

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Arifiye-Gebze Ara. Mey. Dem. Hat  
İnc. ve Yeni Alt. Sur.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

R. Tanju Özkan

1988

R #150  
145

105  
6000 TL

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARIFIYE - GEBZE ARASINDAKİ  
MEVCUT DEMİRYOLU HATTININ İNCELENMESİ  
VE YENİ ALTERNATİFLERİN SUNULMASI

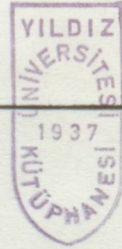
YÜKSEK LİSANS TEZİ

R. TANJU ÖZKAN  
İNŞAAT MÜHENDİSİ

İSTANBUL, 1988

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON  
DAİRE BAŞKANLIĞI

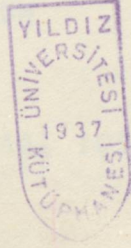
Kot R 150  
:.....145.....  
Alındığı Yer :.....FEN. BİL. ENS.....  
:.....  
Tarih :.....15.10.1991.....  
Fatura :.....- - - - -.....  
Fiyatı :.....6000. TL.....  
Ayniyat No :.....1/25.....  
Kayıt No :.....47737.....  
UDC :.....624.....378.242.....  
Ek :.....



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
D.B. No 45513

ARİFİYE - GEBZE ARASINDAKİ  
MEVCUT DEMİRYOLU HATTININ İNCELENMESİ  
VE YENİ ALTERNATİFLERİN SUNULMASI



YÜKSEK LİSANS TEZİ

R. TANJU ÖZKAN  
İNŞAAT MÜHENDİSİ

İSTANBUL, 1988

# İ Ç İ N D E K İ L E R

TEŞEKKÜR

TÜRKÇE ÖZET

İNGİLİZCE ÖZET

I- TEKNİK ETÜD

1.1- HATTIN KONUMU

1.1.1- COĞRAFİK KONUM

1.1.2- FİZİKİ ÖZELLİKLER

1.1.3- DEMOGRAFİK DURUM

1.1.4- EKONOMİK DURUM

1.1.5- BÖLGENİN TCDD AĞI İÇİNDEKİ KONUMU

1.2- TEMEL ÖLÇÜTLER

1.2.1- PROJE HIZI

1.2.2- ÇEKİM TÜRÜ

1.2.3- KATAR TÜRLERİ

1.2.3.1- LOKOMOTİF TİPLERİ

1.2.3.2- YOLCU VAGONLARI

1.2.3.3- YÜK VAGONLARI

1.2.3.4- KATAR TEŞKİLİ

1.2.3.4.1- YOLCU KATARI TEŞKİLİ

1.2.3.4.2- POSTA KATARI TEŞKİLİ

1.2.3.4.3- EKSPRES KATARI TEŞKİLİ

1.2.3.4.4- GECE EKSPRESİ KATARI TEŞKİLİ

1.2.3.4.5- GÜNDÜZ EKSPRESİ KATARI TEŞKİLİ

1.2.3.4.6- RAPİD KATARI TEŞKİLİ

Sayfa No:

20

20

21

21

Sayfa No:

23

25

1

1

3

4

4

8

9

9

10

11

12

14

16

17

17

17

18

18

19

19

	Sayfa No:
1.2.3.4.7- YÜK KATARI TEŞKİLİ	20
1.3- GEOMETRİK STANDARTLAR	20
1.3.1- HAT PROFİLİNDEKİ GEOMETRİK STANDARTLAR	21
1.3.1.1- MİNİMUM KURB YARIÇAPI	21
1.3.1.2- UYGULAMA DEVERİ	23
1.3.1.3- YATAY KURBLARDA BİRLEŞTİRME EĞRİLERİ	25
1.3.1.3.1- BİRLEŞTİRME EĞRİSİ BOYU	26
1.3.1.3.2- BİRLEŞTİRME EĞRİSİ TÜRÜ	27
1.3.1.4- PLANDA BİRBİRİNİ İZLEYEN İKİ KURB ARASINDAKİ UZAKLIK	28
1.3.1.5- YATAY KURB İLE EĞİM DEĞİŞME NOKTALARININ BİRBİRİNE GÖRE KONUMU	29
1.3.2- HAT PROFİLİNE AİT STANDARTLAR	29
1.3.2.1- UYGULAMA EĞİMİ	30
1.3.2.1.1- AÇIK HAVA VE DOĞUDAKİ UYGULAMA EĞİMİ	31
1.3.2.1.2- KURBLARDA UYGULAMA EĞİMİ	31
1.3.2.1.3- TÜNELLERDE UYGULAMA EĞİMİ	31
1.3.2.2- PALYE BOYU	32
1.3.2.2.1- DEMERAJ BOYU	33
1.3.2.2.1.2- İSTASYON BOYU	33
1.3.2.3- İSTASYONLARDA EĞİM	34
1.3.2.4- EĞİMLERİN BİRLEŞTİRİLMESİ	34
1.4- FİZİK STANDARTLAR	35
1.4.1- ÜST YAPI ELEMANLARI	35
1.4.1.1- RAY BOYUTLANMASI	36
1.4.1.2- TRAVERS BOYUTLAMASI	39

	Sayfa No:
1.5- ARIFIYE - GEBZE GÜZERGAHI	53
1.5.1- GÜZERGAHIN KAREKTERİSTİK ÖĞELERİ	53
1.5.1.1- DOĞRULAR VE KURBLAR	53
1.5.1.2- EĞİMLER ve Palyeler	57
1.5.1.3- İSTASYONLAR	59
1.5.1.4- VİYADÜKLER	59
1.5.1.5- TONELLER	60
2- TRAFİK ETÜDÜ	78
2.1- YOLCULUK AĞLARININ TANIMLANMASI ve BÖLGELEME	62
2.1.1- YOLCULUK İSTEMLERİNİN ÖNGÖRÜLMESİ	64
2.1.2- TÖREL AYRIM	65
2.2- YÜK TRAFİĞİNİN ÖNGÖRÜLMESİ	66
2.2.1- TEMEL MAL GRUPLARI	67
2.2.2- YURTIÇİ YÜK TRAFİĞİ	67
2.2.3- ÖZEL YÜKLER YÜK TAŞIMACILIĞI ÖNGÖRÜLERİ	68
2.2.3.1- BUĞDAY, ARPA, MISIR, UN	68
2.2.3.2. ORMAN ve ORMANCILIK	68
2.2.3.3- AKARYAKIT	69
2.2.3.4- ÇİMENTO	69
2.2.3.5- PANCAR, KÜSPE, MELAS	69
2.2.3.6- DEMİR CEVHERİ	69
2.2.3.7- TUZ	69
2.2.3.8- GÜBRE	70
2.2.3.9- MADEN KÖMÜRÜ	70
2.2.3.10- DİĞERLERİ	70

2.2.4- TRANSİT YÜK TAŞIMACILIĞI	70
2.3- YOLCU TRAFİĞİ	71
2.4- ARİFİYE - GEBZE HATTI YOLCU ve YÜK TRAFİKLERİ	71
3- İŞLETME ETÜDÜ	
3.1- İŞLETME STANDARTLARI	74
3.1.1- GEREKEN KATAR SAYILARI	74
3.1.2- SİRKİLASYON YÖNTEMİ	77
3.1.3- BLOK SİSTEM	78
3.1.3.1- ÇİFT HATLI İŞLETMELERDE BLOK SİSTEM	78
3.1.3.2- BLOK BOYLARI	78
3.2- ÇİFT HATLI İŞLETMELERDE HAT KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ	79
4- MALİ ve EKONOMİK ETÜD	
4.1- GENEL YAKLAŞIM VE TEMEL İLKELER	84
4.2- MALİ FİZİBİLİTE ETÜDÜ	85
4.2.1- HATTIN YATIRIM MALİYETİ	86
4.2.1- DEMİRYOLU TAŞITLARININ YATIRIM MALİYETLERİ	86
4.2.3- DEMİRYOLU İŞLETME MALİYETLERİ	88
4.2.4- DEMİRYOL TRAFİK GELİRİ	88
4.3- EKONOMİK FİZİBİLİTE ETÜDÜ BAĞLANTILARI	88
4.3.1- HAT YATIRIMININ EKONOMİK MALİYETİ	89
4.3.2- DEMİRYOLU TAŞIT YATIRIMLARININ EKONOMİK MALİYETLERİ	89
4.3.3- KARAYOLU TAŞIT YATIRIMLARININ EKONOMİK MALİYETLERİ	90
4.3.4- DEMİRYOLU İŞLETME MALİYETLERİ	91

4.3.5- KARAYOLU İŞLETME MALİYETİ	91
4.3.6- DEMİRYOLU VE KARAYOLLARINDA KAZALARIN EKONOMİK MALİYETLERİ	91
4.3.7- YOLCULUK ZAMANININ EKONOMİK MALİYETİ	92
4.3.8- YÜK TAŞIMALARI ZAMANIN EKONOMİK MALİYETİ	92
4.3.9- TRANSİT TRAFİK GELİRİ	93
4.4- DEMİRYOLU İŞLETME MALİYETLERİ	93
4.4.1- LOKOMOTİF BAKIM, ONARIM VE SERVİSE HAZIRLAMA GİDERLERİ	93
4.4.2- LOKOMOTİF PERSONELİ GİDERLERİ	94
4.4.3- ENERJİ GİDERLERİ	94
4.4.4- YOLCU VE YÜK VAGONLARININ BAKIM GİDERLERİ	94
4.4.5- REVİZÖRLÜK GİDERLERİ	94
4.4.6- TREN PERSONELİ GİDERLERİ	95
4.4.7- YOL BAKIM VE ONARIM GİDERLERİ	95
4.4.8- MANEVRA GİDERLERİ	95
4.5- KARAYOLU İŞLETME GİDERLERİ	95
4.5.1- TAŞIMACI KURULUŞLARCA YÜKLENİLEN GİDERLER	96
4.5.1.1- YAKIT GİDERİ	96
4.5.1.2- YAĞ GİDERİ	96
4.5.1.3- LASTİK GİDERİ	96
4.5.1.4- PERSONEL GİDERİ	97
4.5.1.5- TAŞIT BAKIM VE ONARIM GİDERLERİ	97
4.5.2- DEVLETÇE YÜKLENİLEN GİDERLER	97
4.6- ARİFİYE - GEBZE HATTINDA DEĞERLENDİRME DÖNEMİNDE İŞLETMEYE KATILACAK KARAYOLU VE DEMİRYOLU TAŞITLARI	97

## TESEKKÜR

Sayfa No:

4.7- MALİ FİZİBİLİTE	99
4.8- EKONOMİK FİZİBİLİTE	100
4.9- SONUÇ	103
KAYNAKLAR	108
ÖZGEÇMİŞ	109

Doc. Dr. Ergün GEDİLLİOĞLU'na ve veri toplama sırasında kendim yardımını esirgemeyen T.C.D.B. Genel Müdürlüğü İdari ve Teknik Personeli'ne en derin teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

## TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince yönlendirici fikirlerinden yararlandığım ve yakın ilgisini gördüğüm tez yöneticim Sayın Yrd, Doç.Dr. Zerrin TUNA'ya, değerli fikirlerinden yararlandığım Sayın Hocalarım: Prof.Enver BERKME'ne, Doç.Dr.Aydın EREL'e, Doç.Dr.Ergün GEDİZLİOĞLU'na ve veri toplamam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen T.C.D.D. Genel Müdürlüğü'nden İdari ve Teknik Personeli'ne en derin teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

## Ö N S Ö Z

Zamana büyük değer verilen çağımızda, özellikle ulaştırma sektörüne ait yatırımların önem kazanması ve hükümetler tarafından önemle üzerinde durulması sonucu ilgili projelerin günün sosyo-ekonomik yapısına mevcut ve gelecekteki teknolojilere uygun olarak tasarlanmaları gerekmiştir.

Kara ulaştırması modları içerisinde ilk yatırım harcamaları bakımından pahalı olmasına karşın yüksek hızlarla ve az enerji harcamasıyla birlikte kitle taşımacılığında tartışmasız olan demiryolları, aynı zamanda ülke ekonomisine de büyük katkı sağlar.

Özellikle İran-İrak Savaşının bitmesiyle Avrupa ülkelerinden ortadoğuya yapılacak taşımaları doğal konumu sayesinde üzerine çekecek olan Türkiye, bu isteme hazırlıklı olmak zorundadır.

Yüksek hız standartları sağlanarak ve aynı zamanda da hizmet sunularının iyileştirilmesiyle yapılacak yurt içi ve uluslararası taşımacılıklara hazırlıklı olmak amacıyla üzerinde çalışılan bu proje, halen fizibilite çalışması tamamlanmış olan Haydarpasa - Gebze arasında 4 hatta çıkarılan projesinin devamıdır.

4 Bölümden oluşan çalışmada, geometrik ve fiziksel standartlar Teknik Etüd başlığı altında incelenerek, hattı kullanacak yük, yolcu ve transit trafikler araştırılmış ve bunlara uygun işletme koşulları belirlenmiştir.

Son bölümde ise yatırımın mali açıdan getirecekleri fayda ve giderler ülke ekonomisi bakımından değerlendirme dönemi boyunca incelenmiş ve sunulan iki alternatiften uygun olanı tartışılmıştır.

## SUMMARY

In our time, which is the time very valuable, the communication investments are getting important.

Railways are the best one among the mainland communications although is much more expensive for the first investment its give the big supportto the country's economy.

After finishing the Iran - Iraq war, the transport from Europe to Middle East will be done over Turkey. Turkey must be ready to this situation.

This project is the continuation of Haydarpaşa - Gebze project. This project contains four Chapters.

Geometric, physics standarts will be examined under the tecnical work. The loads, passengers traffics had been researched and management situations have been found which is suitable for those.

In the last chapter, the investment research from the financial prospect. Its benefits and expenses have been researched according to the country's economy.

## I- TEKNİK ETÜD

### 1.1- HATTIN KONUMU

Çalışmada incelenen hat, yüksek standartlarda bir hattır ve taşıdığı trafik, coğrafik konumu, demografik ve ekonomik itibariyle T.C.D.D ağındaki en önemli koridorlardan biridir.

Gebze-Arifiye demiryolu hattı, T.C.D.D 'nin başmüdürlüğü İstanbul'da bulunan I. İşletmesi sınırları içerisinde yer almaktadır.

#### Şekil 1.1

### 1.1.1- COĞRAFİK KONUM

Gebze-Arifiye demiryolu güzergahı O-D noktaları Kapıkule-Ankara olan koridorun üzerindedir.

Koridor, Kapıkule'den başlayarak sırasıyla Edirne-Kırklareli-Tekirdağ-İstanbul ve çalışmaya ismini veren Gebze-Arifiye hattı üzerinden Ankara'ya devam etmektedir.

Gebze, Kocaeli bölgesi toprakları içerisinde yer almaktadır.

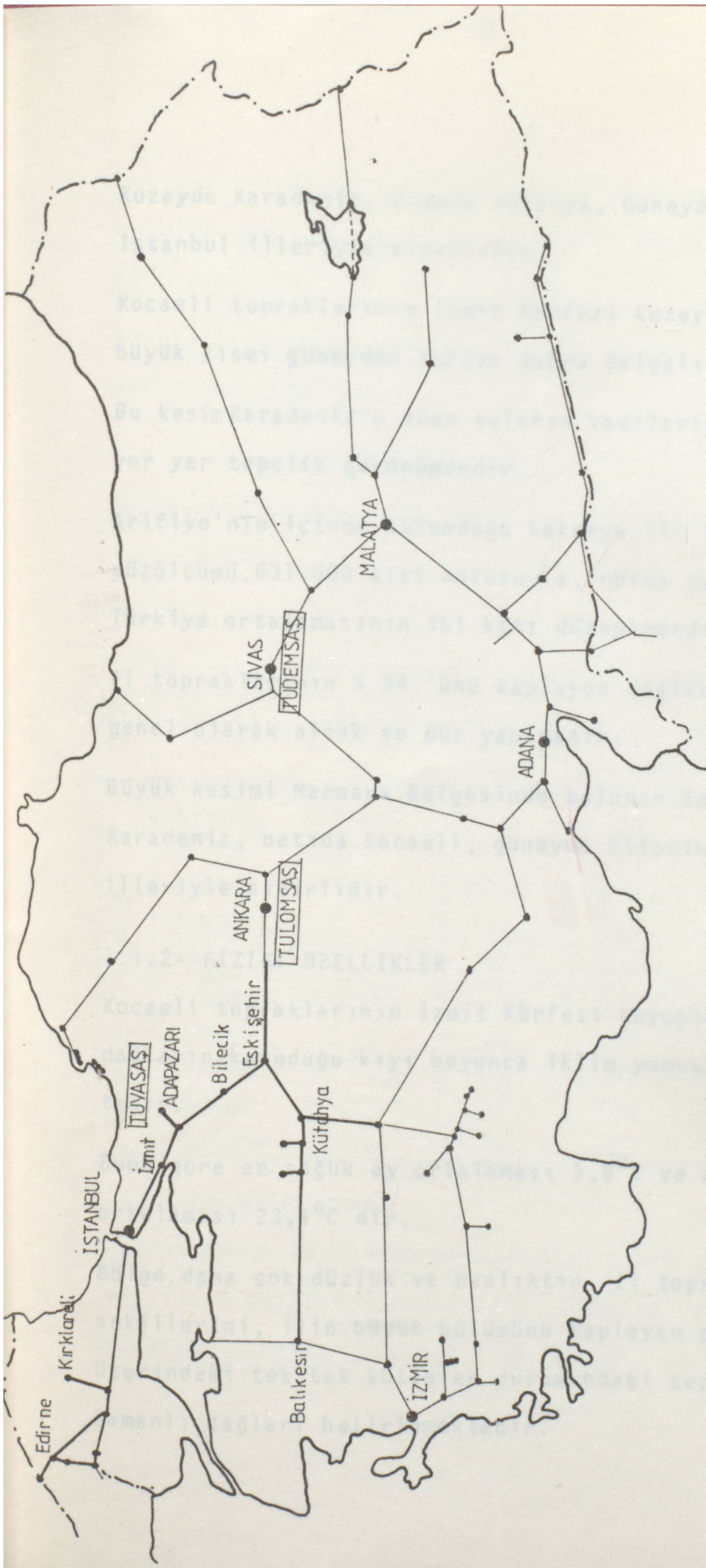
Kocaeli, nüfus varlığı açısından Türkiye'nin önemli illeri arasındadır. Kocaeli'nin nüfus yoğunluğu her dönemde Türkiye ortalamasının üzerinde olmuştur.

Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli bölümünde yer alan 3626 km<sup>2</sup> 'lik yüzölçüme sahip Kocaeli'nin 1985 yılı sayımlarına göre nüfusu 753.000 dir.

Gebze, İzmit'in batısında il merkezine 49, İstanbul'a 45 km uzaklıktadır, ve nüfusu 166.000 dir.

Mevcut demiryolu istasyonu şehirden 3 km güneydedir.

./..



ŞEKİL 1.1

Kuzeyde Karadeniz, doğuda Sakarya, Güneyde Bursa, Batıda İstanbul illeriyle sınırlıdır.

Kocaeli topraklarının İzmit Körfezi kuzeyinde yer alan büyük kısmı güneyden kuzeye doğru dalgalı ve eğimlidir.

Bu kesim Karadeniz'e akan suların vadileriyle yarılmış, yer yer tepelik görünümündedir.

Arifiye'nin içinde bulunduğu Sakarya ili ise 4817 km<sup>2</sup> yüzölçümü, 631.000 kişi nüfusuyla, nüfus yoğunluğu bakımından Türkiye ortalamasının iki katı düzeyindedir.

İl topraklarının % 34 'ünü kaplayan dağlar güneyde yüksekse de genel olarak alçak ve düz yapıdadır.

Büyük kesimi Marmara Bölgesinde bulunan Sakarya, kuzeyde Karadeniz, batıda Kocaeli, güneyde Bilecik, doğuda Bolu illeriyle sınırlıdır.

#### 1.1.2- FİZİKİ ÖZELLİKLER

Kocaeli topraklarının İzmit Körfezi Kuzeyinden sınırlayan dağların koruduğu kıyı boyunca iklim yumuşak bir nitelik taşır.

Buna göre en soğuk ay ortalaması 5,8<sup>0</sup>C ve en sıcak ay ortalaması 23,4<sup>0</sup>C dir.

Bölge, daha çok düzlük ve ovalıktır. İl topraklarının yeryüzü şekillerini, ilin büyük bölümünü kaplayan plato ve bunun üzerindeki tek tek kütleler durumundaki tepeler ve güneydeki Samanlı dağları belirlemektedir.

Sakarya topraklarında ise Marmara ve Karadeniz iklimi görülür. En soğuk ay ortalaması 6°C ve en sıcak ay ortalaması 23°C dir.

Ağırlıklı yeryüzü şekilleri platolardır. Dağlar ilin güney yarısında yoğunlaşır.

### 1.1.3- DEMOGRAFİK DURUM

Gebze-Arifiye arasında hatta bağlı bulunan yerleşim birimlerinin 1985 yılı itibariyle demografik durumları tablo 1.1 dedir.

Tablo - 1.1 YERLEŞİMLERİN DEMOGRAFİK DURUMLARI

İLİ	İLÇESİ	BAĞLI BUL. İSTASYON.	MERKEZE UZAKLIĞI km	Y.ÖLÇ. BİN KM <sup>2</sup>	KÖY SAY.	NÜFUS (BİN)	NÜFUS ARTIŞI (YILLIK %)
KOCAELİ	GEBZE	GEBZE	-	732	30	165.7	72.29
	İZMİT	İZMİT	-	1383	96	398.1	44.58
	GÖLCÜK	"	16	200	25	91.1	44.37
	K.MÜRSEL	"	45	380	44	48.9	46.67
	KANDIRA	"	47	930	44	45.5	33.78
SAKARYA	A.PAZARI	ARİFİYE	5	841	130	323.3	44.70
	HENDEK	"	23	580	68	53.7	7.43
	KAYNARCA	"	40	360	25	24.0	15.79
	KARASU	"	57	788	68	69.0	8.19
	SAPANCA	"	12	140	20	21.0	20.78

### 1.1.4- EKONOMİK DURUM

Kocaeli, büyük sanayi merkezlerinden biridir. Türkiye Kimya Sanayiinin merkezi durumundadır. Türkiye'de lastik üretimi yapan belli başlı kuruluşlar da Kocaeli'ndedir.

./...

Kocaeli'nde sanayiinin çok gelişmiş olmasına rağmen ticaretin gelişimi buna paralel değildir. Bunun nedeni, ildeki belli başlı özel kuruluşların merkezlerinin İstanbul'da oluşu ve ürettikleri ürünlerin ticaretini İstanbul üzerinden yapmalarıdır.

Kocaeli imalat sanayiinde çok sayıda büyük işletmenin yanı sıra, küçük sanayii işyerleri de önemli yer tutar.

Tahıl ürünleri içinde ilk sırayı buğday alır. Ondan sonra sırayla arpa, mısır ve yulaf gelir.

Bölge, yeraltı kaynakları bakımından fazla zengin değildir.

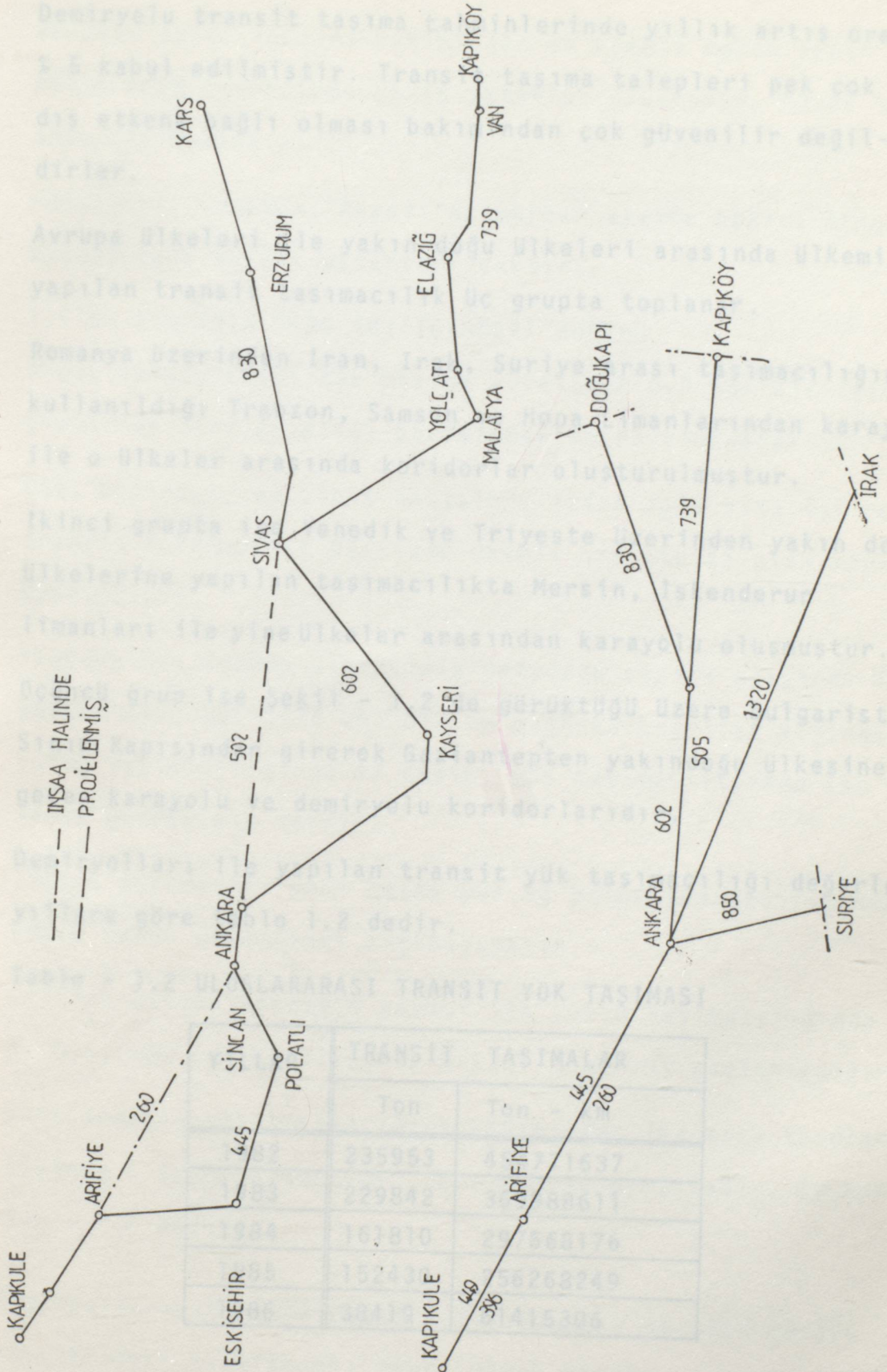
Merkez ilçede bütümlüştü, Gebze'de bakır, kurşun, çinko, mermer, demir, civa, Gölcük'te Mangenez, Kandıra'da Mangenez ve demir, Derince'de Kuvarsit kaynakları vardır.

Anadolu'nun en bereketli topraklarından bir bölümü olarak Sakarya'da Şekerparcari ve patates yüksek gelir sağlar. Şekerparcari buğdayla dönüşümlü ekilir.

Bağcılık, meyvecilik, ipekböcekçiliği ve hayvancılık da önemlidir.

Anadolu demiryonunun yapımıyla imalat sanayii yatırımları il ekonomisine canlılık getirmiştir. Şeker ve vagon fabrikaları bu gelişme içinde önemli rol oynamıştır.

1970 lerden bu yana süratle hızlanan sanayiileşme süreci içinde imalat sanayiinin hemen her dalında yatırımlar yapılmıştır.



ŞEKİL 1.2

Demiryolu transit taşıma tahminlerinde yıllık artış oranı % 5 kabul edilmiştir. Transit taşıma talepleri pek çok dış etkene bağlı olması bakımından çok güvenilir değildirler.

Avrupa ülkeleri ile yakın doğu ülkeleri arasında ülkemizden yapılan transit taşımacılık üç grupta toplanır.

Romanya üzerinden İran, Irak, Suriye arası taşımacılığın kullanıldığı Trabzon, Samsun ve Hopa Limanlarından karayolu ile o ülkeler arasında koridorlar oluşturulmuştur.

İkinci grupta ise Venedik ve Triyeste üzerinden yakın doğu ülkelerine yapılan taşımacılıkta Mersin, Iskenderun limanları ile yine ülkeler arasından karayolu oluşmuştur.

Üçüncü grup ise Şekil - 1.2 de görüldüğü üzere Bulgaristan Sınır Kapısından girerek Gaziantep'ten yakınoğu ülkesine geçen karayolu ve demiryolu koridorlarıdır.

Demiryolları ile yapılan transit yük taşımacılığı değerleri yıllara göre tablo 1.2 dedir.

Tablo - 1.2 ULUSLARARASI TRANSİT YÜK TAŞIMASI

YILLAR	TRANSİT TAŞIMALAR	
	Ton	Ton - km
1982	235953	454771637
1983	229842	369988611
1984	161810	297668176
1985	152430	256268249
1986	38419	61415306

Yeraltı zenginlikleri bakımından en önemli madenlerden demir, Aktaş köyü çevresinde geniş yataklar oluşturur. Ancak işletmeye açılmamıştır.

Adapazarı, Sapanca, Akyazı'da mermer ayrıca bakır, mangenez, asbest, talk ve kil yatakları vardır.

#### 1.1.5- BÖLGENİN TCDD AĞI İÇİNDEKİ KONUMU

Proje konusu hattı tek başına incelemek 0-D noktalarının birbirine olan uzaklığı bakımından doğru olmayacaktır.

Hat, başlangıç ve bitiş noktaları itibariyle ülke içi ve transit taşımacılık üzerinde önemli bir etkisi olan koridorun üzerindedir.

Türkiye'nin Avrupa Sınırı ile Ortadoğu sınırı arasında TCDD ağının uzunluğu 2235 km. dir ve bugünkü koşullar altında yolcu taşımacılığında 47 saate, yük taşımacılığında ise 96 saate gereksinim vardır.

Yüksek standartlı yeni hatta yük ve yolcu taşımacılığında büyük zaman kazançları sağlanacaktır.

Arifiye-Sincan hattının yapımı ile yolcu taşımacılığında % 10,3, yük taşımacılığında % 12,5 tasarruf sağlanacaktır.

Uluslararası yük taşımacılığı bakımından ise olay incelendiğinde 4 transit koridor söz konusu olmaktadır. Bu koridorlar Şekil 1.2 dedir.

Demiryollarının büyük çaptaki taşımacılık ve uzun mesafe ulaşımındaki tartışmasız üstünlüğüne rağmen, teknik eksiklikler nedeniyle ülkemiz yük ve yolcu taşımacılığındaki yeri dış ülkelerdeki yerinden farklıdır.

U.A.P da belirtilen yatırımların gerçekleşmesiyle bu değerlerin daha da artacağı bir gerçektir.

Transit taşımacılıkta büyük paya sahip karayolu transit taşımacılığına rakip olmak için demiryolu taşıma kalitesini arttırmak gerekmektedir.

Taşıma kalitesini oluşturan üç parametre olan güvenlik, taşın fiyatı ve taşın süresinden ilk ikisi demiryolları lehindedir.

Tırlar'la yapılan transit taşımacılığın previzyonu Tablo-1.3 dedir.

Tablo 1.3 YILLARA GÖRE YILLIK TONAJ ( $10^6$ )

Yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Yıllık Tonaj	8,95	12,52	14,72	17,28	20,30	23,15

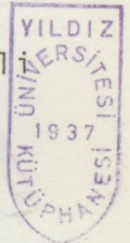
Ancak 120 km/h hızla seyredecek olan katarın 0,80 hız randımanı ile 96 km/h ticari hızı, Arifiye-Gebze Hattı ile yük taşımacılığında demiryolunun payının arttırılmasında önemli rol oynayacaktır.

## 1.2- TEMEL ÖLÇÜTLER

Bir demiryolunun güzergahının etüdü ile plan ve profilinin saptanması için öncelikle, o demiryolu için öngörülen temel ölçütlerin seçilmesi ve o hedefe ulaşmak için gerekli olan geometrik ve fizik standartlarının belirlenmesi gerekir.

### 1.2.1- PROJE HIZI

Proje hızı, hat üzerinde işleyecek en hızlı katarın zaman içinde yapabileceği en büyük hız olacaktır.



Arifiye-Gebze güzergahı Bulgar Sınırı - Arifiye demiryolunun bir kısmını teşkil etmektedir. Hat için, batı transit girişi ile ortadoğu çıkışı koridorunun en önemli bölümünü oluşturduğu söylenebilir.

Yüksek hızlarda yapılacak taşımalar, doğru orantılı olarak yurtiçi trafiğini arttıracacağı gibi, transit taşımacılığın yurdumuza düşen payını da arttıracaktır.

Bu nedenle kurb yarıçapları uygun yerlerde arttırılan güzergah boyunca, proje hızı 300 km/h alınmıştır.

#### 1.2.2- ÇEKİM TÜRÜ

Demiryolları teknolojisi bakımından üç türlü çekim sistemi karşılaştırılırsa max. hızları ve güçleri belirli bir seviyenin üzerine çıkamayan buharlı lokomotifler diğerleri karşısında yetersiz kalmışlardır. Buharlı lokomotiflerin rulman süreleri de uzun olduğu gibi çevre kirlenmesi bakımından da olumsuzdurlar.

Dizelli çekicilerin ise güçleri ve hızları sınırlı olmakla beraber rulman süreleri buharlı çekicilere göre daha azdır. Çevreye olan etkileri ise egsoz gazı ile olur.

Elektrikli çekiciler sürekli güce sahiptirler ve diğerlerinden daha büyük hızlar yapabilirler, terminal hizmetleri de fazla gerektirmezler.

Ancak enerji kaynağı bakımından sabit bir tesise bağlıdırlar. Ekonomisi bakımından en randımanlı olanı ise dizelli çekimlerdir.

Tablo 1.4 de temel alınan dönemdeki toplam yakıt ve enerji tüketimleri görülmektedir.

Tablo 1.4 YAKIT ve ENERJİ TÜKETİMLERİ (1000 Ton)

Yakıt Cinsi	1982	1983	1984	1985	1986
Taş Kömürü	236	257	236	166	86
Linyit	65	24	39	24	21
Fuel-Oil	58	40	24	14	4
Motorin	126	129	156	171	166
Elektrik Enerjisi (1000 kw/h)	80328	87954	96675	98214	104336

Dünyada petrol üretiminin zamanla düşmeye başlayacağı, ülke gereksiniminin ithal yolu ile karşılanmaya çalışılacağı ve çevre kirliliği bakımından dizele dayalı çekim de olumsuzdur.

Bu nedenle sözkonusu güzergahta elektrikli çekim yapılması uygundur.

### 1.2.3- KATAR TÜRLERİ

Yolcu ve yük trafiğinin farklı özellikler göstermesi nedeniyle katarlar ya yolcu ya da yük trafiğine göre ayrı ayrı düzenlenmesi gereği vardır.

Günümüzde TCDD de mevcut çekicilerle, yolcudaki 700 ~ 800 tona varan katar ağırlıkları çekilebilmektedir.

Çift çekiciyle bu miktarın daha da arttırılabileceği bir gerçektir.

Olay yük trafiği bakımından incelenirse, tek çekici ile 800 ~ 1200 tonluk bir taşıma yapılabilir.

Şebekedeki konumu dikkate alındığında Gebze-Arifiye arasının Kapıkule-Ankara arasındaki bir hat kısmı olduğunu belirtilmişti. Bu nedenle O-D noktaları arasında gerçekte büyük mesafe söz konusudur. Bunun sonucu gündüz ve gece katarları yapılması ihtiyacıyla üç tür katar tipi uygun gelmektedir. Bunlar Rapid(R), Ekspres(E), Posta(P) katarlarıdır.

Yine şebekedeki konumu itibarıyla yük taşımacılığı için hızlı yük (Hy) yük katarı uygundur.

Katar türleri ve özellikleri tablo 1.5'dedir.

Tablo 1.5 KATAR TÜRLERİNE AİT ÖZELLİKLER

Katarlar		L O K O M O T İ F L E R				
Türü	Gw(ton)	Simgesi	T i p i	Hiz. Ağ. (ton)	Sürekli Gücü Bb	Orer Hızı km/h
R	450	Ototren	-	450	9200	220
E	600	E <sub>1</sub>	Co'Co'	114	10100	180
P	700	E <sub>1</sub>	Co'Co'	114	10100	160
Hy	1100	E <sub>2</sub>	Bo'Bo'Bo'	120	9846	120

#### 1.2.3.1- LOKOMOTİF TİPLERİ

Lokomotif tipinin seçilmesinde hattın elektrikli işletilmesi, katar hamuleleri, hattın genelde profili TCDD'nin halen mevcut çekicilerinin özellikleri birer parametre olmuştur.

Halen mevcut rapid katarlar ekonomik olması düşüncesiyle, lokomotifsiz olarak ototren biçiminde teşkil edilmesi uygundur.

./..

Tablo 1.6 : Proje Konusu Demiryolu Yolcu Vagonları

Katar Türü	İmalatı	Tipi	Oturma Yeri Sayısı	Darası	Yükü	Maks. Hızı	Boyuna	
				Ton	Ton	km/sa		
1	2	3	4	5	6	7	8	
Posta (P)	ADVAS	Furgon				120		
		1018 DP <sup>4</sup>	-	34.2	10	160	20.68	
		1053 UICX-B <sup>4</sup>						
		2. Mevki	72	42	9.9	160	26.40	
		Yemekli					120	
		1044 Y <sup>4</sup>	60	35.6	9	160'a	23.-	
		1048 UICX-A <sup>4</sup>					140	
1. Mevki	66	39	9.9	160'a	26.40			
		Pulman				120		
		1043 A <sup>4</sup>	64	35.3	9.6	160'a	23.-	
Ekspres (E)	ADVAS	Furgon				120		
		1018 DP <sup>4</sup>	-	34.2	10	160'a	20.68	
		Küsetli					140	
		1041 UICX-A <sup>6</sup>	66	40	9.9	160'a	26.40	
		Yemekli					120	
1044 Y <sup>4</sup>	60	35.6	9	160'a	23.-			
		Yataklı				140		
		1047 UICX-AB <sup>4</sup>	36	43	5.4	160'a	26.40	
Bağli (B)	Yeni İmalat	UC Vagon	40	21	8.9	105		
		Bo'+Bo'	45	Ort.57	6.3	220	27.45	
		Ara Vagon						
		2.Mev.Bo'+Bo'	68	Ort.57	6.3	220	27.16	
		Ara Vagon						
1.Mev.Bo'+Bo'	51	57	6.3	220	27.16			
		Ara Vagon						
		Yemek.Bo'+Bo'	24+18	57	6.3	220	27.16	

Yük-rampa diyagramları Şekil 1.3 de gösterilmiştir.

TCDD 'de yapılan çekim hesaplarına göre kullanılan direnım formülleri bölüm 1.2.2.1- de özetlenmiştir

Eğrilerin çiziminde ( $\mu$ ) aderans katsayısı için Curties-Kniffer'in

$$\mu = \frac{7500}{L_4 + V} + 161 \text{ (kg/t)}$$

formülü kullanılmıştır.

$V = 10$  km/h için  $\mu = 300$  kg/t dir.

### 1.2.3.2- YOLCU VAGONLARI

Posta ve Ekspres katarlarında halen TCDD 'nin elinde bulunan UIC standartlarındaki yolcu vagonlarından yararlanılmıştır.

Vagon tiplerinin seçimindeki önemli bir kriter de gece ve gündüz kullanılması durumudur.

Ancak Adapazar'ındaki vagon fabrikasında üretilen ADVAS tipi yolcu vagonları yüksek hızlara göre uygun hale getirilmelidir.

Çalışmada sözkonusu vagonların özellikleri tablo-1.6 dadır.

Tablo 1.7 de çekilen araçlar itibari ile TCDD 'nin sahip bulunduğu yolcu vagonu sayısı gözükmektedir.

Tablo 1.7 YOLCU VAGON SAYILARI

Yıllar	Ban.	Ana Hat Pulman	Yolcu Komp.	Kuşetli	Yataklı	Yemekli	Furgon	Toplam
1982	268	120	499	106	40	21	849	1054
1983	266	144	471	104	49	20	875	1054
1984	261	185	471	103	49	17	891	1086
1985	259	191	479	103	49	14	834	1095
1986	253	213	469	103	49	14	757	1101

## 1.2.3.3- YÜK VAGONLARI

Yurdumuzda Sivas Demiryol Makineleri Sanayi Müessesesi(SİDEMAS) ve Eskişehir Lokomotif ve Motor Sanayi Müessesesi(ELMS) imalatı

### E2 LOKOMOTİFİNİN SEYİR DİNAMIĞI HIZLARA GÖRE KARAKTERİK EĞRİLERİ

Bunlara göre özellikler tablo 1.8'dedir.

Yük vagonları kapalı, açık, platform, sarnıçlı ve beşinci şahıs tipleri olabilir.

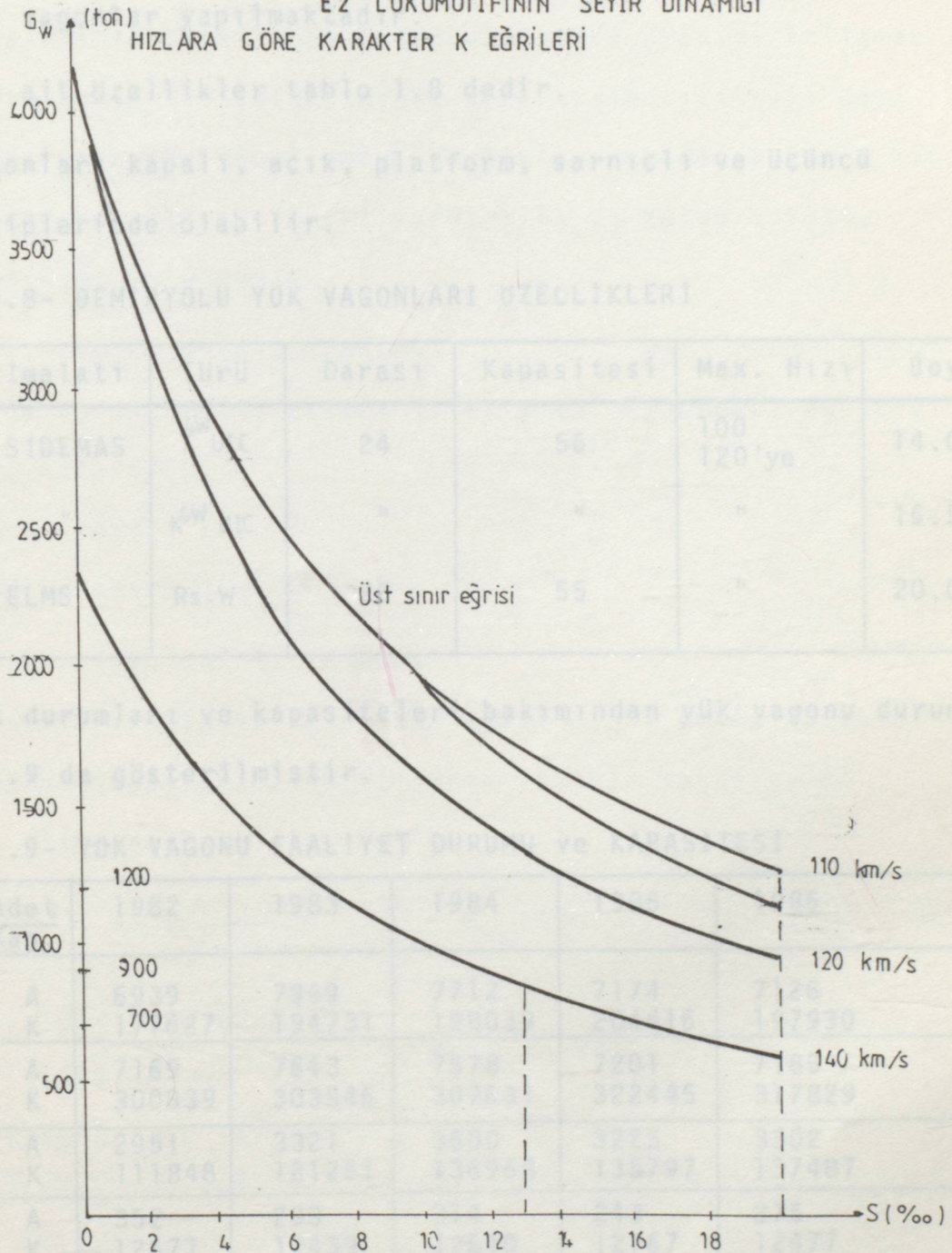
Tablo 1.8- DEMİRYOLU YÜK VAGONLARI ÖZELLİKLERİ

Tipi	İmalatçı	Ürünü	Daralığı	Kapasitesi	Max. Hızı	Boy
Açık	SİDEMAS	R. W	24	56	100 120'ye	14,00
Kapalı	"	"	"	"	"	16,52
Platf.	ELMS	R. W	"	55	"	20,00

Faliyet durumları ve kapasiteleri bakımından yük vagonu durumu tablo 1.9'de gösterilmiştir.

Tablo 1.9- YÜK VAGONU FAALİYET DURUMU VE KAPASİTESİ

Tipi	Adet	1982	1983	1984	1985	1986
KAPALI	A	639	7869	7712	7174	726
	K	127	134731	13003	20116	17930
AÇIK	A	716	7843	7578	7201	7829
	K	300339	303546	3036	322445	37829
PLAT	A	2981	3321	3600	3723	37
	K	111846	131231	13679	135797	17487
SAMS	A	180	176	106	93	
	A	-	194	175	176	
	P	120	1304	1296	1234	1207
	S	1250	1304	1296	1234	1207



ŞEKİL 1.3

## 1.2.3.3- YÜK VAGONLARI

Yurdumuzda Sivas Demiryol Makineleri Sanayi Müessesesi(SİDEMAS) ve Eskişehir Lokomotif ve Motor Sanayii Müessesesi(ELMS) imalatı vagonlar yapılmaktadır.

Bunlara ait özellikler tablo 1.8 dedir.

Yük vagonları kapalı, açık, platform, sarnıçlı ve üçüncü şahıs tiplerinde olabilir.

Tablo 1.8- DEMİRYOLU YÜK VAGONLARI ÖZELLİKLERİ

Tipi	İmalatı	Türü	Darası	Kapasitesi	Max. Hızı	Boyu
Açık	SİDEMAS	<sup>L</sup> W T UIC	24	56	100 120'ye	14.00
Kapalı	"	<sup>K</sup> W UIC	"	"	"	16.52
Platf.	ELMS	Rs-W	25	55	"	20.00

Faliyet durumları ve kapasiteleri bakımından yük vagonu durumu tablo 1.9 da gösterilmiştir.

Tablo 1.9- YÜK VAGONU FAALİYET DURUMU ve KAPASİTESİ

Tipi	Adet Kap.	1982	1983	1984	1985	1986
KAPALI	A	6939	7949	7712	7174	7126
	K	177627	194731	198039	204616	197930
AÇIK	A	7169	7643	7578	7201	7185
	K	300839	303546	307631	322445	317829
PLAT.	A	2951	3321	3600	3225	3302
	K	111848	121251	136968	135797	137487
SARNIÇ	A	352	293	314	243	275
	K	12577	12439	12640	12767	12477
3.SAHIS	K	180	176	144	106	93
	A	-	-	-	-	-
	P	180	194	175	175	174
	S	1250	1303	1295	1234	1231

#### 1.2.3.4- KATAR TEŞKİLİ

I. Sınıf bir hat olarak Kapıkule-Ankara koridoru genelde üç tip yolcu ve bir tip yük katarı teşkili yapılmıştır.

Yolcu katarınının teşkilinde İstanbul-Ankara arasını kullanan toplam yolcu sayısı katar türüne göre taşımacılıktaki payı ile çarpılarak bir genellemeye gidilmiş, buradan belirli tipteki katar karakteristikleri yardımıyla da vagon sayısı, boyu, ağırlığı bulunmuştur.

##### 1.2.3.4.1- YOLCU KATARI TEŞKİLİ

Koridorda üç tip yolcu katarı işletilmesi uygundur. Bunlar;

a) Posta katarı (P)

b) Ekspres katarı (E)

c) Rapid katarı (R)

##### 1.2.3.4.2- POSTA KATARI TEŞKİLİ

Yolcu katarlarından en ağır olan katar cinsi posta katarıdır. Güzergahın geneli gözönüne alınarak yataklı vagonlar da dikkate alınmıştır.

2x YATAKLI + 5x PULMAN + 3x I. MEVKİ + 3x II. MEVKİ + FUR. + LOK.

Yataklı: 1047 UICXWLAB<sup>4</sup>

Pulman : 1043 A<sup>4</sup>

I. Mevki: 1048 UIC A<sup>6</sup>

II. Mevki: 1053 UICXB<sup>4</sup>

Furgon : 1018 DD<sup>4</sup>

Lok : E<sub>1</sub>

Katar Hamulesi = 667.9 ton

Yer Sayısı = 806 kişi

Yer başına hamule = 0,803 ton/kişi

Lokomotif dahil boy = 378.28 m.

#### 1.2.3.4.3- EKSPRES KATAR TEŞKİLİ

Ekspres katarlar, uzun mesafe katarı olarak gece ve gündüz katarı kompozisyonunda düşünülmesi TCDD içindeki yolcu taşımacılığındaki payından kaynaklanmaktadır. Tablo - 1.10

Tablo 1.10 ANA HATTA TAŞINAN YOLCULARIN TREN CİNSLERİNE GÖRE DAĞILIMI (x1000)

Tren Cinsi	1982	1983	1984	1985	1986	%
Özel Ekspres	542	548	842	990	1045	5
Ekspres	12077	12565	14383	13971	12754	63
Posta ve diğer	7524	7401	7968	7258	6528	32

#### 1.2.3.4.4- GECE EKSPRES KATARI TEŞKİLİ

3xYATAKLI + 1xYEMEK + 6xKUŞETLİ + FUR. + LOK.

Yataklı : 1047 UICXWLAB<sup>4</sup>

Yemek : 1044 Y<sup>4</sup>

Kuşetli : 1041 UICXA<sup>6</sup>

Furgon : 1018 DD<sup>4</sup>

Lokomotif : E<sub>1</sub>

Katar Hamulesi : 533,4 ton

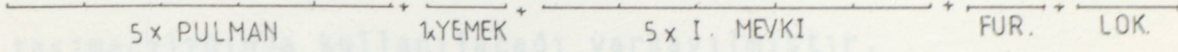
Yer Sayısı : 504 kişi

Yer başına ham.: 1,06 ton/kişi

Lok. dahil boy : 302.26 m.

./..

## 1.2.3.4.5- GÜNDÜZ EKSPRES KATARI TEŞKİLİ



Pulman	:	1048 UIC A <sup>6</sup>
Yemek	:	1053 UICX-B <sup>4</sup>
I. Mevki	:	1048 UIC-A <sup>6</sup>
Furgon	:	1048 DP <sup>4</sup>
Lokomotif	:	E <sub>1</sub>
Katar hamulesi	:	557.8 ton
Yer sayısı	:	510 kişi
Yer başına hamule	:	1.09 ton/kişi
Lokomotif dahil boy:	:	311,66 m.

## 1.2.3.4.6 - RAPİD KATARI TEŞKİLİ

Bu tip katarlarda genel kullanım, Avrupa hatlarında işleyen Intercity - IC tipi aerodinamik yapıdaki katarlardır.

İki baştan UC vagonları arada ise yeterli sayıda I. sınıf, II. sınıf ve yemek vagonları vardır.

I. sınıf vagonlarda yer kapasitesi 51 kişi, II. sınıf vagonlarda 68 kişi ve yemekli vagonlarda ise 18 kişidir.

Dizi 1983 yılında TCDD ye önerilen 313 kişilik 450 ton ağırlığındaki 7 ünitelik haliyle öngörü döneminde de kullanılması uygundur.

Katar hamulesi	:	450 ton
Yer sayısı	:	313 kişi
Yer başına hamule	:	1.44 ton/yer
Lokomotif dahil boy:	:	190.70 m.

#### 1.2.3.4.7- YÜK KATARI TEŞKİLİ

Çalışmada tablo - 1.8 de verilen yük vagonlarının, hızlı yük taşımacılığında kullanılacağı varsayılmıştır.

Yük vagonlarının ortalama uzunluğu 16.8 metredir.  $G_w$  hamulesi ise 1100 ton'dur.

Çalışmada sadece hızlı yük taşımacılığının yapılacağı kabulü ile kullanım kapasitesi 0.70 kabul edilmiştir.

Taşıma için kullanılacak yük vagonu sayısı:

$$H_y : \frac{1100 - 44}{24 + 0.7 \times 56} = 17 \text{ vagon}$$

Katar kapasitesi ise :

$$Y_H : 17 \times 56 = 952 \text{ ton}$$

Ton başına ham tonları ve boyu:

$$\eta_H \cdot \frac{1100}{952} = 1.18 \text{ ham ton/kapasite}$$

$$L_H : 334 \text{ metre}$$

17 (T UIC, K UIC, Rs- W) FUR. LOK.

#### 1.3- GEOMETRİK STANDARTLAR

Ulaştırma sistemlerinin güzergahları üzerinde yapılacak yük ve yolcu trafiğinin niteliği iki standartın fonksiyonudur. Bunlar:

- Plandaki Geometrik Standartlar
- Hat Profilindeki Geometrik Standartlar

### 1.2.1- HAT PROFİLİNDEKİ GEOMETRİK STANDARTLAR

Bu tip standartı:

a) Minimum kurb yarıçapı

b) Dever

c) Birleştirme eğrileri

oluşturur.

### 1.3.1.1- MİNİMUM KURB YARIÇAPLARI

Demiryol kurbları, gerçekte birbirine teğet daire ve rakortman eğrisi yaylarından oluşmuştur. Kurblar başlangıç ve bitim noktalarında doğrulara teğettir.

Kurb yarıçapları işletme sırasında: Yolcu konforu, devrilme güvenliği, yanıl kayma ve budenin tırmanması ve ray aşınması üzerine etkisi vardır.

Yine katarların kurb içinde herhangi bir nedenle durması halinde kapıların açılıp kapanması ve inme - binmelerin kolaylığı da kurb yarıçapları ve verilecek deverlerle ilgilidir.

Katarlar, kurbda meydana gelecek merkezkaç kuvvetinin etkisinde kalır. Bunu karşılamak, bir başka ifadeyle bu kuvveti zayıflatmak için dış raya iç raya göre bir fazlalık verilir. Bu deverdir.

Kurbda oluşacak merkezkaç kuvvet, hız ve kurba yarıçapına bağlı olduğundan verilecek dever miktarı da bu parametrelere bağlıdır.

Ancak dever miktarı verilirken kurbtan geçecek farklı hızlar gözönüne alınmalıdır. Bu farklı hızlara uygun dever, kimi hızlara fazla, kimilerine göre az miktarda olabilir.

Eğer uygun dever verilmişse:

Tablo 1.12 EN KÜÇÜK HIZLAR

$$du = 11.8 \frac{V_u^2}{R} \quad V \text{ [km/h]} \quad R \text{ [m]} \quad du \text{ [mm]}$$

bağımtısı söz konusudur.

$du$  : uygulama değeri

$(\Delta de)_{\max}$  : Eksik dever taban değeri

$(\Delta df)_{\max}$  : Fazla dever tavan değeri

olmak üzere max. hıza göre min. kurb yarıçapı:

$$R_{\min} = \frac{11.8 \times V_{\max}^2}{(du)_{\max} + (\Delta de)}$$

formülüyle hesaplanır.

UIC standartlarına göre:

$(\Delta de)_{\max}$  : 60 mm

$(\Delta df)_{\max}$  : 90 mm

kabul edilmektedir.

Buna göre,  $V_{\max}$  : 300 km/h proje hızı kabulüyle bulunan R değerleri tablo 1.11 dedir.

Tablo - 1.11  $V_{\max}$  : 300 km/h için R değerleri

$(du)_{\max}$ (m/m)	$de$ (m/m)	$Dış$ (m/sn <sup>2</sup> )	R min (m)
125	150	0,98	3861
	90	0,59	4939
150	150	0,98	3540
	90	0,59	4425

Tablo 1.11 de gözüktüğü üzere minimum kurb yarıçapını 4000 m. seçmek uygundur.

R : 4000 metreye göre hesaplanan en küçük hızlar tablo 1.12 dedir.

Tablo 1.12 EN KÜÇÜK HIZLAR

300 km/h . R = 4000 m			
(Du)max. m/m	$\Delta df$ m/m	$\chi_{iç}$ m/sn <sup>2</sup>	V min. (km/h)
125	90	0,59	270
	60	0,39	250
150	90	0,59	285
	60	0,39	266

Tablo 1.12 'ye göre (du) max. = 150 m/m ve R = 4000 m. için bulunan değerler uygun olmakla beraber yine de hızlı yük katarı için yapması kabul edilen minimum hızdan büyüktür.

Ancak daha sonra minimum hızlar arttırılarak proje hızına yavaş yavaş ulaşılmaya başlandığında uygun sonuçlar alınmaya başlanacaktır.

Bu durumda,  $\Delta df$  değeri:

$$\Delta df = 150 - \frac{11.8 \times 150^2}{4000} = 83.625 \text{ m/m}$$

$$\chi_{iç} = \frac{83.625}{153} = 0.54 \text{ m/sn}^2$$

bulunmaktadır. Bu da sınırlar içersindedir.

### 1.3.1.2 UYGULAMA DEVERİ

Demiryolu taşıtlarınının kurba üzerindeki hareketi dairesel hareket olduğundan taşıtlar bu kesimde merkezci kuvvetin etkisinde kalırlar. Bu merkezci kuvvetin neticesinde dış tekerlek bodenli dış raya dayanır, bu ise hem dış rayı hem de dış tekerleğin aşınmasına neden olur. Bu sürtünmeden ötürü direnimsiz giderek gereksiz enerji tüketimine yol açar.

Diğer bir husus da, merkezkaç kuvvetinin diğer dinamik kuvvetlerle birlikte demiryolu arabasını devirmeye çalışacağıdır.

Böylece konfor düşer ve yüklerin araba içinde sabitlenmesi söz konusu olur. Merkezkaç kuvvetinin bu istenmeyen sonuçlarından

kaçmak için sözkonusu bu kuvvetlerin sönümlenmesi gerekir.

Dever hesaplarında dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de, başlangıçta katarların proje hızına ulaşamayacakları ve karma trafik durumunda ise katar hızlarının birbirinden farklı olacağıdır. Eğer  $V > V_u$  ise  $\Delta de$  kadar eksik bir dever de  $V < V_u$  ise  $\Delta df$  kadar fazla bir dever verilmiş olunur.

Taşıtların stabilitesi katarın hareket halinde, deverli bir kurbta dururken ve şiddetli rüzgar altında devrilme güvenliği açısından incelenir.

Bunun dışında dingillerin yana kayması ve budenin tırmanması açısından da tahkikler yapılmalıdır.

Rayların aşınmasını yok etmek olanaksızdır. Yapılabilecek en iyi şey iç ve dış raydaki aşınmaları eşitlemektir.

Ancak bu yavaş ve hızlı katar oranları v.s. birçok etkene bağlı olduğundan gerçekleştirilmesi pratikte çok zordur.

Tablo 1.13 de min. kurb yarıçapına ilişkin karakteristik değerler özetlenmiştir.

Tablo 1.13 MİN. KURBA YARIÇAPINA AİT DEĞERLER

Tip	Vp km/h	Vo km/h	U <sub>y</sub> .Dev. m/m	Min. R m	Yolcu Katarı		Yük Katarı	
					$\Delta de$ m/m	$\gamma_{dis}$ m/sn <sup>2</sup>	$\Delta df$ m/m	$\gamma_{ic}$ m/sn <sup>2</sup>
R	260	220	150	4000	80	0.52	—	—
E	225	180	150	4000	30	0.20	—	—
P	200	160	150	4000	—	—	10	0.067
Hy	150	120	150	4000	—	—	25	0.16

### 1.3.1.3- YATAY KURBLARDA BİRLEŞTİRME EĞRİLERİ

Tırmanma ivmesinin yavaş bir değişim göstermesi, farklı hızlardaki taşıt geçişlerinden dolayı fazla ve az dever uygulamalarının neden olacağı yanal ivmeler bakımından dikkat edilmesi gereken bir husustur.

Dever verilmesi zorunluluğu, kurba ile teğet olan doğruların arasında bir birleştirme eğrisinin kullanımını da gerektirir.

Birleştirme eğrilerinde dever, eğimin tününe göre değişen rampalarla sağlanır.

Rampa boyunca, dingillerin iç tekerlekleri iç ray üzerinde seyrederken dış tekerlekleri rampa üzerinde seyredeceğinden, aynı zamanda bir düşey harekette bulunacaktır.

Böylece demiryol taşıtları dever rampaları başlarında ve bitimlerinde düşey sarsıntı hareketlerine maruz kalırlar.

Bu etkilerin büyük olması dinamik etkileri arttırır, konforu bozar. Dinamik etkilerin yavaş yavaş değişmesi ve konforun bozulmaması açısından tırmanma ivmesi tavan değeri:

$$a_t \leq 0.05 \cdot m/sn^2$$

olması uygundur.

Oluşacak yanal ivmeler bakımından tavsiye edilen sınır değerleri ise:

$$(a_y)_{max} = 0.70 \sim 1.30 \cdot m/sn^2$$

dir.

Yanal ivme değişimi ise:

$$\varphi \leq 0.5 \cdot m/sn^2$$

önerilmektedir.

### 1.3.1.3.1- BİRLEŞTİRME EĞRİSİ BOYU

$\phi$ 'nün sınırlandırılması koşulu birleştirme eğrisinin  $l_{min}$  boyunu belirleyici niteliktedir.

Yanal ivme etkisi bakımından birleştirme eğrisinin  $l_k$  boyunun, dever rampası olan  $l_d$ 'ye olması gerekir.

Buna göre birleştirme eğrisi boyu  $l$ :

$$l = l_d = l_k$$

dir.

$$l_{min} = \frac{V_t \cdot V}{0.5 \times 3.6}$$

$$V_t = m/sn \text{ (Tırmanma hızı)}$$

$$V = km/h \text{ (Katar hızı)}$$

$$d = m \text{ (Dever)}$$

$$l_d = m \text{ (Tırmanma boyu)}$$

$$V_t = \frac{V}{3.6} - \frac{d}{l_d}$$

uygulamalarda:

$$l = c \cdot V \cdot d \cdot 10^{-3} \quad V(km/h), d(m/m)$$

$$V > 200 km/h \quad c=12$$

$\phi$ 'nün  $0,5 m/sn^2$  den küçük tutulması koşuluyla bu ifade:

$$l_k > \frac{V^3}{2333 \times R} - 3.64 \times V \times d$$

olur.

Proje konusu hatta  $V = 300 km/h$  olduğuna göre  $l$  birleştirme

eğrisi boyu:

$$l = 12 \cdot 300 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 540m \quad (V = 200 km/h, c=12)$$

$$l_{min} = \frac{300^3}{2333 \times 4000} - 3.64 \times 300 \times 150 \times 10^{-3} = 125m$$

$l > l_{min}$  olduğundan birleştirme eğrisinin boyu 540 m alınmıştır.

### 1.3.1.3.2- BİRLEŞTİRME EĞRİSİ TÜRÜ

Bu çalışmada, hızların artması karşısında eğrisinin başlan-  
gıcında ve bitiminde geçiş sürekliliğini engelleyen kırık-  
lıklar olmasına karşın pratik olan kübik parabol türü  
birleştirme eğrisinin, birinci sınıf hatlarda kullanılması  
önerilen, planda ve boy kesitteki eğrisi sinüzoidal olan  
Klein Sinüzoidal birleştirme eğrisine tercih edilmesi  
uygundur.

Kübik parabolde, doğru ile kurbanın arasına birleştirme  
eğrisinin konulabilmesi için kurb yarıçapı  $f(m)$  kadar  
içeri çekilir.

$$f = \frac{l^2}{24.R}$$

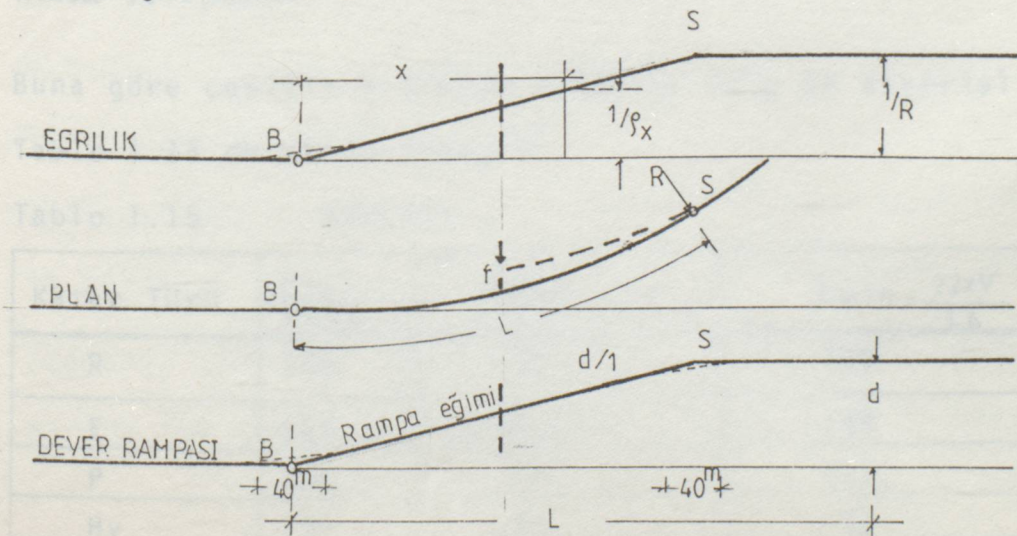
Bu çalışmada  $f$  değeri:

$$f = \frac{540^2}{24.4000} = 3.04 \text{ m}$$

Tablo 1.14 de birleştirme eğrisinin elemanları gözükmektedir.

Kübik parabol birleştirme eğrisinin DOICINE adındaki 2. ve 3.  
dereceden parabol eğrilerle takviye edilmesi uygundur.

Bunlar 40 m. uzunluğunda, başlangıç ve bitimindeki süreksiz-  
liği engellemektedirler. Şekil 1,4



Tablo 1.14 BİRLEŞTİRME EĞRİSİ ELEMANLARI

Eğri Adı	DENKLEMİ	Yarıçapı	Boyu Küçültme miktarı		Dever	Eğrilik değişimi	Dever değişimi
		R (m)	(m)	f (m)	d m/m		
Kubik Parabol	$y = \frac{x^3}{12.96 \times 10^6}$	4000	540	3.04	150	$\frac{1}{R} \frac{x}{l}$	$d_x = d \frac{x}{l}$

#### 1.3.1.4- PLANDA BİRBİRİNİ İZLEYEN İKİ KURB ARASINDAKİ MİN. UZAKLIK

Güzergahta seyreden demiryol arabasının sarsıntıları, birleştirme eğrisinden çıkar çıkmaz hemen sönümlenmez bu sarsıntılar giderilmeden demiryol arabasının tekrar kurb içine girmesi konfor açısından arzu edilmez.

Bu nedenle birbirini izleyen iki kurba arasında  $\lambda$  uzunluğunda bir doğru parçasının konması gerekir.

Söz konusu sarsıntı, hızın 200 km/h den büyük olması durumunda 2.2 sn. süreceği varsayılmıştır.

$$y = \frac{x^3}{6.R.L}$$

$$R = 4000 - 3.04 = 3996.96 \text{ m}$$

Buna göre çeşitli hızlarda katarlar için en elverişli uzunluk Tablo 1.15 de gösterilmiştir.

Tablo 1.15 BOYLARI

Katar Türü	Hız	$l_{\min}$	$\lambda_{\min} = \frac{22 \times V}{3.6}$
	km/h	m	
R	260	130	159
E	225	112,5	138
P	200	80	122
Hy	150	60	92

Diğer bir formülle de:

$$\lambda = \frac{2.2 \times V_{pr}}{3.6} = \frac{2.2 \times 300}{3.6} = 183 \text{ m}$$

En iyi durumda bu doğrunun uzunluğunun 183 metreden az olmaması gerekir.

### 1.3.1.5- YATAY KURB İLE EĞİM DEĞİŞME NOKTALARIN BİRBİRİNE GÖRE DURUMU

Plandaki kurb ile boykesitte eğim değişme noktası bazı hallerde iç içe düşebilir. Bu kaçınılmaz bir durumdur. Düşey merkezkaç kuvveti klavuzlama kuvvetleri üzerine olumsuz etkilerde bulunur. Bu durumda düşey kurb yarıçapında % 50 arttırım yapılması uygulamada rastlanan bir durumdur.

3500 metreden küçük yapıçaplı kurblarda bu duruma rastlanırsa R, I. sınıf hatlarda:

$$R \geq 0.375.V^2$$

bağıntısıyla hesaplanır.

### 1.3.2- HAT PROFİLİNE AİT STANDARTLAR

Hat profili, hattın boykesitlerinin görünümüdür. Bu profilden yararlanılarak tünel, köprü, viyadük gibi sanat yapılarının kesitteki yerleri, dolgu ve yarma miktarları hesaplanır.

Hat profilinin iyi belirlenmesi inşaat ve işletme maliyetleri bakımından da büyük önem taşır.

Güzergah boyunca geçilmesi zorunlu noktalar belirlenerek, bu noktalar arasında ekonomik eğimin uygulanması sağlanır.

Ekonomik eğim, işletmenin ekonomik olması için son derece önemlidir ve tüm güzergah boyunca sabit tutulmalıdır. Eğer her ara için

değişik eğimler kullanılırsa tüm bu aralar için değişik özellikleri olan lokomotifler kullanmak gerekir.

Bu durumdan kaçınılması gerekir.

Istasyon düzenlenmesi, katarın kısa zamanda uygun hızına erişmesi gibi hususlarda hat profili ile, ticari hızla ve dolayısıyla da işletme maliyetleri ile ilgilidir.

Çalışmada hat profilinde dikkat edilmesi gereken hususlara arazinin topoğrafyasının izin verdiği ölçüde uyulmuştur.

#### 1.3.2.1- UYGULAMA EĞİMİ

Bir hat üzerinde değişik hızlar ve katarlar kullanılabilir.

Bu durumda herbirine ait ekonomik eğimleri aynı kılabacak şartlar aranmalı, bu olanaksız olursa ekonomik bakımdan en elverişli olan ekonomik eğim seçilmelidir.

İki istasyon arasındaki yolda sabit direnim ilkesine uyulmalıdır. Bunun için güzergahın kurbalı ve tünelli kesimlerinin direnim değerleri, açık hava ve doğrudaki uygulanan Su uygulama eğiminden düşülür.

Su: Açık hava doğrudaki eğim(%)

Sr: Açık hava ve kurbdaki eğim(%)

St: Tünel içinde ve doğrudaki eğim(%)

Wr: Kurba direnimi (kg/t)

Wt: Tünel direnimi (kg/t)

Sr: Su - wr

St: Su - wt

w: Su + w<sub>0</sub> : Sr + wr + w<sub>0</sub> : St + wt + w<sub>0</sub> (kg/t)

### 1.3.2.1.1- AÇIK HAVA ve DOĞRUDAKİ UYGULAMA EĞİMİ

Kurb ve tünel kesimlerindeki eğim azaltmalarında ortaya çıkan kot kayıplarını dengelemek için açık hava ve doğrudaki uygulama eğimi, istasyonlar arasındaki ortalama eğimden bir miktar büyük olmalıdır.

$$S_u = S_0 + \frac{\sum h}{L} \quad (\text{‰})$$

$S_0$  : İstasyonlar arası ortalama eğim(‰)

$$\sum h = \sum h_r + \sum h_t$$

L : İstasyonlar arası uzaklık

### 1.2.2.1.2- KURBLARDA UYGULAMA EĞİMİ

Kurb direnimleri  $w_r$  (kg/t);

$$w_r = \frac{700}{R}$$

formülüyle hesaplanmıştır.

R=4000 m için  $w_r=0.175$  kg/t dir.

### 1.3.2.1.3- TÜNELLERDE UYGULAMA EĞİMİ

Tünel direnimi tünel uzunluğunu, hızın ve araba-tünel en kesitinin bir fonksiyonudur. Tünelde katarların bir hava kolonu içinde hareket etmeleri bir direnim oluşturur. Bunların yanında nem nedeniyle ray ve tekerlek arasında aderansın azalması da söz konusudur.

Proje konusu bu hattın katar hızlarının yüksek olmasından dolayı tünel direnim üzerinde aderansın etkisi söz konusu değildir.

Sabit direnim ilkesine göre dizayn edilen bu güzergahta tünellerdeki uygulama eğimi, açık havadaki uygulama eğiminin tünel direniminden düşülmesiyle elde edilmiştir.

Pratik olarak 2 km. nin altında tünellerde  $w_t$  direnimi, 1 kg/ton alınabilir. Ancak tünel kurba içerisinde ise,  $w_t + w_r = 1 \text{ kg/t}$  alınabilir.

Tünel uzunluğu 2 - 12 km. arasında ise  $w_t : 3 - 3,5 \text{ kg/t}$  alınabilir.

L De Koramayı bağıntısına göre tünel direnimi:

$$w_t = 0.0193 (L_t - c). A. \frac{n}{G} \left( \frac{V}{10} \right)^2$$

formülüyle hesaplanır.

Bu formülde:

$A(m^2)$ : Katar enkesit alanı

$S(m^2)$ : Tünel enkesit alanı

$n$  : Katardaki araba sayısı

$G(t)$  : Katar ağırlığı

$L_t(km)$ : Tünel uzunluğu

$q$  : A/S oranı

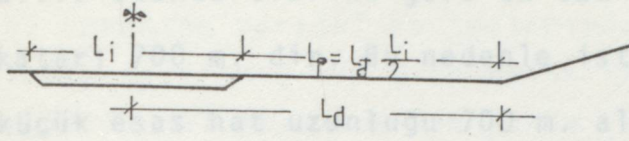
$a, b$  : Katarın aerobik yapısını temsil eden katsayılar

$C_t, C$  : Tünelde ve açık havada hava direnimi katsayılarıdır.

$C_t : f(q, L_t)$  ve  $C : a + \frac{b}{n}$  dir.

### 1.3.2.2- PALYE BOYU

Katarların, hamulelerinde herhangi bir kısıtlamaya gitmeksizin minimum direnım toplamı ile kısa sürede orer hızına ulaşması ve dolayısı ile istasyonlar arası seyir süresinin minimum olması için gerekli mesafe olan palye boyu, istasyon uzunluğunun yarısı ile demeraj boyunun toplamından az olmamalıdır. Şekil 1.5.



SEKIL.1.5

## 1.3.2.2.1- DEMERAJ BOYU

Katarların istasyonlardan hareket noktasından rejim hızına eriştiği noktaya kadarki palye boyu eğimsiz yani yatay olarak yapılması gerekir. Tablo 1.16 da katarlara ait demeraj boyu, süreleri ve ivmeleri özetlenmiştir.

Tablo 1.16 DEMERAJ BOYLARI

Katar Türü	Hamulesi Ton	Orer Hızı km/h	Lok. Gücü	D e m e r a j		
				Boy	Zaman	ivme
				m	sn	m/sn <sup>2</sup>
Rapid	450	220	9200	-	-	-
Ekspres	647	180	10100	5000	171	0,70
Posta	782	160	10100	4500	186	0,56
Hızlı yük	1100	120	9846	3450	175	0,26

## 1.3.2.2.2- İSTASYON BOYLARI

İstasyonlar, demiryolları ile bir yere taşınacak yolcu ve yükün vagonlara alınması, boşaltılması ve özellikle tek hatlı demiryollarında ise hattın kapasitesini arttırma, zıt yönden gelen trenleri karşılamak veya arkasındaki trene yol vermek hizmetindedir.

Bu nedenle dizayn edilişleri, aynı anda istasyonda bulunacak

#### 1.4- FİZİK STANDARTLAR

Çalışmada söz konusu güzergah, hat yapısı, üst yapı elemanları ve katar sayısı ve boyu ile ilgilidir.

U.I.C standartlarına göre en uzun yolcu katarı 400 m. ve yük katarı 700 m. dir. Bu nedenle istasyon boyu hesabında en küçük esas hat uzunluğu 700 m. alınmıştır.

Yine istasyon dizaynında katarların gaberileri dikkate alınarak yan yana geçme koşullarının emniyetli olması gerekir.

Bunların sonucunda en küçük istasyon boyu 2000 m. seçilmiştir.

#### 1.3.2.3- İSTASYONLARDA EĞİM

İstasyon eğimlerinin, boş vagon kaçmasını önlemek amacı ile eğimsiz yapılması uygundur. Ancak bu arada drenaj sorununun çözülmesi gerekir.

#### 1.3.2.4- EĞİMLERİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Boy kesitte aynı veya farklı yönde iniş, çıkışlar veya düzlükler vardır. Bunlar da birbirlerine geçişler konfor ve güvenlik açısından eğrilik çapları yeterli daire parçaları ile yapılır.

Yolcu konforu bakımından düşey ivme ( $\delta_d$ ) tepe düşey geçişlerde  $0,44 \text{ m/sn}^2$ , dere düşey geçişlerde  $0,59 \text{ m/sn}^2$  yi aşmamalıdır.

Buna göre farklı eğimleri birleştirmede tavsiye edilen daire parçalarının yarıçapları:

$$R_d > \frac{V^2}{\delta_d} = \frac{V^2}{12,96 \times \delta_d} = (0,171 - 0,256) V^2$$

bağıntısıyla hesaplanır.

V : 300 km/h için eğrilerin tepe düşey durumlarda 23100 m. ve dere düşey durumlarda 15400 m. yarıçaplı olması gerekir.

#### 1.4- FİZİK STANDARTLAR

Çalışmada sözkonusu güzergah, hat yapısı, üst yapı elemanları ve alt yapı elemanları olarak iki bölümde incelenmiştir.

##### 1.4.1- ÜST YAPI ELEMANLARI

Yol eksenine paralel ve aralarındaki uzaklık (e) hat genişliği olarak saptanmış bir çift çelik ray ile bunlara mesnet görevi yapan ve yol eksenine dik yönde (A) aralıkları ile döşenmiş bulunan traverslerin oluşturdukları çerçeve ve bu çerçeveye yataklık yapan balast tabakası demiryolu üst yapısını oluşturur.

Üst yapının taşıyıcı ve yol olarak şu görevleri güvenle yerine getirmesi istenir.

a) Yol boyunca demiryol arabalarına düzenli ve pürüzsüz bir yararlanma yüzeyi sağlamak.

b) Demiryol taşıtlarından gelen statik ve dinamik kuvvetleri güvenle ve kalıcı şekil değiştirmelere uğramadan karşılamak ve kısmen azalarak altyapıya iletmek.

c) Yeterli elastikliğe sahip olmak.

d) Şekil bozukluklarına uğradığında, kolayca eski durumuna getirilebilir özellikte olmak, özellikle dereyman sırasından yolun tümüyle tahribine neden olmamak.

e) Yüzey sularını bünyesinden kolaylıkla uzaklaştırılabilir özellikte olmak.

f) Uzun ömürlü ve ekonomik olmak.

Üst yapıya gelen etkiler değişik nedenlere bağlıdır.

Bunlar özetle:

a) Yol üzerinde yuvarlanan taşıtların oluşturduğu etkiler.

b) Yolun geometrik karakteristiklerine bağlı, taşıtın yapısal özellikleri, hareket koşullarının doğurduğu etkiler.

c) Yol ve taşıtlardaki bozuklukların oluşturduğu etkiler.

d) Oksitlenme, sıcaklık farkları gibi çevre koşulları etkileridir.

Bu nedenle üst yapıyı oluşturan ray, travers ve balast kitlesinin

boyutlandırılması dikkatli yapılmalıdır.

Balast ve taban zemininden oluşan çerçeve elemanının elastik özelliğinin değişmediği varsayımı ile demiryol yapısı "WINKLER HEPOTEZİ" yardımı ile elastik temele oturan sürekli bir kiriş olarak "ZIMMERMAN YÖNTEMİ" ile hesaplanır.

Zimmerman yönteminde elastik eğri denklemi:

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{4}{L^4} y = 0$$

dir.

L : Elastik boy

$$L = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E \cdot I}{b \cdot c}}$$

$$b = \frac{2 \cdot U \cdot b_t}{A}$$

b<sub>t</sub> : Travers enkesitinin geliştiği

U : Raydan gelen yükün balast tabanına geçiş alanı uzunluğu

A : Traversler arası uzunluk (cm)

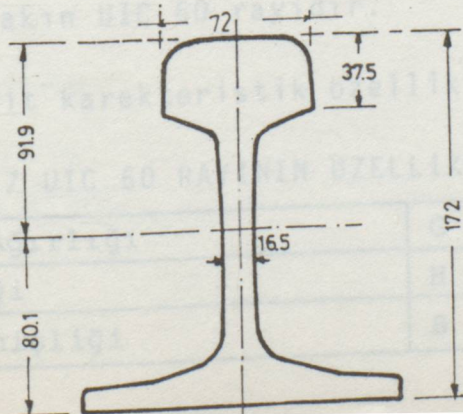
E : Rayın elastiklik modülü (kg/cm<sup>2</sup>)

I : Rayın elastiklik modülü (dm<sup>4</sup>)

C : Yatak katsayısı

#### 1.4.1.1- RAY BOYUTLAMASI

Ray, demiryol arabaları ile direk temasta bulunan, aşınmaya karşı dayanıklı ve yüksek mukavemetli çelik malzemedен yapılmış enkesit tipi şekil 1.6 da görülen vinyol tipli üst yapı elemanıdır.



Trafik yüklerinin ve seyehat hızlarının artmasıyla birlikte yola etkiyen statik ve dinamik zorlamalar arttığında, özellikle rayın bu etkilere güvenli bir şekilde ve uzun süre dayanabilecek yapıda olması gerekir.

Ray boyutlandırmasında eğilme momenti:

$$M = \rho \cdot \frac{P \cdot L}{4} \quad M(\text{tcm}), P(\text{t}), L(\text{cm})$$

formülüyle hesaplanır.

Mukavemeti ise;

$$W = \frac{M}{0.7 \cdot \sigma_{em}} \quad \text{dir. } \sigma_{em} (\text{t/cm}^2)$$

Hesaplar 20 tonluk dingil ağırlığına göre yapıldığı için tekerlek ağırlığı 10 ton alınmıştır.

Kurblarda bu değer dış rayda oluşan ek kuvvetler etkisi ile 12 ton alınmıştır.

Raylar metre boyunun ağırlığı ile tanımlanır.

(H) ray yüksekliği ile (G) metre boy ağırlığı arasında aşağıdaki şu ampirik bağıntı vardır.

$$G = 151 \cdot \frac{16000}{H} \quad (\text{kg/m}) \quad G = 39 \text{ N}64 \text{ kg/m}, H = 151 - 172 \text{ mm.}$$

Yüksek hızlar söz konusu olduğundan ve H : 172 seçilirse:

$$G = 151 \cdot \frac{16000}{172} = 58 \text{ kg/m}$$

bulunur.

Buna en yakın UIC 60 rayıdır.

Raylara ait karakteristik özellikler tablo 1.17 dedir.

Tablo 1.17 UIC 60 RAYININ ÖZELLİKLERİ

Ağırlığı	G	kg/m	60.3
Yüksekliği	H	mm	172
Paten Genişliği	B	mm	150

Mantar Genişliği	b	mm	72
Gövde Kalınlığı	d	mm	16.5
x-x Eksenine Göre Eylemsizlik Momenti	$I_x$	cm <sup>4</sup>	3055
Y-Y Eksenine göre Eylemsizlik Momenti	$I_y$	cm <sup>4</sup>	513
Tarafsız Eksenine Göre Mukavemet Momenti	$W_o$	cm <sup>3</sup>	336
Tabana göre Mukavemet Momenti	$W_{tab}$	cm <sup>3</sup>	377
Kesit Alanı	F	cm <sup>2</sup>	76.9
Kırılma Mukavemeti	k	t/cm <sup>2</sup>	9
Tahammül Edilebileceği Dingil Ağırlığı	2P	ton	31
Tahammül Edilebileceği Hız	V	km/sa	250

Yapımı düşünülen ve büyük dingil yükleri ile yüksek hız istemlerini karşılayabilecek nitelikteki bir demiryolu için ray seçiminde, deneyimlerle saptanmış ampirik formüller yardımıyla yaklaşılabilmektedir.

Burada amaç, üst yapıya gelecek zorlanmaların önceden kestirilebilmesi için yapılacak hesapta gereken ray boyutunun belirlenmesidir.

İyi bir alt yapı, sağlam bir zemin kabulü ile  $C = 6 \text{ kg/cm}^2$  alınarak:

$$u = \frac{2.80 - 1.50}{2} = 0.65 \text{ m}$$

$$b = \frac{2 \times 30 \times 65}{62} = 63 \text{ cm}$$

$$L = \sqrt[4]{\frac{4 \times 2.1 \times 10^6 \times 3055}{63 \times 6}} = 90 \text{ cm}$$

bulunur.

Dinamik katsayı hesabında proje hızının 2/3 'ü esas alınmıştır.

$$v = 300 \cdot \frac{2}{3} = 200 \text{ km/h}$$

$$\alpha = 1 + \frac{200 - 60}{140} = 2$$

$$\bar{s} = 0.2\alpha = 0.2 \times 2 = 0.4$$

$$\rho = 1 + \bar{s} = 1 + 3 \times 0.4 = 2$$

$$l_t = 2.80 \text{ m}, \quad b_t = 30 \text{ cm}, \quad a = 62 \text{ cm}$$

kabulleri ile:

$$M = \rho \frac{P \cdot L}{4} = 2 \cdot \frac{12.90}{4} = 540 \text{ tcm}$$

$$\zeta = \frac{540}{0.7 \times 377} = 2.05 \text{ t/cm}^2 < 2.52 \text{ t/cm}^2$$

rayın içsel gerilmesi  $\zeta_{iç} = 0,8 \text{ t/cm}^2$  dir.

Isı gerilmesi bakımından ray incelenirse bölge sıcaklık ortalaması uygun poz derecesine yakındır. Bu nedenle  $\zeta_{isi}$  gerilmesinin değeri çok küçüktür.

#### 1.4.1.2- TRAVERS BOYUTLANMASI

Pratik bir hesap yöntemi ile tekerler düzeyindeki bir traverste oluşacak moment:

$$M = \frac{\beta \cdot P}{2} \left( \frac{u}{2} - \frac{s}{4} \right)$$

biçiminde hesaplanabilir.

Travers boyutları ve aralıkları, işletme hızı, dingil ağırlıkları, üst yapı tipi ve balast altı zemininin cinsine bağlıdır.

Demiryol taşıtlarının tekerlek ağırlığının üst yapı çerçevesinin bağlantılarından dolayı, en elverişsiz durumda, yani traversin üzerinde olsa bile komşu traverse birden küçük bir sayı

dahilinde etkir. Bu  $\beta$  sayısı 0.80 olarak gözönüne alınmıştır.

$$M = \frac{1}{2} \cdot 0.80 \left( 10 + \frac{20}{100} \cdot 10 \right) \left( \frac{65}{2} - \frac{40}{4} \right) = 108 \text{ tcm}$$



$$\Delta = \frac{\alpha_2 - \alpha_1 - 0.5(\sin 2\alpha_2 - \sin 2\alpha_1)}{\pi}$$

$\alpha_1, \alpha_2$ : Radyan

Herhangi bir (h) derinliğindeki gerilme ( $\sigma_h$ ) ise

$$\sigma_h = P_f \cdot h$$

dir.

% 68 güvenlik ile 35 cm derinlikteki gerilme aranırsa

$$\alpha_2 = \frac{35}{30} = 2.33^\circ, \quad \alpha_1 = 3.14 - 2.33 = 1.16^\circ$$

$$\Delta = \frac{1.98 - 1.16 - 0.5(\sin 2.198 - \sin 2.116)}{\pi} = 0.49$$

$$(P_f)_{35} = \frac{1.35 \cdot 12000 \cdot 62}{4 \cdot 30 \cdot 65 \cdot 90} = 1.43 \text{ kg/cm}^2, \quad \sigma_{35} = 1.43 \cdot 0.49 = 0.70 \text{ kg/cm}^2$$

#### 1.4.1.5- UZUN BOYLU RAYLAR

Uzun boylu rayların kullanılmasıyla ekonomik ve konfor yönünden büyük faydalar sağlanacaktır. Ray uzunluklarının haddeden çekilebilme kolaylığı ve maliyetine bağlı olarak 45 - 60 m. olması uygundur.

Uzun boylu rayların kullanılması ile seyir sırasındaki gürültülerin ortadan kalkmasıyla konforun artmasıyla, direnimin azalması ile çekim kuvvetlerinin düşmesi, bakım masraflarının azalması, sinyalizasyon için gerekli conta birleşimlerinin azalması yönünde tasarruflar sağlanır.

Kapnaklama biçimi bakımından 45 m. lik rayların imal edilmesi, bunlardan 4 tanesinin şantiyede elektrik kaynağı ile birleştirilerek toplam 180 m. uzunluğundaki rayın poz yerinde alüminotermik kaynakla birleştirilmesi uygundur.

Projede kabul edilmiş UIC 60 rayı, iyi konumlu yolda enyüksek

60°C ve en düşük -30°C de ve 15°C poz derecesinde teneffüs boyu ( $l_0$ ) ve hareket payları ( $\lambda$ ), maksimum P' basınç ve Z çekme kuvvetleri ise;

$$F=76,9 \text{ cm}^2$$

$$R=7 \text{ kg/cm}$$

$$\alpha=1,2 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta t = \frac{60 - (-30)}{2} = 45^\circ$$

$$P = Z = \alpha \Delta t \cdot E \cdot F = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 45 \cdot 2 \cdot 1,10 \cdot 10^6 \cdot 76,9 = 86,5 \text{ t}$$

$$l_0 = \frac{P_{\max.}}{R} = \frac{Z_{\max.}}{R} = \frac{86500}{7} = 12350 \text{ cm}$$

$$\lambda = \alpha \Delta T \cdot \frac{l_0}{\max.} - \frac{P_{\max.} + Z_{\max.}}{2} \cdot \frac{l_0}{E \cdot F} = 6,8 \text{ cm}$$

#### 1.4.1.6- ÜST YAPI MALZEMELERİ

##### 1.4.1.6.1- RAY YAPISI

Ray çeliğinin % 97 - 98 'ini demir oluşturmaktadır. Geriye kalan % 2 - 3 oranında ise Karbon - Mangan, Silüsyum ile çelik yapısından tümüyle atılamayan ve varlıkları istenmeyen fosfor ve kükürt bulunur.

Mukavemeti daha da arttırmak için Titan, Molibden, Krom ve Vanadyum katkıları ile özel çelikler de yapılmaktadır.

Çekme mukavemeti rayların kimyasal bileşimine ve yapım yöntemlerine göre 70 - 140 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişmekteyken ülkemizde bu değer 90 kg/cm<sup>2</sup> dir.

Çok yoğun trafik etkisindeki hatlarda bu değer 110 - 120 kg/mm<sup>2</sup> mukavemetindeki Krom - Mangan ve Silüsyum - Mangan katkıları çelik raylarla sağlanabilir.

Yapılan çalışmalara göre  $\zeta_c$ : 90 kg/mm<sup>2</sup> için akma sınırı 52 km/cm<sup>2</sup> ve birim uzaması % 10 'dan küçük olmalıdır.

#### 1.4.1.6.2- BALAST YAPISI

Balasta uygun malzeme olarak kırılıp elekten geçmiş dogal taştan meydana gelmiş kırma taş alınabilir. Taş türü olarak bazalt, granit, siyanit, porfil, diabaz, kuvarsit ve sert kalker kullanılabilir.

Balast taneleri keskin köşeli olmalı ve çapları 3 - 6 çm olmalıdır.

Taşın ezilme mukavemeti en az  $1600 \text{ kg/cm}^2$ , çarpmaya karşı mukavemeti  $800 \text{ kg/cm}^2$  yuvarlanmaya karşı mukavemet katsayısı en çok % 5 olmalıdır. (1 cm çapındaki delikli ve dakikada 50 devirli döner kalburdan geçen ağırlık olarak miktarı)

#### 1.4.1.7- RAYLARIN TRAVERSLE BAĞLANTILARI

Dingil yüklerinin altında rayların düşey planda elastik olarak hareket etmesinin sağlanması gerekmektedir. Bağlantıda patenin travers üzerinde elastik hareketine mani olmamak için ikisinin arasına elastomerli bir somel konulmalıdır.

#### 1.4.2- HATTIN ENKESİTLERİ

Çalışmada hattın çift hatlı olmasına göre en kesitler boyutlandırılmıştır.

##### 1.4.2.1- AÇIK HAVADA ve ALINYIMANDA ENKESİTLER

Alinyimandaki hat enkesitleri serbest alan gabarilerine göre boyutlandırılır. Hat eksenleri arasındaki uzunluklar, katar hızlarına gabarilerine ve yanyana geçecek katarların arabalarının yan yüzleri arasında bırakılması gerekli aralıklara bağlıdır.

./..

#### 1.4.2.2- SERBEST ALAN GABARİSİ

Hatta UIC 'nin önerdiği ve Avrupa'da bir çok hatta uygulan-  
nan (4.40 x 5.50) metrelik genişletilmiş bir gaberinin  
uygulanması uygundur. Şekil 1.8

Genişletilmiş gaberini ve boyutları hattın doğru kesimlerinde  
uygulanmıştır. Hattın kurbalı kesimlerine dever verilmiş  
olduğundan gaberini eksenini içeri doğru eğilir. Bu durumda  
gaberinin yeni genişliği  $\Delta$  kadar iç tarafa taşar.

Yarıçapa bağlı olan bu  $\Delta$  miktarını 3000 metrelik kurblar  
için 120 mm ve 4000 metrelik kurblar için 100 metredir.

#### 1.4.2.3- YANAL SERBEST GENİŞLİKLER

Enkesitlerin yanıl genişlikleri üst yapı elemanlarının  
boyutları ile yol ve sabit tesislerin bakımı için uygulanacak  
yöntem ve bakım personelinin güvenliği derecesine bağlıdır.

Banket genişliği yüksek hızlar nedeniyle 135 cm. balast  
kalınlığı platfor ekseninde 51 cm. travers uçlarından itibaren  
balastın yayıldığı uzunluk 50 cm. balast şev eğimi 1/1.8 ve  
platformüzzerinin yana doğru eğikliği % 3.3 kabul edilmiştir.

Hat ekseninin banket taşına olan uzaklığı da personelin  
güvenliği açısından 3.15 m. olması uygundur. Kabullere göre  
enkesit tipi yarmada ve dolguda olması durumuna göre  
Şekil 1.9 ve 1.10 da gösterilmiştir.

#### 1.4.2.4- AÇIK HAVADA ve KURBDAKİ ENKESİTLER

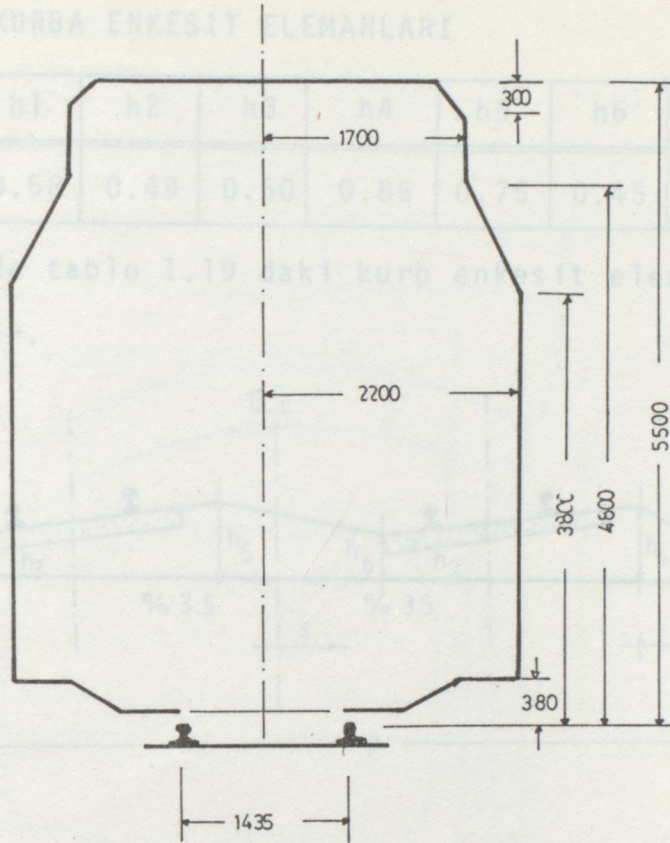
Kurbadaki enkesitler dever nedeniyle doğru kesimlerindeki  
farklıdır. Banket genişliğinin kurbda ve alinyimanda eşit  
olması kabulü ve gereğiyle aşağıdaki bağıntılar yazılabilir.

Tablo 1.19

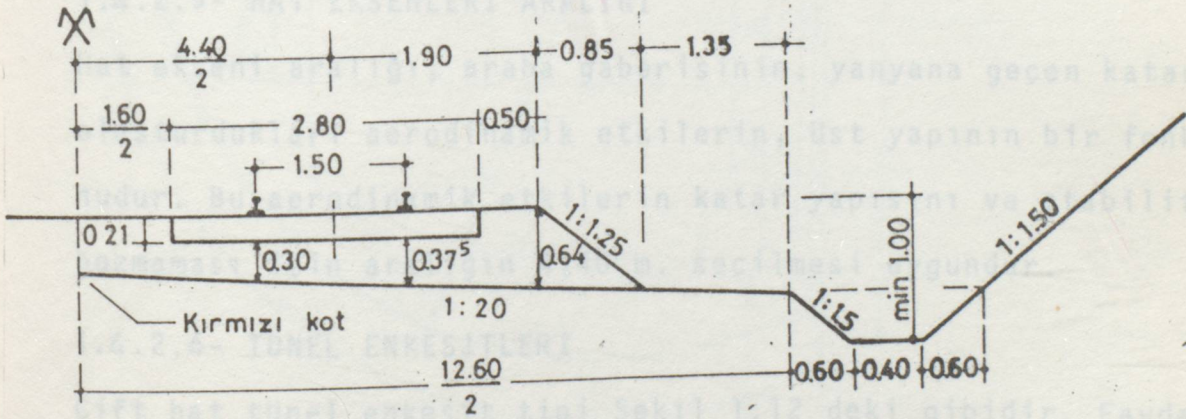
Tablo 1.19 KURBA ENKESİT ELEMANLARI

h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	P
0.57	0.34	0.54	0.49	0.50	0.95	0.75	0.55	0.95	1.63	14.49		

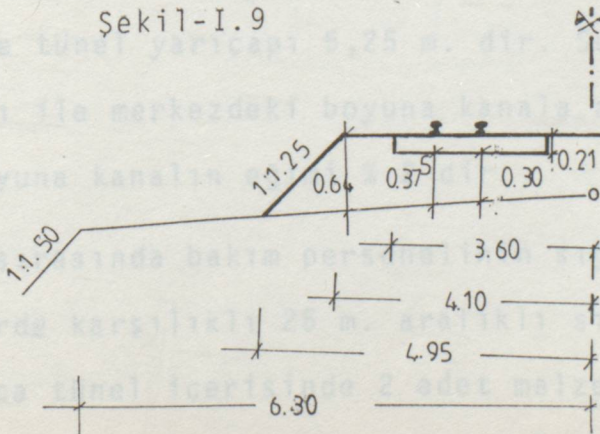
Şekil 1.11'de tablo 1.19'deki kurb enkesit elemanları kesitte görülmektedir.



Şekil-I.8



Şekil-I.9

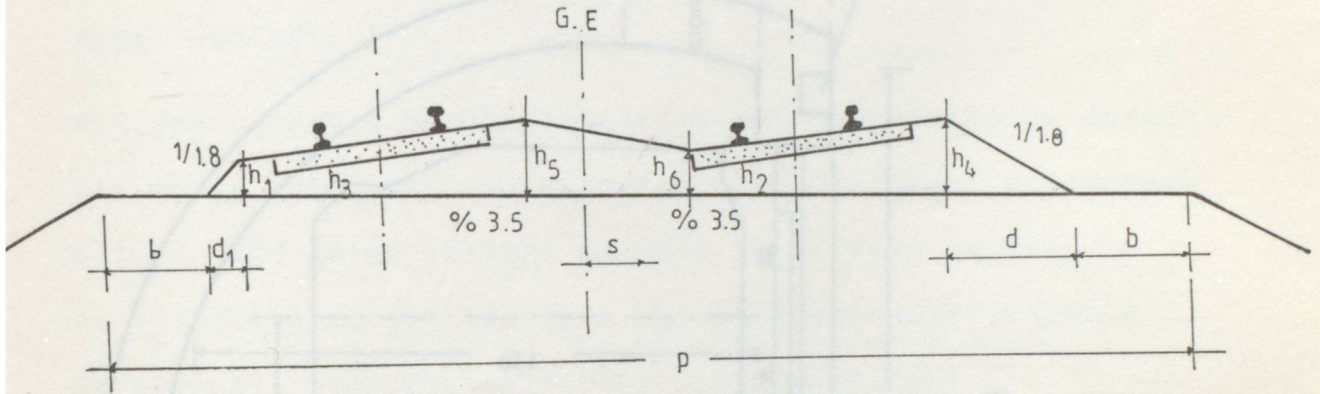


Şekil-I.10

Tablo 1.19 KURBA ENKESİT ELEMANLARI

h0	S	h1	h2	h3	h4	h5	h6	d1	d2	P
0.57	0.34	0.58	0.49	0.50	0.85	0.75	0.45	0.96	1.63	14.49

Şekil 1.11 de tablo 1.19 daki kurb enkesit elemanları kesitte gözükmemektedir.



ŞEKİL 1.11

#### 1.4.2.5- HAT EKSENLERİ ARALIĞI

Hat eksen aralığı, araba gabarisinin, yanyana geçen katarların oluşturdukları aerodinamik etkilerin, üst yapının bir fonksiyonudur. Bu aerodinamik etkilerin katar yapısını ve stabilitesini bozmaması için aralığın 4,40 m. seçilmesi uygundur.

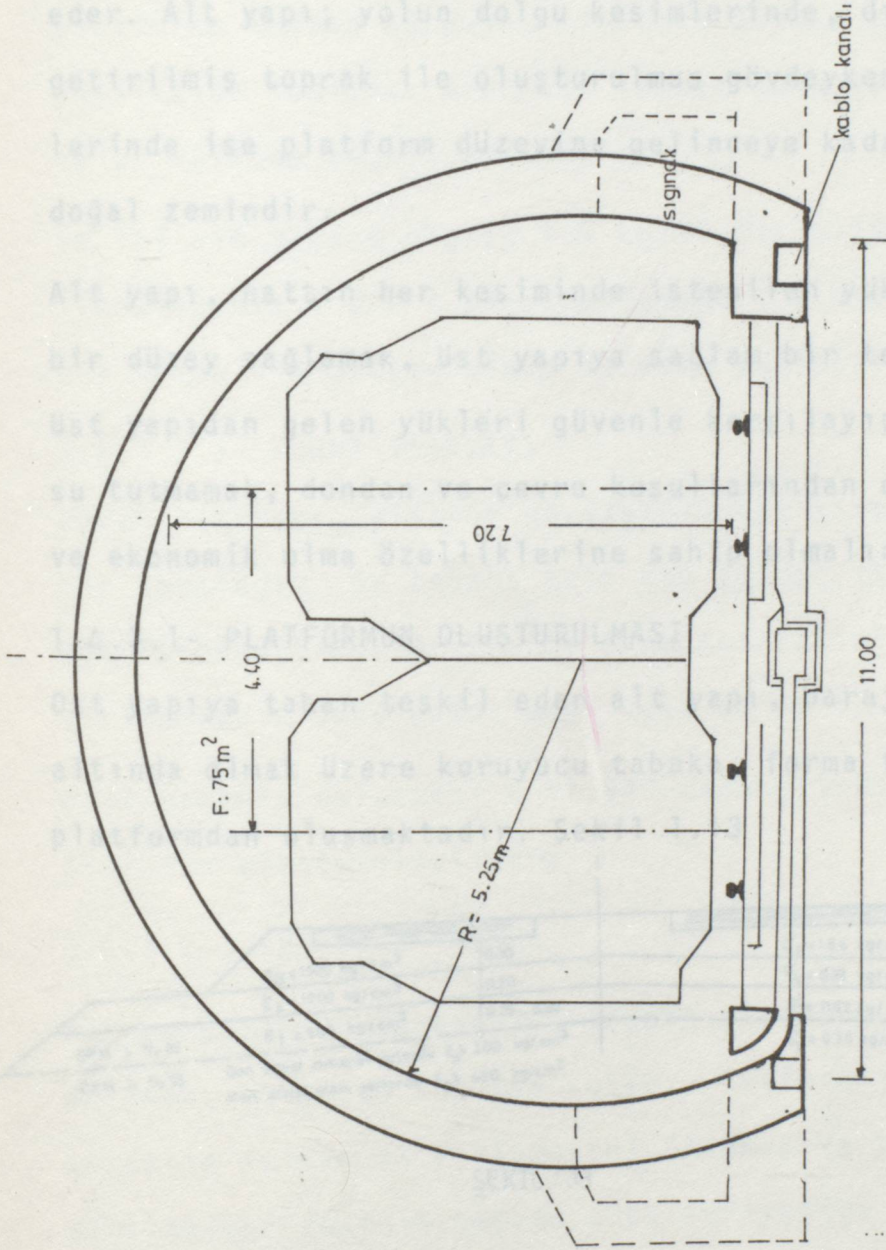
#### 1.4.2.6- TUNEL ENKESİTLERİ

Çift hat tünel enkesit tipi Şekil 1.12 deki gibidir. Faydalı alan  $75 \text{ m}^2$  ve tünel yarıçapı 5,25 m. dir. Suların enine kanallar aracılığı ile merkezdeki boyuna kanala akıtılması söz konusudur. Bu boyuna kanalın eğimi % 2 dir.

Sirkülasyon sırasında bakım personelinin sığınabilmesi için uzun tünellerde karşılıklı 25 m. aralıklı sığınaklar düşünülmüştür. Ayrıca tünel içerisinde 2 adet malzeme ve donatı deposu bulunacağı öngörülmüştür. Ayrıca 1.3.4.5 de ise sanat

## 1.4.3- ALT YAPI

Yapıyı tamamlanmış bir demiryolunda, platform düzeyi ile doğal zemin çizgisi arasındaki bölge alt yapıyı teşkil eder. Alt yapı; yolun dolgu kesimlerinde dışarıdan getirilmiş toprak ile oluşturulmuş bir yapıdır.



ŞEKİL 1.12

## 1.4.3.2- ALT YAPIYI OLUŞTURAN TABAKALAR

Alt yapı tabakaları, fonksiyonları gereği değişik yapıda olurlar. Bunların elastik modülleri farklı olacağından, bazılarının altında oluşturdukları tabanda heterojen bir bünyeye sahip olacaktır.

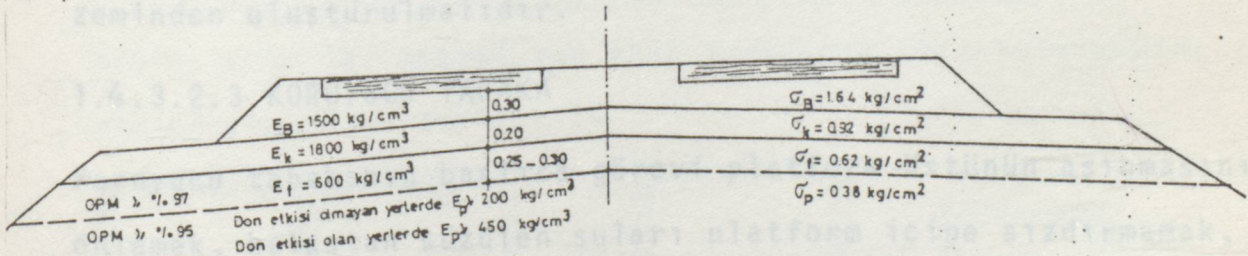
### 1.4.3- ALT YAPI

Yapımı tamamlanmış bir demiryolunda, platform düzeyi ile doğal zemin çizgisi arasındaki bölge alt yapıyı teşkil eder. Alt yapı; yolun dolgu kesimlerinde, dışarıdan getirilmiş toprak ile oluşturulmuş gövdeyken yarma kesimlerinde ise platform düzeyine gelinceye kadar kazılan doğal zemindir.

Alt yapı, hattın her kesiminde istenilen yükseltide düzgün bir düzey sağlamak, üst yapıya sağlam bir temel oluşturmak üst yapıdan gelen yükleri güvenle karşılayıp yaymak, su tutmamak, dondan ve çevre koşullarından etkilenmemek ve ekonomik olma özelliklerine sahip olmalıdır.

#### 1.4.3.1- PLATFORMUN OLUŞTURULMASI

Üst yapıya taban teşkil eden alt yapı, baraj tabakası altında olmak üzere koruyucu tabaka, forma tabakası, platformdan oluşmaktadır. Şekil 1.13



ŞEKİL 1.13

#### 1.4.3.2- ALT YAPIYI OLUŞTURAN TABAKALAR

Alt yapı tabakaları, fonksiyonları gereği değişik yapıda olurlar. Bunların elastik modülleri farklı olacağından, balast tabakası altında oluşturdukları tabanda heterojen bir bünyeye sahip olacaktır.

#### 1.4.3.2.1- ALT TABAKA

Başlıca görevi, platform üstünü, balast danelerinin batması ve yüzeysel suların etkisiyle meydana gelecek aşınmalardan, platformu dondan korumak, platform üstüne gelen yüklerin yayılışını sağlamak olan alt tabaka mono ya da poli tabakalar halinde teşkil edilir.

En iyi alt tabaka olarak  $1.5 \text{ kg/m}^2$  lik bitümlü bir emülsiyon ile sıvanmış % 3 - 4 çimento dozajlı, kırma taştan sıkılanmış bir beton ile oluşturulmuş karışım kullanılabilir.

#### 1.4.3.2.2- FORMA TABAKASI

Forma tabakası, platfor gövdesinin üst kısmında oluşturulan bir tabakadır. Bu tabaka için  $600 \text{ kg/cm}^2$  lik bir deformasyon modülü öngörülmüştür. Forma tabakası kalınlığı iyi bir sıkılanmanın uygulanabilmesi için en az 55 cm olmalıdır.

Bu tabakanın malzemesi % 97 OPM derecesinde sıkılanmış bir zeminden oluşturulmalıdır.

#### 1.4.3.2.3 KORUYUCU TABAKA

Koruyucu tabakanın başlıca görevi platform üstünün aşınmasını önlemek, balastan süzülen suları platform içine sızdırmamak, balastın içinde ot yetişmesini önlemek ve üst yapıdan gelen gerilmeleri zeminin taşıma gücü seviyesine indirmektir.

Koruyucu tabaka kalınlığı  $C : 10 \text{ kg/cm}^2$  olarak "ODEMARK"ın eşdeğer tabaka teorisi esasına göre "EISENMAN"ın formülüyle hesaplanırsa:

#### 1.4.4- SANAT YAPILARI

Bir demiryolu hattının inşasında topoğrafik nedenlerden dolayı çeşitli tarzlarda sanat yapılarının tesisi gerekebilir. Bunları dolgularda kullanılan drenaj menfezleri, akarsuları geçmek için köprüler, vadileri geçmek için viyadükler, tüneller ve üst geçitler olarak gruplandırabiliriz.

##### 1.4.4.1- MENFEZLER

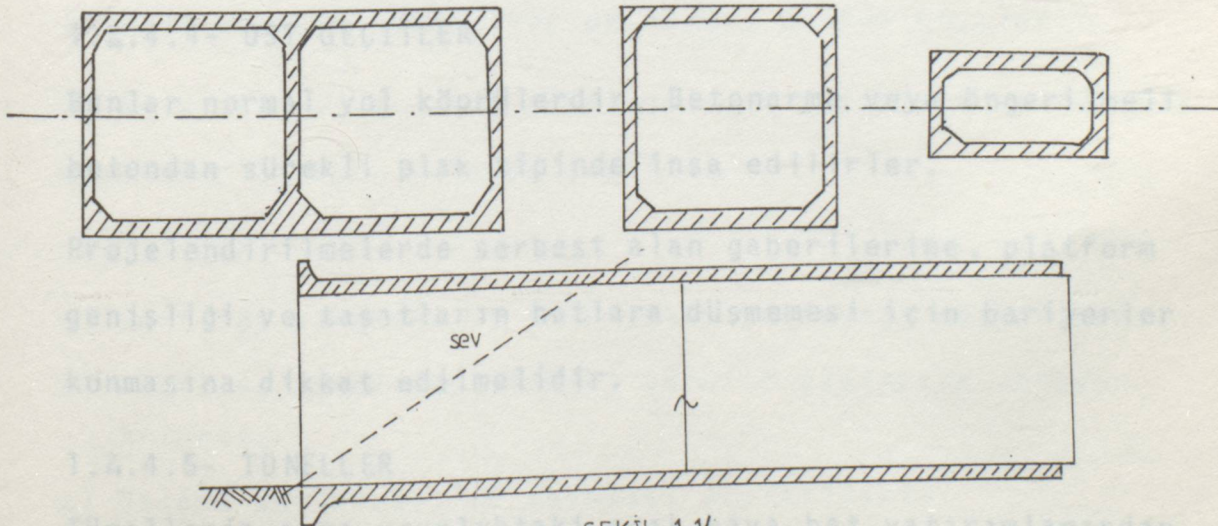
Dolgu altına inşa edilecek menfezler, bugün daha çok kare ya da dikdörtgen kesitli olurlar ve betonarmeden yapırlar.

Tablo 1.20

Tablo 1.20 BETONARME KUTU MENFEZLER

T e ş k i l	B i ç i m i	Boyutu (m)
Kare	İkiz ünitelik	2 x 5 x 5
Kare	Tekil ünitelik	2 x 2
Kare	Tekil ünitelik	5 x 5
Dikdörtgen	Tekil ünitelik	2 x 1
Dikdörtgen	Tekil ünitelik	4 x 1

Menfezlerin iki tanesi yan yana konularak ikiz kutu menfez oluşturulabilir. Şekil 1.14



ŞEKİL 1.14

Genellikle 10 metre boyunda imal edilir.

#### 1.4.4.2- KÜÇÜK KÖPRÜLER

20 metre açıklığa kadar olan küçük köprüler, çoğunlukla tek gözlü yekpare çerçeve ya da plak tipinde inşa edilir.

Tek açıklıklı betonarmede plak köprülerin seçimi daha uygundur.

#### 1.4.4.3- BÜYÜK KÖPRÜ ve VIYADÜKLER

Bunlar daha çok öngörülmesi betondan birden fazla gözlü olarak inşa edilirler.

Göz açıklıkları 20 ~ 50 m. arasındadır.

Çift hatlı demiryol köprü veya viyadüklerinde her hat altında bir kutu krişten iki esas kiriş konur.

Zeminin taşıma gücüne göre ayaklar dolu veya boş inşa edilirler. Öngerilmeli köprü ve viyadükler yerinde dökülmek suretiyle inşa edilebileceği gibi, prefabrike olarak imal edilip yerine monte edilerek de inşa edilebilirler.

Tabliye genişliğinin platform genişliği kadar olması uygundur.

#### 1.4.4.4- ÖST GEÇİTLER

Bunlar normal yol köprüleridir. Betonarme veya öngerilmeli betondan sürekli plak tipinde inşa edilirler.

Projelendirilmelerde serbest alan gaberilerine, platform genişliği ve taşıtların hatlara düşmemesi için bariyerler konmasına dikkat edilmelidir.

#### 1.4.4.5- TONELLER

Tünellerin aynı uzunluktaki açık hava hat yatırımlarından

çük büyük değerlerde olması nedeniyle maliyeti arttırıcı olduğu açıktır. Ancak özellikle eğimin düşürülmesi iste- miyle inşaları kaçınılmaz olabilir.

Ekonomik nedenlerle enkesitlerin seçiminin dikkatli yapıl- ması gerekir. Enkesit alanı küçük tünellerde, özellikle uzun ölçülerinde, hava direnimi büyük boyutlara varabilir.

DIG tarafından önerilen çift hatlı 75 m<sup>2</sup> lik tünel uygun görülmekle beraber hat eksenleri arasındaki serbest mesafe sorun olabilir. Şekil 1.12

#### 1.4.5- SANAT YAPILARI ÜZERİNDE YATAK KATSAYILARI

Köprüler ve tünellerde yol balastlı olduğu halde balast altındaki sert yapı oldukça yüksek bir yatak katsayısı verir.

Zimmerman'a göre bu değer toprak gövdedekinin 4 katı olmakta ve balast altı basıncı da % 40 büyümektedir.

$$C_{\text{köprü}} = 4C \text{ ve } F_{\text{köprü}} = \sqrt[3]{4P} = 1.58P$$

Bu durumda balast daneleri fazla aşınır ve konfor düşer.

Bununla beraber gürültüler de büyür, konfor bozulur.

Bu kötü etkiyi bertaraf etmek için, rijit köprü ve tünelde elastomerli köpük malzeme serilir.

Böylelikle:

- a) Sertliği karakterize eden yatak katsayısı düşürülmekte
- b) Köprü ve tünel geçişindeki gürültü azalmakta, konfor artmakta
- c) Balast zorlanması ve aşınması azaltılmakta

- d) Trenin üstyapıda oluşturduğu titreşimlerin frekansı 30 - 70 Hertz'e indirilmekte
- e) Köprü çelik malzemesi korozyona karşı korunmakta
- f) Diğer yapısal problemler çözülmektedir.

#### 1.4.5.1- SANAT YAPILARINA GEÇİŞ YERLERİ

Senet yapılarından toprak gövdeye veya toprak gövdeden sanat yapılarına geçişte farklı elastiklik katsayıları konforu düşürür.

Yapılan çalışmalara göre köprü ayaklarının ek yerlerinde yatak katsayısı yarıya düşmektedir.

Bu nedenle kenar ayakları izleyen dolgu kısımlarında belirli bir boy uzunluğunca, yatak katsayısı 0,20 metrelik alt tabaka 0,30 metreye çıkartılmalı ve % 95 OPM de sıkılan forma tabakası iyi cins zeminden oluşturulmalıdır.

#### 1.5- ARİFİYE - GEBZE GÜZERGAHI

Sunulan iki alternatiften birincisi halen mevcut olan hattın kurblarının büyütülmüş halidir ve İzmit çıkışına kadar ikinci alternatifle aynıdır.

#### 1.5.1- GÜZERGAHIN KARAKTERİSTİK ÖĞELERİ

Güzergahın karakteristik öğeleri, doğrulu ve kurbalı, eğimli ve palyeli, tünelli ve viyadüklü oluşları ile alt yapıyı tamamlayan sanat yapılarının nitelikleri ve istasyonlardır.

#### 1.5.1.1- DOĞRULAR ve KURBLAR

Arifiye - Gebze hattına ait iki alternatif güzergaha ait kurba ve doğru durumları tablo 1.21 ve tablo 1.22 dedir.

Tablo 1.21 I. ALTERNATİFE AİT DOĞRU ve KURBALAR

Km	Doğru Uzunluğu	Kurbalar		Uzunluk
		Yarı	Çap	
		Sağ	So1	
0 + 000	3804.82			
3 + 804 <sup>82</sup>			3500	5070.18
8 + 875	225			
9 + 100		3000		5654.87
14 + 754 <sup>87</sup>	1250			
16 + 004 <sup>87</sup>			2000	1745.33
17 + 750 <sup>20</sup>	725			
18 + 475 <sup>20</sup>		4000		1745.33
20 + 220 <sup>53</sup>	400			
20 + 620 <sup>53</sup>			4000	1745.33
20 + 969 <sup>59</sup>	1825		4000	349.06
22 + 754 <sup>59</sup>			4000	1745.33
23 + 143 <sup>66</sup>	1500		4000	349.06
24 + 643 <sup>66</sup>			4000	1745.33
24 + 992 <sup>72</sup>	1125		4000	349.06

26 + 117 <sup>72</sup>		3500		2748.89
28 + 910 <sup>25</sup>			4000	2792.53
	800			
29 + 710 <sup>25</sup>		4000	4000	3490.66
33 + 200 <sup>91</sup>	2575			
35 775 <sup>91</sup>	4350			
36 + 124 <sup>97</sup>		4000		349.06
	1900			
38 + 024 <sup>97</sup>	3054.70			
38 + 304 <sup>22</sup>		4000	4000	279.25
	2225			
40 + 529 <sup>22</sup>	1375			
41 + 401 <sup>88</sup>		4000	2000	872.66
	1700			
43 + 101 <sup>88</sup>	1125			
44 + 934 <sup>48</sup>		3000	3000	1832.60
	575			
45 + 509 <sup>48</sup>	1050		4000	1745.33
47 + 254 <sup>81</sup>				
	3500			
50 + 754 <sup>81</sup>			4000	1745.33
52 + 500 <sup>14</sup>				
	3375			
55 + 875 <sup>14</sup>			4000	698.13
56 + 573 <sup>27</sup>				
	1000			
				./...

57 + 573 <sup>27</sup>		3500		2748.89
60 + 322 <sup>16</sup>				
5 + 450	3079			
63 + 401 <sup>87</sup>			4000	689.13
64 + 099 <sup>29</sup>				
3 + 997 <sup>20</sup>	4350			
68 + 449 <sup>29</sup>		4000		349.07
68 + 798 <sup>36</sup>				
7 + 437 <sup>85</sup>	3054.70			
71 + 853 <sup>96</sup>			4000	1047.20
72 + 900 <sup>26</sup>				
1 + 791 <sup>58</sup>	1375			
74 + 275 <sup>26</sup>		4000		3490.65
77 + 765 <sup>91</sup>				
Alternatif	1125			
78 + 890 <sup>91</sup>			3000	2303.83
81 + 194 <sup>74</sup>				
8 + 244 <sup>74</sup>	1050			
82 + 244 <sup>74</sup>				

Arifiye - Gebze arasındaki 82244.74 metrelik hattın % 52 sini doğrular ve % 48 'ini de kurbalar oluşturmaktadır.

Tablo 1.22 II. ALTERNATİFE AİT DOĞRU ve KURBLAR

Km	Doğru Uzunluğu	Kurbalar		Uzunluk
		Yarıçap		
		Sağ	Sol	
48 + 145 <sup>23</sup>			4000	1954,77

50 + 100	5350		
55 + 450		4000	1047.20
56 + 497 <sup>20</sup>	7500		
63 + 997 <sup>20</sup>	9950		
73 + 947 <sup>20</sup>		4000	3490.05
77 + 437 <sup>85</sup>	2050		
79 + 487 <sup>85</sup>		3000	2303,83
81 + 791 <sup>68</sup>	1208		
83 + 000			

II. Alternatifte Arifiye - Gebze civarındaki 83.000 km. lik hattın % 62 sini doğrular, % 38 ini kurblar oluşturmaktadır.

#### 1.5.1.2- EĞİMLER ve PALYELER

Eğim ve palye durumu iki alternatif hat için tablo 1.23 de ve tablo 1.24 de görülmektedir.

Tablo 1.23 I. ALTERNATİF EĞİMLER ve PALYELER

Eğimlerin		Palyelerin		
Km	% 0	Uzunluğu (m)		Uzunluğu (m)
		Çıkış	İniş	
0 + 000				1000
1 + 000			13125	
	13,5			./..

İSTASYONLAR				
14 + 225				29875
44+100	0,8	6250		
50 + 350	7	5525		
55+ 875				7250
63 + 125	0,8		10750	
73 + 875				8370
82 + 244 <sup>74</sup>				

I. Alternatif güzergahını % 14 'i çıkışta, % 30 'u inişte ve % 56 'sı palyede yer almaktadır.

Tablo 1.24 II. ALTERNATİF EĞİMLER ve PALYELER

E ğ i m l e r i n			Palyelerin	
Km	% 0	U z u n l u ğ u		Uzunluğu (m)
		Çıkış	İniş	
	0,8	6000		
49 + 000				
	7,5			
54 + 250				4750
59 + 000				
	10,5	5000		
64 + 000				6250
70 + 250				
	8,5		7750	
78 + 000				5000
83 + 000				

II. Alternatif güzergahın % 19 'u çıkışta, % 25 'i inişte

## 1.5.1.3- İSTASYONLAR

I. Alternatifte Arifiye-Gebze arasında 5 İstasyon bulunmaktadır. II. Alternatifte ise aynı güzergahta 4 İstasyon bulunmaktadır.

Bu İstasyonlara ait bilgiler tablo 1.25 ve tablo 1.26 dadır.

Tablo 1.25 I. ALTERNATİF İSTASYONLAR

İSTASYON ADI	KM	ARA UZAKLIK (km)	BOY (m)	KOT (m)
Gebze	0 + 000	—	1850	180
Hereke	15 + 625	15,625	1750	10
İzmit	39 + 750	24,125	2000	5
B.Derbent	61 + 500	20,440	2000	42
Arifiye	82 + 244	21,375	2000	35

Tablo 1.26 II. ALTERNATİF İSTASYONLAR

İSTASYON ADI	KM	ARA UZAKLIK (km)	BOY (m)	KOT (m)
Gebze	0 + 000	—	1850	180
Hereke	15 + 625	15,625	1750	10
İzmit	39 + 750	24,125	2000	5
Arifiye	83 + 000	43,250	2000	35

## 1.5.1.4- VIYADÜKLER

Güzergahta bir adet tamamı doğruda 550 m uzunluğunda viyadük bulunmaktadır.

Viyadüğün kilometrajı 7+ 325 dir ve her iki alternatif güzergah için % 07 ile aynıdır.

## 1.5.1.5- TONELLER

Her iki alternatifte ait tünel özellikleri tablo 1.27 ve tablo 1.28 dedir.

Tablo 1.27 I. ALTERNATİF TONELLER

Tablo 1.28 II. ALTERNATİF TONELLER

KM	Uzunluk		Toplam	KM	Uzunluk		Toplam
	Doğru	Kurba			Doğru	Kurba	
3 + 675	450	62	512	59 + 825	3725	-	3725
4 + 187				63 + 550			
5 + 750	-	637	637	66 + 800	600	-	600
6 + 387				67 + 800			
10 + 725	-	1000	1000	70 + 375	1775	-	1775
11 + 725				72 + 150			
12 + 625	-	1000	1000	76 + 550	500	825	1325
13 + 625				77 + 875			
18 + 025	375	1075	1450				
19 + 475							
Toplam	825	4925	5749		6600	825	7425

I. Alternatifte güzergahın % 7 'si, II. alternatifte ise % 9 'u tünellerden oluşmaktadır.

En büyük tünel uzunluğu II. alternatifteki 3725 km. lik tüneldir.

## 2- TRAFİK EDÜDÜ

Trafik etüdü, gelecekte bir dönem boyunca, etüd edilen demiryolu hatlarını kullanacak yolcu ve yük ulaştırması istemlerinin belirlenmesini içerir.

Ulaştırma arzının nitelikleri, ulaştırma sisteminin hacmine ve yapısına bağlı olmasından dolayı bir ulaştırma yatırımının değerlendirmesi, yararlanacak trafiğin öngörülmesiyle belirlenir.

Arz ve talep ilişkisi, güzergahın geometrik standartlarından, hizmet niteliklerine ve işletme programının saptanmasına kadar tüm öğelerin belirlenmesinde rol oynar.

Ulaştırma isteminin hacminin ve yapısının belirlenmesi, taşıdığı büyük öneme rağmen, çok defa sağlıklı bir biçimde gerçekleştirilmemektedir.

Son yıllarda bu alanda bir çok çalışma yapılmasına karşın ulaştırma istemlerinin oluşumu ve gelişiminin karmaşıklığı nedeniyle doyurucu bir noktaya gelinememiştir.

Yapılanlar bazı basitleştirmeler ve belirli varsayımların sonuçlarıdır.

Kısacası arz-talep ilişkisi çoğu kez yeterince dikkate alınmamış ya da çok zorunlu hallerde kısmen gözönüne alınmıştır.

Bunun nedeni, kurulan modelde kullanılacak verilerin toplanmasının güç, pahalı ve uzmanlık istemesidir.

Dikkat edilmesi gereken en önemli nokta ise sosyo-ekonomik yapının çok hızlı bir değişim göstermesidir.

Tüm bu nedenlerle kullanılacak modellerin dayandıkları varsayımların açık bir biçimde tanımlanması, eldeki verilere uygun olması ve sistemin olanaklar içerisinde yönlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada değerlendirme süresi 25 yıl olarak alınmış ve istemler 5'er yıllık aralarla doğrusal bir gelişme göstereceği varsayımıyla hesaplanmıştır.

Yolculuk istemlerinin ulaştırma türlerine göre dağılımı ve toplam taşımacılık içindeki payları tablo 2.1'dir.

Tablo 2.1 Yolculuk istemleri ( $10^6$  kişi) ve Payları

Ulaştırma Türü	1990	%	1995	%	2000	%	2005	%	2010	%	2015	%
Karayolu	130.34	95	155.10	95	179.86	95	204.61	95	239.37	95	254.13	95
Demiryolu	5.62	4.1	6.65	4.1	7.68	4.1	8.71	4	9.75	4	10.78	4
Havayolu	1.12	0.9	1.36	0.9	1.61	0.9	1.85	1	2.10	1	2.33	1
Toplam	137.08	100	163.11	100	189.12	100	215.17	100	241.22	100	267.24	100

Çalışmada kullanılan yük ve yolcu trafiğiyle ilgili veriler, UAP (1983-1993)'den alınmıştır.

## 2.1- YOLCULUK AĞIRLIĞININ TANIMLANMASI ve BÖLGELEME

Yük ve yolcu taşımaları bakımından yapılacak öngörüler ve bunları temel alacak fizibilite çalışmalarının sağlıklı yapılması, demiryolu ve karayolu işletme büyüklüklerinin doğru saptanmasına bağlıdır.

Ulaştırma modelinin temelini oluşturacak ağın ve bölgenin yapısı; çalışmanın amacına, çalışma alanının büyüklüğüne, bölgenin sosyo-ekonomik özelliklerine, eldeki verilerin düzeyine, verilerin değerlendiriliş şekilleri gibi bir çok etkene bağlıdır.

Tüm bu nedenlerin oluşturduğu karmaşıklığından kısmen de olsa kurtulmak nedeniyle bazı bağlantı ve düğüm noktaları toplulaştırılarak ulaştırma ağları basitleştirilir.

Düğüm noktaları, bağlantıların birleştiği kavşak noktalarını ve ulaştırma sisteminin iletildiği noktalar olarak belge merkezini teşkil eder.

Fizibilite etüdlerine esas teşkil etmek üzere Türkiye, 38 demiryolu ve 34 karayolu bölgesine bölünmüştür.

Çalışmada yalnız 1. ve 2. bölgelerde yapılan demiryolu yük ve yolcu trafiği incelenmiştir.

Taşıma koridorları bağlantıları tablo. 2.2 de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Taşıma Koridorlarının Uzunlukları (km)

		Demiryolu	Karayolu
		Edirne	333
İstanbul	İzmit	132	92

Çalışma sınırları içerisinde kalan demiryolu ve karayolu bölgelerinin düğüm noktaları ve kapsadığı iller Tablo 2.3 ve Tablo 2.4 dedir.

Tablo 2.3 Demiryolu 1. ve 2. Bölgeler

Bölge No	Düğüm Noktası	İller
1	İstanbul	İstanbul Tekirdağ Kırklareli Edirne
2	Arifiye	Kocaeli Sakarya

Tablo 2.4 Karayolu 1. ve 2. Bölgeler

Bölge No	Düğüm Noktası	İller
1	İstanbul	İstanbul Tekirdağ Kırklareli Edirne
2	İzmit	Kocaeli Sakarya

Bölgelerin içerdiği illerin 1990 - 2015 yılları arasındaki nüfusları ise tablo 2.5 tedir.

Tablo 2.5 Nüfuslar ( $10^6$ )

İ l	1990	1995	2000	2005	2010	2015
İstanbul	4.66	5.42	6.32	7.40	8.58	9.99
Tekirdağ Kırklareli Edirne	1.17	1.37	1.59	1.86	2.16	2.32
Sakarya Kocaeli	1.4	1.63	1.90	2.21	2.57	3

Nüfuslar, Genel Nüfus Sayımı - İdari Görünüş. Başbakanlık D.İ.E 'den alınmıştır. (1985).

#### 2.1.1- YOLCULUK İSTEMLERİNİN ÖNGÖRÜLMESİ

Gelecekteki yolcu akımları öngörülürken, planlama dönemi içindeki kentsel nüfus artışlarındaki farklılıklar, ana koridorlarının yolcu taşımalarındaki bugünkü ağırlığının önemli sapmalar yapmayacağı varsayımından yararlanılarak hesaplanmıştır.

Dolayısıyla 1982 - 1986 yılları arasında gerçekleşen yolcu-km değerleri, uluslararası istatistiklerden de yararlanılarak % 2 'lik nüfus artışına

karşılık gelen % 4.6 ile büyütülerek, 1990 - 2015 yılları arasında 5 'er yıllık dönemlerde belirlenmiştir.

### 2.1.2- TÜREL AYRIM

Türel ayırım, toplam ulaştırma isteminin ulaştırma türleri arasında paylaştırılmasıdır.

Bu da ağların yaygınlığı, ulaşılabilirlik, taşıma fiyatı, güvenlik, sıklık, düzenlilik, kapasite gibi sunu ve hizmet düzeyi karakteristiklerine bağlıdır.

Çalışmada kullanılan türel ayırım bağıntısı:

$$P_{d}^{ij} = \frac{1}{1 + \left[ \frac{(t_{d}^{ij})^a}{(t_{k}^{ij})^b} \right] \cdot e^b}$$

dir.

Burada:

$P_{d}^{ij}$ :  $i$  ve  $j$  arasında demiryolu ile yapılan yolculuk oranı

$t_{d}^{ij}$ :  $i$  ve  $j$  arasında demiryolu ve karayolu ile yapılan ortalama taşıma süresi.

$a, b$ : Dengeleme katsayıları (Tablo 2.6)

dır.

Yukarıdaki formülden yola çıkılarak  $i$  ve  $j$  bölgeleri arasındaki yolculuk taşıma süresi eşit olsa bile, demiryolu taşımacılığının % 17 olduğu sonucuna varılabilir.

Ancak hazırlanan 10 yıllık Master Planda önerilen orer hızlarına erişilmesi ile yolculuk süreleri önemli bir biçimde düşecek, sunu ve hizmetler de aynı oranda iyileştirilecektir.

./..

Bu durumda demiryolu ve karayolu arasında sadece yolculuk süresine bağlı olmayan tercihler hemen hemen eşit hale gelecektir.

Tablo 2.6 a ve b Katsayıları

Y ı l l a r	1990	1995	2000	2005	2010	2015
b	1.60	1.35	1.10	0.85	0.60	0.35
a	1.5187	1.5187	1.5187	1.5187	1.5187	1.5187

Tablo 2.7 de ise bölgelerin nüfus başına ürettikleri karayolu ve demiryolu yolculuk üretimleri verilmiştir.

Tablo 2.7 Üretimler

Merkez	MOD	1990	1995	2000	2005	2010	2015
İstanbul	K	6.90	7.50	7.90	8.10	8.20	8.20
	D	0.44	0.45	0.46	0.47	0.47	0.47
Arifiye	K	23.90	26.00	27.80	28.00	28.20	28.20
	D	1.24	1.31	1.34	1.35	1.35	1.35

Bölgeler arasındaki yolculuk süresinin hesaplanmasında karayolu ortalama hızı 55 km/h ve demiryolu hızı ise orer hızlarının % 85 'i esas alınmıştır.

## 2.2- YÜK TRAFİĞİNİN ÖNGÖRÜLMESİ

Yük trafiği; yurtiçi yük trafiği ve transit yük trafiği olmak üzere iki grupta incelenmiştir.

UAP (1983-1993) de yük trafiği isteminin öngörülmesi birbirini sınavıcı iki ayrı tahmine dayanmaktadır. Bir yandan yük taşımalarının bütün koridorlarda aynı oranlarda artacağı varsayımıyla bir tahminde bulunulmakta, diğer yandan taşıma ağırlığı olan temel mal gruplarının her birinin 1983-1993 arasındaki taşıma beklentileri ilgili kuruluşlardan derlenmiştir.

Mal akımının ülkesel dağılımını değiştirecek olan etmenler, taşımada önemli yer tutan malların üretimlerinin hızla artmasıdır.

Bu üretimlerin sağlıklı bir biçimde saptanması yük akımı tahminlerini de gerçeğe yaklaştırır.

1993 yılı için taşımacılıktaki payı büyük olan mal grupları UAP 'tan alınarak TCDD istatistiklerinde 1982-1986 yılları arasında gerçekleşen oranları nisbetinde değerlendirme yıllarına aktüalize edilmiştir.

### 2.2.1- TEMEL MAL GRUPLARI

UAP 'ta demiryolu taşımacılığında, öncelik yüke verilmiştir. Demiryolu yük taşımalarının % 70 - 80 'ini oluşturan 9 yük grubu "Demiryolunun özelleştiği yükler" olarak bu yüklere ait taşıma istemleri öngörülmüştür.

Temel mal grubu olarak adlandırılan 11 mal grubu (29 mal) uzun mesafe taşımacılığına uygundur.

### 2.2.2- YURT İÇİ YÜK TRAFİĞİ

Demiryolunun özelleştiği yükler 9 grupta incelenebilir.

Bunlar;

- a) Buğday, arpa, mısır, un
- b) Ormancılık ve orman ürünleri
- c) Akaryakıt
- d) Çimento
- e) Pancar, küspe, şeker
- f) Demir cevheri
- g) Tuz
- h) Gübre
- ı) Kömür

./...

Tablo 2.8 de Demiryolunun özelleştiği yüklere ait taşımalar gösterilmiştir.

Tablo 2.8 Temel Alınan Dönemdeki Yüklere (Nettonx1000)

Ürünler	1982	1983	1984	1985	1986
Buğday	375	464	488	777	333
Ormancılık ve Orman ürünleri	117	88	124	164	82
Akaryakıt	189	313	293	337	269
Çimento	65	9	6	19	3
Pancar, küspe melas	1868	1600	1568	1274	947
Demir Cevheri	3026	2988	3759	3501	4203
T u z	64.34	65.62	66.93	68.27	69.63
G ü b r e	267	403	465	429	227
K ö m ü r	2160	1936	1867	1638	1574
D i ğ e r	860	733	837	1140	1188

### 2.2.3- ÖZEL YÜKLER YÜK TAŞIMACILIĞI ÖNGÖRÜLERİ

Aşağıda özel yüklere ait öngörüler alt başlıklar halinde kısaca incelenmiştir.

#### 2.2.3.1- BUĞDAY, ARPA, MISIR, UN

2020 yılında 4000 kg/ha değerine ulaşılması öngörülmüştür. Buğday dış satımı için kullanılan 8 liman bölgesinden bir tanesi sözkonusu çalışma bölgesine girmektedir.

Buğday, arpa, mısır ve un taşımacılığı, değerlendirme dönemi boyunca % 2 arttırılmıştır.

#### 2.2.3.2- ORMAN ve ORMANCILIK

Bu türün taşımacılığı, % 2 lik bir artış oranında hesaplanmıştır.

### 2.2.3.3- AKARYAKIT

Çalışması yapılan Arifiye-Gebze hattında elektrikli çekimin uygulanacağı teknik etüd bölümünde belirtilmiştir.

Elektrikli hatların, toplam ağ uzunluğu içindeki payı UAP (1983 - 1993) belirtildiği üzere 1993 yılı sonunda 1141 km. olacaktır.

Değerlendirme dönemi boyunca akaryakıt taşımacılığı, yıllık % 2 arttırılmıştır.

### 2.2.3.4- ÇİMENTO

Bölgeden yapılan çimento taşımacılığı, yıllık % 2 lik bir artışla öngörü dönemine yansıtılmıştır.

### 2.2.3.5- PANCAR, KÜSPE, MELAS

2020 yılında 647 bin ha. lık bir alanın şekerpancarı ekimine ayrılması ve ekili alan başına verimin 40 ton/ha olması planlanmıştır.

Çalışma konusu içerisine Sakarya ve Edirne illerinde olmak üzere 2 adet şekerpancarı fabrikası girmektedir.

Taşımacılıktaki yıllık artışı % 2 alınmıştır.

### 2.2.3.6- DEMİR CEVHERİ

Bölge içerisinde demir cevheri üretimi bulunmamaktadır. Ancak demir cevheri üretimi yapılan illerden bölgeye demir cevheri taşımacılığı yapılmaktadır.

Öngörü dönemi boyunca taşımacılık değeri % 5 arttırılmıştır.

### 2.2.3.7- TUZ

Bölgeyi kullanan tuz taşımacılığı, öngörü döneminde % 2 lik artışlarla hesaplanmıştır.

#### 2.2.3.8- GÜBRE

Gübre taşımacılığının kimyasal veya yapay gübre ayrımı yapılmadan bir bütün halinde yapılacağı varsayılmıştır.

1990 yılında toplam ekili alan 22 milyon hektar ve hektar başına gübre kullanımı 300 kg olarak öngörülmüştür.

Bölge içerisinde, Yarımcada, toplam üretimdeki payı % 6,5 olan bir gübre fabrikası bulunmaktadır.

Yıllık taşımacılık artışı % 2 olarak öngörülmüştür.

#### 2.2.3.9- MADEN KÖMÜRÜ

Maden kömürünün tümü Zonguldak'ta üretilmektedir. Zonguldak'tan bölgeye yapılan maden kömürü taşımacılığı yılda % 2 olarak öngörülmüştür.

#### 2.2.3.10- DİĞERLERİ

Diğer tür yük taşımacılığı, demiryolunun özelleştiği yüklerin % 25 'i olarak öngörülmüştür.

#### 2.2.3- TRANSİT YÜK TAŞIMACILIĞI

Transit yük taşımacılığı konusunda son yıllara kadar ihmal edilmiş bulunan işbirliği temaslarının azlığı ve sonucunda doğan koordinasyon eksiklikleri, komşularımızla olan direkt ve transit yük taşımacılığımızın gelişmesini engellemiştir.

Türkiye, Avrupa ve Asya Kıtaları arasındaki doğal konumundan dolayı büyük bir potansiyele sahiptir. Komşu ülkelerle, özellikle Irak ve Suriye ile demiryolu bağlantısının halen kurulamamış olması, büyük çaptaki yük taşıma olasılıklarının gerçekleşmesine olanak vermemiştir.

Uzun mesafelerde ve geniş çaptaki yük taşımacılığında demiryollarının üstünlüğü ortadadır. Türkiye toprakları üzerinden geçecek büyük çaptaki transit yük taşımacılığının yaratacağı ekonomik avantajlar ülke ekonomimiz için çok yararlı olacaktır.

T.C.D.D. temel alınan dönemdeki uluslararası yük taşımaları tablo 2.9 da gösterilmiştir.

Tablo 2.9 Transit Taşımacılık (Netton x 10<sup>3</sup>)

	1982	1983	1984	1985	1986
Uluslararası yük taşımaları	574	564	617	880	873

Demiryolu transit taşıma tahminlerindeki yıllık artış oranı % 5 'tir.

### 2.3- YOLCU TRAFİĞİ

Arifiye - Gebze hattının yolcu trafiğinin belirlenmesinde T.C.D.D. istatistiklerinden yararlanılmıştır.

İstatistiklerden alınan bu hatta ait hamton km değerinin toplam hamton km. ye olan oranı toplam yolcu taşımacılığına etkilmiştir.

Yolcu trafiğindeki yıllık artış oranı % 4.3 'tür.

### 2.4- ARİFİYE - GEBZE HATTININ YOLCU ve YÜK TRAFİĞİ

Trafikleri, Bölüm 2.2.2- de özetlenen yük, yolcu ve transit taşımacılık oluşturmaktadır.

Öngörü döneminde, ilgili taşımacılığın gösterdiği artışlar beşer yıllık aralarla değerlendirme dönemine yansıtılmıştır.

II. Alternatifin gerçekleşmesi durumunda yolcu trafiğinin % 2.5 ve yük trafiğinin % 2 oranında artacağı varsayılmıştır.

Her iki alternatifte ait taşımacılıklar tablo 2.10 da gösterilmiştir.

Tablo 2.10 1995-2015 Yılları Arası Yük.Yolcu ve Transit Taşımacılığı Tahmini ( $10^3$  ton -  $10^3$  kişi)

ÜRÜNLER	Y I L L A R					
	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Buğday, Arpa, Mısır	1230 1255	1358 1385	1499 1529	1655 1689	1827 1864	2017 2057
Orman Ürünleri	445 454	491 501	542 553	598 610	660 673	729 744
Akaryakıt	398 406	440 449	485 495	536 547	592 604	653 666
Çimento	260 265	287 293	317 323	335 342	387 395	427 436
Pancar, küspe Melas	23 23	25 26	28 29	31 32	34 35	37 38
Demir Cevheri	44 45	55 56	71 72	90 92	115 117	147 150
T u z	38 39	42 43	46 47	51 52	56 57	62 63
G ü b r e	162 165	179 183	197 201	218 222	240 245	265 270
Maden Kömürü	3 3	3 3	3 3	3 3	4 4	4 4
Diğerleri	766 781	1105 1125	1626 1659	2344 2391	3381 3449	4876 4976
Transit yük Taşımacılığı	970 986	1238 1263	1580 1612	2037 2057	2574 2625	3285 3351
Y o l c u	3150 3229	3890 3987	4800 4920	5920 6061	7310 7493	9020 9246

### 3- İŞLETME ETÜDÜ

0-D Noktaları gerçekte İstanbul ve Ankara olan Arifiye-Gebze hattında , şehirlerarası yolcu, yük, transit taşıma ve banliyo taşımaları yapılmaktadır.

Banliyo trenleri İstanbul - Gebze arasında çalışmasına rağmen Arifiye - Gebze hattına akacak trafiği etkilerler.

T.C.D.D. tarafından fizibilite çalışması tamamlanan "İstanbul Banliyosu Haydarpaşa-Gebze Arasını 4 Hatta Çıkartma Projesi" uygulamaya başladığında banliyo hattı ile şehirlerarası trafiği ayırmak mümkün olacaktır.

44 km. olan Haydarpaşa - Gebze arasında 1 günde kaçak ve ücretsiz seyahat edenler dahil ortalama 140.000 yolcu taşınmaktadır.

Trenlerin bu hat kesiminde 15 dakika ara ile çalıştırılacağı planlanmıştır. Mevcut banliyo yolcu talebini karşılamak için 9 çift tren tek ünite ile, 30 çift tren çift ünite pik olmayan saatte ve 5 çift tren çift ünite ile, 5 çift tren 3 ünite ile sabah pik saatte; 5 çift tren çift ünite ile, 5 çift tren 3 ünite ile, akşam pik saatte çalıştırılacaktır.\*

Adı geçen hattın 1990 yılında kapasitesi 38 milyon hamton/yıl talep tahmini ise 39139000 hamton/yıl olarak hesaplanmıştır.

Aynı etüdeki diğer bir hesaba göre mevcut Haydarpaşa-Gebze demiryolu hattı 1990 yılında darboğaza girecektir.

Arifiye-Gebze hattının kapasite hesaplarında UIC formülleri kullanılmıştır.

\*İstanbul Banliyosu Haydarpaşa-Gebze Arası 4 Hatta Çıkartma Projesi Fizibilite Etüdü Özeti

./..

### 3.1- İŞLETME STANDARTLARI

#### 3.1.1- GEREKEN KATAR SAYILARI

Ekspres ve yolcu katarlarında yolcu başına taşınan hamton değeri 1 ton kabul edilmiş ve ortalama 1 yolcu vagonu ile 65 yolcunun taşınacağı varsayılarak bir yolcu arabasının ağırlığı 65 ton kabul edilmiştir.

Buna göre bir yolcu arabasının ağırlığı toplam 65 ton kabul edilmiştir.

650 ton ağırlığındaki bir ekspres katarın ve 780 ton ağırlığındaki posta katarının yolcu vagonu sayısı:

$$n_E = \frac{650}{65} = 10 \text{ Adet}$$

$$n_P = \frac{780}{65} = 12 \text{ Adet}$$

olmalıdır. (Bölüm 1.2.3.4)

Yük katarları ise E,F,G tipi olacağı düşünülerek ortalama dara ve kapasite bulunmuştur. Tablo 3.1

Tablo 3.1 Yük Vagonlarının Özellikleri

T i p i	E	F	G
Darası (ton)	10	24.5	12.1
Kapasite (ton)	30	55.5	21

$$D: \frac{10 + 24,5 + 12,1}{3} = 15 \text{ ton}$$

$$K: \frac{30 + 55,5 + 21}{3} = 35 \text{ ton}$$

Hızlı yük katarı için vagon kullanım katsayısı 0.83 kabul edilerek yüklü bir vagonun tonajı 24,5 ton bulunur. Hızlı yük vagonlarında bu değer 39,5 ton'dur.\*

Buradan hareketle 1100 ton hamule çekebilecek bir hızlı yük katadındaki yük vagonu sayısının 28 adet olacağı sonucuna varılır.

28 adet yük vagonlu bir hızlı yük katarının boyu ise yaklaşık 330 metredir.

Aynı kabullerle kapasitesi 60 ton ve darası 20 ton olan bir cevher vagonunun doluluk oranı bir kabul edilirse, 2400 ton hamuleli bir katardaki vagon sayısı 30 olur.

Bu değerlerden aşağıdaki formüllerden yararlanılarak hattın kapasitesi ve gerekli katar sayıları hesaplanmıştır.

$$\frac{T_Y}{365} \cdot k_1 = \frac{G_{wy}}{g_{wy}} \cdot N_V \cdot k_2$$

$T_Y$  : Hat üzerindeki yolcu trafiği [Yolcu]

$k_1$  : Max. günlük trafiğin ortalama trafiğe oranı

$G_{wy}$  : Yolcu katarı ağırlığı

$g_{wy}$  : Yolcu başına çekilen hamton değeri [t]

$N_V$  : Gerekli katar sayısı

$k_2$  : Katar doluluk kullanım oranı

Ana hatta taşınan yolcuların tren cinslerine göre dağılımı tablo 1.10 da verilmiştir.

Buna göre Tablo 3.2 de öngörü dönemi boyunca 5 'er yıllık aralarla hesaplanan yolcuların tren cinslerine göre ayrımı verilmiştir.

Tablo 3.2 Tren Cinsine Göre Yolcu Tercihleri ( $10^3$ )

T Ü R	Y I L L A R					
	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Rapid	94.5 96.87	116.7 119.61	144 147.6	177.6 182.04	219.3 224.79	270.6 277.38
Ekspres	1984.5 2037.3	2450.70 2511.8	3024 3099.6	3729.6 3822.8	4605.3 4720.6	5680.26 5825
Posta	1008 1033.3	1244.8 1275.9	1536 1574.4	1894.4 1941.8	2339.2 2397.8	2886.4 2958.7

Tablo 3.3  $G_{wy}$ ,  $g_{wy}$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  Değerleri

T Ü R	$G_{wy}$	$g_{wy}$	$k_1$	$k_2$
Rapid	450	1.1	1	0.83
Ekspres	647	1.1	1	0.83
Posta	780	1.1	1	0.83

Tablo 3.4 Yük Katarlarına Ait  $G_{wm}$ ,  $g_{wm}$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  Değerleri

T Ü R	$G_{wm}$	$g_{wm}$	$k_2$	$k_3$
Hızlı Yük	11.00	2.1	0.7	1.11
Cevher	24.00	2.1	1	1

Hızlı yük katarları için:

$$N_m = \frac{k_3 \cdot g_{wm} \cdot T_m}{365 \cdot k_2 \cdot G_{wm}} \quad [\text{Adet}]$$

ve

Cevher katarı için

$$N_m = \frac{k_3 \cdot g_{wm}^{0.2} \cdot T_m}{365 \cdot k_2 \cdot G_{wm}} \quad [\text{Adet}]$$

Yukarıdaki formüller yardımı ile elde edilen bir günde iki yöndeki katar sayıları Tablo 3.5 dedir.

Tablo 3.5 Arifiye - Gebze Hattının Kullanacağı Bir Günde İki Yöndeki Katar Sayıları Tablo 3.5 'dedir.

Tablo 3.5 Arifiye - Gebze Hattının Kullanacağı Günlük Katar Sayıları

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Rapid	4 4	4 4	4 4	4 6	4 6	6 8
Ekspres	22 24	28 28	34 34	42 44	52 54	64 66
Posta	6 8	8 8	10 10	12 14	16 16	18 20
Hızlı Yük	12 12	14 14	16 16	20 20	25 26	31 32
Cevher	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3
Transit	3 4	4 4	4 4	6 6	8 8	8 8

### 3.1.2- SİRKİLASYON YÖNTEMİ

Etüdü yapılan hat konumu itibariyle I. sınıf bir hattır ve üzerinde yüksek hızlar yapılacaktır.

Yüksek hızlar nedeniyle güvenli, çağdaş koşullara uygun ve öngörülen trafiği aktaracak sayıda katarın her iki yönde sirkilasyonuna cevap verilmesi için otomatik blok sistemi kullanılması uygundur.

Hat boyunca kullanılacak blok boyları, fren boyları, sirkilasyon prensipleri, istasyonlar arası uzaklıklar ile blok boyları arasındaki ilişki gibi birçok noktanın uyumluluğu sözkonusudur.

### 3.1.3- BLOK SİSTEM

#### 3.1.3.1- ÇİFT KATLI İŞLETMELERDE BLOK SİSTEM

Bir hat üzerinde birbirini izleyen katarların güvenliğinin uzaklığa göre sağlanması ilkesine göre, hat belirli uzunlukta kesimlere bölünür.

Çift hatlı işletmelerde her bir hat, katarların bir yönde seyretmesine ayrılmıştır. Buna göre blok sistem uygulamasında, bir hat üzerinde seyreden katarların birbirlerini güvenli bir biçimde izlemeleri için ve önden giden yavaş bir katarın arkadan gelen daha hızlı bir katar tarafından izlenmesi halinde de, hızlı katarın yavaş katarı ancak istasyonlarda geçmesi için uygun işletme düzenlerinin kurulması gerekir.

#### 3.1.3.2- BLOK BOYLARI

Blok sistem uygulamasında blok blok boyları için gerekli minimum uzaklık, bir B postası sinyali önünde duran bir katarın önceki postanın A sinyali tarafından çok duyarlı bir biçimde örtülmüş olması durumunda belirir. Bu da belirli hızda seyreden katarların frenleme boyları ile ilgilidir.

Hattın profili incelenerek en büyük iniş eğimi olan kesim saptanmış bu en büyük iniş eğimi gözönüne alınarak en hızlı katar için frenleme boyu belirlenmiş, bulunan bu boylar "En Küçük Blok Boyu" olarak kabul edilmiştir.

Katarlarda fren kuvvetleri:

- a) Dinamik fren kuvveti
- b) Diskli fren kuvveti

- c) Çarıklı fren kuvveti  
d) Katar direnim kuvvetleri  
oluşturur.

Buna göre hattaki rapid katar frenleme boyu tablo 3.6 dadır.

Tablo 3.6 Rapid Katar Frenleme Boyu

Orer Hızı	Max. iniş eğimi	Ortalama asli fren boyu	İntikal süresi dahil ortalama fren boyu
km/h	%	m	m
300	13,5	5440	6090

3.2- ÇİFT HATLI İŞLETMELERDE HAT KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ  
Çift hatlı işletmelerde hatlardan her biri katarların ayrı yönlerde seyretmesi için ayrılmıştır.

Bu nedenle blok sistemde işletilecek hatlarda iki istasyon arası, katarların belirli işletme ve güvenlik prensiplerine uyacak şekilde bloklara bölünür.

Hat kapasitesini belirlemek için, en eleverişsiz istasyon arası kesim alınarak bunun belirli  $L_K$  boyundaki bloklara bölünmüş ve bu kesimdeki değişik orer hızlarında seyreten katarların birbirlerine göre konumları da gözönüne alınarak hattın toplam işgal süresi bulunmuştur.

En elverişsiz mesafe birinci alternatifte 24.125 km ve ikinci alternatifte 43.250 km. dir.

Blok boyu 300 km/h hızla giden katarın fren mesafesi olan 6090 metrenin 1/3 'ü yani 2200 metredir.

Katarların birbirini izlemeleri üç şekilde olur:

- a) Yavaş bir katarın hızlı bir katarı izlemesi
- b) Aynı hızdaki katarların birbirlerini izlemesi
- c) Hızlı bir katarın yavaş bir katarı izlemesi

Her bir izleme şekli için iki alternatifife ait minimum takip süreleri Tablo 3.7 ve Tablo 3.8 de gösterilmiştir.

Yapılan kabuller aşağıda özetlenmiştir.

$i$  yavaş katarını orer hızı 180 km/h olan  $j$  katarı izlerse; güvenlik açısından  $i$  katarının istasyona varıp durması,  $i$  yi takip eden  $j$  katarının istasyondan önceki üçüncü bloğun başına gelmiş olması gerekir.

Yavaş katarı rapid katar izliyorsa  $j$  katarı istasyona varıp durduğunda arada beş blok bulunmalıdır.

Katarlar aynı hızda ise arada iki blok olmalıdır. Ancak katarlar R ise beş, E ise üç blok ara bulunmalıdır.

Hızlı bir katarı yavaş bir katar izlerse katarının bir A istasyonundan hareketinden sonra üçüncü bloğa girip kuyruğunun bir blok başından itibaren  $l_{kr}$  mesafesinde olmadan diğerinin harekete geçmemesi gerekir.

I. Alternatifte blok boyu 2200 m. ve en elverişsiz kesimde 11 blok, II. Alternatifte blok boyu yine 2200 m. ve en elverişsiz kesimde 20 blok vardır.

Tablo 3.7 I. Alternatif Güzergaha Ait Katar Takip Süreleri

İzlenen	İzleyen	Süre(dak)
Hy	P	6.39
Hy	E	8.77
Hy	R	16.42
P	E	4.54
H	R	8.0
E	R	7.45
Hy	Hy	2.23
P	P	2.17
E	E	2.67
R	R	3.47
P	Hy	2.36
E	Hy	2.18
R	Hy	1.91
E	P	2.07
R	P	1.80
R	E	1.78

Tablo 3.8 II. Alternatif Güzergaha Ait Katar Takip Süreleri

İzlenen	İzleyen	Süre(dak)
Hy	P	8.87
Hy	E	12.07
Hy	R	26.31
P	E	5.37
P	R	10.02
E	R	8.66
Hy	Hy	2.23
P	P	2.17
E	E	2.67
R	R	3.41
P	Hy	2.36
E	Hy	2.18
R	Hy	1.91
E	P	2.07
R	P	1.80

Her izeleme durumu için hat kesimindeki minimum takip süreleri Tablo 3.9 ve Tablo 3.10 yardımı ile bulunur.

Hattın 2 saat bakıma ayrılacağı gözönünde tutularak, günde 22 saat işletmeye açık olacağı ve çok iyi bir işletme kalitesine sahip bulunacağı kabul edilmiştir.

Tablo 3.9 I. Alternatife Ait Katar Takip Süreleri

$i$	$j$	$Z_{ij}$	$n_i$	$n_j$	$n_i n_j$	$n_i n_j Z$
Hy	P	6.39	31	18	558	3565.62
Hy	E	8.77	31	64	1984	17399.68
Hy	R	16.42	31	6	186	3054.12
P	E	4.54	18	66	1188	5393.52
P	R	8.00	18	6	108	864
E	R	7.05	64	6	384	2860.80
Hy	Hy	2.23	31	31	-	-
P	P	2.17	18	18	-	-
E	E	2.67	64	64	-	-
R	R	3.41	6	6	-	-
P	Hy	2.36	18	31	558	1316.88
E	Hy	2.18	64	31	1984	4325.12
R	Hy	1.91	6	31	186	355.26
E	P	2.07	64	18	1152	2384.64
R	P	1.80	6	18	108	1944
R	E	1.78	6	64	384	638.52
					8780	43397.56

$$\bar{Z} = \frac{43397.56}{87.80} = 4.8 \text{ dak.}$$

$$N = \frac{22 \cdot 60}{4.8} = 275 \text{ kat.} > 129$$

TABLO 3.10

$i$	$j$	$Z_{ij}$	$n_i$	$n_j$	$n_i n_j$	$n_i n_j Z$
Hy	P	8.87	32	20	640	5676.8
Hy	E	12.07	32	166	2111	25491.8
Hy	R	26.31	32	8	256	6735.36
P	E	5.37	20	66	1320	7088.4
P	R	10.02	20	8	160	1603.2
E	R	8.66	66	8	528	4572.48
Hy	Hy	2.23	32	32	-	-
P	P	2.17	20	20	-	-
E	E	2.67	66	66	-	-
R	R	3.41	8	8	-	-
P	Hy	2.36	20	32	640	1510.4
E	Hy	2.18	66	32	2112	4604.16
R	Hy	1.91	8	32	256	488.96
E	P	2.07	66	20	1320	2732.4
R	P	1.80	8	20	160	288
R	E	178	8	66	528	939.84
					10032	61731.8

$$\bar{Z} = \frac{61731.80}{10032} = 6.15 \text{ dak.}$$

$$N = \frac{22 \cdot 60}{6.15} = 214 \text{ kat.} > 137$$

#### 4- MALİ VE EKONOMİK ETÜD

Yatırımlar, ekonomik açıdan olumlu ya da olumsuz etkiler doğururlar. Yükladıkları maliyetlere karşılık sağladıkları faydalar vardır. Bu nedenle bir yatırımın gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğine karar verebilmek için maliyetlerin ve faydaların özenle değerlendirilmesi gerekir.

Devlet kurumlarınca gerçekleştirilip yönetilen büyük yatırımların maliyetlerinin ve faydalarının yatırımcı kuruluşun ve çevresinin ötesinde genel ekonomi çerçevesinde incelenmesi ve ayrıca politik, sosyal etkilerinin dikkate alınması zorunludur.

Bu durum karşısında ulaştırma yatırımları iki ayrı düzeyde değerlendirirler.

A) Yatırımcı kuruluş düzeyinde

B) Genel ekonomi düzeyinde

Yatırımcı kuruluş açısından değerlendirmede, giderler ve gelirler kuruluşun muhasebe hesaplarına geçirildikleri değerleri ile gözönüne alınırlar.

Genel ekonomi açısından yatırımın dolaylı ya da dolaysız olarak ülke ekonomisine yaptığı tüm etkilerin hesaba katılması gerekir. Genel ekonomi açısından yatırımlar, ulusal gelire katkıları ölçüsünde yapılabirlik kazanırlar.

#### 4.1- GENEL YAKLAŞIM VE TEMEL İLKELER

Yatırım değerlendirmeleri, gelecekte ve gelecekte yatırım nedeniyle değişikliğe uğrayabilecek gelirler ve giderler ya da

faydalar ve maliyetlerle ilgilidir. Değişik zamanlardaki belirli harcamalar ya da gelirler ekonomik anlamda eşdeğer olmadıklarında öncelikle bunların seçilmiş bir karşılaştırma yılındaki değerlerinin saptanması gerekir.

Değerlendirme dönemi olan 1990 - 2015 yılları arasında sınırlandırılan mali ve ekonomik fizibilite etüdüleri 1987 yılı sabit fiyatları ile hesaba katılmıştır.

Karşılaştırma seçenekleri mevcut hattın geometrik standartlarının yükseltilmesi ile, eski hattın İzmit çıkışına kadar geometrik standartlarının yükseltilmesi, Arifiye girişine kadar yeni bir güzergahda devam etmesi, Arifiye'ye yine eski hattın güzergahından girmesidir.

#### 4.2- MALİ FİZİBİLİTE ETÜDÜ

Mali fizibilite etüdünde hesaba katılan giderler ve gelirler şunlardır :

- a) Hattın yatırım maliyeti
- b) Demiryolu taşıtlarının yatırım maliyeti
- c) Demiryolu işletme maliyetleri
- d) Demiryolu trafik geliri

Yeni hattın yatırım maliyetini ise :

- a) Hazırlık işleri
- b) Alt yapı
- c) İstasyonlar
- d) Üst yapı
- e) Genel giderler

oluşturur.

#### 4.2.1- HATTIN YATIRIM MALİYETİ

Etüdü yapılan Arifiye - Gebze hattının iki hatta çıkarılması adıyla anılan I. seçenek, iki hatlı yeni bir demiryolu yatırımının % 30 'u olarak dikkate alınmıştır.

Hat yapımı 4 sene olarak öngörülmüştür. Bu süre içerisinde yatırımların her yıla eşit olarak dağılacağı varsayılmıştır.

Hattın işletmeye açılacağı 1990 yılına indirgenmiş toplam hat

yatırımını:

$$H = \frac{H_0}{k} \left[ \frac{(1+r)^{k+1} - 1}{r} - 1 \right] - \frac{V_k}{(1+r)^n}$$

bağıntısıyla hesaplanmıştır.

$H_0$  : Hattın yatırım maliyeti

$V_k$  : Hattın değerlendirme dönemi sonundaki kılıcı değeri

$n$  : Değerlendirme dönemi (25 yıl)

$r$  : İndirgeme yüzdesi

$k$  : Yapım süresi

1 km yeni yolun 1987 yılı maliyeti  $1.6 \times 10^9$  TL alınarak hattın ikilenmesi adıyla anılan ve 48. km. ye kadar birinci alternatifte aynı olan ve buradan 78. km. ye kadar değişik bir güzergah izleyerek Arifiye girişinde tekrar eski güzergahla birleşen ikinci alternatif güzergaha ait 1987 yılı maliyetleri sırasıyla  $39.36 \times 10^9$  TL ve  $72.96 \times 10^9$  TL bulunmuştur.

#### 4.2.2- DEMİRYOLU TAŞITLARININ YATIRIM MALİYETLERİ

Değerlendirme dönemi boyunca öngörülen yolcu ve yük trafiğini taşıyacak lokomotif, yolcu vagonu ve yük vagonu sayısının yeterli olması sağlanmalıdır.

Etüd edilen Arifiye - Gebze arasında sunulan her iki alternatifte de yolcu ve yük trafiği farklıdır.

Yeni taşıtların işletmeye katılması, sunulacak hizmetlerdeki artıştan ve ekonomik ömürlerini dolduran demiryol taşıtlarının trafikten çekilmesi nedeniyle olur.

Lokomotif ömürlerinin 25 yıl, yük ve yolcu vagonlarının ekonomik ömürlerinin 30 yıl olduğu kabul edilmiştir.

Taşıtların ekonomik ömürleri sonunda satınalma değerlerinin % 10 'u kadar hurda değere sahip olacakları ve ekonomik ömürlerini değerlendirme döneminden sonra tamamlayacakları kabulüyle maliyet hesabında aşağıdaki bağıntıdan yararlanılmıştır.

$$T_i = F_i - \frac{V_{ki}}{(1+r)^{n-f}}$$

$N_{it}$  : Taşıt sayısı

$T_i$  : t yılında işletmeye sokulan taşıtı için yatırım maliyeti

$F_i$  : i taşıtının maliyeti

$V_{ki}$  : i taşıtının değerlendirme sonundaki kalıcı değeri

$n$  : Değerlendirme dönemi uzunluğu

$m$  : Ekonomik ömür

Demiryol taşıtlarının ekonomik ömürleri ve fiyatları Tablo 4.1 dedir.

Tablo 4.1 Demiryol Taşıtlarının Ekonomik Ömürleri ve 1987 Fiyatları

Lokomotif	30 yıl	$1.1 \times 10^9$ TL
Yolcu Vagonu	25 yıl	$123.8 \times 10^6$ TL
Yük Vagonu	25 yıl	$37.2 \times 10^6$ TL

$$V_{ki} = (F_i - V_{ei}) \frac{(1+r)^m - (1+r)^{n-t}}{(1+r)^m - 1} + V_{ei}$$

ve 1990 yılına indirgenmiş yatırımların toplamı ise:

$$T = \sum_{i=1}^3 \sum_{t=0}^n \frac{N_{it} \cdot T_i}{(1+r)^t}$$

#### 4.2.3- DEMİRYOLU İŞLETME MALİYETİ

Belirlenen trafik ve işletme koşullarına bağlı olarak, değerlendirme dönemi boyunca hesaplanan işletme maliyetleri karşılaştırma yılı olan 1990 yılına aşağıdaki bağıntı yardımı ile çevrilmiştir.

D = işletme maliyetleri toplamı

$$D = \sum \frac{D_t}{(1+r)^t}$$

D = incelenen alternatifin t yılındaki demiryolu işletme maliyeti.

#### 4.2.4- DEMİRYOLU TRAFİK GELİRİ

Demiryolu trafik gelirlerinin yurt içi yolcu ve yük trafiği ile transit trafik oluşturur.

Yeni bir hat yapılmaması durumunda demiryolu yurt içi tarife fiyatı 2.9 TL/yolcu-km, yük taşıma tarife fiyatı 9.89 TL/ton-km dir.

Transit trafik tarife geliri ise 25.02 TL/ton-km dir.

Yeni hattın yapılması durumunda incelenen çözüm seçeneklerinden net gelirlerin pozitif olanı seçilmelidir.

#### 4.3- EKONOMİK FİZİBİLİTE ETODU BAĞLANTILARI

Etüd edilen hattın yapımıyla ortaya çıkacak çözüm seçeneklerinden her biri için, karşılaştırma seçeneğine göre, doğacak

faydalar ve maliyetler genel ekonomi çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Ekonomik fizibilite etüdünde dikkate alınan maliyetler ve faydalar şunlardır.

- a) Hat yatırımının ekonomik maliyeti
- b) Demiryolu taşıt yatırımlarının ekonomik maliyeti
- c) Karayolu taşıt yatırımlarının ekonomik maliyeti
- d) Demiryolu işletme ekonomik maliyetleri
- e) Karayolu işletme ekonomik maliyetleri
- f) Demiryolu ve karayolu kazalarının ekonomik maliyetleri
- g) Yolculuk zamanının ekonomik maliyeti
- h) Yük taşımaları için zamanın ekonomik maliyeti
- ı) Transit trafik geliri

#### 4.3.1- HAT YATIRIMININ EKONOMİK MALİYETİ

Hat yatırımının finansal maliyetinden ekonomik maliyetine geçmek için işçilik, malzeme, araç, enerji giderleri, kredilerin belirlenmesi gerekir.

Hat yatırımının ekonomik maliyetinin hesabında, yüklenici kârı dikkate alınmamıştır ve dövize bağlı giderler fırsat maliyetleri gözönüne alınarak 1.2 katsayısı ile büyütülmüşlerdir. Ayrıca işgücünün % 40 'ının oluşturacağı varsayılan niteliksiz işgücünün ekonomik maliyeti gözönüne alınmamıştır.

#### 4.3.2- DEMİRYOLU TAŞIT YATIRIMLARININ EKONOMİK MALİYETLERİ

Demiryolu taşıtlarının ekonomik maliyetinde üretimlerin dövize bağlı olduğu varsayımı ile değerler 1.20 ile büyütülmüşlerdir.

Hat ve taşıt yatırımını oluşturan maliyet oranları Tablo 4.2'dedir.

Tablo 4.2 Hat ve Taşıt Yatırımının Ekonomik Maliyet Oranları

Maliyet Oranı %	Alt Yapı	İstasyon	Üst Yapı
İşçilik	20	20	15
İç Kaynaklı Malzeme, Makine	70	75	15
Dış Kaynaklı Malzeme, Makine	10	5	75

#### 4.3.3- KARAYOLU TAŞIT YATIRIMLARININ EKONOMİK MALİYETLERİ

Yeni demiryolu hattının yapılmasıyla karayolundan bir kısım trafik sapması olacak, bunun sonucunda fayda ve maliyetler oluşacak.

Bu nedenle ekonomik değerlendirmede karayolu taşıtları da gözönüne alınmıştır.

Çalışmaya esas olan karayolu taşıtlarının karakteristik değerleri Tablo 4.3'tedir.

Tablo 4.3 Karayolu Taşıtlarının Karakteristik Değerleri

Taşıt Türü	Otomobil	Otobüs	Kamyon
Kapasite	5	43	7
Doluluk oranı %	70	70	70
Net Kapasite	3,5	30	5
Yıllık Ortalama Hizmet Değeri	15000	200000	80000
Ekonomik Ömür	10	8	8
Ekonomik Maliyetler 10 <sup>6</sup> TL	10	150	75

Karayolu taşıtları ekonomik ömürleri sonunda, satın alma değerinin % 10 'u kadar bir hurda değere sahip olacaktır.

#### 4.3.4- DEMİRYOL İŞLETME MALİYETİ

Demiryolu işletme maliyetlerinin ekonomik maliyetlere çevrilmesinde dizelli çekimlerin döviz karşılığı ithal edilen yakıtlarla yakılabilmesi gözönünde tutularak enerji birim fiyatı 1.20 ile çarpılmıştır.

Demiryolu ve karayolu işletme maliyetlerinin belirlenmesi mümkün olduğunca eşit temele oturmalıdır.

Karayolu işletme ekonomik maliyetinin hesabında kullanılacak yükleme, boşaltma gibi verilerin bulunmayışı nedeniyle demiryolu ekonomik maliyetinde de yükleme, boşaltma, ambar giderleri hesaba katılmamıştır.

#### 4.3.5- KARAYOLU İŞLETME EKONOMİK MALİYETLERİ

Karayolunda enerji tamamen dövize bağlıdır. Bu nedenle ekonomik maliyetin enerji tüketimi birimi 1.20 ile çarpılarak hesaba katılmıştır.

#### 4.3.6- DEMİRYOLU ve KARAYOLLARINDA KAZALARIN EKONOMİK MALİYETİ

Kazalar yalnızca insan hayatı bakımından değil ülke ekonomisi bakımından da önemlidir.

Kazalar maliyetlere:

- a) Ölülerden dolayı yatırım kaybı
- b) Yaralıların tedavisi
- c) Yaralılardan dolayı gelir kaybı
- d) Mahkeme masrafları
- e) Motorlu araçların tamirleri

f) Motorlu araçların gelir kaybı

g) Prodüktivite kaybı

şeklinde etkiler.

1987 yılı itibariyle demiryolu kazalarının ekonomik maliyeti:

15.5 TL/1000 yolcu-km

3.27 TL/Lok-Km

terimlerinin toplamı olarak alınmıştır.

Karayolu kazalarının ekonomik maliyeti ise:

1.61 TL/Taşıt-Km

alınmıştır.

Çalışmada şehir içi kazalar dikkate alınmamıştır.

Yeni yapılacak demiryollarının çift hatlı olması, hemzemin geçitlerin kullanılmaması gözönüne alınarak demiryolu kazalarının miktarlarının azalacağı varsayılmıştır.

#### 4.3.7- YOLCULUK ZAMANININ EKONOMİK MALİYETİ

Yolcuların, yolculukta geçen zamanlarının ekonomik değerlerinin önemi çok büyüktür.

Yolculuk zamanının parasal değeri üzerinde çok çalışmalar yapılmasına karşın henüz doyurucu bir sonuca ulaşamamıştır.

1987 yılında yolculuk zamanının parasal değeri 466.03 TL/Saat kabul edilmiştir.

#### 4.3.8- YÜK TAŞIMALARI İÇİN ZAMANIN EKONOMİK MALİYETİ

Ulaştırma yatırımlarının ekonomik değerlendirilmesinde, zaman maliyet tasarrufları yükü ilgili tasarrufların % 70 - 74 'ini kapsamaktadır.

Önceki yıllarda yapılan çalışmaların 1987 yılına çevrilmiş değeri olan 81.42 TL/Ton-Saat değeri kullanılmıştır.

#### 4.3.9- TRANSİT TRAFİK GELİRİ

Karayolunda, transit taşımacılığın yaklaşık % 20 'si tırlarla yapılmaktadır.

Demiryollarında transit taşıma tarife fiyatı 70.83 TL/Ton-Km ve karayolu taşıma fiyatı ise 9 TL/Ton-Km kabul edilmiştir.

Transit trafik gelirleri döviz olarak ödendiğinden 1.20 ile çarpılarak hesaba katılmıştır.

#### 4.4- DEMİRYOLU İŞLETME MALİYETİ

Öngörülen trafiğe bağlı olarak değişen ve değişmeyen trafiği bulmak için işletme maliyetleri, alt gruplara ayrılarak incelenmiştir.

Hat ve taşıt yatırımlarının maliyetlerinde amortisman payları hesaba katıldığından bu iki kalemin işletme maliyeti dikkate alınmamıştır.

##### 4.4.1- LOKOMOTİF BAKIM, ONARIM ve SERVİSE HAZIRLAMA GİDERLERİ

Bu giderler bir fiili lokomotif - km. ye düşen bakım ve servise hazırlama, genel depo servisi ve fabrika onarım giderlerinin toplamından oluşmuştur.

1987 yılında bu değerler tablo 4.4. de gösterilmiştir.

Tablo 4.4- LOKOMOTİF BAKIM, ONARIM ve SERVİSE HAZIRLAMA GİDERLERİ

	BAKIM ve SERVİSE HAZIRLAMA	GENEL DEPO SERVİSİ	FAB. ONARIM
Elektrikli İşl.	525,62	44,58	57,46
Dizelli İşletme	827,83	61,98	150,64

Elektrikli işletmede ve dizelli işletmede bu kalemler sırasıyla 627.66 TL/Lok-Km ve 1040.45 TL/Lok.km değerlerini alır.

#### 4.4.2- LOKOMOTİF PERSONELİ GİDERİ

Elektrikli işletmelerde:

4853.8 TL/tren-saat

Dizelli işletmelerde:

4465.66 TL/tren-saat

#### 4.4.3- ENERJİ GİDERLERİ

Yeni hat dolayısıyla yapılacak yüksek hızlar direnimsizlik kuvvetlerini arttıracak dolayısıyla enerji kullanımını da arttıracaktır.

Bu nedenle birim enerji tüketimleri yolcu katarlarında % 30, yük katarlarında % 10 arttırılmıştır.

Bu durumda enerji maliyetleri elektrikli işletmelerde 3655.4

TL/1000 Hamton-km ve dizelli işletmelerde 3840 TL/1000 Hamton-km

dir.

Yük katarları için ise bu değerler elektrikli işletmelerde

3093 TL/1000 Hamton-km ve dizelli işletmelerde 3249 TL/1000 Hamton-km

dir.

Dizelli işletmelerde enerji giderlerinin % 7 'si oranında yağ tüketimi gideri hesaba katılmıştır.

#### 4.4.4- YOLCU ve YÜK VAGONLARININ BAKIM GİDERLERİ

1987 fiyatlarıyla bu değerler yolcu vagon - km. de 60.62 TL ve yük vagon / de ise 20.06 TL. dir.

#### 4.4.5- REVİZÖRLÜK GİDERLERİ

1987 yılında bir vagon km. ye düşen ortalama revizörlük gideri

ise 31.52 TL. dir.

#### 4.4.6- TREN PERSONELİ GİDERLERİ

1987 yılında bir tren -saate düşen tren personeli gideri 7234.05 TL olarak hesaba alınmıştır.

#### 4.4.7- YOL BAKIM ve ONARIM GİDERLERİ

Yeni yapılan hatlarda yol bakım ve onarım giderlerinin % 87 sinin trafiğe bağlı olmayacağı kabul edilmiştir.

Yol bakım ve onarım giderlerinin trafiğe bağlı olarak değişimi 0.186 TL/Hamton-Km olarak alınmıştır.

Sabit bölümü ise elektrikli işletmelerde  $25.94 \times 10^6$  TL/Km ve dizelli işletmelerde  $20.30 \times 10^6$  TL/Km alınmıştır.

Elektrikli çekim tesislerinin bakım ve onarım giderlerinin tümü trafikten bağımsızdır.

#### 4.4.8- MANEVRA GİDERLERİ

1987 fiyatlarıyla toplam manevra giderleri 412.74 TL/Tren-Km ve yer manevrası giderleri 240.67 TL/Tren-Km olarak alınmıştır.

#### 4.5- KARAYOLU İŞLETME MALİYETLERİ

İncelenen demiryolu hat yatırımı, karayolu ulaştırmasını etkiler. Bu nedenle, karayolu işletme maliyetlerinin değerlendirme dönemi içindeki değişimlerinin belirlenmesi gerekir.

Demiryolu işletmeciliğini T.C.D.D yapar. Karayollarında ise değişik biçim ve boyutlarda taşımacılık yapan taşımacı kuruluşlar vardır.

Ancak yola ait yatırım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinden devlet sorumludur.

Karayolu işletme maliyetleri:

- a) Taşımacı kuruluşlarca yüklenen giderler
- b) Devlet tarafından yüklenen giderler

olmak üzere iki kısımdır.

Bunlardan taşımacı kuruluşlarca yüklenen giderler:

- a) Yakıt gideri
  - b) Yağ gideri
  - c) Lastik gideri
  - d) Personel gideri
  - e) Taşıt bakım ve onarım gideri
- dir.

Devletçe yüklenen giderler ise yol bakım, onarım, yapım, yenileme giderleri ile trafik yönetim giderleridir.

#### 4.5.1- TAŞIMACI KURULUŞLARCA YÜKLENİLEN GİDERLER

Karayolu taşımacılığında ortalama hız 55 km/h alınmıştır.

##### 4.5.1.1- YAKIT GİDERİ

31.88 TL/Otomobil-Km

45.46 TL/Otobüs-Km

55.29 TL/Kamyon-Km

##### 4.5.1.2- YAĞ GİDERLERİ

1.21 TL/Otomobil-Km

3.18 TL/Otobüs-Km

6.11 TL/Kamyon-Km

##### 4.5.1.3- LASTİK GİDERLERİ

0.69 TL/Otomobil-Km

0.40 TL/Otobüs-Km

9.47 TL/Kamyon-Km

#### 4.5.1.4- PERSONEL GİDERİ

Otobüs ve kamyon için personel olarak bir şoför ve bir muavin kabul edilmiş ve maaşları 200000 TL ile 100000 TL kabul edilmiştir.

16.71 TL/Otobüs-Km

41.77 TL/Kamyon-Km

#### 4.5.1.5- TAŞIT BAKIM ve ONARIM GİDERLERİ

Otobüs ve kamyonların ekonomik ömürleri boyunca bakım ve onarım maliyetlerinin satınalma fiyatlarının yarısına eşit olacağı kabul edilmiştir.

10.34 TL/Otomobil-Km

36.70 TL/Otobüs-Km

48.35 TL/Kamyon-Km

#### 4.5.2.3- DEVLETÇE YÜKLENİLEN GİDERLER

Karayolu taşımacılığında devletçe yüklenen giderleri belirleyebilmek için yol yapım ve onarım giderleri dikkate alınmıştır.

8.30 TL/Otomobil-Km

74.92 TL/Otobüs-Km

53.93 TL/Kamyon-Km

#### 4.6- ARİFİYE - GEBZE HATTINDA DEĞERLENDİRME DÖNEMİNDE İŞLETMEYE KATILACAK KARAYOLU VE DEMİRYOLU TAŞITLARI

İncelenen her iki alternatifte demiryolu ve karayolu taşıtlarının ekonomik ömürleri ve bu süre içerisinde yapacakları hizmet değerlerinden yararlanılarak hesaplanan sayıları tablo 4.5 de verilmiştir.

Tablo 4.5 Değerlendirme Döneminde İşletmeye Katılacak Demiryolu ve Karayolu Taşıtları

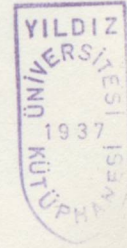
YILLAR	LOK.	YOLCU VAGONU	YÜK VAGONU	OTOMOBİL	OTOBÜS	KAMYON
1990	49	345	581	177339	3178	25507
	55	353	593	177819	3174	25497
1995	11	81	112	11865	200	1700
	6	83	114	11860	199	1698
2000	10	100	153	190374	3408	27287
	10	102	157	190369	3407	27284
2005	18	120	196	13420	240	1850
	22	125	199	13408	238	1848
2010	20	152	270	204934	3658	29287
	20	157	275	204922	3656	29283
2015	22	187	363	15445	270	2150
	24	192	371	15433	267	2140

## 4.7- MALİ FİZİBİLİTE

İncelenen her iki alternatif için öngörülen trafiklere bağlı olarak değerlendirme dönemi boyunca hat, işletmeye katılacak taşıt, demiryolu ve karayolu işletme maliyetleri tablo 4.6 ve 4.7 de gösterilmiştir.

Tablo 4.6 I. ALTERNATİF Yatırım ve İşletme Maliyetleri ( $10^6$  TL)

Y I L	Hat Yatırımı	DYol Taşıtları	Dyol İşletme	KYol Taşıtları
1990	39360	118224.2	4722.09	4168115
1995		26294.2	5179.13	276150
2000		29071.6	5744.93	4461465
2005		41947.2	6556.45	308950
2010		50861.6	7785.09	4794565
2015		60854.2	9145.20	356200

Tablo 4.7 II. ALTERNATİF Yatırım ve İşletme Maliyetleri ( $10^6$  TL)

Y I L	Hat Yatırımı	DYol Taşıtları	DYol İşletme	KYol Taşıtları
1990	72960	126261	4836.35	4166565
1995		21116.2	5213.54	275800
2000		29468	5802.06	4461040
2005		47077.8	7030.70	308380
2010		51666.6	8162.29	4793845
2015		63970.80	9636.66	354880

Mali fizibilite etüdünde faydalar, yatırımın gerçekleşmesiyle transit yüklerin taşınabilmesi nedeniyle demiryolu transit trafik gelirlerindeki artışken giderler ise yeni hattın yapımı ile hat maliyetleri, demiryolu, taşıt ve işletme maliyetlerindeki artışlardır.

Transit trafik geliri hesaplanırken mevcut tarifenin % 74 'i alınmıştır. Tablo 8

Tablo 8 Demiryolu Transit Gelirleri (70 TL/tkm-100 TL/tkm)

1990	3771.18	5387
1995	5028.24	7183
2000	5028.24	7183
2005	7542.36	10775
2010	10016.48	14366
2015	10056.48	14366

#### 4.8- EKONOMİK FİZİBİLİTE

İncelenen iki alternatif için hat yatırımı, demiryolu ve karayolu taşıtlarının yatırımları ile işletme ekonomik maliyetleri değerlendirme dönemi boyunca beşer yıllık aralarla hesaplanarak tablo 9 ve tablo 10. da gösterilmiştir.

Yine yatırım alternatiflerinin ikisi için demiryolu ve karayolunda taşınacak trafiklere bağlı olarak değerlendirme dönemi boyunca oluşacak kazaların ülke ekonomisine maliyetleri, yolcu ve yük taşımalarının zamansal değerleri Tablo 11 ve Tablo 12 de gösterilmiştir.

Tablo 9 I. Alternatif Yatırım ve İşletme Ekonomik Maliyetleri  
(10<sup>6</sup> TL)

Y I L	Hat Yatırımı	DYol Taşıtları	DYol İşletme	KYol Taşıtları	KYol İşletme
1990	43296	130046.62	5194.30	5001738	1704.96
1995	32.63	28923.62	5697.04	331380	1818.43
2000	34.79	31978.76	6319.42	5353758	1938.29
2005	37.09	46142.2	7212.09	370740	2065.15
2010	37.80	55947.76	8563.60	5753475	2129.83
2015	38.95	66939.62	10159.72	427440	2218.28

Tablo 10 I. Alternatif Yatırım ve İşletme Ekonomik Maliyetleri (10<sup>6</sup> TL)

Y I L	Hat Yatırımı	DYol Taşıtları	DYol İşletme	KYol Taşıtları	KYol İşletme
1990	80256	13888.71	5319.99	4999878	1704.52
1995		23227.82	5734.89	330960	1818.33
2000		32414.8	6382.27	5353248	1938.17
2005		51785.58	7733.77	370056	2064.99
2010		56833.26	8978.52	5752614	2129.59
2015		70367.88	10600.33	425856	2217.39

Tablo 11 I. Alternatife Ait Kaza, Yük Taşıma, Yolculuk Zamanı Maliyetleri ( $10^6$  TL)

Y I L	Kaza Maliyeti	Yük Zaman Maliyeti	Yol Zaman Maliyeti
1090	30.59	273.06	2120.95
1995	32.63	321.58	2546
2000	34.79	389.82	3064
2005	37.09	476.20	3697.30
2010	37.80	595.48	4448.80
2015	38.95	755.96	5381.44

Tablo 12 II. Alternatife Ait Kaza, Yük Taşıma, Yolculuk Zamanı Maliyetleri ( $10^6$  TL)

Y I L	Kaza Maliyeti	Yük Zaman Maliyeti	Yol Zaman Maliyeti
1090	30.59	276.38	2162.76
1995	32.63	327.57	2598
2000	34.78	397.00	3128.60
2005	37.08	485.45	3772.40
2010	37.78	607.62	4546.90
2015	38.93	770.82	5497.20

#### 4.9- SONUÇ

Sunulan her iki alternatif, mali ve ekonomik açıdan % 8 ve %20 arasında değişen indirgeme yüzdeleri için araştırılmış ve iç verimlilik katsayısı 10 olarak bulunmuştur.

Bu değer ulaştırma yatırımları için yeterlidir.

Dikkat edilmesi gereken bir husus, transit taşımacılık tarife fiyatı % 25 arttırılarak yapılan hesaplarda bu tarife nedeniyle artacak transit taşımacılık trafik gelirleri dikkate alınmamıştır.

Faydalar ve maliyetlerle ilgili sonuçlar tablo 13 - 14 ve tablo 15 te sunulmuştur.

Hattın çiftlenmesi mevcut hattın iki yanına birer hat ilavesi şeklinde olacaktır. Böylece istimlak, tesis v.s iş kalemlerinden büyük tasarruf sağlanacaktır.

Mevcut hattın düşük standarttaki hattında yüksek hızlara izin verecek şekilde geometrik standartlar iyileştirilecektir.

2015 yılına kadar yeterli olacak bu hattın bazı iyileştirmelerle hizmet süresi arttırılabilir.

Bulunan iç verimlilik oranı ile proje, yatırımcı kuruluş ve milli ekonomi açısından yapılabilir.

Tablo 13 I. Alternatif İndirgenmiş Ekonomik Maliyetler (10<sup>6</sup> TL)

	8	10	12	14	16	18	20
Hat Yatırımı	52500	55100	57800	60600	63600	66600	69700
DYol Taşıt Yatırımı	58500	36100	22600	14200	9080	5830	3790
KYol Taşıt Yatırımı	2330000	1470000	935000	599000	387000	251000	165000
DYol İşletme Maliyeti	28365	25017	22479	20519	18978	17747	16748
KYol İşletme Maliyeti	6254	5515	4956	4524	4184	3912	3692
Yük Zaman Maliyeti	2131	1880	1689	1542	1426	1333	1258
Yolcu Zaman Maliyeti	10572	13381	12024	10975	10151	9493	8959
Kaza Maliyeti	1110	1397	1287	1180	1073	969	865

Tablo 14 II. Alternatif İndirgenmiş Ekonomik Maliyetler (10<sup>6</sup> TL)

	8	10	12	14	16	18	20
Hat Yatırımı	97300	102000	107000	113000	117000	123000	129000
DYol Taşıtl Yatırımı	60800	37600	23400	14800	9430	6060	3930
KYol Taşıtl Yatırımı	2320000	1060000	933000	597000	385000	251000	164000
DYol İşletme Maliyeti	29887	26360	23686	21621	19997	18700	17647
KYol İşletme Yatırımı	6255	5516	5957	4525	4185	3913	3693
Yük Zaman Maliyeti	2174	1917	1722	1572	1454	1360	1283
Yolcu Zaman Maliyeti	15499	13669	12283	11212	10370	9697	9152
Kaza Maliyeti	110	97	87	80	74	69	65

Tablo 16 Ekonomik Fizibilite Sonucu

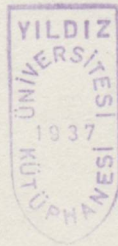
	8	10	12	14	16	18	20
Hat Maliyeti Azalması	44800	46900	49200	51400	53400	56400	59400
DYol Taşııt Maliyeti Azalması	2300	1500	800	600	350	230	140
KYol Taşııt Maliyeti Azalması	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
DYol İşletme Maliyeti Azalması	1522	1343	1207	1102	1019	953	899
KYol İşletme Maliyeti Azalması	1	1	1	1	1	1	1
Kaza Maliyeti Azalması	-	-	-	-	-	-	-
Yolcu Zaman Değeri Azalması	327	288	259	237	219	204	193
Yük Zaman Değeri Azalması	43	37	33	30	28	27	25
Transit	32584	33661	34222	30550	29750	29124	28611
	-1977	+70	+3478	+8880	+12026	+18761	+19431

Tablo 17 Arifiye - Gebze Hattı Mali Fizibilite Etüdü Sonucu (10<sup>6</sup> TL)

	8	10	12	14	16	18	20
Hat Maliyeti Azalması	-40800	-46900	-49200	-51400	-53400	-56400	-59300
DYol Taşııt Maliyeti Azalması	-1800	-1100	-800	-500	-330	-205	-130
DYol İşletme Maliyeti Azalması	-1387	-1052	-945	-1102	-1019	-953	-899
Transit Gelir Artışı	12153	10718	12685	8792	8131	7603	7176

## KAYNAKLAR

- 1- İTÜ, YENİ DEMİRYOLLARI FİZİBİLİTE ETÜDÜ İLKELERİ, 1979
- 2- UKİ, TÜRKİYE DEMİRYOLLARI FİZİKSEL STANDARTLARI, 1978
- 3- DPT, ULAŞTIRMA ANA PLANI (1983-1993), 1982
- 4- DPT, 1980-1986 ÜRETİM RAPORLARI, 1986
- 5- TCDD, HAYDARPAŞA-GEBZE ARASINI 1. HATTA ÇIKARTMA PROJESİ FİZİBİLİTE ETÜDÜ ÖZETİ, 1987
- 6- TCDD, İSTATİSTİK YILLIĞI, 1986
- 7- TİCARET DAİRESİ, TİCARİ FALİYETLER ve İŞLETME SONUÇLARI BAŞKANLIĞI, 1979
- 8- TCK, KARAYOLLARI EKONOMİK TABLOLARI, 1987
- 9- BERKMEN, Enver, DEMİRYOLU DERSLERİ, 1978
- 10- EREL, Aydın, DÜŞEY DİNAMİK DİNGİL YÜKLERİ ALTINDAKİ DEMİRYOLU YAPISINDA, TABAN ZEMİNLERİNİN TAŞIMA GÜÇLERİNE BAĞLI OLARAK MİNİMUM BALAST KALINLIĞININ HESAPLANMASI, 1978
- 11- TUNA, Zerrin, DEMİRYOL DERSLERİ, 1980



## Ö Z G E Ç M İ Ş

1962 Yılında Tavşanlı'da doğan R.Tanju ÖZKAN İlk ve Orta öğrenimini çeşitli il ve ilçelerde yaptıktan sonra 1979 Yılında Soma Linyit Lisesinden mezun oldu.

1981 - 1982 Öğrenim Yılında Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesine girerek 1985 - 1986 Öğrenim Yılında mezun oldu.

1986 - 1987 Yılında Yıldız Üniversitesi Ulaştırma Ana Bilim Dalına girdi. Halen bu bölümde öğrencidir.

