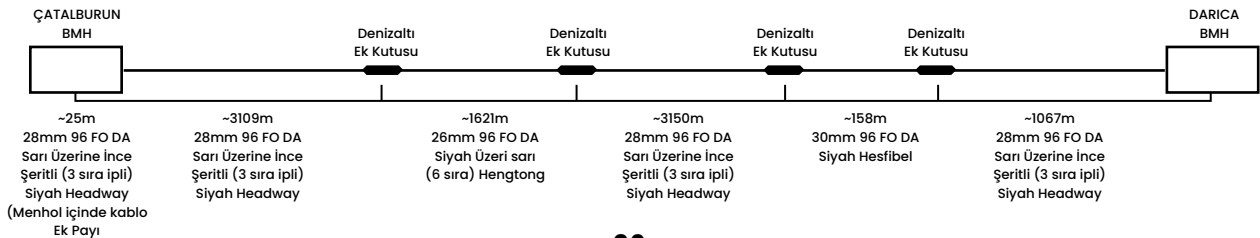


## DÜZ HAT ŞEMASI (STRAIGHT LINE DIAGRAM-SLD)

TTI Darıca - Çatalburun Hattı Periyodik Bakım-Kontrol Projesi



### ÇATALBURUN Tarafından Ölçüm



## KAYNAKLAR

1. TeleGeography Submarine Cable Map. <https://www.submarinecablemap.com>
2. SEA-ME-WE 3 - Submarine Networks. <https://www.submarinenetworks.com/en/systems/asia-europe-africa/smw3>
3. SEA-ME-WE 5 - Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/SEA-ME-WE\\_5](https://en.wikipedia.org/wiki/SEA-ME-WE_5)
4. MedNautilus - Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/MedNautilus>
5. Turcyos-1 - Submarine Cable Map. <https://www.submarinecablemap.com/submarine-cable/turcyos-1>
6. KAFOS - Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/KAFOS>
7. Sparkle and Turkcell Partner on New Subsea Cable - SubTel Forum. <https://subtelforum.com/sparkle-and-turkcell-partner-on-new-subsea-cable/>
8. Submarine Cable Map. Telegeography. <https://www.submarinecablemap.com>
9. OECD. "Digital Economy Outlook 2020."
10. ITU. "Measuring digital development: Facts and Figures 2023."
11. European Parliament. "Undersea data cables: Critical infrastructure for the EU." In-Depth Analysis, 2023.
12. Akıncı, H. (2022). *Türkiye'nin Dijital Koridor Olma Potansiyeli ve Uluslararası Veri Rotası Rekabeti*. SETA Yayınları.
13. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK). (2024). *Elektronik Haberleşme Sektör Raporları*.
14. European Parliament. (2023). *Undersea Data Cables: Critical Infrastructure for the EU*. In-Depth Analysis.
15. International Telecommunication Union (ITU). (2023). *Measuring Digital Development: Facts and Figures*.
16. Karatay, F. (2023). *Siber Egemenlik, Denizaltı Kablolar ve Dijital Güç*. İstanbul: İletişim Yayınları.
17. OECD. (2020). *Digital Economy Outlook*.
18. Telegeography. (2025). Submarine Cable Map. <https://www.submarinecablemap.com>
19. Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2021). *Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı 2021-2025*.

## KAYNAKLAR

20. World Bank. (2021). *Data Infrastructure for the Digital Economy*.
21. NOAA. (2024). Submarine Cables. <https://www.noaa.gov/submarine-cables> (17 Nisan 2025).
22. Cullen. (2024). Submarine communications cables: what is going on?.
23. <https://www.cullen-international.com/news/2024/05/Submarine-communications-cables--what-is-going-on-.html> (20 Mayıs 2025).
24. Besh S. ve Brown E. (2024). Securing Europe's Subsea Data Cables. Carnegie Endowment for International Peace. <https://carnegieendowment.org/research/2024/12/securing-europes-subsea-data-cables?lang=en> (13 Kasım 2025).
25. Qui W. (2025). Space Norway Selects SubCom for the Arctic Way Subsea Cable Project. <https://www.submarinenetworks.com/en/systems/intra-europe/arctic-way/space-norway-selects-subcom-for-the-arctic-way-subsea-cable-project> (15 Mayıs 2025).
26. NEC. (2025). Submarine Cable Systems Help Bridge Global Information Gap. <https://www.nec.com/en/global/sdgs/innovators/project/article21.html> (10 Haziran 2025).
27. Rahman S. (2024). The cable ties to China's Digital Silk Road. Theinterpreter. <https://www.lowyinstitute.org/the-interpreter/cable-ties-china-s-digital-silk-road> (20 Mayıs 2025).
28. Ciena. (2024). Submarine Cable Technology and Trends. <https://events.geant.org/event/1582/contributions/1741/attachments/1005/1520/Ciena%20Geant%20SIG-NGN%20meeting%20April%208%202024%20v3%2020240409.pdf> (17 Eylül 2025).
29. Blue Tech Way. (2025). Who owns undersea cables? <https://btw.media/all/company-stories/tech-titans/who-owns-undersea-cables/> (17 Nisan 2025).
30. Nagarajan G. ve Aime A-H. 2025. Unlocking Global AI Potential with Next-Generation Subsea Infrastructure. Engineering at Meta. <https://engineering.fb.com/2025/02/14/connectivity/project-waterworth-ai-subsea-infrastructure/> (17 Nisan 2025).

## KAYNAKLAR

31. DCD. (2025). Amazon Files for Ireland-to-US Subsea Cable.  
<https://www.datacenterdynamics.com/en/news/amazon-files-for-ireland-to-us-subsea-cable/> (08 Mayıs 2025).
32. Google Cloud. (2025). Strengthening Network Resilience with The Sol Transatlantic Cable.  
<https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/announcing-sol-transatlantic-cable> (08 Mayıs 2025).
33. Gatemarine. (2025). Denizaltı Kablo Sistemleri.  
<https://www.gatemarine.com/sayfa/hizmetler/denizalti-kablo/> (23 Temmuz 2025).
34. Kis-Orca. (2019). Maintenance / Repair Operations.  
<https://kis-orca.org/subsea-cables/maintenance-repair-operations/> (08 Mayıs 2025).
35. Escaeu. (2025). Submarine Telecommunication Cables. European Subsea Cable Association. <https://www.escaeu.org/articles/submarine-telecommunications-cables/> (23 Haziran 2025).
36. Bryan G. (2025). Protecting Internet Infrastructure with Submarine Cable Sensing. Telegeography.  
<https://blog.telegeography.com/protecting-internet-infrastructure-submarine-cable-sensing> (20 Ekim 2025).
37. ICPC. (2021). Submarine Cable Protection and the Environment. A Publication from the International Cable Protection Committee.  
[https://www.iscpc.org/publications/submarine-cable-protection-and-the-environment/ICPC\\_Public\\_EU\\_March%202021.pdf](https://www.iscpc.org/publications/submarine-cable-protection-and-the-environment/ICPC_Public_EU_March%202021.pdf) (21 Ağustos 2025).
38. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023). *Submarine cables*. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2025, <https://www.noaa.gov/submarine-cables>
39. Kim, J. (2024). *Subsea cables: The invisible fiber link enabling the internet*. 16 Nisan 2025 <https://dgtlinfra.com/submarine-cables-fiber-link-internet>
40. TeleGeography, (2024) "Building Tomorrow's Internet: An Update on New Cable Investment," TeleGeography Blog, 12 Mayıs 2025.  
<https://blog.telegeography.com/building-tomorrows-internet-an-update-on-new-cable-investment#:~:text=Despite%20some%20fluctuations%2C%20new%20cable,to%20reach%20over%20%2410%20billion>

## KAYNAKLAR

41. Agarwal, S. (2023). Analysing the layers of submarine communication cables: Legal and policy measures relevant to India. 8 Nisan 2025  
<https://www.munichre-foundation.org/home/Submarine-Cables-Legal-India.html>
42. Brake, D. (2019). *Submarine Cables: Critical Infrastructure for Global Communications*. Information Technology & Innovation Foundation
43. Bhatti, T. (2025). *The backbone of global connectivity: The hidden world of internet cables beneath the sea*. LinkedIn.
44. Takahashi, H. (2019). *State-of-the-art and future of submarine cable system technology*. 23. International IFIP Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM) içinde, Atina, Yunanistan.
45. Dong, X. ve Yu, Z. (2023). Identification of advanced optical modulation format and estimation of signal-to-noise-ratio based on parallel-twin convolutional neural network. *Optica Applicata*, 53(2), 209-220.
46. Ciena. (2025). What is L-band? 2 Mayıs 2025:  
<https://www.ciena.com/insights/what-is/What-Is-L-Band.html>
47. Ohta, T. ve Nishiyama, T. (2010). *Route design/cable laying technologies for optical submarine cables*. NEC Corporation
48. Sherman, J. (2023). *Cybersecurity under the ocean: Submarine cables and US national security* (Aegis Series Paper No. 2301). Hoover Institution, Stanford University.
49. Bashfield, S. (2022). *Securing the backbone: Security challenges to and governance of submarine cables in the Indo-Pacific*. Melbourne Asia Review. 2 Temmuz 2025  
<https://www.melbourneasiareview.edu.au/securing-the-backbone-security-challenges-to-and-governance-of-submarine-cables-in-the-indo-pacific/>
50. Pandey, S. K. ve Bhushan, A. (2023). Submarine cables: Issues of maritime security, jurisdiction, and legalities. *European Journal of Theoretical and Applied Sciences*, 1(4), 117-132.
51. Akkuş, B. (2023). *Uluslararası hukuk kapsamında ihtilafli deniz alanlarında denizaltı telekomünikasyon kabloları: Mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri*. 2. Uluslararası Hukuk ve Sosyal Bilimler Sempozyumu, İstanbul, Türkiye

## KAYNAKLAR

52. Drew, S. C., ve Hopper, A. G. (2009). *Fishing and submarine cables: Working together* (2. baskı). International Cable Protection Committee
53. Clare, M. (2023). *Submarine cable protection and the environment* (Issue No. 6). International Cable Protection Committee
54. Judge, P. (2023). *Subsea internet cables are at risk from climate disasters: The world's digital infrastructure depends on fragile cables and landing stations*. 8 Temmuz 2025 <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/subsea-cables-are-at-risk-from-climate-disasters/>
55. Swinhoe, D. (2021),What is a submarine cable? Subsea fiber explained. *DataCenterDynamics*,10 Nisan 2025. <https://www.datacenterdynamics.com/en/analysis/what-is-a-submarine-cable-subsea-fiber-explained/>
56. Bernhard Adrienne, (2023). How undersea cables may affect marine life, BBC, 10 Nisan 2025. <https://www.bbc.com/future/article/20230201-how-undersea-cables-may-affect-marine-life>
57. Griffis Kelcee,(2024), How do subsea cables work, *TechBrew*, 10 Nisan 2025. <https://www.techbrew.com/stories/2024/01/24/how-do-subsea-cables-work>
58. KBS-Connector,(2023). Denizaltı kablosu ne için kullanılır? 10 Nisan 2025. <https://tr.kbs-connector.com/info/what-is-submarine-cable-used-for-84993852.html>
59. European Subsea Cables Association, *Submarine Telecommunication Cables*. 10 Nisan 2025 <https://www.escaeu.org/articles/submarine-telecommunications-cables/>
60. Sektörüm Dergisi (2017), Su Altı Kablolarının Tarihsel Gelişimi, 10 Nisan 2025. <https://www.sektorumdergisi.com/okyanuslardaki-su-alti-kablolari/>
61. Elikoğlu, B. E. (2022). Uluslararası deniz hukuku perspektifinden kritik altyapı niteliğindeki denizaltı iletişim kablolarının güvenliği,*Journal of International Relations and Political Science Studies* (6), 20-40. 10 Nisan 2025 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jirps/issue/74437/1132571>

## KAYNAKLAR

62. Davenport, T. (2015). *Submarine Cables, Cybersecurity and International Law: An Intersectional Analysis*. *Catholic University Journal of Law & Technology*, 24(1), 57-109.  
10 Nisan 2025  
[https://cil.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2010/08/Tara-Davenport-Submarine-Cables-Cybersecurity-and-International-Law\\_-An-Interse.pdf](https://cil.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2010/08/Tara-Davenport-Submarine-Cables-Cybersecurity-and-International-Law_-An-Interse.pdf)
63. Ramanathan, T. (2025). *Undersea cable*. *Britannica*. 13 Haziran 2025.  
<https://www.britannica.com/technology/undersea-cable#ref280454>
64. Lavallée, B. (2016). *The story behind the first reliable trans-Atlantic submarine cable laid 150 years ago*. *Ciena*. 10 Haziran 2025  
<https://www.ciena.com/insights/articles/The-First-Trans-Atlantic-Message-150-Years-Ago-prx.html>
65. Huston, G. (2020). *At the bottom of the sea: A short history of submarine cables*. APNIC Blog. 13 Haziran 2025.  
<https://blog.apnic.net/2020/02/12/at-the-bottom-of-the-sea-a-short-history-of-submarine-cables/>
66. History of the Atlantic Cable & Submarine Telegraphy. *Atlantic-Cable*. 13 Haziran 2025.  
<https://atlantic-cable.com/Cables/1858-66Atlantic/index.htm>
67. Mitel. *Learn about the transatlantic cable*. 13 Haziran 2025  
<https://www.mitel.com/articles/learn-about-transatlantic-cable>
68. Uygun, K. (2022). *Submarine Cable Nedir? Medium*. 13 Haziran 2025  
<https://medium.com/@korayu/submarine-cable-nedir-7cb9dda8f1a1>
69. İMMİB. (2025). *Ekonominin geleceği denizaltı kablolarından geçiyor*. 1 Ekim 2025  
<https://immib.org.tr/tr/ekonominin-gelecegi-denizalti-kablolarindan-geciyor>
70. Bilge B.(2025) *Fiber Hatlarda Soğuk Savaş*. *Doğruluk Payı*. 1 Ekim 2025  
<https://www.dogrulukpayi.com/bulten/fiber-hatlarda-soguk-savas>
71. Özkaradeniz, E. (2025). *Küresel denizaltı ağı: Modern kablo projeleri, piyasa dinamikleri ve jeopolitik gelişmeler üzerine*. *Medium*. 1 Ekim 2025  
<https://erenozkaradeniz.medium.com/k%C3%BCresel-denizalt%C4%B1-a%C4%9F%C4%B1-modern-kablo-projeleri-piyasa-dinamikleri-ve-jeopolitik-geli%C5%9Fmeler-%C3%BCzerine-17c279e6515d>

## KAYNAKLAR

72. Submarine Cable Infrastructures Informal Expert Group. (2025, October). *Security and resilience of EU submarine cable infrastructures: Mapping, risk assessments, stress tests* (Service Contract No. EC-CNECT/2024/OP/0070). European Commission.
73. Submarine Cable Networks, (2024a). *Sea-Me-We. 5*  
<https://www.submarinenetworks.com/en/systems/asia-europe-africa/bssc> 10 Aralık 2025.
74. Submarine Cable Networks, (2024b). *Kafos*.  
<https://www.submarinenetworks.com/en/systems/intra-europe/kafos>

