

**T.C.**  
**İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK HIZLI DEMİRYOLLARI, GELİŞİM SÜRECİ  
VE DİĞER ULAŞTIRMA MODLARIYLA REKABETÇİLİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ersin ARSLAN**

**İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı**  
**İnşaat Mühendisliği Programı**

**MAYIS 2017**



T.C.

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK HIZLI DEMİRYOLLARI, GELİŞİM SÜRECİ  
VE DİĞER ULAŞTIRMA MODLARIYLA REKABETÇİLİĞİ

YÜKSEK LİSAN TEZİ

Ersin ARSLAN

(Y1313.090024)

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet Fatih Altan

MAYIS 2017





T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi**

Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1313.090024 numaralı öğrencisi Ersin ARSLAN'ın "YÜKSEK HIZLI DEMİRYOLLARI GELİŞİM SÜRECİ VE DİĞER ULAŞTIRMA MODLARIYLA REKABETÇİLİĞİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 25.04.2017 tarih ve 2017/10 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *ay.bilgi* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *katırlan* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :29/05/2017

1)Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet Fatih ALTAN

2) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ahmet Metin GER

3) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Orhan CANPOLAT

.....  
.....  
.....

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi ha de geçersizdir.



## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “YÜKSEK HIZLI DEMİRYOLLARI, GELİŞİM SÜRECİ VE DİĞER ULAŞTIRMA MODLARIYLA REKABETÇİLİĞİ” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.( 29/05/2017)

**Ersin ARSLAN**







## ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümünde hazırladığım, yüksek hızlı demiryolları, gelişim süreci ve diğer ulaştırma modlarıyla rekabetçiliği, üzerine olan yüksek lisans tezimin sonucu olarak tamamlanmıştır. Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve paylaştığı görüşlerinden dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Mehmet Fatih Altan'a en içten dileklerle teşekkür ederim. Eğitimim boyunca çalışmamı destekleyen İstanbul Aydın Üniversitesi ve İnşaat Mühendisliği Bölümüne teşekkürü borç bilirim. Çalışmamın tüm ilgililere yararlı olmasını dilerim.

Mayıs 2017

Ersin Arslan  
İnşaat Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GÜNÜMÜZDEKİ YÜKSEK HIZLI TRENLERİN (YHT) TEKNOLOJİK GELİŞİMİ.....</b>	<b>3</b>
2.1 Shinkansen .....	4
2.2 TGV (Train à Grande Vitesse).....	5
2.3 Yatar Gövdeli Yüksek Hızlı Tren (YHT) .....	6
2.4 Maglev Yüksek Hızlı Treni (YHT).....	7
<b>3. YÜKSEK HIZLI TREN (YHT) AĞININ GELİŞİMİ .....</b>	<b>9</b>
3.1 Bir Ulaştırma Modu Olarak Yüksek Hızlı Tren (YHT).....	11
3.2 Bölgeler Arası Çok Türüyük Taşımacılığı ve Ulaştırma Ağ Akımlarının Kombine Bir Modeli .....	14
3.3 Model Gereksinimleri ve Veri Uygunluğu.....	16
3.4 Model Formülasyonu, Optimallik Koşulları ve Çözüm Algoritması.....	19
3.5 Sonuç ve Değerlendirmeler .....	22
<b>4. YÜKSEK HIZLI TREN (YHT) HİZMETLERİ HAVAYOLLARININ YERİNİ ALABİLİRMİ? .....</b>	<b>25</b>
4.1 Yüksek Hızlı Trenlerin (YHT) Yersel ve Sosyo-Ekonomik Etkileri .....	29
4.2 Yüksek Hızlı Trenin (YHT) Çevresel Etkileri .....	37
4.3 Yüksek Hızlı Tren (YHT) Altyapısının Maliyeti .....	39
<b>5. SONUÇ.....</b>	<b>41</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>45</b>



## KISALTMALAR

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>AMTRAK</b>	: National Railroad Passenger Corporation (Amerika Ulusal Demiryolu Yolcu Şirketi)
<b>AVE</b>	: Alta Velocidad Espanola (İspanyol Yüksek Hızlı Treni)
<b>BPR</b>	: Beraou Of Public Roads (Kamusal Yollar Bürosu)
<b>CDG</b>	: Charles De Gaulle Havaalanı
<b>CTRL</b>	: Channel Tunnel Rail Link (Kanal Tüneli Demiryolu Hattı)
<b>ETR</b>	: Elettro Treno Rapido (Elektrikli Hızlı Tren)
<b>ICE</b>	: Inter City Express: Şehirlerarası Ekspres
<b>JR CENTRAL</b>	: Japon Merkezi Demiryolu Hattı
<b>KTX</b>	: Korea Train Express (Kore Ekspres Treni)
<b>LAP</b>	: Local Air Pollution (Yerel Hava Kirliliği)
<b>MAGLEV</b>	: Magnetic Levitation (Manyetik Kaldırma Teknolojisi)
<b>NO<sub>x</sub></b>	: Nitrojen Oksitler
<b>NTAD</b>	: National Transportation Atlas Database (Ulusal Ulaştırma Atlas Veritabanı)
<b>NTAR</b>	: National Transportation Analysis Regions (Ulusal Ulaştırma Analiz Bölgeleri)
<b>SO<sub>2</sub></b>	: Sülfür Di Oksit
<b>TGV</b>	: Train a Grande Vitesse (Yüksek Hızlı Tren)
<b>UIC</b>	: International Union Of Railways (Uluslar arası Demiryolu Birliği)
<b>YHT</b>	: Yüksek Hızlı Tren



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Çizelge 3. 1</b> : Sektör Tanımları.....	17
<b>Çizelge 3. 2</b> : Sektöre Göre Toplam Gözlemlenen ve Hesaplanan Ürün Akışı (Boyce vd. 1997: 277) .....	21
<b>Çizelge 3. 3</b> : Sektör ve Moda Göre Toplam Ürün Taşımacılığı (Boyce vd. 1997: 277) .....	22
<b>Çizelge 4. 1</b> : Avrupa’da Karşılaştırmalı Demiryolu Maliyetleri (milyon Euro) (Boyce vd. 1980: 4) .....	27
<b>Çizelge 4. 2</b> : Avrupa’da Karşılaştırmalı Havayolu Maliyetleri (milyon Euro) (Boyce vd, 1980: 4) .....	28
<b>Çizelge 4. 3</b> : Avrupa Ulaştırma Koridorlarında Demiryolu-Havayolu Karşılaştırması (Boyce vd, 1980: 4) .....	29





## ŞEKİL LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3. 1 : Belirlenen Bölgeler .....	17
Şekil 3. 2 : Karayolu Ağı .....	18
Şekil 4. 1 : Sirkeci- Halkalı Banliyö Hattı .....	30
Şekil 4. 2 : Gebze-Halkalı Raylı Sistem Hat Rehabilitasyon Çalışmaları .....	31
Şekil 4. 3 : Gebze-Halkalı Raylı Sistem Hattı Tamamlanmış Kesimi.....	31
Şekil 4. 4 : Sirkeci-Halkalı Rehabilitasyon Çalışmaları .....	32
Şekil 4. 5 : Gebze-Halkalı Rehabilitasyon Çalışmaları Güzergâhı.....	32
Şekil 4. 6 : Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı İnşa Çalışmaları .....	33
Şekil 4. 7 : Üsküdar-Ümraniye Metrosu İstasyon Çalışmaları .....	33
Şekil 4. 8 : Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metrosu Marmaray Entegrasyonu .....	34



## YÜKSEK HIZLI DEMİRYOLLARI, GELİŞİM SÜRECİ VE DİĞER ULAŞTIRMA MODLARIYLA REKABETÇİLİĞİ

### ÖZET

Yüksek hızlı demiryolları; konvansiyonel demiryollarının altyapı, hizmet parametreleri ve kapasite gibi kriterlerinin 40 yılı aşkın bir süredir geliştirilmesiyle elde edilen yeni bir demiryolu sınıfı olarak düşünülebilir. Kırk yıldan fazla bir süre önce ilk olarak Japonya’da kullanılmaya başlayan yüksek hızlı demiryolu hattı zamanla Shinkansen koridorunu ortaya çıkarmış olup günümüzde halen dünyanın en gelişmiş yüksek hızlı demiryolu hattını teşkil etmektedir. Japonya’yı takiben Almanya ve Fransa’da yüksek hızlı demiryolu yatırımları gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Uzun yıllar sektörde bu üç ülkenin önceliğini takiben Avrupa Birliği’nin Beyaz Kitap başta olmak üzere aldığı ulaştırma kararları ve Çin’in ekonomik gelişiminin ulaştırmalarına yansımalarına paralel, yüksek hızlı demiryolu dünya geneline daha fazla yayılmaya başlamıştır. Bu çerçevede, Çin ve İspanya, yüksek hızlı demiryollarının lider ülkeleri arasında 15-20 yıl gibi bir sürede girmişlerdir. Günümüzde sektörün lider ülkeleri olarak Japonya, Fransa, İspanya ve Çin anılabilir.

Ülkemizde de son on yılda yüksek hızlı demiryollarına hızlı bir giriş söz konusu olup kayda değer yatırımlar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. İlk olarak Ankara-Eskişehir Yüksek Hızlı Demiryolu hattı tamamlanmışken, ardından Ankara-Konya Yüksek Hızlı Demiryolu Hattı işletime alınmış, takibinde de Konya-Eskişehir Yüksek Hızlı Demiryolu Hat bağlantısı açılmıştır. Son olarak da Eskişehir-İstanbul etabı tamamlanarak Ankara-İstanbul Yüksek Hızlı Demiryolu Hattı işletimi sağlanmıştır. İstanbul-Edirne Yüksek Hızlı Demiryolu Hattının inşasına bu yıl başlanacak olup kısa sürede tamamlanması öngörülmekteyken Ankara-Yozgat-Sivas-Erzincan-Erzurum-Kars Yüksek Hızlı Demiryolu hattının ise inşası hızlı devam etmektedir. İnşası devam eden bir diğer önemli hat ise Ankara-Afyon-İzmir Yüksek Hızlı Demiryolu Hattıdır. Bunun yanı sıra planlanan ve inşa edilen birçok hat söz konusudur.

Havayolu sektöründe de ülkemizde son on yılda çok ciddi büyümeler kaydedilmiş olup çok sayıda şehirde havaalanları inşa edilmektedir. Bu noktada, özellikle ülkemiz için yüksek hızlı demiryolları ve havayolları arasındaki rekabetçilik ve entegrasyon unsurlarının tespiti önemli bir noktadır. Tezin amacı, sektörün gelişim sürecini ortaya koymak, yapılan tanımlamaları ele almak, kapasite ve hizmet parametreleri yönünden incelemek ve diğer modlarla karşılaştırmalar yapmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** *Hız, Kapasite, Modlar arası Entegrasyon, Yolcu Taşımacılığı, Yüksek Hızlı Demiryolları*

## HIGH SPEED RAILWAYS, DEVELOPMENT PERIOD AND COMPETITION WITH OTHER MODES

### ABSTRACT

High speed railways can be considered as a new railway class which is provided by enhancing the criterias like level of service parameters, infrastructure and capacity of konventional railways for more than forty years. High speed railway line that has been started to use firstly in Japan more than forty yeras ago which has been resulted as Shinkansen corridor that still constituted the most improved high spee railway system all over the world. After Japan, high speed railway systems have been started to improve in Germany and France too. After the priority of these three countries in this sector for years, on the parallel of European Union (EU) transportation decisions that is mainly based on White Paper and the reflections of economical developments of China to transportation, high speed railways have started to spread worldwide more. On this context, China and Spain have become leaders of the sector on a short period like 10-15 years. Nowadays, Japan, France, Spain and China can be considered the leaders of the sector.

A rapid entrance to high speed railway sector has been emerged in Turkey that important investments have been done and is done. Firsly, Ankara-Eskişehir High Speed Railway Line has been completed, then Ankara-Konya High Speed Railway Line was started to operate, after that Eskişehir-Konya High Speed Railway line connection has been opened. Lastly, Eskişehir-İstanbul section has been completed and Ankara-Eskişehir-İstanbul High Speed Railway High Speed Railway Line operation has been provided. While İstanbul-Edirne High Speed Railway Line construction is going to start in 2017 and be compeleted in a short time, construction of Ankara-Yozgat-Sivas-Erzincan-Erzurum-Kars High Speed Railway Line continues rapidly. Another important line that is continued to construct is Ankara-Afyon-İzmir High Speed Railway Line. Beside these, there are lots of lines which is constructed or planned.

There are many important improvements in airway sector that lot of airports are constructed in many cities too in last years. At this point, specifying of integration and competition elements between high speed railways and airways is very important especially for Turkey. Objectives of the thesis are expressing the development period of the sector, evaluation of high speed railway definitons, researching on the perspectives of level of service parameters and capacity and making compares with other modes.

**Keywords:** *Speed, Capacity, Intermodal Integration, Passenger Transportation, High Speed Railways,*

## 1. GİRİŞ

Japonya’da Tokyo ve Osaka arasında tam 40 yıl önce 210 km/saat işletim hızlarında açılan Shinkansen hızlı tren hizmeti demiryollarının ulaştırmada önemli bir yolcu taşıma modu olarak geri dönüşünü vurgulamaktadır. Bu tarihten itibaren yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri birçok ülkeye giriş yapmış, birçoğunda planlanmış ve demiryolları birçok güzergahta tekrardan baskın ulaştırma modu halini almaya başlamıştır. Bu tarz araştırmalarda, yüksek hızlı tren işletimini karakterize etme amacıyla farklı yüksek hızlı tren (YHT) işletimi unsurları ve bu kapsama dahil edilen en iyi tasarım ve teslimat özetlenmektedir. Araştırma yüksek hızlı trenlerin (YHT) aynı güzergahlarda, daha yüksek kapasite, daha az seyahat süreleri, demiryolu hizmetlerinin (diğer modlara karşı da) iyileştirilmesi, modal dengenin sağlanmasını gerektirdiği durumlarda konvansiyonel tren hizmetlerinin yerine geçebileceği sonucuna varmaktadır. Bununla beraber, yüksek hızlı tren (YHT) altyapısına yüksek yatırım oranları, kesin olmamalarından dolayı ekonomik kalkınma faydalarına temellendirilerek gerçekleştirilemezler. Sonuç olarak yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin şu şekilde tanımlanması önerilebilir: ortalama olarak 200 km/Saat’in üzerindeki işletim hızlarına sahip, yüksek kapasite ve sıklıktaki demiryolu hizmetleri (Campos, 2006: 7).

Ulaştırma teknolojileri; üst düzey gelirli turistler için bir nostalji aracı olarak nadiren akla gelmektedir. Fakat dikkat çekici bir beklenti söz konusudur: demiryolları, otoyol trafiğinin istikrarlı gelişiminden önce kaçırdığı tarihi fırsatın ardından 21.yüzyılın temel teknolojilerinden birisi olmaya başlamaktadır. Bunun nedeni elbette ki yüksek hızlı trenlerdir (YHT).

1 Ekim 1964’te ilk yüksek hızlı tren (YHT) yolcu hizmeti 210 km/saat’lik işletim hızlarıyla Tokyo-Osaka arasındaki Tokaido hattında başlamıştır. Bu tarih modern yüksek hızlı tren (YHT) döneminin başladığını işaret etmektedir. O günden beri yüksek hızlı tren (YHT) hatları önce Japonya’ da sonra da bütün dünyada yayılmaya başlamış olup işletim hızları sürekli olarak artış göstermeye başlamıştır. Bugün,

yaklaşık 40 yıl sonra, yüksek hızlı tren (YHT) birçok açıdan farklı bir ulaştırma modu halini almıştır.

Hemen her zaman yüke değil yolcu hizmetleri bazlı olmasına karşın, halen demiryolu hizmetleri bağlamında yüksek hızlı trenin (YHT) halen tek bir tanımı bulunmamaktadır. Yüksek hız; yüksek hızı (tren ve demiryolu çoğu zaman birbiriyle ilintili kullanılması gerçeğine ilave olarak, bu durum yüksek hızlı demiryolu teriminin açıklayabilmektedir) destekleyecek altyapı yeterliliğiyle, yüksek hızın ve/veya güncel işletim hızının yakalanabilmesini sağlayacak katener dizisi yeterliliğiyle ilintilendirilmektedir. Avrupa Birliği (AB) tanımı, Yönerge 96/48'de (Avrupa Komisyonu, 1996a) 'yeni tahsis edilen hatlarda 250 km/saat ve altyapı yeterliliklerine göre yenilenmiş hatlarda 200 km/saat' olarak verilmiştir. Aynı durum katener dizileri (sırasıyla, özel olarak inşa edilmiş ve yenilenmiş hatlar) için de geçerlidir. Bazı yüksek hızlı tren (YHT) hatlarının 350 km/saat'lerde işletilmeye başlanmasıyla 200 km/saat'lik hızlar artık yüksek hız olarak telakki edilmemeye başlanmıştır. Bununla beraber yüksek hızlı tren (YHT) işletimi bütünüyle sadece hızla (maksimum) ilgili bir konu değildir. Yüksek hızlı tren (YHT) bir ulaştırma modu olarak ya da gelişimi kapsamında bütünüyle ele alındığında diğer unsurları da aynı ya da daha fazla öneme sahip olabilmektedir.

Bu tarz araştırmalar yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin farklı unsurlarını sınamakta ve yüksek hızlı tren (YHT) işletimini teslimat süreci ve hizmet sunumundan beklentilere göre bir bağlama koymaktadır. Bu; mevcut literatürün ve mimari mevcut durumun bir sentezidir. Bu kapsamda, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin işletimi için gerekli demiryolu teknolojilerindeki ana gelişmeler tanımlanmakta olup ardından yüksek hızlı trenlerde (YHT) dört model ortaya konmaktadır. Sonrasında, bu kapsamda dünya genelindeki ağ gelişimi değerlendirilmektedir. Ardından odak yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin etki analizine kaydırılmakta olup bunlardan ilki olan ulaştırma etkisi (seyahat süresi ve modal pay üzerine etki) dikkate alınmakta, ardından yersel ve sosyo-ekonomik etkiler ile çevresel etkiler değerlendirilmektedir. Son olarak da yüksek hızlı tren (YHT) hatlarının maliyeti ele alınmaktadır (İlcalı, 2015: 2).

## 2. GÜNÜMÜZDEKİ YÜKSEK HIZLI TRENLERİN (YHT) TEKNOLOJİK GELİŞİMİ

Geleneksel olarak 200 km/saat'lik bir hız 'yüksek hız' için bir eşik olarak görülmekte olup 1903 yılında Almanya'da testlerde yakalanmış bir hızdır. 1955'te Fransa 331 km/saat'le yeni bir rekor kırmış olup aynı zamanda kendilerine ait olan bu rekoru yine 1990 yılı itibariyle Fransız TGV yüksek hızlı treninde (YHT) çelik raylar üzerinde çelik tekerleklerle 515 km/saat'e geliştirmişlerdir. Bununla beraber yakalanan ticari hız daha büyük bir öneme sahiptir. Tokaido hattındaki maksimum işletim hızı günümüz itibariyle 270 km/saat'lerdeyken TGV Atlantik hattı trenleri maksimum 300 km/saat'lik hızlarda işletilmektedir. Yeni hatlar için standart daha yüksek olup hatta 350 km/saat'lerde iken bu değer Madrid-Barselona gibi yeni yüksek hızlı tren (YHT) hatları için resmi maksimum işletim hızlarıdır. Daha yüksek işletim hızları, gürültü problemleri, yüksek işletim maliyetleri ve diğer teknik problemlere bağlı olarak mevcut durumda ticari olarak fizibil (uygun) görülmemektedir (Ilıcalı, 2014: 4).

Modern yüksek hızlı tren (YHT) 19.yüzyılda başlangıcını yapan ilk trenlerde olduğu gibi, aynen çelik raylar üzerinde çelik tekerleklere dayalı teknolojiyi kullanmaktadır. Yine de, ticari olarak 200 km/saat'in üzerindeki seyir hızlarına ulaşabilmek için tren işletiminin bütün aşamalarında birçok marjinal mühendislik ve teknolojik gelişime ihtiyaç duyulmaktadır.

Testlerde basit bir şekilde, daha fazla güç kullanmak suretiyle konvansiyonel trenlerin hareketinin sağlanmasıyla daha yüksek hızlar elde edilebilmesine karşın, bu hızlar ticari uygulamalar nedeniyle fizibil görülmemekte çünkü hızlı hareket eden araçlar raylara ciddi bir şekilde hasar vermektedir. Ayrıca trenler kurb kesimlerinde seyrederken, hız gibi merkezkaçı dayalı kuvvetlerdeki artış yolculara konfor kaybı yaşatmakta, dahası, bu durum trenlerin yüksek hızda seyretmesi için yeterli olmamakta fakat rayların trenlerin yüksek hızda seyirleri için destek olmaları gerekmektedir.

Ticari yüksek hızlı trenlerin (YHT) gelişimindeki ana teknik zorluklar, stabilite ve yolcuların konforunu koruyabilen (tren yüksek hızlarda seyir halindeyken), güvenli bir şekilde durma kabiliyetini koruyabilen, bakım ve işletim maliyetlerinde keskin artışları önleyebilen ve hat komşuluğundaki alanlarda gürültü ve titreşim artışını engelleyebilen bir tren ve güzergâhın geliştirilmesiyle ilgilidir. Birçok durumda çözüm şunları içermektedir: sert kurları engelleyen bir hat inşası, stabilitenin korunmasına yardımcı olmak için bujilerde dingiller arası mesafenin arttırılması, vagonların taşınması için gerekli boci sayısının yarıya indirilmesiyle ağırlığın azaltılması için bujilerin vagonların arasına (her bir vagonun sonlarına değil) yerleştirilmesi, araçların kurlarda birinden diğerine dönmesini engelleyerek stabilitenin arttırılması, sürtünmeyi azaltmak için aerodinamik bir tasarım yapmak ve treni gürültü ve titreşimi azaltacak bir yolla şekillendirmek olup bu da daha hafif ve daha sağlam malzeme kullanımıyla sağlanabilmektedir. Ayrıca yüksek hız; sinyal sistemlerinin gelişimini, güvenliğin arttırılması için otomatik frenleme/hız kesme sistemlerine geçişi, tren işletimlerinde örneğin yüksek hızlarda sürücünün yol kenarı sinyalleri göremeyecek kadar hızlı geçmesinden dolayı yol kenarı sinyallerinin sürücü kabini tarafına taşınması gibi değişimleri gerektirmektedir.

Farklı ülkelerin farklı gereksinimleri ve özel karakteristikleri, farklı model yüksek hızlı tren (YHT) gelişimleri sonucunu doğuran yüksek hızlı tren (YHT) işletim gelişimlerini ortaya koymaktadır. İşletimdeki ilk modern yüksek hızlı tren (YHT) olan Japon Shinkansen yüksek hızlı tren (YHT) için temel bir model olarak dikkate alınabilir. Bilahare diğer üç model daha zaman içinde ortaya çıkmıştır.

## **2.1 Shinkansen**

Shinkansen'in (yeni ana hat anlamına gelmektedir, Japon yüksek hızlı trenlerine (YHT) verilen addır) ana özellikleri, aralarında büyük bir seyahat talebi olan birkaç yüz km'lik mesafelerde büyük metropoliten merkezler barındıran eşsiz Japonya karakteristiğinden ortaya çıkmıştır. Örneğin Tokaido hattı, birbirinden birkaç yüz km mesafeyle ayrılan (Tokyo-Osaka arası 560 km ve Nagoya, Tokyo yolu üzerinde Tokyo'ya 342 km mesafede yer almaktadır) Japonya'nın en büyük şehirleri olan (sırasıyla yaklaşık 30 milyon, 16 milyon ve 8,5 milyon nüfuslu) Tokyo, Osaka ve Nagoya şehirlerini birbirine bağlamakta ve birbirleri arasında yüksek bir yolculuk talebi üretmektedir (Merkezi Japon Demiryolu Şirketi'nin 2003 yılı verilerine göre



2002 yılında bu hat üzerinde 132.000.000 yolculuk gerçekleşmiştir). Shinkansen'in eşsiz bir özelliği ise Japonya'nın mevcut durumuna göre yeni tahsis edilmiş bir hat olması olup konvansiyonel demiryolu ağının standart gabarisinin dar olması nedeniyle yüksek hızlı trenlerin (YHT) işletimini destekleyememesinden dolayı ortaya önemli bir ihtiyaç çıkarmasıdır. Bu; Shinkansen hizmetlerinin Japonya'nın geri kalan bütün demiryolu hizmetlerinden izole etmektedir. Sert kurlar ve dik eğimlerin engellenmesi gerekliliği (yüksek hızların yakalanabilmesi için) Japonya'nın coğrafik özellikleriyle birlikte düşünüldüğünde, Shinkansen hatlarının tipik bir özelliği olan, güzergâh boyunca çok sayıda tünel ve köprü gerçeğiyle karşılaşmaktadır. Japon Shinkansen hatlarının %30'u tünellerden geçmekte olup bu da oldukça yüksek inşa maliyetlerine işaret etmektedir. Dahası şehir merkezlerine doğru yeni hatların inşası ise mühendislik kapsamının artması ve merkezde yükselen arazi değerlerine bağlı olarak inşaat maliyetlerini iyice kışkırtmaktadır.

## **2.2 TGV (Train à Grande Vitesse)**

Fransız TGV (Train à Grande Vitesse) 1981'de işleme başlamış olup hedef itibariyle Shinkansen'e benzemekte ancak tasarım felsefesi olarak farklılaşmaktadır. Bu farklılıklar; Shinkansen'in çeşitli dezavantajlarının üstesinden gelmeyle ilgili olarak ve Fransa ile Japonya farklı fiziksel karakteristikleriyle ilgili olarak değerlendirilebilir. TGV ve Shinkansen arasındaki en önemli farklılık, TGV'ye şehir merkezlerinde giriş ve çıkışta konvansiyonel hatları kullanma imkânı sağlayarak önemli ölçüde maliyet tasarruflarını getiren önceki konvansiyonel hatlar üzerinde işletilebilme kabiliyeti olarak görülebilir. Bu durum aynı zamanda yüksek hızlı trenlerin (YHT) bölgelere yüksek hızlı tren (YHT) altyapıları olmaksızın hizmet götürebilmeleri anlamına gelmekte ve talebin yeterince yüksek olmadığı yerlere de yüksek hızlı tren (YHT) altyapıları kurmaksızın yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin götürülebileceği şeklinde değerlendirilebilir (Kızıldaş, 2015: 6).

AVE (Alta Velocidad Espanola) yani İspanyol yüksek hızlı treni (YHT) TGV ve Shinkansen modellerinin bir karışımıdır. AVE, TGV tipi bir katener dizisi kullanmakta fakat Shinkansen gibi bütünüyle kendisine mahsus bir hat üzerinde seyir etmektedir çünkü İspanyol konvansiyonel demiryolu ağı, Avrupa'nın çoğunda da kullanılmakta olan Uluslararası Demiryolu Birliği'ninkinden (UIC) daha geniş olan

bir standart gabariye sahiptir. Bu, AVE'nin Avrupa ile, özellikle de Fransa ile bağlanması için gabari birlikteliğini destekleyen bir durum ortaya çıkarmıştır.

ICE (Inter City Express) yani Alman yüksek hızlı treni (YHT), TGV'nin yüksek hızlı tren (YHT) modelini takip etmekte olup genel hatlarıyla da bir uyum içerisindedir. TGV ve Shinkansen modellerinden, hattın hem yolcu ve hem de yük taşımacılığı için kullanılması anlamına gelen karma kullanımlı hat yönüyle ayrılmaktadır. Bu özellik; yüksek inşaat maliyetlerine neden olduğundan (yük trenlerinden kaynaklı daha yüksek yüklere maruz kalmasından dolayı) ve hatlardan elde edilen verimin düşmesinden dolayı (yük trenleri daha düşük hızlarda işletilmek durumunda kalmaktadır) zamanla bir dezavantaja dönüşmeye başlamıştır.

### **2.3 Yatar Gövdeli Yüksek Hızlı Tren (YHT)**

Japon, Fransız, Alman ve İspanyol yüksek hızlı trenlerinin (YHT) hepsi yüksek yapım maliyetleri anlamına gelen yüksek hızlarda işleme izin veren yeni yapılmış hat kesimlerini kullanmaktadır. Halen birçok güzergâh talebi, yüksek hızlı işleme izin veren yeni hatların yapım maliyetlerini normalleştirecek düzeye erişememektedir. Bu problem yatar gövdeli yüksek hızlı tren (YHT) modeliyle çözülmüş olup ancak düşük hızlarla söz konusu olabilmektedir. Sert kurlara sahip konvansiyonel hatlarda daha yüksek hızlara ulaşabilmek için, kurb geçişlerinde tren yana yatmaktadır. Sert kurlarda trenlerin yana yatmasının kolaylaştırılmasıyla (özelleşmiş bilgisayar temelli mekanizmalar yoluyla olmasına karşın) yolcuların kurlarda merkezkaç kuvvetinden dolayı yüksek hızlardaki konfor kayıpları çözülmüştür. Vagon gövdelerinin yatması sırasında bujiler raylara kesin bir şekilde tutulu kalmakta ve böylelikle merkezkaç kuvveti dengelenmektedir. Prensip; TGV ve Shinkansen yüksek hızlı tren (YHT) modellerine nazaran daha düşük maliyetli bir alternatif olarak çok sayıda ülkeye uyarlanmıştır. İsveçli X-2000 ve İtalyan Pendolino (ETR-450) yatar gövdeli mekanizmayı kullanarak konvansiyonel hat üzerinde işletilen yüksek hızlı tren (YHT) örnekleri olup bu durum yeni hatların daha yüksek maliyetlerini engellemektedir fakat ulaşılan maksimum hızlar ancak 210 km/saat (X-2000) ve 250 km/saat (ETR-450) düzeylerinde kalmaktadır. Günümüzde yatar gövdeli mekanizma TGV Pendulaire gibi TGV trenlerinde de uygulanmakta olup 300 km/saat'lik hızlara ulaşılmakta ve bütün yeni Shinkansen modelleri de yatar gövdeli sistem uyarlanabilir şekilde yapılmaktadır (Kızıldaş, 2016: 2).

## 2.4 Maglev Yüksek Hızlı Treni (YHT)

Eğer yatar gövdeli yüksek hızlı tren (YHT) modeli, Shinkansen ve TGV'nin altında modeller olarak değerlendirilirse bunun ana nedeni hızdır, benzer şekilde yine bu ana nedenden kaynaklı olarak Maglev modeli de Shinkansen ve TGV ilerisinde bir modeli teşkil etmektedir. Manyetik kaldırma (MAGLEV) teknolojisi ilk olarak 1970'lerde test edilmiştir ancak hiçbir zaman uzun mesafeli hatlarda ticari işletimde olmamıştır. Teknoloji; vagonları ray üzerinde havada dengede tutmak ve teorik olarak sınırlandırılmamış hızlarda hareket ettirmek için elektromanyetik kuvvetlere dayanmaktadır. Uygulamada hedef 500 km/saat'lik bir işletim hızıdır. 2003'te bir Maglev test treni 581 km/saat'lik dünya rekorunu yakalamıştır. Maglev trenleri için özel altyapı gereksinimi, yüksek inşaat maliyetleri ve mevcut demiryolu ağlarıyla bütün bir uyumsuzluk anlamına gelmektedir. Maglev; genel olarak, test hatlarının işletimde olduğu Japonya ve Almanya gibi ülkelerle özdeştir. Japonya'da test hattı zamanla, mevcuttaki 2,5 saatlik seyahat süresine kıyasla 1 saatlik seyahat süresinde Tokyo ve Osaka şehirlerini birbirine bağlayan Chuo Shinkansen'in bir parçası olacaktır. Çin'de kısa bir Maglev hattı olarak 2003 yılının Aralık'ında açılan 430 km/saat'lik maksimum seyahat hızlarıyla Şangay havaalanı ile Pudong ilinin finans ilçesini birbirine bağlayan bir hat söz konusudur. Bununla beraber, planlanan Pekin-Şangay güzergâhına Maglev teknolojisinin adapte edilme planları, yerini konvansiyonel çelik tekerlek-çelik ray teknolojisi üzerinde yüksek hızlı tren (YHT) işletimine bırakmıştır. Maglev'in geleceği, büyük ölçüde Shinkansen'de olduğu gibi, yüksek hızlı trenlerin (YHT) başarısına benzer bir yolla yine Japonya'daki başarısına bağlı gibi görünmektedir (Kızıltaş, 2016: 2).

Dört yüksek hızlı tren modeli arasındaki ana farklılıklar; yukarıdaki gibi, maksimum işletim hızı, konvansiyonel ağlara uygulanabilirlik ve yapım maliyetleridir. Genel olarak yüksek hızlı tren (YHT) işletimindeki referanslar TGV ve Shinkansen'den verilmiştir.



### 3. YÜKSEK HIZLI TREN (YHT) AĞININ GELİŞİMİ

Japonya'daki Tokaido hattının başarısına karşın, dünya genelinde yüksek hızlı tren (YHT) hatlarının yayılımı nispeten yavaştır. Tokaido hattının açılmasından ancak 17 yıl sonra bir yüksek hızlı tren (YHT) işletimi Japonya'nın dışına taşınmış olup bu ülke Fransa'dır, bundan ise tam 7 yıl sonra Avrupa'da ikinci, dünyada ise üçüncü yüksek hızlı tren (YHT) işletimine İtalya'da ancak başlanmıştır. Günümüzde yüksek hızlı tren (YHT) işletimi Japonya ve Avrupa'dan fazlasını kapsamakta ve Uzakdoğu'ya girmeye başlamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ise bu konuda geride kalmıştır.

Japonya'da Tokaido hattının başarısı zamanla bir Japon yüksek hızlı tren (YHT) ağının gelişimini hızlandırmıştır. Bu ağ günümüz itibariyle 2175 km'lik işletimde, 215 km'lik inşa halinde ve 349 km'lik planlama aşamasında hattı ihtiva emektedir. 1981 yılında Paris ve Lyon arasında açılan yüksek hızlı tren (YHT) hattı Fransa'da ilktir. Bu hat aynı zamanda bir başarı hikâyesi ortaya koymuş olup Fransız yüksek hızlı tren (YHT) ağının gelişiminde bir itici güce dönüşmüştür. Günümüzde Fransız yüksek hızlı tren (YHT) ağı; işletimdeki 1541 km, inşa halindeki 320 km ve planlama aşamasındaki 937 km'den oluşmaktadır. Fransa'da yüksek hızlı trenlerin (YHT) başarılı girişine karşın, Avrupa kıtasında yaygınlık kazanması ise nispeten yavaş olmuştur. 1988'de İtalyanlar Roma-Milano güzergâhındaki yatar gövdeli (ETR-450) yüksek hızlı tren (YHT) ile piyasaya giriş yapmış ve 2000'de İsveç ilk yüksek hızlı tren (YHT) hattı olan ve aynı zamanda yatar gövdeli olan X-2000 ile başlangıç yapmıştır. Almanya ise 1991'de Hannover ve Würzburg arasında ICE'yle ve bir yıl sonra ise Sevilya-Madrid arasında AVE ile yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine giriş yapmışlardır. Birleşik Krallık ise 2003 yılında Londra ve Kanal Tüneli (CTRL) arasındaki ilk aşamayı açarak yüksek hızlı tren (YHT) ülkeleri listesine dahil olmuştur. 2007'de tamamlanması planlanan hat hizmete alınmıştır.

Yukarıdaki Avrupa ülkeleri birbirinden bağımsız olarak yüksek hızlı tren (YHT) planlarını takip etmekte olup Fransa yüksek hızlı tren (YHT) ağını komşu ülkelere

uzatma planını takip etmekte ve Avrupa Birliği (AB) kapsamında Trans-Avrupa (Avrupa Ötesi) Ağları fikri belirginleşmektedir. Avrupa yüksek hızlı tren (YHT) ağının uluslararası ölçeği, örneğin Belçika ve Hollanda gibi çok sayıda ülkeyi içerdiğinden, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin hedefini büyütmede, yüksek hızlı tren hizmetlerinin ulusal ölçekte sınırlanmasına engel olmaktadır.

Japonya ve Avrupa'nın yanı sıra yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin gelişimi Uzakdoğu'da da önemli bir yer tutmaktadır. Güney Kore; TGV modelini benimseyen ulusal yüksek hızlı tren (YHT) hattı olan KTX'in Nisan 2004'te işleme girmesinden bu yana 300 km/saat'lik işleminiyle sekizinci ülke konumunu elde etmiştir. 2005 yılında Tayvan, Taipei ve Kaohsiung arasındaki 345 km'lik yüksek hızlı tren (YHT) hattını tamamlayarak, Japonya dışında Shinkansen modelini uygulayan ilk ülke konumunu elde etmiştir. Çin, yukarıda da belirtildiği üzere, Pekin ve Şangay arasındaki yüksek hızlı demiryolu hattının açılmasıyla yüksek hızlı tren (YHT) hizmeti veren ülkeler arasındaki yerini almıştır (Kızıлтаş, 2016: 3).

Amerika Birleşik Devletleri'nde bir yüksek hızlı tren (YHT) hattı işletimdedir: Boston ve Washington DC arasında Kuzeydoğu koridorunda hizmet veren yatar gövdeli yüksek hızlı tren (YHT) olan Acela Ekspresi. Günümüzde Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) on koridor yüksek hızlı demiryolu işlemini için tasarlanmış olup henüz inşa sürecine geçilmemiştir. San Francisco körfezi bölgesi ile Los Angeles ve San Diego'yu birbirine bağlayan Kaliforniya yüksek hızlı tren (YHT) hattı, en ileri planlama aşamasında olan koridor durumundadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) mevcut tartışma ABD Ulusal Demiryolu Yolcu Şirketi'nin (AMTRAK) geleceği olup sübvansiyon düzeyiyle ilgili tartışmalarsa ülkede yüksek hızlı tren (YHT) işlemini ihtimaliyle ilgili şüphelere neden olmaktadır. Şehirlerarası demiryolu hizmetlerinin hiç fonlanmıyor olması yüksek hızlı tren (YHT) işletmelerinde de fonlanmayı uzak bir ihtimal haline getirmekte olup önerilen yüksek hızlı tren (YHT) projelerin kaderinin federal fonlardan ziyade eyalet fonları ve idarecilere bağlı olduğunu göstermektedir. Yüksek hızlı trenlerin Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) hiç olmaması ve de bulunup yaygınlık kazanması senaryolarına dair çeşitli çalışmalar yapılmaya devam etmektedir.

Avustralya'da doğu kıyısı yüksek hızlı tren (YHT) ağı amaçlı bir çalışma yürütölüyor olup bu kapsamda 2000 km uzunluğundaki bir hatla Melbourne, Canberra, Sydney ve Brisbane şehirlerinin birbirine bağlanması hedeflenmekte,

hükümet 2002 yılında bu çalışmanın tamamlanmasıyla yüksek bir maliyetin ortaya çıkması ve bunun %80'inin halktan karşılanacağı sonucu ortaya çıkması üzerine süreci durdurma kararı almıştır.

Maglev hatlarına nazaran, Tokyo ve Osaka arasındaki Chuo Shinkansen ileri bir planlama aşamasında olup halen hükümetten yeşil ışık beklemektedir. Mevcut durumda somuta dönüşen bir Maglev planıysa bulunmamaktadır.

### **3.1 Bir Ulaştırma Modu Olarak Yüksek Hızlı Tren (YHT)**

İlk Shinkansen ve TGV hatlarının inşasının temel nedeni; güzergâh kapasitesini arttırmaktı ve bu aynı zamanda diğer birçok hat için de söz konusu olan bir durumdu. İtalya'da kapasite halen yeni yüksek hızlı demiryolu hatlarının inşasının ana nedenini teşkil etmeye devam etmekteyken Roma-Napoli yüksek hızlı tren (YHT) hattında görülen hız artışının yakalanması ihtiyacı ise daha geri planda kalan bir nedendir. Birleşik Krallık 'ta 1970'ler ve 1980'lerdeki demiryolu ağı kapasite fazlalığı da; diğer Avrupa ülkelerinde yüksek hızlı tren (YHT) gelişimine girildiği bir sırada, bu ülkede yüksek hızlı trenlerin (YHT) henüz gündeme alınmamış olmasının ana nedenlerinden birisini teşkil etmektedir (Ampe, 1995: 128).

Yüksek hızlı tren (YHT) hatları genellikle mevcut kapasiteyi arttırdıklarından ve konvansiyonel hatlardaki boş kapasiteyi yük ve bölgesel yolcu taşımacılığında kullanabildiklerinden dolayı bir güzergâhtaki kapasiteyi her zaman için arttırmaktadırlar. Yüksek hızlı tren (YHT) hatları tarafından önerilen doğrudan kapasite artışları, daha yüksek hizmet sıklıklarına bağlı olup bu da, daha yüksek hızlara, güvenlikten taviz vermeksizin trenler arasındaki sefer aralığının nispeten kısaltılmasına imkân tanıyan son teknoloji sinyal sistemlerine, yüksek yolcu kapasiteli uzun trenlerin kullanımına bağlıdır. Örneğin ilk Shinkansen yani model 0, 1340 oturma kapasiteliyken, Eurostar trenleri 770 oturma kapasitelidir. Tahsis edilmiş bir yüksek hızlı tren (YHT) hattında; yüksek kapasiteli trenler, ileri sinyali sistemleri ve yüksek hızın bir kombinasyonu olarak JR Central (Japon Merkezi Demiryolu Hattı) Tokaido hattında 2002 yılında 362.000 yolcu/gün, 287 adet günlük sefer hizmeti ve toplam 132.000.000 yolcu/yıllık performans sergilenmiştir. Daha yüksek hızlar ve daha gelişmiş sinyal sistemlerine bağlı olarak daha yüksek sefer sıklıkları aynı zamanda, güzergâhtaki kapasite artışını sağlamak adına mevcut raylar üzerinde yatar gövdeli trenlere geçişi de ifade etmektedir.

Seyahat süresinin düşürülmesi de aynı zamanda, birçok durumda temel neden olmamasına karşın, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine geçiş için önemli bir nedeni teşkil etmektedir. Japonya'da ilk yüksek hızlı tren (YHT) hattının açılmasından önce, geleneksel demiryolu hattı üzerinde Tokyo ve Osaka arasındaki yolculuk 7 saat alıyordu, ardından Shinkansen'in faaliyete geçmesiyle bu hattaki seyahat süresi ilk olarak 4 saate, ardından da 1992 yılında 2 saat 30 dakikaya indi. Chou Shinkansen Maglev hattına onay verilmesi, bu mesafenin 1 saate inmesi anlamına gelmektedir. İspanya'da Madrid ve Sevilya arasında AVE yüksek hızlı tren (YHT) hattının işleme girmesiyle bu hattaki seyahat süresi 6 saat 30 dakikadan 2 saat 32 dakikaya inmiş olup diğer birçok benzeri örnek söz konusudur. Bu zaman tasarruflarının ekonomik bir değeri de olup Japonya'da bunun karşılığı yaklaşık 3,7 milyar dolar/yıl tasarruftur (Anderson, 2002: 3).

Yüksek hızlı trenlerin (YHT) seyahat süresini kısaltma yeterlilikleri, yakaladıkları ortalama hızlara göre hesaplanmakta olup bu da temelde güzergâh boyunca istasyon sayılarından ve farklı hız kısıtlarından etkilenmektedir. Ayrıca yüksek hızlı trenlerle (YHT) ilgili yukarıda bahsi edilen hız limitleri, ticari hız anlamında halen oldukça yüksek görülen hız değerlerini ve seyahat süresi tasarruflarını teşkil etmektedir. Dünyadaki en hızlı sefer hizmetlerini sunan Fransa ve Japonya'da yakalanan maksimum işletim hızları 260 km/saat dolaylarındadır. Tokaido hattındaki Nozomi seferi, güzergâh boyunca sadece ana istasyonlarda durmakta olup Tokyo ve Osaka arasında 206 km/saat'lik ortalama hızları yakalamaktadır. Bu hız; söz konusu hatlarda yakalanan maksimum hızların kayda değer bir oranda altındaki bir hızdır.

Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri sadece yüksek talepli güzergâhlarda cazip olabilmekte, bu da yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin çoğunlukla neden şehir merkezleri arasında seyredebileceğini açıklamaktadır. Dolayısıyla yoğun ve baskın merkezi karakterli şehirler (nüfus ve/veya istihdam bakımından) yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri için daha cazip olup şehir merkezi geniş bir alana yayılı, geniş yüzölçümlü şehirler için ise bu durum farklıdır. Yüksek hızlı tren (YHT) istasyonuna uzun erişimli seyahat, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin öngördüğü zaman tasarrufunu sekteye uğratacağından, bir şehre bir istasyondan fazlasının yapılması yönünde bir teşvik vardır. Yine de daha çok istasyon/daha çok dur kalk, daha düşük bir ortalama hız anlamına gelmekte ve bu nokta ticari bir fayda maliyet analizinin detaylı yapılması gerekmektedir. Doğası gereği çok merkezli bir yapı teşkil eden



metropolitan şehirler, örneğin Tokyo'nun Tokaido hattı dahilinde 3 yüksek hızlı tren (YHT) istasyonuna sahip olmasında olduğu gibi, birden fazla yüksek hızlı tren (YHT) istasyonunu gerektirebilirler. Bu bağlamda CTRL (Londra'daki St.Pancras ve Stratford istasyonlarıyla Kent'teki Ebbsfleet ve Ashford istasyonları) dahilinde planlanmış olan 4 istasyon, ortalama hızdaki düşüş ve seyahat süresindeki artış dengeleyecek yeterli talep artışını sağlayamayabilir.

Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin başlangıcını takiben seyahat sürelerindeki kısaltmalar ve hizmet parametrelerindeki (daha yüksek sefer sıklıkları ve aynı zamanda seyahat koşullarındaki iyileşmeler) artış, güzergâhtaki modal dağılımda değişimlere ve yeni talebin oluşmasına öncülük edebilir. Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin modal payı temel olarak seyahat süresinin diğer modlarla olan karşılaştırmalarına bağlı olarak gelişmekte olup fakat aynı zamanda seyahat maliyeti ve diğer seyahat koşullarıyla da ilintilidir. Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin piyasaya girişiyle birlikte diğer modlardan sağlanan talep geçişinin çoğu havayolu ulaştırma modundan elde edilmekte ve daha az bir oranı ise Paris-Lyon ve Madrid-Sevilya güzergâhlarında görüldüğü üzere karayolundan elde edilmektedir. Bununla beraber yeni yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri için oluşmakta olan talebin çoğu, konvansiyonel demiryollarından sağlanan talep geçişleri olup bu da konvansiyonel demiryolu ağı için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Örneğin Sanyo Shinkansen'de, trafiğin %55'i yeni hatta diğer demiryolu hatlarından (%23'ü ise havayollarından, %16'sı karayollarından çekilmiş olup %6'sı ise oluşan yeni taleptir) çekilmiştir. Bazı durumlarda; yeni yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin trafik üretim etkisi, Paris-Lyon ve Madrid-Sevilya hatlarında olduğu gibi önemli düzeydedir. İlgili çalışmalar dahilinde yapılan gözlemlerde nispeten daha kısa güzergâhlarda otomobillerin en yüksek modal paya sahip olduğu görülmekte olup, ortalama 300 km mesafelerde olan Madrid-Zaragoza ve Zaragoza-Barselona güzergâhlarında, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetine geçilmeden önce otomobillerin modal dağılımdaki payı %82'lerdedir. Bu durumda; havayollarından ve otomobilden yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine benzer oranlarda bir geçişin olduğu durumda bunun rakamsal düzeyde ise otomobiller kesinlikle daha fazla bir geçişin olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca bu gözlemlerde İspanya'daki deneyimde, yolcuların otomobillerden yüksek hızlı tren (YHT) hizmetine geçişlerinden elde edilen sosyal faydanın, havayollarından yüksek

hızlı tren (YHT) geçişlerinde elde edilen faydadan daha büyük olduğu not edilmektedir (Bonnafous, 1987: 127).

Özetle; bütün yüksek hızlı tren (YHT) hatları güzergâh kapasitesini artırma ve seyahat süresini azaltma amaçlarını yerine getirmektedir şeklinde tanımlanabilir. Daha yüksek kapasite ve seyahat hızları; modal dağılımda değişimlere, havayolundan ve karayolundan geçişle tren payında artışa, yolcuları konvansiyonel trenlerden yüksek hızlı trenlere (YHT) geçişe öncülük etmektedir. Ayrıca yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine geçiş aynı zamanda güzergâhta yeni talep oluşumuna neden olmaktadır. Bütün bunların toplamı yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin ulaştırma etkilerini oluşturmaktadır. Yüksek hızlı trenlerin (YHT) ulaştırma etkilerinin daha detaylı değerlendirmeleri özellikle Avrupa merkezli olarak yapılmaktadır.

### **3.2 Bölgeler Arası Çok Türüyük Taşımacılığı ve Ulaştırma Ağ Akımlarının Kombine Bir Modeli**

Ulaştırma ağ akımlarıyla ilişkili ve bölgesel girdi-çıkıtları içeren, çok türüyük, bölgeler arası yük taşımacılığı kombine modeli; seyahat üretimi, dağıtımını, tür seçimi ve atamasının geleneksel dört aşamalı hesap prosedürüne bir alternatif olarak formüle edilmiştir. Bu kapsamda yapılan araştırmalar; modelin formülasyonunu, Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) bölgelerarası ürün taşımacılığı verilerini kullanarak çözümünü, anahtar parametrelerin hesabını, gözlemlenen verilerle modelin performans değerlendirmesini tanımlamaktadır. Model, A.B.D.'deki bölgelerdeki karayolları ve demiryollarındaki (bu ağların özellikle deprem ve doğal afetlerden etkilendiği durumlarda) bölgelerarası yük taşımacılığı hesaplamaları için kullanılmaktadır.

Bir araştırma ve uygulama alt sahası olarak bölgelerarası yük taşımacılığı modellemesi; politik analiz ve planlamada, kalkınma ve verilen önem anlamında kentsel seyahat modellemesinin gerisinde kalmaktadır. Bu modellerin 1960-1970'li yıllara uzanan erken dönem ilgi ve ilerlemelerine karşın, büyük ölçekli modellerin uygulama ve hesaplamalarında küçük gelişimler kaydedilebilmiştir.

Belki de işletimsel modellerdeki eksikliğin ana nedeni, bölgelerarası ürün taşımacılığı ve ulaştırma ağı yük akışıyla ilgili veri yetersizliğidir. A.B.D.'nde

1960'lardan beri bir ürün taşımacılığı sayımı yürütülmüş olmasına karşın, ortaya çıkan veriler dağınık olduğundan model tahmininde, kentsel seyahat verilerine kıyasla, daha kullanışsız olmuştur. Ayrıca karayolu ve demiryolu ağı arzları genellikle yük taşımacılığı ağı modellemeleri için uygun formda olmamaktadır.

1980'ler boyunca model formülasyonu önerileri, bu alandaki ilgiyi arttırmaya yoğunlaşmıştı. Daha yakın dönemdeki kimi çalışmalarda politika analizleri için bu gibi modellerin uygulanmasına yönelik çabalara öncülük etti. Bu çalışmalardan bir kısmının bağlamı, uluslararası ticarete deprem etkileri üzerinedir. Aynı şekilde bir başka çalışmada ise şehirlerarası yük akımının talep ve arz dengesini sunan kapsamlı bir model önerilmektedir.

Açıkçası bu gibi modellere bir ihtiyaç söz konusudur. Bölgeler (eyaletler, metropoliten alanlar, ülkeler vb.) gelecekte aşırı yük akışına tabi olacağı gözükten uluslararası karayolu ağlarıyla birleşen altyapıların kalkınmasında gerekliliklerin hesap ve tahmini için yetersiz anapara bütçesi ayırma durumuyla yüz yüzedir. Özel nakliyatçılar (motorlu taşıtlar, demiryolları vb.) aynı zamanda daha iyi tahminlerden faydalanabilmek üzere uzun vadeli anapara kararları almakla yüz yüzedirler. Son on yılda Kaliforniya'daki sismik olaylar ve Mississippi vadisindeki seller, doğanın aynı zamanda ulaştırma ağlarının işletimi üzerindeki yıkıcı etkisini de göstermektedir. Yapısal ve diğer iyileştirmelerdeki öncelikle ilgili sorulara verilecek cevaplar, ağ fazlalıkları üzerinde daha iyi bir anlayış gerektirmektedir (Bouley, 1986: 4).

Model formülasyonu aşağıdaki senaryodan hareketle oluşturulmaktadır. Büyük bir ülke; birden fazla ekonomik bölgeye ayrılır, her birisi kırsal, zirai, ormancılık ve madencilik faaliyetlerine göre kendi içerisinde alt bölgeler barındırmaktadır. Bölgesel ekonomik modeller; sektörel bazlı bölgesel tüketim, yatırım (diğer bölgelere ihraç gibi) ve yönetim gibi başlıklarla bölgesel üretime göre ilişkileri tanımlayan her bölge için mevcut olan girdi-çıkıtı ve ekonometrik ilişkileri kapsamaktadır. Sektör ve mod ile bölgelerarası karayolu ve demiryolu ağlarındaki yük akışına bağlı olarak bölgelerarası ürün taşımacılığı hesaplamaları dahilinde bölgesel modellerle daha fazla hesaplama elde edilmesi umulmaktadır. Bu bölgelerarası ilişkilerin tanımlanması sadece ulaştırma yatırımları açısından bölgesel gelişim göstergelerini anlamayı kolaylaştırmamakta, fakat aynı zamanda bölgesel modellerin kendilerinin geçerliliğini de arttırmaktadır. Uluslararası ticari modellemeye bu katkıının iki ilkesel hedefi bulunmaktadır:

- Tanımlanabilen ağ aksaklık etkilerine ulaştırma ağ akımları ile çok modlu ve bölgeler arası entegre modelli ürün taşımacılığının formülasyonu ve çözümü
- Bu gibi ulaşılabilir, kesit verilerinden hareketle model parametrelerinin hesabı

Benzer model formülasyonlarının, kentsel seyahat modelleme literatüründe kolaylıkla bulunabiliyor olmasına karşın, bölgeler arası ticarete uygulanan örneklerin yetersizliği, bulguların raporlanmasını gerektirmektedir.

Çalışma aşağıdaki şekilde organize edilmektedir. İlk olarak, uygulama için model gereksinimleri ve veri tanımlanmaktadır. Ardından model formülasyonu sunulmakta ve özellikleri analiz edilmektedir. Sonrasında, parametre tahmin prosedürü ve sonuçları tanımlanmakta olup model sonuçları kısa bir şekilde sunulmaktadır. Son olarak modelden kümeli tahminler, modelin uyum düzeyinin bir göstergesi olarak hesap prosesinde kullanılan veri ile karşılaştırılmaktadır. Son olarak da gelecek gelecek araştırma gereklilikleri ele alınmaktadır.

### **3.3 Model Gereksinimleri ve Veri Uygunluğu**

Ürün taşımacılığı modeli, R sayıda bölgeye yayılmış çok sayıda ürün üreten M sayıda endüstriyel sektöre ilişkin çok sayıda ekonomik girdi-çıktı içermektedir. Bu, girdi-çıktı bazlı ürün taşımacılığı modeli, sektör ve moda göre ulaştırma ağ akımının bölgeler arası ürün taşımacılığı ve ağırlığının (ton) parasal değerini tahmin etmek için ulaştırma ağ akımının çok modlu modeliyle entegre çalışmaktadır. Bölgeler arasında hesaplanan ürün taşımacılığı, basit bir minimum mesafe kriterine göre modlara, güzergâhlara ve bağlantılara tahsis edilmiştir. Model, sınırlandırılmış bir optimizasyon problemi olarak formüle edilmiş olup Evans'ın (1976) kısmi lineer algoritmasıyla ve 1993 yılı ürün akımı verilerine göre hesaplanmıştır.

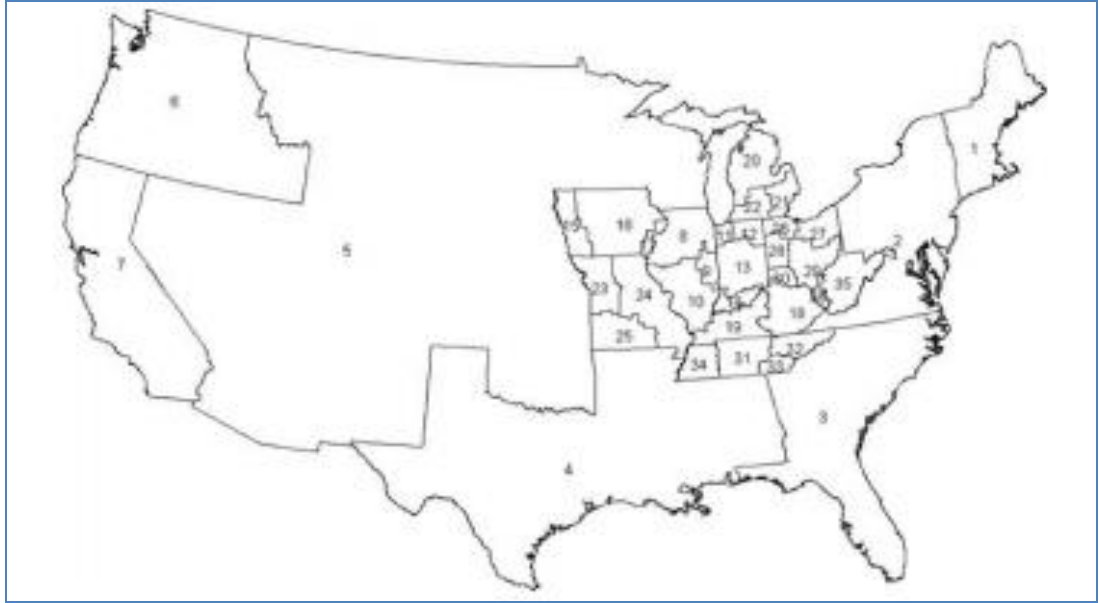
Her bir sektör bir ürün kümesi meydana getirmektedir. Ayrıca sektör ve ürün terimleri, birbirinin yerine ikame olarak ta kullanılabilir. Kümelenme düzeyi, 11 sektöre/ürüne ilaveten sadece bölge içi tüketim ve yatırımı üreten inşaat ve hizmet sektörlerini içermektedir. Sektörlerin sınıflandırması Tablo 1' de verilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) için ürün taşımacılığı verileri periyodik olarak A.B.D. Ulaştırma Departmanı'na bağlı Ulaştırma İstatistik Bürosu işbirliğinde A.B.D. Nüfus Bürosu tarafından toplanmaktadır. Ürün taşımacılıkları 50 eyalette ve

ulusal ulaştırma analiz bölgeleri (NTAR) olarak adlandırılan daha küçük bölgesel ekonomik birimlerce rapor edilmektedir (Boyce vd. 2003: 517).

**Çizelge 3. 1 : Sektör Tanımları**

Sektör	Tanımlı
1	Ziraat, Orman ve Su Ürünleri
2	Madencilik
3	İnşaat
4	Gıda ve Benzeri Ürünler
5	Kimyasallar ve Benzeri Ürünler
6	İlkelden Metal Endüstrisi
7	Fabrikasyon Metal Ürünleri
8	Endüstriyel Makine ve Ekipmanı
9	Elektronik ve Elektrik Ekipmanı
10	Ulaştırma Ekipmanı
11	Diğer Geçici Üretimler
12	Diğer Kalıcı Üretimler
13	Hizmetler ve Hükümet Teşebbüsleri



**Şekil 3. 1 : Belirlenen Bölgeler**

Aynı zamanda moda göre bölgeler arası taşımacılık da uygundur, fakat ürüne göre ise uygun değildir. Bu model için; bir bölgeler sistemi NTAR'a göre planlanmış olup Şekil 1'de verilmiştir.

Ulaştırma ağları; Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) Eyaletler arası Otoyol Sistemi ve Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) Demiryollarından oluşmaktadır. Karayolları ve demiryolları dahil, ulaştırma ağı verileri Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) Ulaştırma Departmanı'na bağlı Ulusal Ulaştırma Atlas Veri tabanı (NTAD) bazlıdır. Tır ürün akışının analizi için, 167 bağlantı noktası ve 532 hattan oluşan bir karayolu ağı inşa edilmiş olup temellendiği sistem Şekil 2'de gösterilmiştir. Bağlantı noktaları ve hatlar; kavşaklar arasında sırasıyla karayolu kavşakları ve mesafelerine göre tanımlanmıştır.

Karayolu hatlarının kapasiteleri, Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) Demiryolu hatlarında sınırlandırılmamış kapasiteli olarak kabul edilen ve belirtildiğine göre en ağır yüklü tırların kullandığı kuzey Indiana I-94'te gözlemlenen akıma dayalı olarak 11.000 tır/şerit/gün olarak kabul edilmektedir. Demiryolu ağı, bölgesel merkezleri doğrusal çizgi kesimleriyle birbirine bağlayan birer örümcek ağı olarak tabir edilmektedir.



**Şekil 3. 2 : Karayolu Ağı**

### 3.4 Model Formülasyonu, Optimallik Koşulları ve Çözüm Algoritması

Bu model, bir ulaştırma ağ modeliyle Leontief-Strout-Wilson Bölgelerarası Ürün Taşımacılığı Modeli'nin entegrasyonu olarak addedilebilir. Her bir bölge için ürünlerin ithalat ve ihracatı, bir yıl olarak alınan analiz periyotları için bölgesel girdi-çıkış modellerinden alınmaktadır. Problem; her bir bölge ikilisi arasındaki sektör/ürün taşımacılığının ve bu ürünlerle tamamlanan ulaştırma ağ akımlarının hesaplanmasıdır.

Kamusal Yollar Bürosu (BPR) geleneksel hat performans fonksiyonu, akımın kapasiteye oranını bir fonksiyon olarak arttıran etkin mesafeyi açıklamak için karayollarında kullanılmaktadır. Hassasiyet analizi sonuçları 0 (trafik tıkanıklığı yok), 4 ve 8 kuvvetleriyle raporlanmaktadır. Demiryolları için hat mesafeleri, kısıtsız kapasite kabulüne bağlı olarak, sabittir. Verili bölgedeki seçili mod için taşıma mesafesi de sabittir. Modelin uygulamalarında, hatlar doğal afetlerin etkilerini ifade etmek için ağ üzerinden bütünüyle kaldırılabilir ya da karayollarında şerit sayısı azaltılabilir.

Bölgeler arasında ve güzergâh akımlarında ilgili kısıtlar tanımlandıktan sonra, amaç fonksiyonuna geçilir. Taşımacıların genel olarak toplam taşıma mesafelerini minimize etmek isteği kabulüyle, taşımacılık maliyetiyle ilgili bilgi olmadığı durumlarda kalkış-varış noktaları ve modlara göre ürünlerin dağılımına neden olan diğer faktörler, bölgelerarası ve modal dağılım fonksiyonlarıyla ortaya konulurlar.

Minimize edilmek istenen toplam mesafe; modlara göre hat akımlarıyla hat mesafelerinin çarpımının, bölge içi taşımacılıkla bölge içi modal taşımacılık mesafeleriyle çarpımıyla toplanarak elde edilmektedir. Model çözümü; moda göre bölgelerarası ve bölge içi ürün taşımacılığını ve modların güzergâh ve hatlara göre yük akımları hesaplamaktadır (Boyce vd, 1997: 277).

Evans (1976) tarafından, optimizasyon probleminin çözümünde kullanılmak üzere bir algoritma üretimi amaçlanmıştır. Bu durumda algoritmanın her bir iterasyonu, alt problem olan bölgeler arası ürün taşımacılığı üretimi için Wilson'ın (1970) iteratif denge yöntemini ve alt problemde ağ hat akımını bulmak için de ya hep ya hiç atama yöntemini kullanmaktadır.

Wilson'ın iteratif denge yönteminin yakınsaklığı, denge faktörlerinin nispi değişimleri ya da her bir sektör ya da her bir bölgenin hesaplanan ve gözlemlenen

nihai talep miktarları arasındaki nispi hataya göre ölçülebilir. İlk hassasiyet kriterlendirmesinde nihai değer olarak 0.001 hassasiyet ölçeğinde iterasyon durdurulmuş ve doğru sonuçlar elde edilmiştir. 1989 yılında yapılan çalışmalardan farklı olarak yaklaşıklık yeterlidir. Model, bölgedeki üretilen ve çekilen taşımacılıklar için sektöre göre ürün taşımacılığı değerlerini, sektöre göre bölge içi ve bölgeler arası taşımacılıkları ve modal payları hesaplamakta olup fiziksel akımlar (ton) bölgeler arası taşımacılık mesafelerine göre karayolu ve demiryolu hatları için hesaplanmaktadır. İnşaat sektörü ve hizmet sektörü için ürün taşımacılıkları diğerlerinden farklı olarak değerlendirilmiştir çünkü bu sektörler her bir bölgede sadece yerel nihai taleplere göre üretim yapmaktadır.

Çizelge 3. 2'de Amerika Birleşik Devletleri'nde (A.B.D.) sektörler için gözlemlenen ve hesaplanan toplam ürün taşımacılıkları verilmiştir. 5, 6, 7, 9 ve 12 numaralı sektörlerde gözlemlenen ve hesaplanan ürün taşımacılığı değerleri birbirine oldukça yakın olmasına karşın, 1, 2, 4, 10 ve 11 numaralı sektörlerde önemli farklılıklar bulunmakta olup toplamda hesaplanan ürün taşımacılığı değerleri gözlemlenenlerden %8 kadar daha düşük çıkmaktadır. Model aynı zamanda ürün taşımacılığı değerlerini demiryolu ve karayolu gibi, ulaştırma türlerine göre de ortaya koymaktadır. Çizelge 3. 3'te görüldüğü üzere hesaplanan ve gözlemlenen modal payları arasındaki yakınlık miktarı sektörler için ciddi değişimler göstermektedir. Demiryolunun ürün taşımacılığı toplam payı, gözlemlenenin neredeyse iki katıdır. Verilerin yetersizliğine karşın, modelin basit ve güvenilir oluşu göz önüne alındığında, sonuç olarak başarılı bir modelden söz edilebilir.



**Çizelge 3. 2 :** Sektöre Göre Toplam Gözlemlenen ve Hesaplanan Ürün Akışı (Boyce vd. 1997: 277)

Sektör	Gözlemlenen		Hesaplanan		Paylardaki Fark
	Taşımacılık (Milyar Dolar)	Sektör Payı(%)	Taşımacılık (Milyar Dolar)	Sektör Payı(%)	
1	121.6	2.9	264.1	6.7	-3.8
2	39.6	0.9	206.6	5.3	-4.4
3	814.7	19.1	521.1	13.3	5.8
4	460.7	10.8	398.6	10.1	0.7
5	185.2	4.4	153.5	3.9	0.5
6	211.0	5.0	149.1	3.8	1.2
7	338.9	8.0	200.0	5.1	2.9
8	323.4	7.6	340.3	8.7	-1.1
9	460.6	10.8	303.0	7.7	3.1
10	801.9	18.8	992.0	25.3	-6.5
11	496.7	11.7	396.8	10.1	1.6
<b>Toplam</b>	4254.1	100.0	3925.0	100.0	0.0

**Çizelge 3. 3 : Sektör ve Moda Göre Toplam Ürün Taşımacılığı (Boyce vd. 1997: 277)**

Sektör	Karayolu				Demiryolu			
	Taşımacılık (Milyar Dolar)	Sektör Payı(%)	Modal Pay(%)		Taşımacılık (Milyar Dolar)	Sektör Payı(%)	Modal Pay(%)	
			Hesaplanan	Gözlemlenen			Hesaplanan	Hesaplanan
1	166.7	5.4	63.1	72.2	97.3	11.3	36.9	27.8
2	144.2	4.7	69.8	49.0	62.4	7.3	30.2	51.0
3	455.7	14.8	87.5	96.0	65.4	7.7	12.5	4.0
4	307.1	10.0	77.0	87.4	91.5	10.7	23.0	12.6
5	131.1	4.3	85.4	89.6	22.4	2.6	14.6	10.4
6	132.0	4.3	88.5	96.9	17.1	2.0	11.5	30.1
7	142.8	4.6	71.4	90.0	57.3	6.7	28.6	10.0
8	278.3	9.1	81.8	97.8	62.1	7.3	18.2	2.2
9	207.7	6.8	68.6	81.7	95.2	11.2	31.4	18.3
10	844.0	27.5	85.1	90.1	148.0	17.4	14.9	9.9
11	262.5	8.5	66.2	94.0	134.3	15.7	33.8	6.0
<b>Toplam</b>	3072.0	100.0	78.3	90.3	853.0	100.0	21.7	9.7

### 3.5 Sonuç ve Değerlendirmeler

Kombine bir girdi-çıkıtı ve ulaştırma ağ modeli, sektör ve moda göre bölgeler arası ürün taşımacılığı ve ulaştırma ağ akımını hesaplamak için uygulanmış ve tahminde kullanılmıştır. Model tek bir prosedür içerisinde, üretim, dağıtım, mod seçimi ve atama gibi geleneksel adımları entegre etmektedir. Model Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) karayolu ve demiryolu ağında 13 sektör ve 36 bölge için girdi-çıkıtı katsayıları, nihai talep miktarları ve toplam ürün taşımacılığı kullanılarak uygulanmıştır.

Model parametrelerinin hesabıyla ilgili olarak, gözlemlenen bölgeler arası ürün taşımacılığı kullanılarak topla mesafe hassasiyet değeri hesaplanmıştır. Söz konusu

hesaplanan değer, verili Őartlar altında, bölgeler arası taŐımacılıkta hesaplanan ve gözlemlenen arası uyumluluk derecesini de göstermektedir. Model; taşımacılık değeri ve mesafesi bazlı olarak bir logit mod seğim fonksiyonunu da içermektedir. Bu fonksiyona bağlı olarak regresyon modelinin de türevi alınmaktadır.

Model; Wilson'un iteratif denge yöntemi ve Evans'ın kısmi lineer algoritması ile baŐarıyla czlmŐtr. Model; bölge içi ve bölgeler arası taşımacılık, hat akımları, her bir sektör ve mod için taşımacılık mesafelerinin tahmininde basitleŐtirilmiŐ ulaştırma ağlılarıyla uygulanmaktadır. Hesaplanan rn taşımacılıkları, gözlemlenen ürün taŐımacılıklarıyla, bölgelerin ve sektörlerin kümeli yapısı dikkate alınarak karşılaştırılmaktadır.

neriler aşağıdaki gibidir:

- DeęiŐen bölgesel sistemlerden edinilen deneyimler; coğrafi büyüklük olarak bölgelerin benzer olması gerekliliğini sıkı bir Şekilde vurgulamaktadır. Ck kck ve ck büyük bölgeler aynı model içerisinde değerlendirilemezler. Eğer hesaplamaların kck bölgeler için yapılması istenense, mevcut büyük bölgeler daha kck alt bölgelere bölünerek planlanır ve model hassasiyeti hem bölgesel ve hem de alt bölgesel taŐımacılıęa göre ayarlanır. İlk elden toplam taŐımacılıkların kullanımı, problemin azaltılmasına yardımcı olarak ancak tamamen czmek için yeterli değildir.
- UlaŐtırmanın genelleŐtirilmiŐ maliyetlerinin daha iyi ifadesi için, taşımacılık mesafesinin yanı sıra geęiŐ süresi ulaştırma ağı temsiline dahil edilmelidir. Bu yolla; akımla artan etkin taşımacılık mesafesi bir parametre olarak devre dışı bırakılabilir. Entropi fonksiyonunun temsil ettiği mesafe (ya da maliyet) hassasiyet değeri, her bir sektör için hesaplanmalıdır. Mevcut yaklaŐım, ilk edinilen sonuçlar nedeniyle üretilmiŐ olup, genel anlamda yeterli bir prosedür olarak addedilmemelidir.



#### **4. YÜKSEK HIZLI TREN (YHT) HİZMETLERİ HAVAYOLLARININ YERİNİ ALABİLİRMI?**

Havayolu ulaştırma modunun yerine ikame, bir ulaştırma ağında yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine geçişin ana nedenini oluşturmamasına karşın, havayolu ulaştırma endüstrisi kaynaklı tıkanıklık ve çevresel problemlere bir çözüml olarak havayolları yerine yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri konusuna daha fazla dikkat vermeye başlanmıştır.

Yüksek hızlı tren (YHT) istasyonlarının çoğunun şehir merkezinde yer alıyol olmasına ve yüksek hızlarına bağlı olarak, bir yüksek hızlı tren (YHT) çeşitli güzergâhlarda, karşılaştırılabilir ya da daha düşük seyahat süreleriyle havayolu yerine ikame olunabilmektedir. Trenlerin direk bir güzergâhı takip etme gerekliliği olmadığından yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin ortalama seyahat hızları ve her ulaştırma modunun kat etmesi gereken seyahat mesafelerine bağlı olarak yüksek hızlı trenlerin (YHT) bir seyahat süresi avantajı oluşabilmektedir. Örneğin; Londra ve Paris arasındaki bir seyahatte, havayolu 380 km mesafe kat ederken yüksek hızlı tren (YHT) hemen hemen 500 km'lik bir mesafe kat etmektedir. Genelde; 300 km mesafe dolaylarındaki güzergâhlarda, göstergeler yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine geçişle havayolu hizmetlerinin devre dışı kaldığını ortaya koymaktadır (örneğin Tokyo-Nagoya ve Brüksel-Paris hatlarında olduğu gibi). 1000 km ve üzerindeki seyahat mesafelerindeyse, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri havayollarının yerine ikame olma özelliğini terk etmeye başlamaktadır (örneğin Tokyo ve Fukuoka arasındaki mesafe 1070 km olup bu güzergâhta yüksek hızlı tren (YHT) payı sadece %10 dolaylarındadır). Bu mesafeler arasında, modlar arasında sadece doğrudan rekabet bulunmaktadır. Yani; bu mesafeler her iki modun rekabetçiliğini gösterdiği km aralıkları özelliğindedir (Boyce vd. 1997: 277).

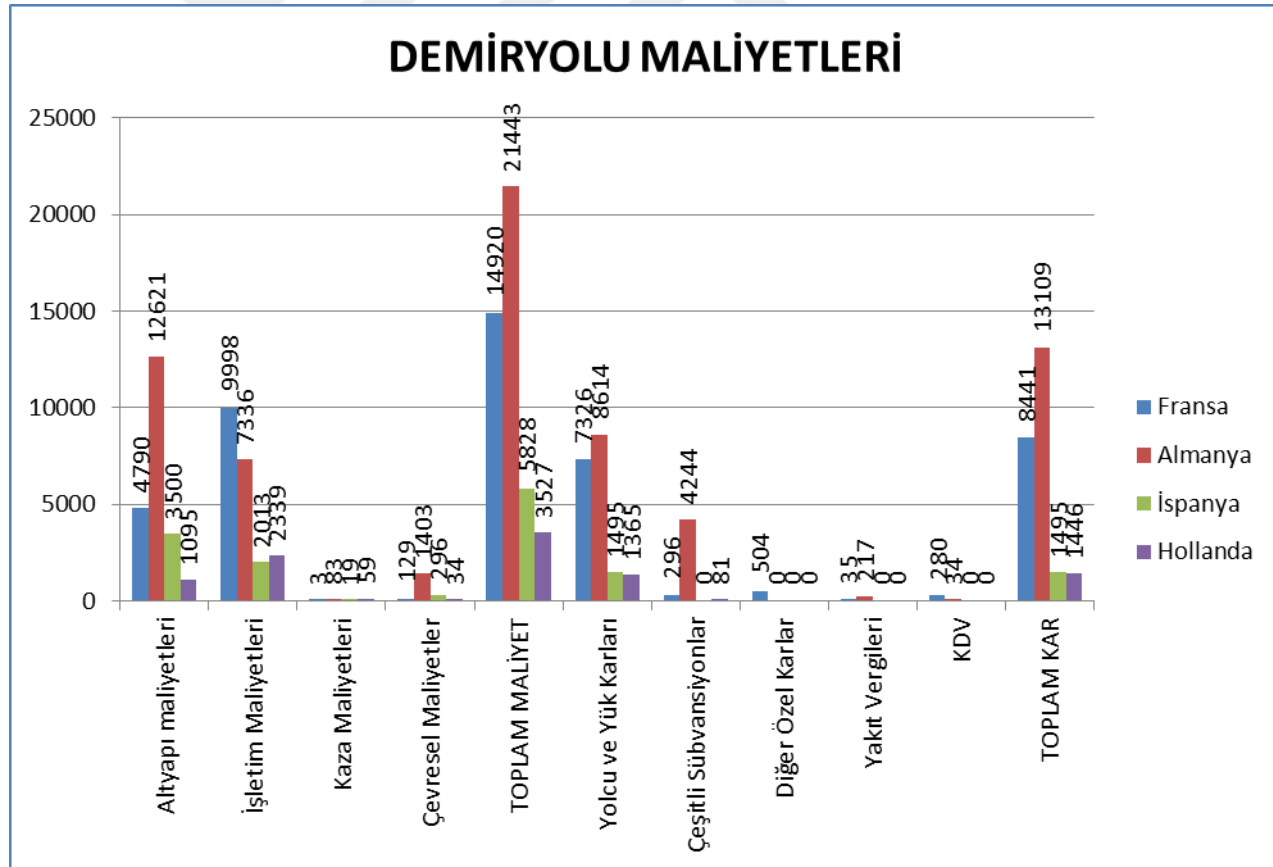
Birçok durumda aynı zamanda işletmeciler arasında da demiryolu ve havayolu modları arası bir rekabet söz konusudur. Rekabet; yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin havayolu hizmetlerine ilave olarak geldiği ancak yerine ikame

olmadığı durumları ifade etmektedir. Londra-Paris güzergâhında yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri sektörün yaklaşık %70'lik bir payını almaktadır fakat havayolları halen Londra Heathrow Havaalanı ve Paris Charles de Gaulle (CDG) Havaalanı arasında 60 uçuş/gün gerçekleştirmekte olup bu havaalanları Avrupa'nın en yoğun iki alanını teşkil ederken söz konusu güzergâh da Avrupa'nın en yoğun havayolu güzergâhını oluşturmaktadır. Bununla beraber yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri devreye girdiğinde, büyük aktarma merkezi vasfındaki havaalanlarında durum değişmektedir (havayollarından yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine hızlı ve ölçüsüz bir talep kayışı anlamında). Bu durumda birçok havaalanı söz konusu güzergâhlardan uçağını çekerek o hatları bütünüyle yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine terk etmekte olup bu da tamı tamına yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin havayolu ulaştırma modu yerine ikamesi anlamına gelmektedir. Lufthansa Havayolları bu ikameyi Frankfurt havaalanından Stuttgart ve Köln'e olan güzergâhı tamamen, Deutsche Bahn tarafından işletilen Alman ICE yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine terk ederek gerçekleştirmiştir. Air France (Fransa Havayolları) ise Charles de Gaulle havaalanı (CDG) ile Brüksel arasındaki güzergâhı bütünüyle yüksek hızlı tren (YHT) hizmetine terk ederken diğer güzergâhlarda ise yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerini havayolu ulaştırma modunu tamamlayıcı hüviyette kullanmaktadır. Dahası Birleşik Arap Emirlikleri havayolları ile Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) American Airlines (Amerikan Havayolları) ve United Airlines (Birleşmiş Havayolları) gibi havayolları da Paris'e olan uçuşlarında Charles de Gaulle havaalanından itibaren tamamlayıcı unsur olarak yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerini kullanmaktadır.

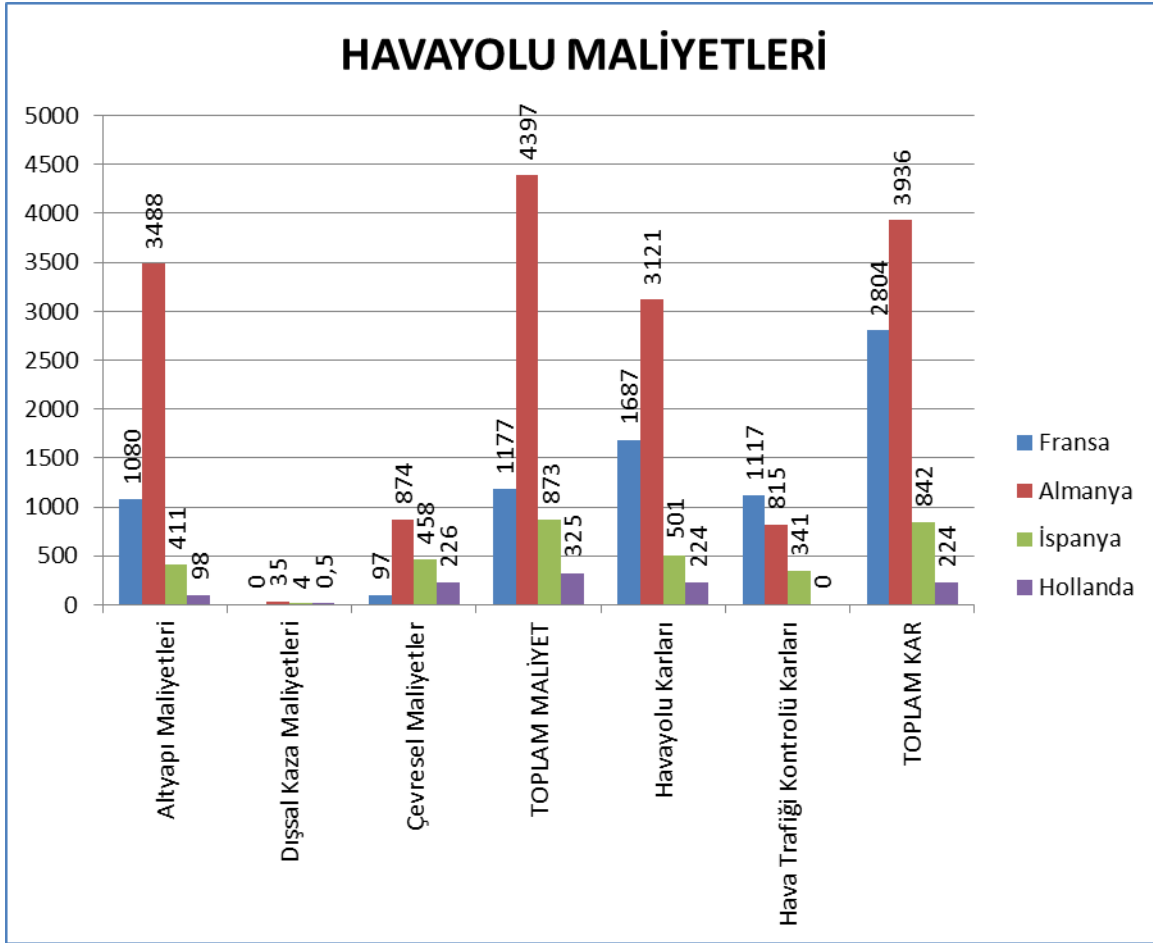
Londra Heathrow havaalanında serbest seyir kapasitesi açısından bir yüksek hızlı tren (YHT) hizmeti potansiyel analizi, bir yüksek hızlı tren (YHT) hizmetinin seyir kapasitesinin %20'lerine karşılık gelen mevcut on havayolu güzergâhı hizmetinde seyahat süresi tasarrufu sağlandığını göstermektedir. Bu durum da yüksek hızlı tren (YHT) ağı üzerinde bir havayolu istasyonu olmasını ve bu yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin 250 km/saat'lik ortalama işletim hızlarını yakalamasını gerekli kılmaktadır. Londra Heathrow havaalanındaki yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri yurtiçi güzergâhlarda (mevcut durumda söz konusu hizmetler uluslararası hizmetlere devredilmiştir) hizmet parametrelerini yükseltebilir ve Birmingham ile Bristol gibi, mevcut durumda Londra Heathrow havaalanına herhangi bir erişimi bulunmayan

şehirlere hizmet imkânı doğabilir. Ayrıca gerçek modal ikameye imkân veren demiryolu ve havayolu hizmet entegrasyonu Avrupa Birliği (AB) ulaştırma politikasının önemli bir unsurunu da teşkil etmektedir. Örneğin havayolları ve yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin birbirini ikamesinin teşviki, ulaştırma modları arası entegrasyon ve ulaştırma işletimlerinin çevresel etkilerinin azaltılması gibi (özellikle havayolu ulaştırma modu işletimi kaynaklı çevresel etkiler). Bu; yüksek hızlı tren (YHT) işletimlerine Avrupa'nın önemli havaalanlarında birer istasyon teşekkülü için acil çağrı anlamına gelmektedir. Japonya'nın bu noktadaki potansiyelini gerçeğe dökmesi; bu gibi bir entegrasyon ve planlanan Chuo Shinkansen Maglev hattını içermekte olup bu da planlara, Tokyo'daki Narita ve Haneda havaalanlarına, Osaka'daki Kansai havaalanlarına ve ülkenin bu üç büyük havaalanının birbirine bağlanmasıyla ilgilidir (Boyce vd. 1980: 4).

**Çizelge 4. 1:** Avrupa'da Karşılaştırmalı Demiryolu Maliyetleri (milyon Euro) (Boyce vd. 1980: 4)



**Çizelge 4. 2 :** Avrupa’da Karşılaştırmalı Havayolu Maliyetleri (milyon Euro) (Boyce vd, 1980: 4)

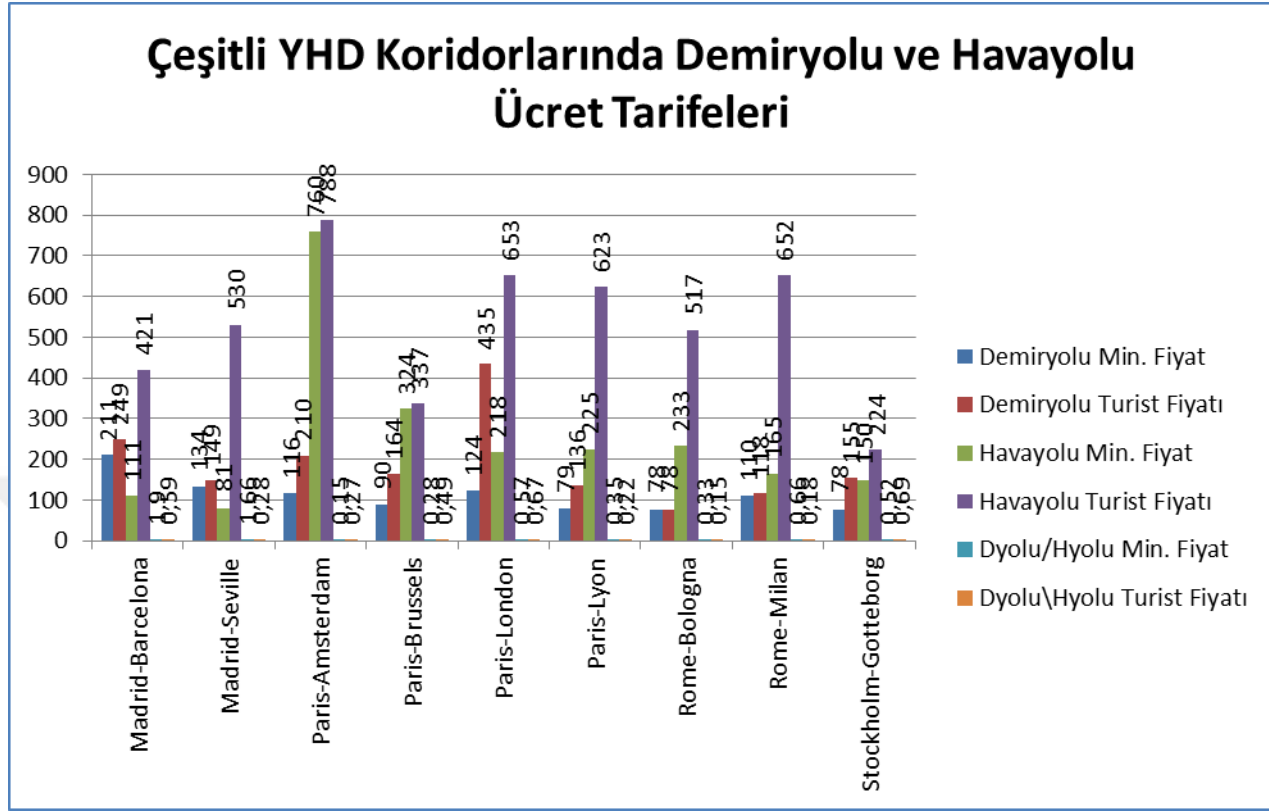


Bununla beraber havayolu hizmetleri talebindeki artış hesabı göz önüne alındığında, havayolu ulaştırma endüstrisi mevcut taşıma kapasiteleriyle gelecekteki talebi karşılayamayacak olsa bile yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri seyahat süresinden tasarruf sağladığı bütün hatlarda havayollarının yerine ikame olabilecek durumda gözükmektedir. Bununla beraber yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri havayolu ulaştırma endüstrisinin geleceğinde önemli bir rol oynayacak olup bu endüstrinin karşı karşıya olduğu tıkanıklık ve çevre kaynaklı problemlerin hafifletilmesini sağlayabilecektir.

Özetle bu iki mod arasında gelecek eğilimleri rekabetten çok entegrasyon yönünde olmakta olup havayolu ulaştırma endüstrisi yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri için fırsatlar barındırmakta ve gelecek yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin havayollarının yerine ikame için mücadelesine sahne olmaktadır (seyahat süresinde tasarruf öneren ikincil güzergâhlarda).



**Çizelge 4. 3 :** Avrupa Ulaştırma Koridorlarında Demiryolu-Havayolu Karşılaştırması  
(Boyce vd, 1980: 4)



#### 4.1 Yüksek Hızlı Trenlerin (YHT) Yersel ve Sosyo-Ekonomik Etkileri

Yüksek hızlı tren (YHT) işletimine geçiş; yukarıda tanımlanan ulaştırma etkilerine ilave olarak çeşitli etki sonuçları doğurmuştur. Bu etkiler; yersel etkiler ile muhtemel sosyal ve ekonomik etkilerdir. Bu gibi etkiler; özellikle de ekonomik kalkınma etkisi, daha muğlak olup gözlemlenmesi ve sayısallaştırılması daha zordur, ayrıca daha tartışmalıdır.

Demiryollarının yersel ve sosyal etkileri hem kent içi ve hem de kentler arası yolcuları için hem yolcu ve hem yük taşımacılığında söz konusu olmaktadır. Dolayısıyla bu konu hem konvansiyonel demiryolları ile yüksek hızlı demiryolları ve hem de metro, hafif raylı sistem, ağır raylı sistem, tramvay gibi hatlarda da gözlemlenebilmektedir.

Yüksek hızlı demiryolu hatları kent içinde az sayıda istasyona sahip olmaktadır ancak özellikle kent içi raylı sistem hatları istasyonlarının lokasyonları itibariyle önemli etkilere neden olabilmektedir. Almanya ve Japonya başta olmak üzere birçok

Ülkede birbiriyle entegre çalışan kent içi ve kentler arası hatlar söz konusudur. Ülkemizde de tamamlandığında Marmaray hattı, Gebze-Halkalı rehabilite hattı üzerinden, Gebze'den Ankara-Eskişehir-İstanbul yüksek hızlı tren (YHT) hattına, Halkalı'dan ise Halkalı-Edirne yüksek hızlı tren (YHT) hattına bağlanacaktır. Böylelikle geniş bir alanda kent içi ve kentler arası raylı sistemlerin kombine bir yersel ve sosyal etkisi söz konusu olacaktır.



**şekil 4. 1 : Sirkeci- Halkalı Banliyö Hattı**



**Şekil 4. 2 : Gebze-Halkalı Raylı Sistem Hat Rehabilitasyon Çalışmaları**



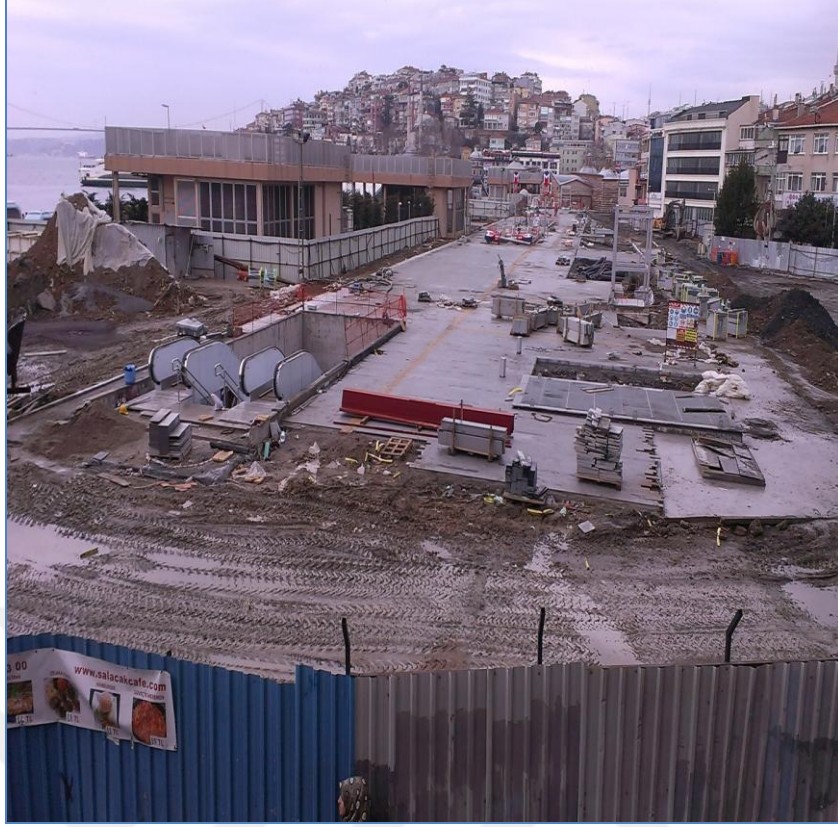
**Şekil 4. 3 : Gebze-Halkalı Raylı Sistem Hattı Tamamlanmış Kesimi**



**Şekil 4. 4 : Sirkeci-Halkalı Rehabilitasyon Çalışmaları**



**Şekil 4. 5 : Gebze-Halkalı Rehabilitasyon Çalışmaları Güzergâhı**



Şekil 4. 6 : Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı İnşa Çalışmaları



Şekil 4. 7 : Üsküdar-Ümraniye Metrosu İstasyon Çalışmaları



**Şekil 4. 8 :** Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metrosu Marmaray Entegrasyonu

Yerlerin birbirine nispetle erişilebilirliğinin değişmesiyle, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri farklı birer sosyal ve ekonomik etki alanları oluşturmuştur. İlgili araştırmalar Avrupa'nın zaman bazlı yerleşim haritalarını kullanarak bu etkileri göstermekte olup bunlarda 1993 yılı bazlı Avrupa demiryolu ağı ve tren seyahat süreleriyle belirtilmiş olup Uluslararası Demiryolları Birliği (UIC) tarafından planlanmış olan 2010 sonrası yüksek hızlı tren (YHT) hizmet ağı haritalarıyla desteklenmiştir. Söz konusu etkiyi en iyi açıklayan ise bu çalışmanın başlığı olmuştur: 'Daralan Kıta' (Boyce vd., 1980: 4).

Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri tarafından önerilen daha kısa seyahat süreleri, şehirleri yüksek hızlı tren (YHT) ağı ile bağlayarak birbirine daha yakın hale getirmekte, birbirleriyle bağlayıcılıklarını arttırmakta olup yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin dönüşmekte olan etkisi ise sosyo-ekonomik etkiler için itici güç durumunda olmaktadır. Shinkansen, Japonya'nın kalkınmasında, bölgesel, kentsel ve istasyon düzeyinde oldukça güçlü bir etkiye sahiptir. Örneğin Shinkansen hizmetinin

ulaştığı bölgeler, Shinkansen hizmetinin doğrudan ulaşmadığı bölgelere nazaran daha yüksek nüfuslara ulaşmış olup daha yüksek istihdam oranlarını kaydetmişlerdir. Bununla beraber; bu bölgelerde bu gibi etkileri destekleyen ya da zayıflatan daha baskın etkiler söz konusu olabilmekte, dahası daha yüksek gelişim oranlarının çoktan kaydedildiği bölgelerde, Shinkansen inşa edilmesi gerekliliği ve buralardaki gelişimi daha da arttıracığı noktasında bir muğlaklık söz konusudur.

Kentsel düzeyde Shinkansen'in nüfus ve istihdam büyüme oranlarıyla ilişkisi açıktır. Fakat Shinkansen aynı zamanda gelişimin sonucudur, sadece sebebi değil. Ve istasyon düzeyindeyse söz konusu gelişim çeşitlenmektedir. Mevcut istasyonlardaki durumlar, Shinkansen hizmetleriyle genişletilmeye çalışılmakta, istasyon çevresinde sınırlı gelişim ortaya çıkmaktayken yeni istasyonlardaki gelişim diğer faktörlerle ve genellikle de ulaştırma ağlarının yeni istasyona iyi bağlanmış olmasıyla ilgilidir.

Etki aynı zamanda Fransa'da da değişmektedir. İşyerleri için yüksek talebe ve istasyona yerel erişilebilirliğe bağlı olarak Lyon'da önemli bir gelişim söz konusuyken, Paris-Lyon yüksek hızlı tren (YHT) hattının bir diğer yeni istasyonu Le Creusot ve Macon'da ise TGV bazlı etkinlikler oldukça sınırlı seviyede gerçekleşmektedir. TGV'nin geçtiği kasabalar, TGV istasyonuna sahip olmaktan kaynaklı olarak otomatik bir avantaja sahip değildirler fakat bu durum, gelişmiş ulaştırma ağlarının önerdiği fırsatları avantaja çevirmeye yönelik geliştirilmesi gereken bir stratejidir.

Elverişsiz ekonomik koşullara sahip bölgeler ve şehirler için, özellikle mücavir bölge ve şehirlerle ilgili olarak, yüksek hızlı tren (YHT) ağına bir bağlantı, ekonomik etkinlik sonucunu doğurabilse dahi, bu etkinlik devre dışı kalacak ve etraflı olumsuz etkiler söz konusu olacaktır. Paris ve Lyon arasında yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine geçiş, modal pay, trafik hacmi ve seyahat davranışları dahil önemli ulaştırma etkilerine yol açmış olmasına karşın, her zaman olumlu ekonomik etkilere yol açacağı söylenemez.

Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleriyle ilgili farklı çalışmalardan elde edilen deliller harmanlanmış olup, sosyal ve ekonomik etkileri yönlendirebilmek için sadece yüksek hızlı tren (YHT) hizmetine geçmiş olmanın yeterli olmayacağı sonucuna varılmıştır. Bu gibi etkiler diğer baskın koşullara ve özellikle de 'yüksek hızlı tren (YHT) erişilebilirliği tarafından önerilen yeni fırsatları avantaja dönüştüren güçlü

yerel ekonominin varlığı' şartına bağlıdır. Bu durum 'aynı zamanda gelecek ekonomi gelişimini de karşılaması gerekli olup diğer altı çizili etkilerin de tamamlayıcısı olarak ulaştırma yatırımı etkinlikleri' ile aynı paralelde bir sonuca varmaktadır. Ayrıca diğer geniş sosyo-ekonomik faydalar karşılamak için tamamlayıcı politikalara ihtiyaç duyulmakta olup yüksek hızlı tren (YHT) işletimine giriş amacıyla Avustralya'da yapılmış olan çalışmada belirtildiği üzere, politik bir vizyon, liderlik ve uzun vadeli tarafsız politik bir sözleşme gerekmektedir.

Olumlu yerel ve sosyo-ekonomik etkiler yüksek hızlı tren (YHT) hizmetinin bağladığı yerlerde ortaya çıkabilmekte olup yüksek hızlı tren (YHT) hizmetinin transit geçtiği yerlerde (yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin durma yapmadan geçtiği bölgeler) ise olumsuz etkiler oluşturabilmektedir çünkü yüksek hızlı tren (YHT) altyapısı sadece önemli şehirleri birbirine bağlamakta fakat onların arasındaki yerleri birbirine tam olarak bağlamış olmamaktadır (Evans, 1976: 37).

Avrupa yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri bütünüyle birbirine bağlanmaksızın, Avrupa'daki herhangi bir şehrin erişilebilirliği, bundan ciddi anlamda etkilenecektir. Hem Shinkansen ve hem de TGV, hatların sonunda büyük şehirlere bağlandığından, orta ve küçük-orta ölçekli şehirler birçok zaman istasyonların arasında kalabilmektedir. Bütün bu etraflı etkiler yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin olumsuz etkilerini teşkil etmektedir.

Özetle, yüksek hızlı tren (YHT) altyapısının bir ulaştırma modu olarak doğrudan etkilerinin yanı sıra geniş sosyo-ekonomik etkilerinin boyut noktasında kesin bir uzlaşma söz konusu değildir. Sonuçlar karmaşıktır ve etraflı etkilerin varlığı ve olumlu ya da olumsuz olduğu noktasında bir uzlaşma görünmemektedir. Halen, olumlu ekonomik etkilerin potansiyeli, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin planlama ve tasarımında önemli bir faktördür. Bu durum, bu konuyu dikkate almaksızın geçmek yerine yüksek hızlı tren (YHT) ağında önemli bir nokta olarak kayda alınmanın doğruluğu şeklinde gerekçelendirilmiştir.



## 4.2 Yüksek Hızlı Trenin (YHT) Çevresel Etkileri

Yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin çevre üzerindeki etkisi, özellikle havayolu ulaştırma modu başta olmak üzere, diğer ulaştırma modlarına nazaran çevreye etkisinin olumlu olduğu kabulünden hareketle genellikle olumlu bir açıdan resmedilmektedir. Bununla beraber, yüksek hızlı tren (YHT) işletimi, yerel hava kirliliği (LAP), iklim değişikliği, gürültü ve arazi işgali gibi etkiler dahil kimi olumsuz çevresel etkilere sahiptir.

Yüksek hızlı trenler (YHT) ağırlıklı olarak elektrik enerjili olup ayrıca yüksek hızlı tren (YHT) işletimi kaynaklı emisyonlar, doğrudan enerji tüketimi ve elektrik üretmek için kullanılan kaynaklarla ilgili olarak değerlendirilmektedir. Elektrik üretmek için yüksek miktarda yenilenebilir kaynaklar ve nükleer enerji kullanılırken, yüksek hızlı tren (YHT) işletimiyle bağlantılı emisyon ise nispeten düşük düzeylerde. Genellikle elektriğin ulusal şebekeden sağlandığı kabulüyle emisyon ortalama elektrik üretim karışımına göre hesaplanmaktadır. Elektrik kaynağının kullanımı aynı zamanda hat ve istasyon boyunca yüksek hızlı tren (YHT) işletiminden kaynaklı adeta sıfır emisyon anlamına gelmektedir.

Yüksek hızlı tren (YHT) işletimine bağlı en zararlı kirleticiler, sülfür di oksit ( $SO_2$ ) ve nitrojen oksitlerdir ( $NO_x$ ). Çevreye öncelikli etki yerel hava kirliliği (LAP) düzeyindeyken ardından gerçekleşen etki ise hem yerel hava kirliliği (LAP) ve hem de iklim değişikliği düzeyindedir. Genel olarak yüksek hızlı tren (YHT) işletimlerinin iklim değişikliklerine kayda değer bir etkisi olmadığı kabul edilirken yüksek hızlı tren (YHT) işletimi dahilindeki  $SO_2$  emisyon düzeylerine bağlı yerel hava kirliliği (LAP) önemli düzeylerde olabilmektedir. Bu düzeyler temelde elektrik üretmek için kullanılan kömür miktarına bağlı olmaktadır. Genelde, elektrik santralleri yoğun nüfuslu alanlardan uzakta teşkil edilmekte olup bu durum yerel hava kirliliği (LAP) üzerinde yüksek hızlı tren (YHT) işletiminden kaynaklı güncel etkilerin, emisyona maruz kalan nispeten daha az sayıda insana bağlı yayılan miktardan ve karışımın ortaya çıkardığından daha düşük olduğunu göstermektedir.

Yerel düzeyde yüksek hızlı tren (YHT) hattı boyunca, yüksek hızlı tren (YHT) işletiminden kaynaklı gürültü rahatsızlığı yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin ana çevresel etkisi olarak değerlendirilebilir. Üretilen gürültü düzeyi, temelde trenin hızına bağlı olmaktadır. 50 ile 300 km/saat aralığındaki hızlarda, yuvarlanma

gürültüsü en önemli gürültü kaynağı olmakta ve bu da en temelde tekerlik ve ray yüzeyinin pürüzlülüğüyle ilgili olmaktadır. Yüksek hızlı tren (YHT) altyapısının yüksek standartları (kullanılan tren, yapım ve bakım standartları gibi) aynı hızlarda seyreden konvansiyonel trenlere kıyasla, yüksek hızlı tren (YHT) işletimlerinden kaynaklı gürültü düzeyi muhtemelen daha düşük olmaktadır. Sadece 300 km/saat'in üzerindeki hızlarda aerodinamik tek gürültü kaynağına dönüşmektedir. Bununla beraber yüksek hızlı tren (YHT) bile yuvarlanma gürültüsü ana gürültü kaynağına dönüşebilmektedir. Yüksek hızlarda yüksek hızlı tren (YHT) işletimleri yüksek düzeylerde gürültüye neden olabilmekte, bunun etkisi, yoğun nüfuslu alanlarda işletim hızı olabilecek en düşük seviyeye çekildiğinden, yerleşim alanlarında düşmeye başlamaktadır. Ayrıca bariyerler, hendekler ve tüneller yapmak yoluyla insanların demiryolu gürültü düzeyinden korunması da mümkündür.

Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri çoğu zaman yeni demiryolu hat inşaları içerdiğinden dolayı, yüksek hızlı tren (YHT) işletimine bağlı arazi kullanımı da önemli bir çevresel etkiyi teşkil etmektedir. Arazi kullanımı; habitat kaybı ve bölünmesi ile canlı topluluğunun bölünmesi gibi diğer çevresel etkilere neden olabilmektedir (Evans, 1976: 37).

Diğer ulaştırma modlarına kıyasla yüksek hızlı tren (YHT) işletimi, modların rekabet halinde olduğu bütün güzergâhlarda yerel hava kirliliği (LAP) ve iklim değişikliği etkileri bakımından, havayolu işletiminden daha az çevresel etkiye neden olmaktadır. Yerel hava kirliliği (LAP) bakımından yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin avantajı, yüksek hızlı tren (YHT) işletimlerine bağlı SO<sub>2</sub> emisyon düzeylerine bağlı olmaktadır. İklim değişikliği üzerinde havayolu işletiminin etkisinin; karbon di oksitin ver NO<sub>x</sub>'in daha yüksek emisyon oranlarına ve 100'den büyük bir katsayıyla, zemin düzeyindeki emisyonlardan çok daha yüksek bir iklim değişikliği etkisini rakımdan kaynaklı olarak NO<sub>x</sub> emisyonlarında görüldüğü gerçeğine bağlı olarak, yüksek hızlı tren (YHT) işletiminden daha yüksek olduğu görülmektedir. Gürültü kirliliği bakımından, havayolu ulaştırma modunun mu yoksa yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin mi daha az gürültüye yol açtığı noktasında bir muğlaklık bulunmakta, güzergâh bazlı bir analize ihtiyaç duyulmakta olup demiryolu gürültüsünden korunmak havayolu kaynaklı gürültüden korunmaktan daha kolay olmaktadır.

Yüksek hızlı tren (YHT) işletimi ve otomobil yolculuklarında, emisyonla göre (örneğin yerel hava kirliliği (LAP) ve iklim değişikliği) hangi türün daha çok etki

oluşturduğu noktada çok fazla karşılaştırma söz konusu değildir. Entegre Ulaştırma Komisyonu (2001) verileri, yüksek hızlı tren (YHT) işletimlerinin daha düşük enerji tüketimi ve emisyonla yol açtığı öngörüsünde bulunmakta fakat yüksek hızlı tren (YHT) işletimlerinin daha çok SO<sub>2</sub> emisyonlarına neden olmalarından dolayı, daha yüksek yerel hava kirliliği (LAP) kaynaklı daha yüksek bir çevresel etkiye neden olabileceğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak yüksek hızlı tren (YHT) altyapısı ve işletimi kesin olarak, daha çok yerel hava kirliliğinden (LAP) müteşekkil olmak üzere çevresel etkilere neden olmakta, bir gürültü rahatsızlık düzeyi oluşturmakta ve belirli bir araziye kullanılmaktadır. Yerel hava kirliliği (LAP) etkileri, eğer yüksek hızlı tren (YHT) işletimi için elektrik üretiminde yenilenebilir enerji ve nükleer enerji kullanılırsa, ciddi oranlarda düşmektedir. Ayrıca yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin havayolları ve otomobile nazaran, eğer bütün bu ulaştırma modları aynı baz üzerinden değerlendirilirse, çevreye etkisinin daha az olduğuna dair deliller bulunmaktadır. Bununla beraber, yeni yüksek hızlı tren (YHT) altyapı ve işletimine geçişin getireceği çevresel faydalar noktasında muğlaklıklar bulunmaktadır. Bu; yerine ikame dengesi ve trafik üretimi etkisi arasındaki dengeye bağlı bir konudur. Ayrıca; yerine ikame etkisinden edinilen çevresel faydalar, serbest kapasitenin nasıl kullanıldığı konusuna bağlıdır. Eğer bu kapasite kullanılırsa, örneğin havayolları daha uzun mesafeli uçuşlara yönlendirilirse, modal ikame çevresel etkileri arttıracaktır.

### **4.3 Yüksek Hızlı Tren (YHT) Altyapısının Maliyeti**

Yüksek hızlı trenin (YHT) avantajları ve temel olarak sağladığı kapasite artışları, sadece yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerine talep yönünden değil fakat aynı zamanda da maliyeti yönünden hesaplanmalıdır. Genelde yüksek hızlı tren (YHT) altyapı yatırımları her zaman için yüksek maliyetlidir (Evans, 1976: 37).

Yüksek hızlı tren (YHT) altyapı maliyetleri ülkelere ve hatlara göre oldukça fazla değişim göstermektedir. Farklılıklar genel olarak güzergâh boyunca arazi yapısına bağlanmakta olup bu durum, köprüler ve tünellerin yapılması gerekliliğini, tahsis edilen hattın bütünüyle şehir merkezini kat edip etmeyeceğini, hattın geçtiği yerlerde yoğun nüfuslu alan oranını (ki bu da ilave tüneller ve köprüler gerektirebilir) hesaplayan bir konudur ve her birisi ilave maliyet kalemlerini ifade etmektedir.

Maliyet aynı zamanda ülkenin ekonomik karakteristiklerine göre değişmekte olup bu da arazi maliyetleri ve emek maliyetlerini (planlama, yönetim, mühendislik ve inşaa işleri) ihtiva eden bir konudur. Yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin çevresel etkilerine dair artan bir farkındalık ve bu olumsuz etkileri azaltma ihtiyacı bir yüksek hızlı tren (YHT) hat yapımındaki diğer bir önemli maliyet konusudur.

Viyadükler ya da tüneller boyunca güzergâh inşası, örneğin, düze bir yol inşasına nazaran km başına 4 ile 6 kat daha pahalıdır. Londra ve Kanal Tüneli (CTRL, Channel Tunnel) yüksek hızlı tren (YHT) hat bağlantısı, iki aşamada inşa edilmiş olup maliyetin hat karakteristiklerine göre hassasiyetine iyi bir örnek teşkil etmektedir. 2003'te tamamlanmış olan ilk aşama 37 milyon Euro/km iken 2007'de açılan ikinci aşama yüksek hızlı tren (YHT) işletimini Londra'nın şehir merkezine taşımakta ve uzunluğunun %85'i tünellerden oluşmakta olup 122,5 milyon Euro/km'lik bir maliyete sahip olmaktadır. Bütünüyle, 109 km'lik hattın toplam maliyeti 7,4 milyar Euro'yu bulmaktadır. Ve bu da bu tarihe kadar yapılmış olan en maliyetli yüksek hızlı tren (YHT) hattını teşkil etmektedir.

Aynı zamanda yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı farklı demiryolu teknolojilerinin maliyetlerinin karşılaştırması güçtür. Genel olarak, yeni tahsis edilmiş bir yüksek hızlı tren (YHT) hattının hızlandırılmış bir hat işinden daha maliyetli olması beklenmektedir. Fakat daha yüksek bir kapasite sağlayacağı da açıktır. Ayrıca sağlanan kapasite ve getirdiği maliyet arasında da bir kıyasına yapılması gerekliliği vardır. Bununla beraber, Birleşik Krallık'taki mevcut durumda Londra ve Manchester'ı birbirine bağlayan Batı Kıyı Ana Hattı'ndaki iyileştirme, güzergâh boyunca yeni, tahsis edilmiş bir yüksek hızlı tren (YHT) hattından daha pahalıya gelmiştir. Maglev hatları muhtemelen en yüksek maliyetli yüksek hızlı tren (YHT) hatlarını teşkil etmektedirler. Chou Shinkansen için yapılan hesaplamalar, 123-147 milyon Euro/km bandındadır (Brons vd, 2003: 169).

## 5. SONUÇ

Modern yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri aslında temel olarak güzergâhtaki demiryolu kapasitesini arttırmak üzere geliştirilmiştir. Bu yüksek hızlı tren (YHT) işletimleriyle kısmen gerçekleştirilmiş olup seyahat sürelerinde kayda değer düşüşler elde edilmekte ve bu durum trenlerin diğer modlara karşı rekabetçiliğini de arttırmaktadır. Yüksek hızlı trenlere (YHT) yönelişin sebebi ilk olarak oldukça yüksek talebe dayanmakta olup bu talebe mevcut durumda uygun ulaştırma modlarınca (demiryolu) hakkıyla hizmet edilememektedir. İki şehir arasındaki uzun mesafeler, yüksek hızlı tren (YHT) hizmetlerinin gerekliliği için bir diğer önemli ihtiyacı teşkil etmektedir. Fakat bu yüksek maliyetin karşılanması tek başına yeterli sebep olmayabilmektedir. Bir yüksek hızlı tren (YHT) hattı ticari olarak uygulanabilir görülmektedir. Yüksek hızlı tren (YHT) hizmetleri bir milyon nüfusun üzerindeki büyük şehir kümeleri arasında lineer koridorlarla, ortalama 200 km aralıklardaki mesafeleri birbirine bağlamada idealdir (Brons vd, 2003: 169).

İlgili araştırmalarda yüksek hızlı tren (YHT) işletimini gerektiren hususlardan birisi olarak da iki şehir arasında yıllık 12-15 milyon demiryolu yolculuk talebinin olması gerekliliği de zikredilmektedir. Birçok yüksek hızlı tren (YHT) hattı bu tanımlamalardan sapsa dahi, halen yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin temeli ve hatta karlılık ölçütü olarak görülmektedir (Tokyo-Osaka ve Paris-Lyon hatlarında olduğu gibi) (Central Japan Railway Company, 2002: 4).

Günümüzde Mevcut verilere dayalı olarak yüksek hızlı tren (YHT) altyapısına yapılan yatırım, ekonomik kalkınma fayda beklentileri temelli olarak desteklenmemektedir. Ayrıca yüksek hızlı tren (YHT) yatırım mantığı; örneğin demiryolu sektöründe konvansiyonel demiryollarından daha iyi hizmet kabiliyetleri ve diğer ulaştırma modlarının yerine ikame yetenekleri gibi bir ulaştırma modu olarak etkilerine dayanmalıdır. Havayollarının yerine etkin bir ikame için, yüksek hızlı tren (YHT) işletim ağı, havayolları ve yüksek hızlı tren (YHT) modları arasında tam bir entegrasyonun sağlanması adına, büyük havaalanlarında istasyonlar

içermelidir. Yüksek hızlı trenlerin (YHT) otomobilin yerine ikame olma potansiyelleri hususundaysa, yüksek hızlı trenlerin (YHT) önemli bir etkisi olmasına karşın (nispeten 300 km'nin altındaki mesafelerde) henüz yeterli düzeyde bir araştırma geliştirilmemiş gibi görünmektedir.

Yüksek hızlı trenlerin (YHT) sosyo-ekonomik faydalar ortaya çıkardığı ve hizmet götürdüğü şehirlerarasında genel olarak erişilebilirliği arttırdığı noktasında herhangi bir şüphe bulunmamaktadır. Yine de bu nokta politika yapıcılar ve plancılar arasında bir ikilem teşkil etmeye devam etmektedir. Yüksek hızlı trenlerin (YHT) faydalarının bütünüyle artırılması için (ve olumsuz etkilerinin azaltılması için) birçok şehre yüksek hızlı tren (YHT) hizmeti götürülmeli ve birçok istasyon noktaları teşkil edilmeli olup fakat, yüksek hızlı tren (YHT) hattı üzerindeki daha çok istasyon da daha düşük ortalama hız anlamına gelmekte olup bu da güzergâhta daha düşük kapasite ve daha uzun seyahat süreleri anlamına gelmekte, sonuç olarak yüksek hızlı trenlerin (YHT) faydalarının azalması sonucunu doğurmaktadır. Bu durum aynı zamanda yüksek hızlı trenlerin (YHT) maksimum işletim hızlarına ölçsüz bir önem vurgusu anlamına gelmekteyken ortalama hız önem verilmesi gereken bir başka konuyu teşkil etmektedir (Commission for Integrated Transport, 2001: 5).

Yüksek hızlı trenlerin (YHT) prensibi kimilerince 'otomobilin iki katı kadar hızlı, havayollarının yarısı kadar maliyetli' ya da 'ulaştırma hizmetlerini kullanıcılarına otomobilin iki katı kadar hızlı ve uçağın yarısı kadar hızda sunan ulaştırma modu' olarak tanımlanmaktadır. Her iki tanım da yüksek hızlı trenlerin (YHT) diğer modların yerine ikamesine odaklanmaktayken bu ise yüksek hızlı tren (YHT) işletiminin rolünün sadece bir bölümüdür. Ayrıca tanımın fiyat ve seyahat süresi unsurları (havayolu hizmetine kıyasla olanlar) her durum için sağlar görünmemektedir. Bu tarz çalışmalar paralelinde, yüksek hızlı tren (YHT) işletimi için şu tanım yapılabilir: ortalama 200 km/saat'in üzerindeki hızları yakalayan yüksek kapasiteli ve sefer sıklığına sahip demiryolu hizmetleridir.

## KAYNAKLAR

- **Ampe, F. (1995)**, Technopole Development in Euralille, in: D. Banister (Ed.), *Transport and Urban Development*, 128
- **Anderson, J. (2002)**, Government Ends Scoping Study On East Coast Very High Speed Train Network. Media Release By The Hon. Johan Anderson Mp, Australian Deputy Prime Minister, Minister For Transport And Regional Services, 3
- **Bonnafous, A. (1987)**, The Regional Impact of the TGV, *Transportation*, 14, 127
- **Bouley, J. (1986)**, Innovative Areas: High Speeds, in: ECMT, European Conference of Ministers of Transport, European Dimension and Future Prospects of the Railways (Paris: ECMT), 4
- **Boyce, D., Bar-Gera, H. (2003)**, Validation of Multi Class Urban Travel Forecasting Models Combining Origin–Destination, Mode, and Route Choices. *Journal of Regional Science* 43, 517
- **Boyce, D.E., Daskin, M.S. (1997)**, Urban Transportation. In: Re Velle, C., Mc Garity, A. (Eds.), *Design and Operation of Civil and Environmental Engineering Systems*. Wiley, New York, 277–341.
- **Boyce, D.E., Hewings, G.J.D. (1980)**, Inter Regional Commodity Flow, Input–Output and Transportation Modeling: an Entropy Formulation. *Presented at the Conference on Interregional Models, First World Regional Science Congress, Cambridge, MA*, 4
- **Brons, M., Nijkamp, P., Pels, E. and Rietveld, P., Railroad Noise (2003):** Economic Valuation and Policy, *Transportation Research*, Part D, 8, 169
- **Campos, Javier (2006)**, Some Stylized Facts About High Speed Rail Around The World: An Empirical Approach, *4th Annual Conference on Railroad Industry Structure, Competition and Investment Universidad Carlos III de Madrid*, 7
- **Central Japan Railway Company (2002)**, Central Japan Railway Company

Data Book ,4

- **Commission for Integrated Transport (2001)**, A Comparative Study of the Environmental Effects of Rail and Short-haul Air Travel, 5
- **Evans, S.P. (1976)**, Derivation and Analysis of Some Models for Combining Trip Distribution and Assignment, *Transportation Research* 10, 37
- **Ilıcalı, Mustafa (2015)**, Demiryolu Yatırımları ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, *Taşıma Dünyası*, 2
- Ilıcalı, Mustafa, (2014) Yüksek Hızlı Demiryolları, Ulaştırmadaki Yenilikler ve Türkiye, *Taşıma Dünyası*, 4
- **Kızıltaş, Mehmet Çağrı (2015)**, Avrupa Birliği ve Ulaştırma Politikaları, *Ulaştırma Dünyası*, 6
- **Kızıltaş, Mehmet Çağrı (2016)**, Raylı Sistemlerde Küresel Ölçekteki Gelişmeler ve İstanbul, *Ulaştırma Dünyası*, 2
- Kızıltaş, Mehmet Çağrı (2016), Yüksek Hızlı Demiryolu Analizleri, *Ulaştırma Dünyası*, 3



## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Ersin ARSLAN  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 1986 - ADIYAMAN  
**E-posta** : arslan-ersin@hotmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Ön Lisans** : Gaziantep Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, İnşaat Programı 2010
- **Lisans** : İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü 2013

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

01.03.2013 – 10.06.2014 tarihleri arasında Kâğıthane/ İstanbul da konut inşaatında saha mühendisi ve 15.06.2014–30.06.2015 tarihleri arasında Bahçeşehir/İstanbul da bir okul şantiyesinde şantiye şefi olarak görev aldım. 27.08.2015 den beri Spor Bakanlığı tarafından yürütülen Bahçelievler spor salonu inşaatında Şantiye şefliği görevini yürütmekteyim.