

# Dünya Haberleşme Sistemlerinin Çalışma, Teknik ve Ekonomik Durumları

Halûk KATIRCIOĞLU

PTT

## ÖZET

*Bu yazıda, haberleşme aracı olan kablo ve uydu sistemleri; yetenek, maliyet ve üstünlük bakımından birbirleriyle karşılaştırılmaktadır.*

## SUMMARY

*In this paper, cable and satellite media of communication are discussed, and a comparison is made within their capabilities, costs and relative advantages.*

## 1. GİRİŞ

1956 yılında 36-kanallı deniz altı kablosunun Okyanusa atılmasından sonra kıtalararası haberleşmenin gelişmesi çok çabuk oldu.

Yüksek kaliteli haberleşme kanalları, mevcut ihtiyaçların giderilmesinde ve isteklerin artmasında da büyük rol oynadılar. Bu artan isteği karşılamak için var olan araçlar, uydu ve kablo teknolojisinin yetenekleri, maliyetleri ve üstünlükleri bu yazıda açıklanacaktır.

## 2. KABLO VE UYDU SİSTEMLERİNİN TARİHİ GELİŞMESİ

### 2.1 Başlangıç :

Bugün, kelimeden de anlaşılacağı gibi, haberleşmenin kökü yaşantının temposunu hızla arttıran endüstriyel gelişmedir. Devrinin bir harikası olan elektriksel telgrafın hızla yayılmasından sonra, milli sınırlar dışına taşması çok sürmedi. 19. yüzyıl sonunda telgraf kabloları okyanus yatağını aşmıştı.

Çeyrek yüzyıl sonra, okyanus aşın telefon bir gerçek oldu. Termiyonik aletler, yüksek frekans cadyo ağı, dünyanın etrafını sardı.

Yine, yirmi beş yıl sonra, okyanus aşın telefon için repertörlü kabloların ilk uygulaması başıyla gerçekleşti, bu ortam gittikçe güçlendi, son yıllarda, yeni bir uygulama olan uydular, haberleşme dünyasına girdi.

## 22 Okyanus aşın telefon kablo sistemi :

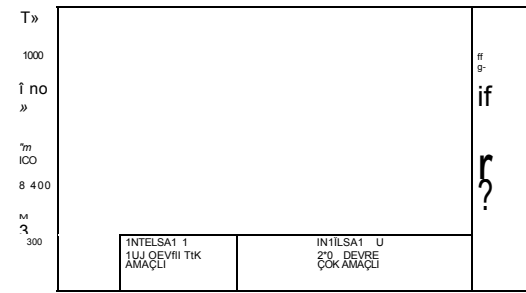
önceleri, en büyük gelişme denizaltı kablolarında oldu. Yapılan çalışmalar ilerledikçe, ingiltere'de kullanılan 36 kanallı sistemlerden 80, 160, 360 kanallı sistemlere geçildi. Bu devirde yan iletkenler, katı-durumlu cihazlar henüz bulunmamış olduğundan, bu sistemler tüp tekniğine dayanmaktaydı.

Tasarımcılar ve mühendisler; katı durumlu cihazların, denizaltı sistemlerinde aranılan güvenilirlik ve uzun ömür gibi üstünlükleri sağlayacak durumda olduklarını anlayınca, daha geniş band ve daha çok kapasiteli sistemler üzerindeki çalışmalarını yoğunlaştırdılar. Sonuçlar çok mükemmeldi. 640 devre kapasiteli katı-du-

İlk uzun menzilli okyanus aşırı kablo bağlantısının başarısı elde edildikten sonra, 10 yıl içinde dünya ana yollar üzerinde trafik isteğini karşılayabilecek geniş kablo sistemleri yapıldı.

## 2.3 Uydu haberleşmesi :

İlk pasif aletlerle Amerika'da elde edilen başarı; devre kapasitesi en az kullanılan kablo sistemlerinininkine eşit olacak şekilde aktif haberleşme uyduları fikrini doğurdu. Telstar ve Relay alçak yörünge projelerinin başarısı, Syncom'dan (Şafak Kuşu) Early Bird'e kadar haberleşme uydularının ticari önemini gösterdi. International Telecommunications Satellite Consortium (Intelsat) hem zaman tipi dünya uydu sisteminin ilk safhasını ortaya koydu.



Şekil 1. Satcom araçlarında mevcut devre kapasitesindeki artış.

L968 başlarında, 240 kanal kapasiteli devrenin kapasitesinin artışı sınırlıydı. Fakat Şekil 2'den de görüldüğü gibi 1968 yılı sonlarında INTEL-SAT'ın devre kapasitesi 1200 kanalı bulmuştu.

## 2.4 Tümüleşik sistemler :

Haberleşme ortamındaki her çalışma bir eksiği tamamladı. Böylece hem kablo ve hem uydu sistemlerinin uygunluğu ve kullanma alanları genişledi.

Özellikle Amerika'da, Federal Haberleşme Komisyonunda (FCC) yapılan tartışmalar önem kazandı. Olaylar her iki ortamın birlikte olabileceğini ve bugün dünya haberleşmesinin sağlanmasında hem kabloların hem uyduların özel bir rolü olduğunu saptadı.

Koaksiyel kablo ve mikrodalga bağlantılarının her birinin, güç arazide, donatım kolaylığı ve sıkışık frekans bandına karşı çözüm gibi ekonomik ve gerekli sistem kapasitesi üstünlükleri sağladığı belirtildi. Haberleşmenin oldukça geliştiği ülkelerdeki sistemlerde uzun araştırma-far yapıldı.

Oysa kablo sistemlerinin uzak mesafeli haberleşme şekillerinde belli zaman için kullanılmama-

1960

## Şekil 1. Okyanus aşın devrelerdeki kablo sistemi kapasitesinin artışı.

rum devre sistemleri pratikte kullanılmaya başlandı. 1970 başlarında da 1570 devre kapasiteli sistemler devreye girdiler.

Amerika'da ise 36 -ve 128 devre kapasiteli tüp'lü-sistemlerin yerini 720 devrelik geniş band kullanan katı-durum sistemleri aldı. 1970'lerin ortalarında kullanılmak üzere tasarlanan 2500 devreden.- daha fazla kapasiteli sistemler üzerine araştırmalar elan devam etmektedir.

sı ümidedildiğinden, uydular özellikle geniş band televizyon, bilgi sayar gibi servislere yardımcı olmakta, veya çok uzun kıtalar arası küçük sayıda devreler için olanaklar sağlamaktadır.

Aynı şekilde, her iki sistemin tasarımcıları tümleşik devre teknolojisi, sayısal transmisyon tekniği yönünden bilgi alışverişi yapabilirler.

### 3. UYDU TEKNIĞİNDEKİ İLERLEMELER

#### 3.1 Yeni bir gelişme daima zorluklarla doludur :

Haberleşme uyduları için de durum aynı oldu, bu zor yolda değerli tecrübeler kazanıldı. Bir kaç yılda uydu alanında yapılan teknolojik gelişmenin süratli hızı ile muvaffakiyetsizlik payı önemli derecede daraltıldı, fakat zorluklar nüz tamamen ortadan kalkmadı.

Alçak yörüngeli Telstar ve Relay uyduları uzay çevresinde ve okyanus aşın televizyon iletimi pratik gösterilerinde sistem karakteristib terinin değerlendirilmesi için değerli deneyler oldular, fakat her iki uydu da kısa ömürlü oldu. Syncom II ve III araçları önceden saptanan yerlerine ulaşmada hiç bir zorluk göstermediler. Bu iki uydu, ilk deneysel buluşları kesinleştirdi. Şafak Kuşunun planlanmasına ve başarı ile atılışına sebep olacak şekilde ticari haberleşmeye girdi.

Communication Satellite Corperation (Corosat) tarafından çalıştırılan Şafak kuşu uydusu birçok sayıda milletin (60) üye olduğu ilk ticari 240 devre uzay haberleşme sistemini sağladı.

Bu anda, Syncom ve Şafak kuşu uydularıyla; haberleşme özelliklerinin anten tiplerinin değerlendirilmesi, özel servisler için frekans bandla-

n ve ilgili problemlerin büyük kısmının çözüldüğü Applications Technology Satellites (ATS) tarafından yürütülen bir NASA deneysel programı ile desteklenen Intelsat 'kuruldu. Elde edilen -bilgi Intelsat'ın gelecek projelerinde görülen temel uzay araçları parametrelerinin saptanmasında değer 'kazandı.

Tablo 1 Comsat uydularının artan uzun ömürlerindeki emniyeti göstermektedir. 3. Intelsat aracımda ömür ortalama 18 aydan 5 yıla çıkmıştır. Intelsat programının başarısına rağmen okyanus aşırı haberleşmede çözülmesi gereken birçok zorluklar vardı. Bu zorlukların başında iletim gecikmesi ve eko sorunları geliyordu, ilk bakışta uydu sistemlerinde bu iki problem önemsiz gibi gözükebilir. Ancak sistemden yararlanacak kişinin düşüncesi ne olacaktır? Londradan Nevv-York'a telefon eden bir kişi; iyi konuşmadığı zaman suçunun ekoda olmasını kabul etmeyecektir.

1964 yılında, Şafak Kuşu atıldıktan sonra gerek Avrupa, gerek Amerika'da birçok testler yapıldı. Halkda belirli bir şikayet vardı. Testler çok sayıda tekrarlandı. Kablo ve uydu devreleri arasında büyük farklar vardı. Uydu devrelerde daha çok çalışmalar yapmak gerekiyordu.

Eko bastırıcıların hem uydu hem de kablo sistemlerinde kullanılması, iletim kalitesinin artan gecikme ile azalması sonucunu doğurdu. Testlerde kullanılan bastırıcıların farklı tipleri ve bağlantıları aynı sonuçları yarattı.

#### 3.2 Uydu sistemlerinin sakıncaları :

Uydu sistemlerinin kullanılmasında karşılaşılan zorluklar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

d. Avusturalya'dan İngiltere'ye ilk canlı TV yayınında ses kanalı olarak kablodan yararlanıldı.

**TABLO 1. Intelsat hem zaman uydularının ömür ve basan olasılığı**

Uydu	Devre kapasitesi	ömür (Yıl)	Basan olasılığı	Başarılı artışta anza oranı
Intelsat I				
Intelsat II	240		0,75	0,25
(çapraz anten)	240	1,53		
Intelsat III	1200	5	0,75	0,25

**TABLO 2. Atlantik aşın devrelerin test sonuçları:**

iletim kalitesi	Derece	Kablo devreleri	Uydu devreleri
Yeterli	Fevkalede/Iyi	% 87	% 77
Yeterli değil	Orta/Zayıf	% 13	% 23
Toplam	Örnek	1294	1335

çünkü Carnarvan yer istasyonundaki sistemin band genişliği sınırlıydı.

b. Canlı yayınların uydu ile iletilebilmesine rağmen, mevcut tarife ile, Avrupa Yayın idaresi Atlantik aşın televizyon programının kablo devreleri üzerinden yavaş-tarama tekniği ile kaydetmeyi daha ucuz bulmaktadır.

c.b'de açıklanan sakıncadan 1966 yılı sonuna kadar Şafak Kuşu ile ancak 250 saatlik gerçek f V programı naktedilebildi

d. Gecikme ve eko problemlerini azaltmak için bir Amerika uydu devresi sadece bir «gi<sup>^</sup> diş» yolu sağladığı «geri dönme» yolunun yer sistemleri ile yapıldığı raporlardan anlaşıldı.

e'. Uydu sistemleri' yer mikrodalga devreleri ile" aynı frekanslar kullandıklarından kaşmayı azaltmak için yer istasyonuna uygun yer seçme- de özel tedbirler gereklidir. Bu'ekseriya yer ds' tasyonunun ana trafik merkezinden uzakta ol- ması ve yer istasyonunu mevcut ana devre ile bağlamak için özel yan sistemlerin gerekliliği sonucunu doğurur.

f. Bugün uzay haberleşmesinin belki en önemli sakıncası, kullanılan uyduların bırakmak, ve teorik ömürlerinin sonundan çok önce, daha geniş bantlı uydularla değiştirmektir. Teknolo- jik gelişme nedeniyle böyle olgunlaşmamış es- kime, uzay kısmındaki toplam yatırımı önemli derecede, arttırır.

#### 4. KABLO SİSTEMLERİ

##### 4.1 Kullanılma alanları ve sakıncaları :

Son on yılda, haberleşme imkânları için talep- lerde yüklü bir yükselme görüldü. Milli devre- lere başarılar istekler hızlı artış kaydetti. Milletlerarası isteklerin etkisinde varolan yük- sek-frekans bağlantılan ana okyanus aşın yol- larda yeterli olmamaya başladı, repetörlü deniz altı sistemleri geleceğin yolunu gösterdi.

Plânlama anında yeterli kapasitede düşünülen ilk atlantik aşın kablolar genel isteği karşıla- maktan uzaktı.-Bir yıl sonra yeni olanaklar dü- şünmek gerekti.

Bu zorluklarla dünyanın her tarafında karşıla- şıldı. Kanal genişliğinin 4 kHz'den 3 kHz'e in- dirilmesi ve TASI uygulaması birçok durumlarda problemi kısmen çözdü.

Yıllık trafik artma hızı kaydedildi ve çağırma ortalama müddeti önemli derecede arttı.

##### 4.2 Gelişmeler:

Bugün için deniz altı kablolar, uydular gibi dünyada büyük yankılar yapmamıştır. Ancak ticarî ve politik anlaşmalarla birbirine bağlı devletlerde yeteri derecede kullanılmaktadır. Tasanmcılar ve mühendisler, modern parça teknikleri uygulayarak, deniz altı kablo sistem- lerinin kapasitesini arttırdılar.

ingiliz PTT idaresi, ingiliz endüstrisi ile birlikte 12 MHz band genişlikli katı durum sistemlerin geliştirilmesinde 1960'dan beri çalışmaktadır. Böyle bir sistem 4000 deniz mili kadar uzak me- safelere 1520 kanal gönderebilir.

Amerika'daki düşünüş yetmiş seneleri ortası- na yetiyecek şekilde birkaç 2500 kanallık 20 MHz band genişlikli sistemlere doğru yönel- miştir.

Ancak bu band genişlikleri ötesinde ekonomik etkiler aşıyacak frekans-bölüşümlü multipleks tekniğinden sayısal iletme geçişe zorlayabilir, 224-megabit kapasiteli yer sistemlerinin uygun olduğu görülmüştür. Sayısal teknolojiye hız gelişme ile deniz altı sistem tasarımcıları için bu tekniği kendi alanlarına uygulamak oldukça kolay olabilir.

Son iletim şekli ne olursa olsun, böyle olanak- lar için istek saptanırsa yine daha geniş bantlı sistemler planlanacaktır.

Bütün bunlar, uydu sistemlerine rağmen deniz altı kablolarının kullanılacağını, deniz altı kablo tekniğinde büyük ilerlemeler olacağını gös- termektedir.

##### 4.3 Sakıncalar:

Deniz altı kablo sistemleri ile uydu sistemleri<sup>1</sup>- nin kullanılacakları alanlar baştan saptanmalı- 'dır. Deniz altı kablo sistemlerinin ana görevi

TABLO 3. Kabloların milletlerarası trafik üzerinde yaptığı etki

Devlet	Milletlerarası trafik yıllık artış yüzdesi -						
	1960/1	1961/2	1962/3	1963/4	1964/5	1965/6	
ingiltere	• -	3,5	11,3	12,8	11,3	22,7	21,4
Amerika		25,6	11,8	18,7	16,2	20,3	26,0
Japonya		9,0	8,0	10,0	13,8	48,0	38,1
Avustralya		7,7	1,5	36,3	48,1	73,9	33,2
Yeni Zelanda		24,5	11,8	85,0	76,7	55,7	29,5

okyanus aşın bağlantıyı sağlamaktır. Sisteme güven, sistemin kapasitesini arttırmak için kullanılan yan olanakların durumuna bağlıdır. Kablo sistemleriyle az trafiğin iletimi pahalıya mal olur. Ancak burada da tıpkı uydu sistemlerde olduğu gibi birçok yönlerden gelen trafik bir noktada toplanarak okyanus aşırı diğer bir noktaya nakledilebilir.

Bu yazının 5. kısmında açıklandığı gibi, iki ortamdaki farklı yatırım yöntemleri nedeniyle kablo sistemlerinin temini uydulardan daha büyük bir ilk anapara gerektirir.

O halde, okyanus aşın denizaltı kablolarının temel sınırlarını, çalışma maliyeti ve topografyasını oluşturan birbirine bağlı etkeni düşünerek, imalâtçıların kablo sistemlerini mil başına çekici bir maliyet seviyesinde sağlamaları önemlidir.

Maliyet yol uzunluğuna ve sistem kapasitesine göre, değişir.

Kablo sistemlerinin kapasitesi arttıkça, -bazı temel etkiler önem kazanır:

- Repetör aralığı,
- Sistem dengelenmesi,
- Kablo parametreleri,
- Güç kaynağı.

a, b ve c etkilerinin "hepsi birbirinden bağımsızdır, ve sistem kapasitesine doğrudan doğruya bağlıdır.

Band genişliğini arttırma daha kısa repetör aralığı gerektirir, sonuç olarak suya gömülen repetör ve egalizör sayısı artar. Repetör aralıklarını belirleyen diğer bir etken sistemin ekonomisidir.

Birim uzaklık başına zayıflama, artan bir şekilde önemli etki olduğundan, yukarıdaki genişbandlı kablo sistemlerinde tasarım yaparken gözönüne alınmalıdır.

İngiliz tasarım 0,99 inç (25,2 mm) hafif kablolar, genel olarak, 640 devreye kadar bütün derin su uygulamalarında uygundur, fakat daha geniş bantlı sistemler için birim uzunlukta *düşük* zayıflamalı kablolar, ve daha geniş çap gereklidir.

640 devreden fazla kapasiteli yeni sistemler için 1,5 inç (38,1 mm) kablolar vardır.

Kablo sistemleri, uydular gibi güneş enerjisinden güç kaynağı olarak faydalanamazlar. Bugünkü durumda, repetörlerin kıyı istasyonlarından kablo ile verilecek güce ihtiyaçları vardır. Kullanılmakta olan sabit-akım besleme yöntemleri birkaç kilovolt gerilim gerektirir ve açık devre kablo arızası durumundaki repetörler

için, akım dalgalanmasından -korunma problemi doğurur. Uygulanan gerilimi ve dalgalanma oranını uygun sınırlarda tutabilmek için, istasyonların 4000 deniz milinden daha fazla aralıklı olması gerekiyorsa, yol uzunluğunu sınırlamalı ve arada su yüzüne çıkma noktaları normal olarak seçilmelidir.

## 5. UYDU KABLO HABERLEŞME ORTAMININ KARŞILAŞTIRILMASI

### 5.1 Sistem ekonomisi :

Uydu ve kablo sistemlerinin karşılaştırılmasındaki en büyük zorluk sistemin maliyeti alanıdır. Maliyet parametreleri denizaltı kablo sistemleri halinde iyi tarif edilir, fakat uydu sistemlerinde durum karışıktır.

5.1.1 Uydu haberleşme yatırımında anapara: Uydu haberleşme sistemlerinin gelişmesi ile, anapara örneğini ve anapara yatırım alanlarını uydu sistemleri mülkiyetini belirtmek bir derece kolaylaşmaktadır.

İlk maliyet analizinde sistemin uzay kısmında veya yer istasyonu kısmında maliyeti toplama ile basitleştirilmiş, fakat hatalı bir görüş olduğu anlaşılmıştır.

Uzay parçasının mülkiyeti, yani, tam yörünge-sine yerleşmiş uydular, Intelsat olarak bilinen 60 milletin meydana getirdiği milletlerarası konsorsiyumdur.

Şimdilik Comsat Intelsat'ın % 52'sine sahiptir ve onun idarecisidir, ilâve olarak, Comsat Amerika'nın yer istasyonlarının % 50'sine sahiptir, diğer % 50, şimdiki ve gelecekteki trafik ihtiyaçlarına göre kabul edilmiş bir formüle bağlı olarak birkaç şirket tarafından paylaşılır.

Amerika dışındaki idareler kendi bölgesel istasyonlarının kurulmasına bağlı yatırıma ilâveten Intelsat anapara masraflarındaki paylarını da ödemeye mecburdurlar.

<sup>1</sup>/<sub>o</sub> 50'ye sahip şirketlerde ortak sorumlular veya idareler uzay parçası imkanlarını, (kullanılan devre sayısı karşılığında bir ücret ile Intelsat'tan kiralamaya mecburdurlar.

O halde uydu haberleşme bağlantı kurmada, varolan anapara iki temel kısımda toplanır :

1. İştirakçi idarecilerin katkılarına ve Intelsat anapara yatırımında artışa orantılı olarak Intelsat'a ödeme.

2. Yer istasyonlarının maliyeti.

5.1.1.1 Uzay kısmı maliyeti:

Düşüncelerimizi sadece Intelsat tipi bir milletlerarası uydu sisteminde sınırlı olarak 1966-1971

periyodunda varolan toplam anapara masrafı Comsat raporunda belirtildiği gibi Tablo 4'de gösterilmiştir.

**TABLO 4. Plânlanan Intelsat yatırımı (bin dolar olarak) :**

Yıl	Toplam yıllık yatırım
1966	39595
1967	40 251
1968	60 386
1970 1971	35 937
T	9266
o	1 459
p	
lam	186 894

Yukarıdaki tabloda 1971'e kadar olan yatırımda, 100 milyon dolar civarında olan Intelsat IV programından doğan anapara yatırımı dahil değildir.

#### 5.1.12 Yer istasyonu maliyeti:

En fazla 600 kanal alabilen 85-foot (26 metre) lik anteni olan bir yer istasyonu için tipik bir fiyat şimdilik 6 milyon dolar mertebesindedir. Bu anaparanın

Binalar ve aletler % 92'sini  
Yer- »/o 3,5'ini  
Vazife öncesi yapılan işler % 4,5'ünü oluşturur.

13-14 metre çaplı ve 240 kanal kapasiteli antenler kullanan daha basit istasyonlar sabit veya taşınabilir üniteler olarak vardır.

Boyle istasyonlar için tipik maliyetler:

1. Sabit 3,0 milyon dolar,
2. Taşınabilir 1,9 milyon dolar.

Bu tip bir istasyonda maliyet düşüktür. Ancak çalışma maliyetine doğrudan doğruya etki eden düşük anten kazancı ve sınırlı kapasite sakıncaları vardır.

13 metre'lik bir yer istasyonu anteninde, 26 metre'lik standart istasyonun 6,5 katında etkili bir uydu gücü gereklidir. Ve sonuç olarak daha küçük bir yer istasyonu ile çalıştırılan ses kanalı basma uzay parçasının kullanılması için *intelsat*'a ödemede benzer artış yapılıır.

#### 5.1.1.3 Tüm anapara:

Tablo 5'te Comsat'ın tahminlerinde bir anapara yatırımı örneği görülebilir.

**TABLO 5: 1966-1971 uydu sistemlerinde Comsat anapara yatırımları:**

Harcamanın cinsi	Milyon dolar
Intelsat'a uzay için yıllık toplam ödeme	95
Yer istasyonlarının yapım ve geliştirilmesi için yatırımı	37
Sistem geliştirme ve araştırma maliyeti.	40
Çeşitli binalar	5
Toplam yatırım	177

Aynı şekilde, diğer idarelerin de anapara yatırımı, Intelsat'daki hisseleri ve yer istasyonu planları düşünülerek değerlendirilebilir.

#### 5.12 Kablo yatırımında anapara :

Suya gömülü repetör kablo teknolojisi 20 sene den fazla uygulanmaktadır ve maliyet parametreleri iyice oluşmuştur.

Kablo sistemlerinin özellikleri nedeniyle maliyet doğrudan doğruya sistem kapasitesi ve yol uzunluğu ile değişir.

Tipik değerleri uygulayarak sistem mild veya devre mili olarak maliyeti ifade etmek uygundur.

Tablo 6 süpergurup dağıtım panolarında sonlandırılmış yer istasyonları arasında alınmış uzun menzilli modern sistemler için bazı tipik maliyetleri göstermektedir. Şekil 3, aynı bilgileri resim olarak vermektedir.

53  
205 tfo m' KO  
I KHIVVα SAYII

**Şekil 3. Kablo sistemlerinde tesis masraflarının devre deniz mili ile değişmesi.**

Uydu gibi, bir kablo sistemi çalıştırdıktan sonra sistem için başka anaparaya gerek yoktur. Servisi desteklemek için multipleks teçhizatlarındaki herhangi bir dlave Anapara yan ödeme-

**TABLO 6. Uzun kablo sistemleri için tipik maliyetler (2000 deniz milinden fazla) :**

Ortalama sistem band genişliği MHz	1	3	5	12
Sistem kapasitesi (3 KHz devreler)	160	360	640	1520
Sistem deniz mili basma maliyet (dolar)	8800	12250	16000	11000
Devre deniz mili başına maliyet (dolar)	55	35	25	13

ler mertebesine düşer ve hem kablo hem uydu ortamına aynı derecede uygulanabilir. Tablo 6'dan bir Atlantik aşın 640 kanal 5 MHz kablo sisteminin aslında 600 devrelik bir uydu sistemi ile çalışma için iki yer istasyonunun sağlanmasından 5 misli daha fazla anapara yatırımı gerektirdiği görülebilir. 5.1.3 Her ortam için anapara yatırımının değerlendirilmesi : Önceki kısımlarda gösterildiği gibi, haberleşme olanakları mülkiyetinde, doğrudan doğruya hisse ile ilgili olarak denizaltı kablo ve uydu sistemleri için farklı anapara yatırımı gereklidir. Denizaltı kablo sistemlerinde şirketler aynı zamanda olanakların sahibidirler, ilk anaparayı verdikten sonra, ortamın kullanılmasından doğan bütün gelirler ile birlikte haberleşme ortamının kontrolünü elde tutarlar. Diğer taraftan, uydu haberleşmesinde ortaklık, anlaşması;-az anapara yardımı gerektirmesine rağmen; bütün haberleşme olanaklarını sağlama için, Intelsat'ı iş görmeye mecbur bir şirket durumuna koyar. Mevcut aracı sebebi ile, Intelsat'ın sahip olduğu imkânları kiralamak oldukça pahalıdır, ve sonuç olarak mali ödeme azalır.

Buna göre, işletme ve bakım ücretleri değerlendirmeye dahil edilmedikçe, iki değişik haberleşme yönteminin anapara yatırımının karşılaştırılması herhangi 'bir anlamlı bilgi- vermez.

## 5.2 işletme durumları :

5.2.1 işletme ücretinin çıkarılması: Okyanus aşın bağlantılar için yıllık işletme ücretleri sistemin anaparası emsinden kolaylıkla bulunabilir.

Tablo 7'de yer istasyonları için 10 sene, kablo sistemleri için 20 sene var sayarak tipik değerler hesaplanmıştır.

Bir uydu sisteminde hissedarlar da, Tablo 7'de X ile gösterilen, uzayın 'kullanılması için yıllık

bir ücret öderler. Bu ödeme uydu 'kullanma birimleri olarak ifade edilen, işletilen devre sayısının fiki katıdır.

**TABLO 7. Okyanus aşın sistemler için kapital yüzdesi olarak yıllık işletme ücretli karışımı:**

Kablo sistemi Parça	%	Yer istasyonları	%
Sistem işletme ve bakım	3		10
Eskime	5		10
Genel ve İdare Faiz			1
Haberleşme ortamının kullanılmasında için ücret	1		6
Toplam	15		27

Yer istasyonu işletme şirketleri tarafından uydu kullanma birimi başına İntelsat'a ödemesi teklif edilen yıllık ücretler aşağıda gösterilmiştir.

	1967	1971
Standart 26 metre' lik yer istasyonu 13 metre'lik yer istasyonu	20000\$ 130000\$	9000\$ 58500\$

Yukarıdaki ücretlerin gelecek yıllarda daha da azalması beklenilmektedir; fakat bu azalmalar Intelsat IV devresi gibi yeni sistemlerin kurulmasında gelecek Intelsat anaparasına kritik bir şekilde bağlıdır.

Açıklamalardan Mr uydu sisteminde, sadece az sayıda devrenin gerektiği durumda, temel yer istasyonu işletme ücretlerinin uzay kullanma ücretlerinden fazla olacağı açıktır. Bu Tablo 8'de gösterilmiştir, Şekil 4 diğer durumu göstermektedir.

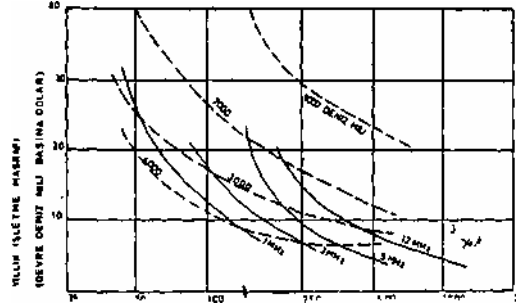
**TABLO 8. Uydu sistemi işletme ücretine yer istasyonunun katkısı (26 m anten - 600 birim)**

Uydu kullanma birim sayısı	40	100	300	600
istasyonun yıllık işletme ücreti (milyon \$)	1,62	1,620,80	1,62	1,62
Uzay kısmı için yıllık ödeme (milyon \$)	032	2,42 - %	2,40	4,80
Toplam (milyon \$) Yer istasyonunun yüzde katkısı	1,94	67	4,02	6,42
	%84		%46	%25

Ana parametreler: istasyonun maliyeti (A) 6 milyon \$; yıllık işletme ücreti (Tablo 7) % 27 A; uydu kullanma birimi başına İntelsat'a ödeme 8000 \$.

**TABLO 9. Kablo sistemleri için tipik işletme ücretleri**

Sistem band genişliği (MHz) :	1,0	3,0	5,0	12,0
Devre kapasitesi (3 KHz) Sistem deniz mili başına donatım ücreti (dolar) Sistem deniz mili başına yıllık işletme ücreti (dolar)	160 8800	360 12500	640 16000	1520 19750



**Şekil 6. Devre deniz milinde yıllık işletme masrafının devre sayısına göre değişimi :**

----- : Kablo sistemi  
----- : Uydu sistemi

Uydu dan yararlanma birim başına 8000 \$'dir

Şekil 5 ve 6 uzay ücretinin yıllık ücretler üzerindeki etkisini, ve genellikle kablo sistemlerinin iki nokta arası uzaklık alanında daha uygun olduğunu göstermektedir.

522 Sistemden yararlanma :

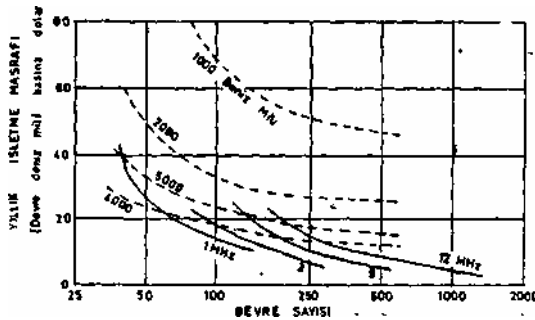
önceki tablolarda verilen maliyetleri eşitleyerek kablo ve uydu sistemlerinin maliyeti arasında bir denge sağlamak için pratik kablo yararlanma etkenini verecek bir formül elde edilebilir.

**Şekil 4. Uydu sisteminde yer istasyonunun işletme masrafının dağılışı.**

100 100 100  
3xH1 DCVRE SAYISI

Tablo 6-8'deki bilgilerden sistem deniz mili başına tipik işletme ücreti hem kablo ve hem uydu bağlantıları için çıkarılabilir. Bu ücretler Tablo 9 ve 10'da gösterilmiştir.

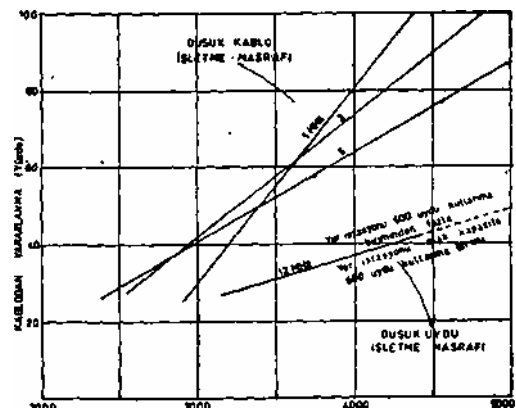
Ücretler aynı zamanda devre deniz mili başına işletme ücretleri cinsinden de ifade edilebilir. Şekil 5 ve 6'da uzay ücretini varsayarak uydu kullanma birimi başına 20000, ve 8000 dolarlık değerler alınarak iki ortam arasında karşılaştırma yapılmaktadır.



**Şekil 3. Devre deniz milinde yıllık işletme masrafının devre sayısına göre değişimi :**

----- : Kablo sistemi  
----- : Uydu sistemi

Uydu dan yararlanma birim başına 20000 \$'dir.



**Şekil 7. Eşit işletme masrafı durumunda kablodan yararlanma.**



o. **TABLO 10. Uydu sistemleri için ttpik işletme ücretleri :**

Uydu kullanma birimi sayısı :	40		100		300		600	
2 yer istasyonu için yıllık işletme ücreti (Milyon dolar)	3,24		3,24		3,24		3,24	
Intelsat'a ödeme (Milyon dolar)	Mevcut	Gelecek	Mevcut	Gelecek	Mevcut	Gelecek	Mevcut	Gelecek
Uydu kullanma birimi basma 20000 dolarda yer-uydu bağlantısı (1967)	0,80	—	2,0	—	6,0	—	12,0	-
Uydu kullanma birimi basma 8000 dolarda yer-uydu bağlantısı (gelecek)	—	0,32	—	0,80	—	2,40	—	4,80
Uydu kullanma birimi basma 20000 dolarda yer bağlatılan (1967)	0,80	—	2,0	-	6,0	-	12,0	-
Uydu kullanma birimi basma 8000 dolarda yer bağlantıları (gelecek)	—	032	—	0,80	—	2,40	—	4,80
Toplam yıllık ücret	4,84	3,88	7,24	4,84	15,24	8,04	27,24	12,84
Aşağıdaki uzaklıklarda sistem deniz mili başına ücret :								
1000 dan.	4840	3880	7240	4840	15240	8040	27240	12840
2000 d.m.	2420	1940	3620	2420	7620	4020	13620	6420
3000 djn.	1610	1290	2410	1610	5080	2680	9080	4280
4000 djn.	1210	970	1810	1210	3810	2010	6810	3210

Şekil 7, kablo yararlanmasına karşılık terminaler arasındaki uzaklık cinsinden bu eşitliği vermektedir, düşük etkenli-kablo kapasitesinde bile uzun menzilli okyanus, aşırı yollarda geniş bantlı kablo sistemleri, ekonomik üstünlük sağlamaktadır.

### 5.2.3 Personel ve eğitim :

Bir kablo sistemi deniz altına döşendikten sonra sistemin çalıştırılması hiç bir özel çalışmayı gerektirmez.

Sonuç olarak, yer haberleşme devreleri bakımında eğitilmiş personel diğer bir konuda çalışabilir, personelin eğitimi idarenin eğitim programı çerçevesinde basit ve ucuz bir şekilde sağlanır. Pahalı cihazların alınması ve uzman personelin tutulması gibi masraflar, yeni bir eğitim organizasyonu gerektiren uydu tekniği için aynı durum yoktur.

### 5.3 Teknik :

#### 5.3.1 Uydu sistemi, etkenler ve olanaklar:

tık Şafak Kuşundan dünya uydu devresinin kurulması üç uydu neslinin doğmasına sebep oldu. Tablo 11, prensip tasarım parametrelerini özetlemektedir.

Yörüngedeki, araçtaki vericiler; ekonomik repetör, verim ağırlık oranını korumak için alçak güçlü yürüyen dalgalı amplifikatörlüdürler. Fakat Sovyetler Birliği, Molnya tipi repetörlerde 40 Wlık verici kullanıldığını belirtmektedir.

#### 5.3.2 Yer istasyonlarının durumu :

Repetörler alçak seviyede işaretlerle çalıştılarından, yer istasyonları daha mükemmelmiştir. Alıcı için alçak gürültü sıcaklığı, vericide yüksek güç gereklidir, işaret gücü oranlarını azaltmak ve gürültü emniyetini sağlamak için büyük boyutlu anten yapılan gereklidir. Haberleşme sisteminin fiziki haberleşme kısmından çok teçhizat kısmı önemlidir. Aşağıdaki cihazların tümü maliyet ve bakım problemlerine etki eder.

- Mükemmel parametrik amplifikatör/maser sıvı gazlı soğutma sistemi,
- Antenin elektronik kontrolü.

c. Anten sisteminin havada izole edilmesi (radomların basınçlanması ve ısıtılması),

d. özel güç kaynağı düzenleri,

e. Karışık kontrol merkezi.

Bugünkü teknik olanaklar 26 metre ve 30 metre çaplı büyük anten yapıların kullanılmasını mümkün kılar. Daha küçük yer istasyonları teknik olarak uygundur, ilk uygulamalarda kullanılmıştır, fakat böyle istasyonların işletilmesi uzayın kullanma ücretleri bakımından çok zordur (Kısım 5.2.1)

Bu nedenle bütün gelecek ana yer istasyonlarında daha büyük çaplı antenler kullanılacaktır. Aynı zamanda, işletme esnekliği sağlamak için doğu ve batı yönünde çalışabilen ayarlı antenler de kullanılabilir.

5.3.3 Kablo sistem parametreleri ve olanaklar : Modern geniş bantlı kablo sistemleri temel olarak iki nokta arasında bağlantı sağlamasına rağmen haberleşme için arzulanan bütün olanakları sağlarlar.

1970'lerde okyanus aşırı uygulama için hazırlanan 1500-2500 ses kanalı kapasiteli sistemlerin görüldüğü Tablo 12, modern kablo sistemlerinin ana etkenlerini özetlemektedir.

Böyle geniş bantlı sistemler, gerekirse TV işaretleri de taşıyabilir, kaliteli ses devrelerine ek olarak yüksek hızlı veri iletimi için çok geniş bant genişliği sağlarlar.

#### 5.3.4 Güvenilirlik ve gizlilik :

Derin su kablo sistemleri güvenilir sistemlerdir. Kıyılarıdaki sığ alanlarda, balıkçılar kabloları kesebilirler, fakat böyle kesilmeler kolaylıkla tamir edilir. Ayrıca, Bell Laboratuvarı tarafından, okyanus aşırı kabloları kıyılarına gömmek için yeni bir yöntem açıklandı, bu yöntemle kablo kesilmesinin ana sebebi ortadan kalkabilecektir. 20 yıllık kablo ömrü birçok durumlarda uzatılabilir.

Uydu sisteminin güvenilirliği, doğrudan doğruya uydu ömrüne ve ilgili yer istasyonunun cihazlarının işletilme durumuna bağlıdır. Intelsat III, hem zaman uyduları için ümit edilen ömür beş yıldır. Gelecekte bu sayı üzerinde de gelişme ümit edilmektedir.

**TABLO 11. Hem zaman uydularında gelişme :**

	HS 303 -Saf ak Kuşu	F 12.	Yapılan
Intelsat No. imalatçı Kanal kapasitesi	I Hugkes 240 tek giriş Doğrusal IF 4- 6 GHz	II Hugkes 240 çok giriş Doğrusal IF 4- 6 GHz	III TRW 1200 çok giriş Doğrusal IF 4-6 GHz
Band genişliği (Her iki yol) Anten sistemi	50 MHz Dönme dengeli toroidal horn	125 MHz 4-- elemanlı konik horn	500 MHz Fazlı alan
Anten kazancı (min) Bağlı yayılan güç	6 dB + 8 dBW	6 dB -f 14 dBW	16 dB + 24 dBW

**TABLO 12. Modern okyanus deniz altı kablo sistemleri :**

Sistem kapasitesi (3 'kHz ses devresi)	ilk kullanılan		Kablo çapı (inç)	En yük- sek fre- kans (kHz)	Repetör		Hat akı- mı (mA)	Repetör gerilimi (V)
	Yıl	Yol			Kazanç (dB)	Ara (de- niz mili)		
128	1963	TAT -3	1,00	1952	50	20	389	45
160	1965	Pencan	0,99	1164	50	173	4,5	86
360	1966	Atlantik test alanı	1,00	2964	40	9,5	500	55
640	1969	UK.	0,90	4772	43	7,5	150	25
720	1968	Lisbon Florida Virginia	1,50	5884	40	10	145	16
1520	Geliştirilmekte		1,50	12000	+	+	+	+
2500	Geliştirilmekte		1,50	20000	+	5	+	+

+ : Yazma anında bilgi yok.

Uydu devrelerinin güvenilirliği uzayda yedek uydu ile sağlanabilir. Bu çözümün Intelsat tarafından kabul edildiği bilinmektedir. Haberleşme olanaklarının emniyeti uzayda önemli derecede ek anapara yatırımı ile sağlanır. Aynı şekilde işletme güvenilirliği sağlamak için kritik yer istasyonu teçhizatının tasarımında da yedek sistemler kullanılmalıdır.

Kablo sistemleri karışmaya sebep olmazlar, veya genel olarak karışım yapmazlar. Hem uydu hem yer mikrodalga sistemleri ortak frekans

bandı kullandıklarından karşılıklı karışım ve uygun bir yer 'istasyonu seçimiyle ilgili güçlükler ortaya çıkabilir. Karşılıklı karışma problemi uygun tedbirlerle önlenabilir.

Her iki ortamın kullanılmasının kanuni durumları, bu konunun dışındadır. Ancak haberleşme hürriyetinin bozulmamasının tedbirlerinin bazı milletlerarası kuruluşlarla incelendiğini belirtmek yeterlidir.

10 GHz'in üzerindeki bandda milletlerarası bir anlaşmaya varılmadıkça uydu haberleşmesinin tüm gelişimi sınırlanacaktır.

**TABLO 13. Satcom sistemi için yıllık masraf (milyon dolar):**

	Yüklü (600 devre) hat (26 in anten)	«Az yüklü» (80 devre) hat yolu	
		(26 m anten)	(13 m. a.)
2 yer istasyonunun anaparası	110	110	0,60
Düzeltilmeler ve gelişmeler	0,01	0,01	0,01
Intelsat'a anapara yardımı (hisseye göre).	X	Y	Y
Masraf işletme Masrafı :			
işletme : bakım (% 10)	1,20	1,20	0,60
Eskime : (% 10)	1,20	1,20	0,60
Ortalama % 3 faiz	0,36	0,36	0,18
Genel ve idari (% 1)	0,12	0,12	0,06
Intelsat'a ödeme			
Yer-uydu bağlanması :			
26 m istasyon, p.k.b.+ başına 8000	4,80	0,64	—
13 m istasyon, p.k.b. basma 52000	—	—	4,16
yer bağlantıları :			
26 m istasyon, p.k.l>. başına 8000	4,80	0,64	—
13 m istasyon,			

+ p.k.b. uydu kullanma birimi. **TABLO 14.Kablo sistemi**

**için yıllık masraf (milyon dolar):**

p.k.b. basma 52000	—	—	4,16
Toplam yıllık masraf	13,69 + X	5,37 + y	10,37 + y

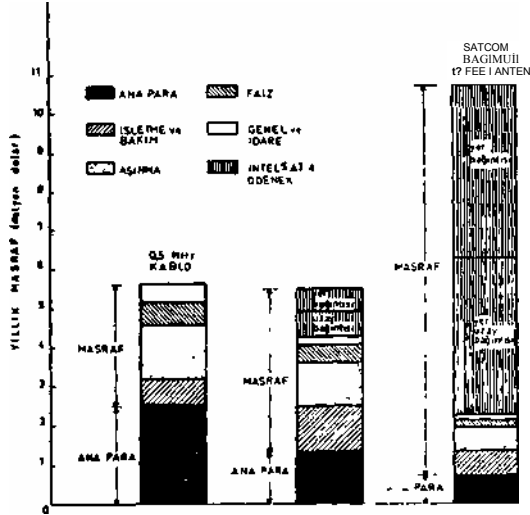
	Yüklü (640 devre) hat		yüksüz (80 devre) hat
	1500 dm	3500 dm	2500 dm
Anapara			
Sistem : Anaparası			
640 devre, 1500 dm, dm	2,41	—	—
devre başına 30 \$			
640 devre, 3500 dm, dm	—	4,82	—
devre başına 25 \$			
80 devre, 2500 dm, dm	—	—	2,16
devre basma 125 \$			
Masraflar			
işletme masrafları :			
işletme ve bakım (% 3)	0,72	1,45	0,65
Eskime (% 5)	0,72	2,41	1,08
Ortalama % 3 faiz	0,72	1,45	0,65
Genel ve idari (% 1)	0,24	0,48	0,22
Toplam yıllık masraflar	5,29	10,61	4,76

#### 5.4 Yıllık sistem masraftan :

İM haberleşme şekli için anapara yatırımı, işletme ve teknik durumları açıklandıktan sonra, uydu ve kablo sistemlerinin mülkiyeti, işletme'si ve kullanılması ile ilgili toplam ekonomik durumun sonuçları anlatılacaktır. Bu, 600 ve 80 ses devre kapasiteli yüklü ve «yüklü olmayan» yollar için eşdeğer iki nokta arası haberleşme imkanları için yıllık ücret tahmini ile yapılır. Uydu sistemleri için ilgili yıllık ücretler Tablo 13'de gösterilmektedir.

Deniz altı kablo sistemleri için yıllık ücretler Tablo 14'de gösterilmiştir. Şekil 8'de «az yüklü» hat yolları için ve Şekil 9'da «yüklü» hat yolları için yıllık sistem masraflarının karşılaştırılması grafik olarak gösterilmiştir.

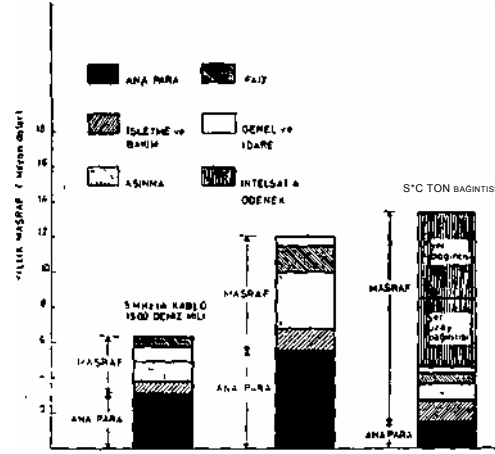
Şekil 8 ve 9 anaparanın farklı karışımını, yıllık masraflar kısmını göstermekte ve Satcom sisteminde toplam yıllık masrafların büyük bir kısmının Intelsat'a masraf ödemesi olduğu belirtilmektedir.



Şekil 8. Okyanus aşın azyüklü hatların yıllık maliyet bölüşümü.

Ayrıca, eşdeğer mali çevreye kıyasla, bu diyagramlar deniz altı kablo bağlantılarının tamamlayıcı durumunu belirtir.

Uydu sistemlerindeki karışık mali problemler nedeniyle, bu sistemin tüm özelliklerini, kablo sistemleri ile ilgili bağıl ekonominin anlamlı değerlendirilmesi yapılmadan önce düşünülmemelidir. Yapılan incelemeler, kabloların verdiği farklı özel işletme mülkiyeti ve uygunluk üstünlüğüne rağmen, 3000 •• 4000 deniz milinden daha uzak mesafelerde kablo veya uydu devreleri kullanmak arasında çok az fark olduğunu göstermektedir.

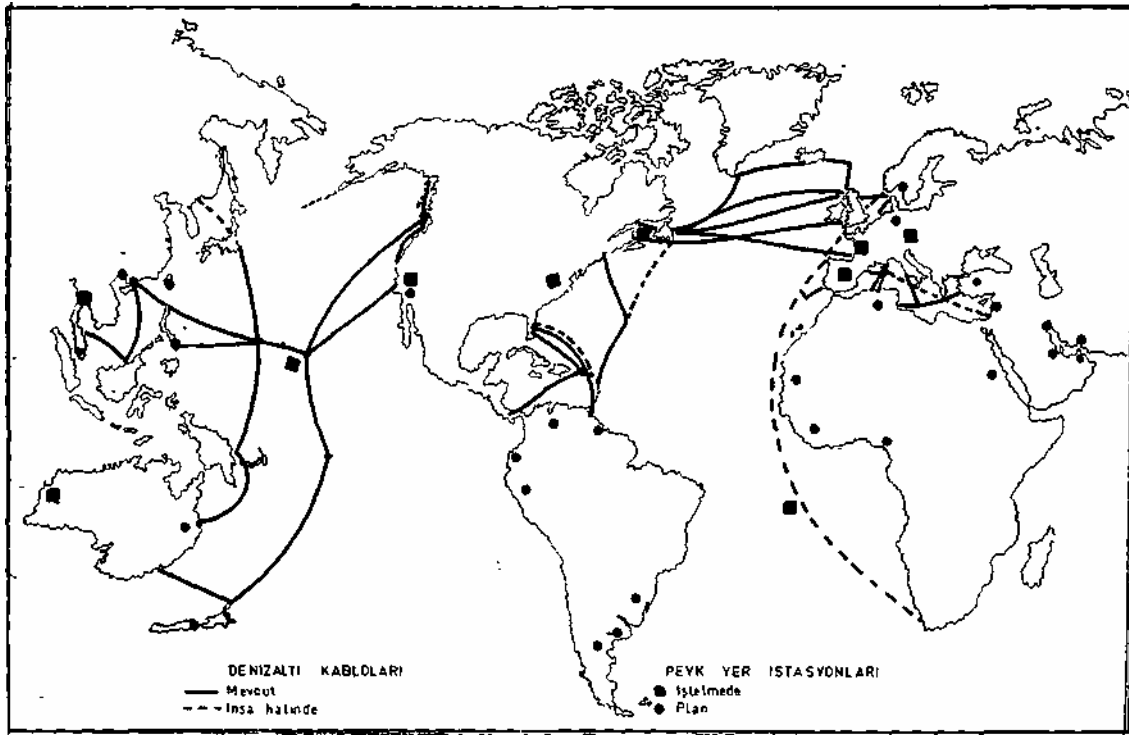


Şekil 9. Okyanus aşın yüklü hatların yıllık maliyet bölüşümü (orta ve uzun menzil).

## 6. BUGÜNKÜ VE GELECEKTEKİ DEVRELER

Repertörlü okyanus aşırı deniz altı kablo sistemleri işletmesinin ilk 11 yılında (1956-1966), dünyadaki devreler ilk başlangıcından bu güne 65000 yol mili, olmak üzere, 6 100000 devre mili 3 040 repetör şekline gelmiştir.

Dünyadaki bu geniş kablo sistemi 700 milyon dolar yatırım temsil eder. Modern geniş bantlı transistorlu sistemlerin kullanılmaya başlanmasıyla kablo sistemlerinde (ŞeMl 10) 1967 -1969 yılları arasında büyük gelişmeler oldu.



Şekil 10.

	1966	1969'a kadar ilâve	Toplam	Artış (%)
Hat uzunluğu (Mil)	65000	15 000	80 000	2496
Devre uzunluğu (Mil)	6100000	5 900 000	12 000 000	

1967-1969 arasında plânlanan devre ilâveleri 75-80 milyonluk ayrı bir yatırımı temsil eder.

1965 yılında Şafak Kuşu'nun uzaya atılışından sonra dünyadaki birçok devletçe yararlanılan 6 hem zaman uydu 1969 yılına 'kadar atıldı.

Et

Bağlantıyı tamamlamak için yer cihazları göz-önüne alınmadan o<ngg, sadece bu devrenin uzay parçasının sağlanması için 135 milyon dolar dünyadaki yer. istasyonları 'imkanlarına yatırılmaktadır.

Milletlerarası ve kıtalararası kablo ve uydu devrelerinin durumu özetlenerek dünyadaki devrelerin gelişmesi en iyi şekilde açıklanabilir. Şekil 11, bu gelişmeyi 1956'da ilk Atlantik aşın kablo sisteminin başlangıcından (dünya devresinin 1200 devrelik olduğu an) plânların 20000 üzerinde devre sağladığı 1969 sonlarına kadar açıklamaktadır.

4-T.J.J PEYK DEVRESİ  
KABLO DEVRESİ

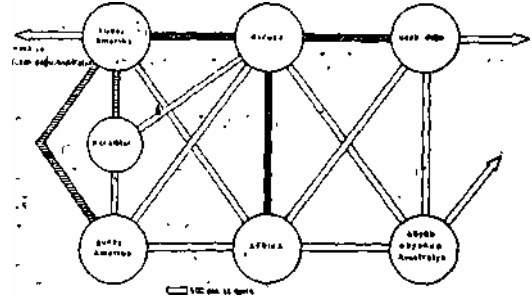


1M5

Şekil 11. Kablo ve uydu devrelerinin kullanma oranları.

Yeryüzünde, 1975 yılında, % 251 kıtalar arası ana devreler olan 70000'den fazla devre olacaktır.

Geleceğin trafiği için önceden tahminlerde bulunmak çok zordur. Ancak bazı verilere dayanarak tahminler yapılabilir. Şekil 12 böyle bir genel tahmini göstermektedir\*.



Şekil 12. 1975 yılında kullanılacak devreler.

## 7. SONUÇLAR

Teknolojik gelişmeler gelecek kablo ve uydu sistemi tasarımlarında aynı derecede yansıtılacaktır, böyle sistemler, herbM uygulama alanında ekonomik seviyelerinde, çekici uygun durumda gelişen istek örneğim karşılamak için haberleşme imkânları sağlayabilecektir.

Kablo ve uydu tekniğinde bugüne ikadar olan gelişmeler, bu iki sistemin ilk düşüncelerin aksine, birbirlerini, işletme, teknik ve ekonomik yönden tamamladıkları sonucunu doğurmuştur.

Yepyeni sistemler geliştirildi. Bundan sonra da geliştirilecektir.