

Büyük Kentlerdeki Gerekli Gar Sayısının Belirlenmesi ve Bursa Örneği

Bora Aydın

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık 2015

Determination Of Number Of Stations In Big Cities And Bursa Example

Bora Aydın

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Civil Engineering

December 2015

Büyük Kentlerdeki Gerekli Gar Sayısının Belirlenmesi Ve Bursa Örneği

Bora Aydın

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Ulaştırma Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Şafak BİLGİÇ

Aralık 2015

## ONAY

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Bora AYDIN'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Büyük Kentlerdeki Gerekli Gar Sayısının Belirlenmesi Ve Bursa Örneği” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Danışman** :Yrd. Doç. Dr. Şafak Bilgiç

**İkinci Danışman** : -

**Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Şafak BİLGİÇ

**Üye** : Doç. Dr. Murat Karacasu

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Canbaz

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Hakan Erol

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Polat Yalınız

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve  
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Yrd. Doç. Dr. Şafak Bilgiç danışmanlığında hazırlamış olduğum “Büyük Kentlerdeki Gerekli Gar Sayısının Belirlenmesi ve Bursa Örneği” başlıklı Yüksek Lisans tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 30/12/2015

Bora AYDIN

## ÖZET

Sürekli büyüyen ve gelişen şehirlerde yaşanabilir kent ortamlarının yaratılması için ulaşımı etkileyen öğelerin bir arada planlanması 21. yüzyılın vazgeçilmez koşulu olarak belirmektedir. Ulaşım ağları, araç türleri, işletim sistemleri, güzergahlar ve daha birçok etken kentsel ulaşım sistemini etkilemektedir. Toplum ihtiyacına cevap verebilmek için ulaşım, “erişilebilirlik” kavramının önemli bir bileşeni olarak görülür. Olgun bir kentsel ulaşım altyapısı ile erişilebilirlik öğesinin beraber düşünülmesi gerektiğinden bölgeler arasında rasyonel bir ilişkinin kurulabilmesinde şehir içi toplu taşıma sistemi ile entegre olmuş hızlı tren istasyon ve gar yapıları önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışmada öncelikle yüksek hızlı trenin tarihsel gelişimi, dışsal faydaları, Avrupa ve Dünya genelindeki yüksek hızlı tren hatlarının durumu, Avrupa'daki istasyon ve gar yapılarının tipik tasarımları incelenerek yüksek hızlı tren gar ve istasyon yapılarının konumlandırılması ve bu hususa etki eden ana unsurlar üzerinde durulmuştur. Ayrıca Bursa şehrinin genel ulaşım altyapısı ve Bursa'da konumlandırılacak YHT garının genel durumu değerlendirilmiştir. Daha sonra Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak, yer seçim kriterleri üzerinden, hızlı tren garı yapılması planlanan yerler arasından en uygunu seçilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Bursa - Yenişehir hızlı tren projesi, yüksek hızlı tren gar yapıları ve konumlandırılması, Analitik hiyerarşi prosesi, yer seçimi.

## SUMMARY

One of the items that affect the transportation planning for the creation of livable urban environments in the 21st century appears as an indispensable condition in constantly growing and developing cities. Transportation networks, vehicle types, operating systems, itineraries and many other factors affect the urban transport system. In order to respond to community needs, "Accessibility" concept is seen as an important component for transportation. The accessibility should be considered necessary together with a mature urban transport infrastructure. The region's high-speed train station and station structures are required together with a mature element of accessibility to urban transport infrastructure plays an important role.

In this study it's been focused of the first high-speed historical development of the railway and external benefits, the status of high-speed train line in the world and Europe, the positioning of the high-speed train station and the station building by examining the typical design of the stations and station structures in Europe and main factors affecting this issue. In addition, overall transport infrastructure of the city of Bursa and the general state of the high speed station which will be located in Bursa has been evaluated. Then Analytic Hierarchy Process (AHP) method was used as a selection criteria for the most suitable place selection of the planned high-speed train station.

**Keywords:** Bursa - Yenisehir High Speed Train project, construction and positioning of the high-speed train station, Analytic Hierarchy Process, site selection.

## TEŞEKKÜR

Öncelikli olarak lisansüstü eğitimim boyunca araştırma konumuyla ilgili fikirlerimin olgunlaşmasında, gerek derslerimde ve gerekse tez çalışmamda, bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Şafak BİLGİÇ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca fikir ve eleştirileriyle bana yol gösteren Yusuf ÖZDEMİR'e ve Ferhat ARIKAN'a, araştırmalarımın çeviri, eleştiri ve her türlü desteği ile yardımcı olan sevgili eşim Kübra AYDIN'a çok teşekkür ederim.

Son olarak tüm hayatım boyunca arkamda duran, tez çalışması boyunca da manevi desteklerini esirgemeyen ailem ve emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	viii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xiii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xv
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xvii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	3
<b>3. YÜKSEK HIZLI DEMİRYOLLARI</b> .....	7
3.1. Dünya’da Demiryolu’nun Tarihçesi.....	7
3.1.1. Türkiye’de demiryollarının tarihsel gelişimi.....	8
3.2. Yüksek Hızlı Demiryolu Tanımı.....	9
3.3. Yüksek Hızlı Demiryolu’nun Potansiyel Faydaları .....	10
3.3.1. Yüksek hızlı demiryolu’nun ulaşım faydaları.....	11
3.3.2. Yüksek hızlı demiryolu’nun ekonomik faydaları.....	12
3.3.3. Yüksek hızlı demiryolu’nun çevresel faydaları.....	13
3.4. Gelişmiş Ülkelerdeki Yüksek Hızlı Tren Hatları.....	13
3.4.1. Avrupa’daki YHT hatları durumu .....	15
3.4.2. Türkiye’deki YHT hatları ve durumu .....	17
3.5. Yüksek Hızlı Demiryolu Geometrik Tasarım İlkeleri.....	19
3.5.1. Alman Demiryolları yüksek hızlı tren geometrik standartları.....	22
3.5.1.1. <u>Dever tasarımı</u> .....	22
3.5.1.2. <u>Yatay karp yarıcapı tasarımı</u> .....	23
3.5.1.3. <u>Eğim tasarımı</u> .....	23
3.5.1.4. <u>Düsey karp yarıcapı tasarımı</u> .....	23
3.5.2. Japonya Merkez Demiryolu Kuruluşu yüksek hızlı demiryolu geometrik tasarımı .....	25
3.5.3. Yüksek hızlı tren araç teknolojik tasarımı .....	25
<b>4. YÜKSEK HIZLI TREN TERMİNALLERİ VE TESİSLERİ</b> .....	29
4.1. Yüksek Hızlı Tren Terminalleri .....	29
4.1.1. YHT terminalleri karakteristik sınıflandırması .....	30
4.1.2. Yüksek hızlı tren terminalleri tipik özellikleri .....	32
4.2. Avrupa Şehirleri YHT Terminal Örnekleri.....	34

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

4.2.1. Paris şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri.....	34
4.2.1.1. <u>Charles de Gaulle Garı (Gare Aeroport Charles de Gaulle)</u> .....	36
4.2.1.2. <u>Paris Kuzey Garı (Gar du Nord)</u> .....	37
4.2.1.3 <u>Paris Doğu Garı (Gare de Paris-Est)</u> .....	38
4.2.1.4. <u>Montparnasse Garı (Gare Montparnasse)</u> .....	39
4.2.1.5. <u>Saint-Lazare Garı (Gare Saint-Lazare)</u> .....	40
4.2.1.6. <u>Lyon Garı (Paris-Gare de Lyon)</u> .....	41
4.2.2. Londra şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri.....	42
4.2.2.1. <u>Londra St. Pancras Garı</u> .....	43
4.2.2.2. <u>Londra Euston Tren İstasyonu</u> .....	44
4.2.3. Milano şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri.....	45
4.2.3.1. <u>Milano Merkez Garı (Milan Centrale)</u> .....	46
4.2.3.2. <u>Milano Porta Garibaldi Tren istasyonu</u> .....	47
4.2.3.3. <u>Milano Rogoredo Tren İstasyonu</u> .....	48
4.2.4. Berlin şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri.....	49
4.2.4.1. <u>Berlin Merkez Garı (Berlin Hauptbahnhof)</u> .....	50
4.2.4.2. <u>Berlin doğu istasyonu (Ostbahnhof Train Station)</u> .....	51
4.3. Hızlı Tren Terminalleri Tasarımı.....	52
4.3.1. Terminal içinde bulunması gereken üniteler.....	54
4.3.2. Hat ve peron düzenlemesi.....	56
4.4. Terminal Bölgesi Planlaması.....	60
4.4.2. Terminal otopark planlaması.....	62
4.5. YHT terminali şehir merkezi - şehir dışı ikilemi.....	65
<b>5. YÜKSEK HIZLI TREN TERMİNALLERİ KONUMLANDIRILMASI.....</b>	<b>67</b>
5.1. Ulaşım Planlaması Ve Arazi Kullanımı.....	67
5.1.1. Arazi Gelişimi ve YHT'nin Etkisi.....	69
5.1.2. YHT Hatları Genişlemesi ve Arazi Gelişimi.....	70
5.1.3. Arazi gelişiminde yüksek hızlı tren terminallerinin yerinin önemi.....	71
5.2. Yüksek Hızlı Demiryolu'nun Kentsel Gelişime Etkisi ve Erişilebilirliği.....	72
5.2.1. Terminalin Erişilebilirliği.....	74
5.2.2. Erişim Etkisindeki Bölgeler.....	77

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

5.3. YHT Terminallerinin Konumlarına Göre Sınıflandırılması ve Örnekler .....	79
5.3.1. Şehir merkezi demiryolu terminal tipi ve “Lleida Pirineus” Garı örneği .....	80
5.3.2. Şehir kenarındaki demiryolu terminal tipi ve “Avignon TGV” Garı örneği.....	81
5.3.3. Banliyö ve şehir merkezinden uzak demiryolu terminal tipi ve “Camp de Tarragona AVE” İstasyonu örneği.....	82
5.3.4. Özel amaçlı demiryolu terminal tipi ve “Charles de Gaulle TGV” Garı örneği .....	83
<b>6. YÜKSEK HIZLI TREN PROJESİ VE BURSA .....</b>	<b>85</b>
6.1. Bursa Şehri Genel Bilgi.....	85
6.2. Bursa Kent İçi Ulaşım Sistemi.....	86
6.2.1. Bursa kent içi otobüs sistemi .....	87
6.2.2. Bursa hafif raylı sistem hattı .....	88
6.2.3. Bursa şehir içi tramvay hatları .....	90
6.3. Bandırma-Bursa-Yenişehir Hızlı Tren Projesi.....	90
6.3.1. Bursa YHT projesi genel bilgi .....	91
6.3.2. Bursa YHT Projesi teknik ve geometrik veriler .....	92
6.4. Balat Garı ve Konumu.....	93
6.4.1. Bursa şehir içi entegre hatlar ile gar’a erişim.....	94
6.4.2. Balat Garı çevresi arazi tasarımı .....	96
<b>7. YÖNTEM.....</b>	<b>98</b>
7.1. Yer Seçim Problemleri ve Sınıflandırılması .....	99
7.2. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri .....	99
7.2.1. VIKOR yöntemi .....	102
7.2.2. FUZZY TOPSIS yöntemi .....	103
7.2.3. ELECTRE yöntemi .....	104
7.2.4. AHP yöntemi.....	104
7.2.4.1. <u>AHP temel kavramları</u> .....	106
7.2.4.2. <u>AHP karar verme ilkeleri ve süreci</u> .....	107
7.2.4.3. <u>AHP hiyerarşik tasarımı</u> .....	109
7.2.4.4. <u>AHP ‘de önceliklerin belirlenmesi ve ölçme süreci</u> .....	110

**İÇİNDEKİLER (devam)****Sayfa**

<b>8. BURSA'DA FARKLI GAR ALTERNATİFLERİ ZAMAN-MALİYET KARŞILAŞTIRMASI.....</b>	<b>115</b>
8.1. Alternatif Durumların Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması .....	116
8.2. Alternatif Durumların Yolculuk Süreleri Karşılaştırması.....	119
<b>9. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>122</b>
<b>10. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>129</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ.....</b>	<b>131</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Fransa, Belçika ve İngiltere'deki Eurostar trenleri .....	16
3.2 Avrupa Yüksek Hızlı Tren Haritası.....	17
3.3 Ülkemizdeki Hızlı Tren Projeleri (TCDD, 2007) .....	18
3.4 Fransa, Belçika ve İngiltere'deki Eurostar trenleri (Lindahl, 2001) .....	20
3.5 Hat eğimi (Lindahl, 2001) .....	21
3.6 TGV Yüksek hızlı treni .....	26
3.7 Ulaştırma sistemleri CO <sub>2</sub> emisyonları karşılaştırması (ADEME, 2009).....	27
4.1 Bölgelere ayrılmış şekilde Paris'in yerleşimi .....	35
4.2 Paris kent içi raylı sistem hat şeması.....	36
4.3 Charles de Gaulle Garı ve hava alanı planı.....	37
4.4 Paris Kuzey Tren Garı .....	38
4.5 Paris Doğu Tren Garı peron görünümü .....	39
4.6 Montparnasse Garı .....	40
4.7 Saint-Lazare İstasyonu peron görünümü .....	41
4.8 Lyon Garı.....	42
4.9 Londra kent içi raylı sistem hat şeması .....	43
4.10 Londra St.Pancras Garı.....	44
4.11 Londra Euston Tren İstasyonu .....	45
4.12 Milano kent içi raylı sistem hat şeması .....	46
4.13 Milano Merkez Tren Garı .....	47
4.14 Milano Porta Garibaldi Tren İstasyonu .....	48
4.15 Milano Rogoredo Tren İstasyonu.....	49
4.16 Berlin Merkez Garı konumu .....	51
4.17 Berlin Doğu Tren İstasyonu konumu .....	52
4.18 Peron tipleri planı.....	58
4.19 Gar ve otopark tasarımı .....	63
4.20 Otopark alanları düzenlemesi .....	64
5.1 Arazi kullanımı – ulaşım döngüsü.....	68
5.2 Alan kullanımında ulaşımın etkisi.....	69
5.3 Terminal planlaması önem sıralaması .....	77
5.4 Transit erişim bölgesi planı.....	78
5.5 Yaya bölgesi planı .....	78

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
5.6 Transit odaklı gelişim bölgesi planı .....	79
5.7 Park alanı planı .....	79
5.8 Lleida Pirineus Garı Lokasyonu .....	81
5.9 Avignon TGV Garı Lokasyonu .....	82
5.10 Camp de Tarragona İstasyonu Lokasyonu .....	83
5.11 Charles de Gaulle Terminali Planı .....	84
6.1 Bursa İli Bölge İçerisindeki Konumu .....	85
6.2 Bursaray Mevcut Güzergahı .....	89
6.3 T1 Hattı Şematik Planı .....	90
6.4 Bandırma-Bursa-Yenişehir YHT Kılavuz Planı .....	91
6.5 Bursa-Yenişehir YHT Projesi Güzergahı .....	92
6.6 Bursa Balat Garı Konumu .....	94
6.7 Bursa Balat Garı ve Toplu Taşıma Entegrasyonu .....	95
6.8 Bursa Balat Garı Çevresi Arazi İmar Yapısı .....	97
7.1 AHP Genel Yapısı .....	108
7.2 Hiyerarşik Dizayn .....	109
8.1 Bursa YHT Gar Alternatifleri Haritası .....	114

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Dünya'daki İşletim, İnşaat ve Planlama Aşamasındaki YHT hatları .....	14
3.2 Türkiye'deki İşletim, İnşaat ve Planlama Aşamasında Olan YHT Hatları .....	19
3.3 Dever Tasarım Değerleri .....	22
3.4 Yatay Kurp Yarıçapları .....	23
3.5 Düşey Kurp Yarıçapı Tasarım Değerleri.....	24
3.6 Düşey Kurp Yarıçapı Minimum Değerleri.....	24
3.7 Japonya Merkez Demiryolu Şirketi Yapısal Tanımlaması .....	25
3.8 Türkiye'de Kullanılan YHT Aracı Özellikleri .....	28
4.1 YHT Terminal Tipleri .....	31
4.2 Berlin Toplu Taşıma Verileri.....	50
4.3 Farklı Standartlara Göre Platform Uzunlukları.....	59
4.4 YHT Platform-Hat Mesafeleri .....	60
6.1 Bursa Kent İçi Yıllık Ortalama Günlük Yolculuk Dağılımı.....	87
6.2 Bursa Kent İçi Otobüs Hatları .....	88
6.3 Bursaray İşletmesinin Teknik Özellikleri .....	89
6.4 Bursa YHT Projesi Dizayn Kriterleri .....	92
6.5 Bursa Balat Bölgesi Otobüs Hatları .....	95
7.1 ÇÖKV Süreci.....	101
7.2 Analitik Hiyerarşi Süreci Saaty Ölçek Tablosu.....	111
8.1 Balat Garı Yaklaşık Maliyeti.....	116
8.2 YHT Orta Ölçekli Alaşar ve Balat Garları Yaklaşık Maliyeti.....	118
8.3 YHT Gürsu İstasyonu Yaklaşık Maliyeti.....	119
8.4 Alternatif Durumların Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması.....	119
8.5 Bursa Merkez İlçeleri Nüfusları.....	120
8.6 Mahallelere Yolculuk Süreleri .....	121
9.1 Kriterler Matrisi .....	122
9.2 Nüfus Yoğunluğuna Yakınlık Matrisi. ....	123
9.3 Bölgenin Gelişim Potansiyeli Matrisi .....	123
9.4 Gar'dan Şehir İçine Kısa Sürede Ulaşım Matrisi .....	123
9.5 Orta ve Yüksek Gelirli Bölgelere Yakınlık Matrisi .....	123
9.6 Gar'dan Bursa'nın İlçelerine ve Şehir Dışına Kısa Sürede Ulaşım Matrisi .....	124
9.7 Kriterler Matris İşlemleri-a.....	124

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Cizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
9.8 Kriterler Matris İşlemleri-b.....	125
9.9 Nüfus Yoğunluğuna Yakınlık Matris İşlemleri.....	125
9.10 Bölgenin Gelişim Potansiyeli Matris İşlemleri.....	126
9.11 Gar'dan Şehir İçine Kısa Sürede Ulaşım Matris İşlemleri .....	126
9.12 Orta ve Yüksek Gelirli Bölgelere Yakınlık Matrisi İşlemleri.....	126
9.13 Gar'dan Bursa'nın İlçelerine ve Şehir Dışına Kısa Sürede Ulaşım matrisi işlemleri .....	126
9.14 Alternatif ağırlıklandırma matrisi.....	127
9.15 Ölçüt ağırlıklandırma matrisi.....	127
9.16 Alternatifler sonuç tablosu .....	127



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Simgeler**

$A_w$	İkili karşılaştırma matrisi
$\lambda_{\max}$	Özdeğer
$a_{ij}$	İkili karşılaştırma matrisi elemanları
₺	Türk lirası
$b_0$	Demiryolu hat açıklığı
$h_t$	Dever tasarım değeri

**Kısaltmalar**

ATP	Otomatik Tren Koruma Sistemi
ATS	Otomatik Tren Durdurma Sistemi
AVE	İspanya Hızlı Tren İşletim Firması
DB	Alman Demiryolları
RENFE	İspanya Demiryolları
UIC	Uluslararası Demiryolu Birliği
YHT	Yüksek Hızlı Tren

## 1. GİRİŞ

Uygarlığın gelişimiyle birlikte insanların buldukları noktadan başka bir noktaya erişme istekleri yani yer değiştirme ihtiyacı doğmuştur. Bu yer değiştirme teknik olarak kişilere, eşyaya yer ve zaman yararı sağlayan ulaşım ile çözümlenmiştir. Çağımızda uygarlık ve yaşam büyük ölçüde metropoliten alanlarda gelişmekte ve insana hizmeti amaçlayan etkinliklere ancak iyi bir ulaşım altyapısıyla erişmek mümkün olmaktadır (Kılınçaslan vd., 2012). İyi bir ulaşım sistemi hızlı, ekonomik, düzenli, güvenli, konforlu ve çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanmalıdır.

Gelişen teknoloji ile birlikte her bir ulaştırma sisteminde yeni teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Genel çerçevede ele alındığında demiryolu taşımacılığı geliştirmekte olan uygarlığa en uygun ulaşım modlarından biridir (Teker ve Camcı 2011). 19. Yüzyılın ortalarından itibaren şehirlerde kitle ulaşım araçları kullanılmaya başlandığında, demiryolu kent formunu etkileyen en önemli etken olmuştur. Kentsel gelişmeler demiryollarının yerleştiği hızlı yolculuk güzergahları boyunca kırsal alanlara doğru yayılmış ve demiryolu istasyonlarında ilk banliyö yerleşmeleri başlamıştır, bu küçük yaşamsal alanlar daha sonra kent merkezinden ayrılmışlardır. Ayrılmayla birlikte şehirlerarası ulaşım ihtiyacı doğmuş ve bu ihtiyaçla çeşitli ulaşım türleri oluşmuştur (Kılınçaslan vd.,2012).

Bugün bu ulaşım türleri arasında yer alan demiryolu taşımacılığının parlak bir geleceği olduğu gelişmiş ve geliştirmekte olan ülkelerin yatırımlardan da çok net olarak anlaşılmaktadır. Bununla birlikte demiryolunun parlayan yıldızı olan hızlı trenler, 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra büyük bir gelişim göstermiştir ve bugün kara ulaştırmasında pazarın “hız” talebini karşılamakta kullanılan en etkin çözümlerden biri olmuştur (Evren,2002). Demiryolları hem yük hem yolcu taşımalarında, 150 km ile 1000 km arasındaki mesafelerdeki yolculuklarda diğer bütün modlarla yarışır hale gelmiştir. Özellikle 400-800 km arasındaki seyahat mesafelerinde hızlı trenlerin rakibi yoktur (Teker ve Camcı 2011).

Hızlı tren projeleri geliştirilirken birçok etken göz önünde bulundurulur. Bunlardan ulaşılabilirlik en önemli faktörlerden biridir. YHT terminallerinin kentsel yerleşme sistemi

içindeki yer seçimleri çeşitli yönlerden incelikle ele alınması gereken bir konudur. Farklı ulaşım sistemleri ile entegrasyonu dikkate alınarak planlanması gereken YHT terminallerinin geleceğe dönük ve kentsel gelişmeyi dikkate alarak, yer seçimlerinin yapılması ve kapasitelerinin belirlenmesi gerekmektedir (Arsal, 2004). Bu sebeple gar yer seçimi oldukça önem arz etmektedir. Gar yerinin belirlenmesi, bir hizmet merkezinin hizmetlerini kamuya en efektif ve doğru şekilde sunması için konuşlandıracağı coğrafik konumun belirlenmesidir. Bu coğrafik konumun belirlenmesi, gar yeri özelinde kent ulaşım ağına bağlantı ve olası bağlantılarının da değerlendirilmesini gerektirebilecektir (Kapanoğlu, 2012).

Bu çalışma kapsamında, büyük kent merkezlerinde YHT terminallerinin lokasyonlarının belirlenmesi ile ilgili kriterler değerlendirilmektedir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile Bursa kenti için optimum yüksek hızlı tren terminal sayısının ve yerinin seçimi çalışması yapılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ülkemizin rekabet gücüne ve toplumun yaşam kalitesinin yükseltilmesine katkı veren; güvenli, erişilebilir, ekonomik, konforlu, hızlı, çevreye duyarlı, kesintisiz, dengeli, çağdaş hizmetlerin sunulduğu sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi oluşturmak devlet politikası açısından önemli bir unsurdur. Ulaştırma sektörüne yönelik olarak, ülkemizin coğrafi konumundan kaynaklanan öneminin ülkenin gelişimine yansımaları ancak transit ağlar üzerindeki altyapı gereksinimlerini karşılayabilmesine ve bütün ulaştırma türleri arasında güçlü bir bütünleşmenin sağlanmasına bağlı bulunmaktadır (Gürlesel, 2012). YHT sistemleri Dünya'daki ulaştırma sistemlerinin parlayan yıldızı konumunda olup ülke gereksinimlerine uygun dengenin sağlanması açısından önemli bir faktördür. Bu sistemi tamamlayıcı en efektif unsurlardan bir tanesi de demiryolu istasyonlarıdır. Demiryolu istasyonları sürdürülebilir gelişimine yardımcı arazi kullanım değişiklikleri için tartışmasız önemlidir. Ancak, bu tür iddiaları incelemek ve mevcut istasyonların yeniden gelişimi için öneriler yapmak kalkınma sürecinde ilk adım olarak bir değerlendirme yöntemi gerektirir (Reusser vd., 2008).

Bir yer seçimi probleminin amacı önceden belirlenmiş bir dizi seçim faktörünü karşılayan en uygun yeri bulmaktır. Bir yer seçim süreci tipik olarak iki ana aşamadan oluşur. Bunlar eleme ve değerlendirmedir. İlk aşama seçim kriterlerini dikkate alınarak, geniş bir coğrafi alandan, sınırlı sayıda aday yerleri tanımlar. İkinci aşama en uygun alanı bulmak için alternatiflerle dikkatli bir muayene içerir. İkinci aşama oldukça önemlidir (Chang ve Parvathinathan & Breeden, 2008).

Tren istasyonu gibi yeni bir tesis yerinin seçimi, birden fazla kritere tabi bir çevresel önemli bir karar verme problemidir. Genel olarak literatüre bakıldığında son yıllarda, çok sayıda karar verme yöntemleri, farklı site seçim uygulamaları için önerilmektedir. Örneğin, Ballis (2003), Yunanistan'ın Semadirek Adası'nda havaalanı yeri seçimi için analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanılmıştır. Ayrıca Guiqin (2009) Pekin, Çin, katı atıklar için bir depolama sitesine seçme sorununun çözümü için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve AHP başvurmuştur. Benzer şekilde, Vahidnia vd. (2009) bir hastane için en uygun alanı belirlemek için AHP yöntemini önermektedir. AHP yöntemi, hükümet, iş

dünyası, sanayi, sağlık ve eğitim gibi alanlarda geniş bir yelpazede karar verme mekanizması olarak kullanılmasının yanı sıra ayrıca yer seçim problemlerinde de kullanılmaktadır (Mohajeri ve Amin, 2010).

Konuyla ilgili literatürde çalışmalar alt metinde anlatılmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi Ballis (2003) Yunanistan Semadirek Adası üzerinde havaalanı yer seçimi için AHP yöntemini kullanmıştır. Korpela vd. (2007) AHP ve DEA yöntemleri bir arada kullanarak depo operatör ağı seçilmiştir. Ayrıca, Onut ve Soner (2008) transit sevkiyat yeri seçiminde kullanılmıştır. Rosenberg ve Esnard (2008) transit yeri seçimi için bir hibrit versiyonu kullanılan yöntemi kullanılarak da çalışma yapılmıştır. Ayrıca Hsu vd. (2009) turist varış noktaları seçimi analiz yönteminde kullanmıştır, Dagdeviren vd. (2009) savunma sanayinde silah seçimi kararlarını analiz etmek için Cascales ve Lamata (2009) Motor bakımı için temizleme sistemi seçimi için çalışmalarında bu yöntemden faydalanmıştır. AHP yöntemi kriterlerinin göreceli ağırlıklarını içeren aşağıdaki ikili karşılaştırma matrisi gerektirir (Mohajeri ve Amin, 2010).

Tren istasyonu yeri için potansiyel alternatiflerin seçimi, ulaşım, kentsel, demiryolu ile ilgili çevresel ve ekonomik çalışmaların sonuçlarını kullanarak yapılmış ana ölçütlerin sonucu olarak yapılır. Buna ek olarak, yer seçimi için alanlar, dünya standartlarına, düzenlemelere ilişkin kısıtlamalar ve ilkeler de dikkate alınmıştır.

Temelde ana ilkeler şunlardır;

- Tren istasyonuna seyahat süresi.
- Toplu taşıma ve diğer tesisler için tren istasyonuna uzaklık
- Sivil savunma tesisleri ile emniyet ve koordinasyon.
- Çevre ile uyumluluk ve uyum.
- Mevcut ve gelecekteki muhtemel kent yapıları ile planlama

Tren istasyonu yer seçiminde en önemli parametreler olan demiryolu ve yolcu hizmetleri, kentsel planlama ve mimarlık, çevre ve ekonomi aynı zamanda ilgili alt-kriterlerdir (Mohajeri ve Amin, 2010).

Nahid Mohajeri ve Gloham R. Amin' in, bu çalışmanın konusuyla benzer alandaki çalışmasında Meşhed, kuzeydoğu İran kentinde bir tren istasyonunun optimum yerini bulma sorunu araştırılmış, tren istasyonu yer seçimi problemi de kendi ana kriterleri ile dört seviyeli bir hiyerarşi modeli olarak tanıtılmıştır. Çünkü Meşhed şehrinin konumu, dini rolü, çoğu demiryoluna bağlı birçok kent faaliyetini içerir. Temel kriterler ilgili demiryolu, yolcu hizmetleri, mimarlık ve şehircilik, ve ekonomidir. Bu ana kriterlerin her biri daha sonra 26 alt-kriter toplam sayısını vererek, birkaç alt kritere ayrılmıştır. Buna ek olarak, hiyerarşi modelinin aday veya alternatif olarak beş potansiyel tren istasyonu belirlenmiştir. Bu tarz çalışmalarda AHP yönteminde bireysel ikili karşılaştırmalar yapmak için uzman kararlarına başvurulur. Ayrıca, AHP küresel önceliklerin toplanması için bir veri zarflama analizi (VZA) içermektedir. Sonuç VZA modeli potansiyel demiryolu istasyonları arasında küresel öncelikleri bulmak için yararlı olduğunu göstermektedir. Özellikle, AHP elde yerel öncelikleri (ya da ağırlıkları) bir tren istasyonu için en uygun siteyi bulmak için VZA modelinin çoklu çıktılar olarak tanımlanabilir sonucuna varılmıştır (Mohajeri ve Amin, 2010).

Meşhed tren istasyonu yeri için en uygun yer bulma sorununa bir çözüm önerir. Ancak sonuçlar oldukça geneldir ve çoklu değerlendirme kriterlerine tabi özellikle şehirlerde tesislerin çeşitli, optimum yerini seçerken geçerli olmalıdır. Çalışmada AHP ve VZA yöntemlerine yeni bir entegrasyon kullanarak tren istasyonu için en uygun yer bulunabileceğini gösterir. Sonuçlar umut verici ve önerilen kombine VZA ve AHP yönteminin avantajlarını göstermektedir. Alternatifler eklendiğinde veya kaldırıldığında potansiyel tren istasyonları karşılaştırarak en çok tercih edilen istasyon seçmek için alternatif bir formülasyon sağlanmaktadır. AHP yöntemiyle tespit edilen karşılaştırma matrisleri tren istasyonu adayların yerel ağırlıkları ve önceliklerini elde etmek için kullanılır.. Bu AHP elde edilen yerel öncelikleri (ya da ağırlıkları) bir tren istasyonu için en iyi yeri bulmak için VZA modelinin çoklu çıktılar olarak tanımlanabilir olduğunu göstermektedir.

Mevcut tren istasyonlarının bazı çeşitli nedenlerden ötürü iyileştirilmesi gerekmektedir bunlar:

- (1) İstasyon binasının kapasitesinin sınırlı olması,
- (2) Demiryolu filosu (haddeleme stokların) küçük boyutlu olması,

- (3) Uygun altyapı eksikliğinin bulunması,
- (4) Bu tür istasyonu çevresinde görsel ve ses kirliliği gibi çevresel problemler
- (5) Yakın gelecekte istasyonu üzerinden aktarılan yolcu ve yük akışında bir artış beklenmesi.

Bu durumlara çözüm için yine alternatif çözüm yolları sunularak temel amaca yönelik yöntem çoklu karar verme yöntemleri ile seçilebilir. Birinci alternatif potansiyel yerlere tamamen yeni bir yüksek kapasiteli istasyonu geliştirmek, ikinci alternatif potansiyel siteleri gibi iki aday da var olan mevcut istasyonuna bitişik uydu istasyonu inşa etmek, üçüncü bir alternatif mevcut istasyonun kapasitesini arttırmak olabilir (Mohajeri ve Amin, 2010).

### 3. YÜKSEK HIZLI DEMİRYOLLARI

#### 3.1. Dünya’da Demiryolu’nun Tarihçesi

İngiltere’de 27 Eylül 1825’te açılan Stockton-Darlington demiryolu dünyanın ilk buharlı tren demiryolu olma özelliğini taşımaktadır. 35 kilometrelik bu demiryolu kömür taşımacılığı için yapılmış olsa da insan da taşınyordu. Demiryollarının ağır yükler ve yolcu taşıma konularında sağladığı yararlar, projelerin hızla çoğalmasına yol açmıştır (Usta,2001). 1829 yılında Liverpool-Manchester demiryolu şirketince inşa edilmekte olan hat için açılan yarışmada Robert Stephenson'un ürettiği “Rocket” isimli lokomotif birinci olarak buharlı tren demiryollarının öncüsü olarak literatürdeki yerini almıştır (Evren, 2002).

Demiryolları, 1800’lü yıllardan günümüze çeşitli evrelerden geçerek, buharlıdan elektrikliye kadar; zemin üstünden, tünellerden, köprülerden, deniz altından tüp geçit olarak yer altından ilerlemesini sürdürmektedir (Usta,2001). Yolcu taşımacılığında kullanılan ilk elektrikli tren Alman Werner Von Siemens tarafından yapılmıştır. Siemens’in ilk elektrikli treni olan 1879’da Berlin Sanayi Fuarı’nda elektrikle çalışan lokomotifler teşhir edildikten iki yıl sonra ilk elektrikli ticari hat 2,5 km uzunluğunda Berlin kenti yakınında inşa edilmiştir. Bu sistemde elektrik gücü günümüzde daha çok metro sistemlerinde kullanılan üçüncü raydan sağlanmış olup ancak bu raydan gelen elektrik, yağmurlu havalarda rayları hemzemin geçiş olarak kullanan at ve yayaları çarpmıştır. Aynı yıllarda Thomas Edison tarafından da üçüncü raydan besleme alınarak bir çalışma yürütülmüş ancak gücün aktarılmasının yarattığı sorun halledilememiştir (Kılınçaslan vd., 2012).

Ancak bu konu üzerinde çalışmalar yapılarak yaya ve hayvanlara elektrik çarpması sorunu hattın belirli mesafelerinde yapılan topraklama üniteleri ve güvenlik seviyesinin yükseltilmesiyle çözülmüştür. Üçüncü raydan güç aktarımı ise uygun sistemlerle hat ile tren arasında entegrasyon sağlanarak yapılmıştır. Demiryolunda elektrik kullanımıyla ilgili sorunlar çözümlendikten sonra kentler arası ulaşımda elektrikli sistemlerin üretimi ve kullanımı artmıştır. 1906’da New York’un Merkezi Tren İstasyonu’nda elektrik kullanımı



ve banliyö yolcu hatlarında kısmi elektrik uygulaması başlatılmıştır. Bunun dışında Avrupa'da 20. yüzyılın başlarında Londra'nın güneyinde, Kopenhag, Paris, Brüksel'de, Güney Afrika'da ise Jonhnesburg ve Cape Town'da banliyö hatlarında elektrikli sistemler ile hizmet verilmeye başlanılmıştır (Kılınçaslan vd., 2012).

Bir yüzyıl demiryollarının gelişimi devam ettikten sonra 1930'lu yıllarda otomobil ve uçak rekabeti karşısında yolcu servislerine ait gelirlere ciddi azalmalar olmuştur. Kamyon taşımacılığının gelişmesi de demiryolu yük taşımacılığını azaltmasına karşın işletim yapım tekniklerindeki gelişme ile birlikte dizel elektrikli lokomotiflerin kullanımının başlatılması demiryolunun yük taşımacılığındaki önemini kısa sürede tekrar arttırmıştır (Kılınçaslan vd., 2012). Ayrıca elektrikli konvansiyonel hatların yanı sıra 1970'li yıllarla birlikte hızlı tren ve maglev gibi farklı tren teknolojilerinin gelişimi ile yolcu taşımacılığında büyük ilerleme katederek diğer ulaşım sistemleriyle de ciddi bir rekabete girmiştir.

### **3.1.1. Türkiye'de demiryollarının tarihsel gelişimi**

Ülkemizde 1856'da yayınlanan "tanzimat programı" ile demiryolculuğa önem verilerek, ilk kez bu yıl içerisinde Anadolu'da Aydın hattının inşası İngilizler sermayedarlarına verildi. Bu yıllardaki sermaye bunalımı nedeniyle 130 km'lik bu hat ancak 1866 yılında tamamlanarak açılabilmiştir (Kumbasar, 1972). Osmanlı Dönemi'nde çeşitli ortaklıklarca inşa edilerek işletilen demiryollarının 4559 km'si Cumhuriyet'in ilanı ile çizilen ulusal sınırlar içerisinde kalmıştır (Usta, 2001).

Cumhuriyet dönemine gelindiğinde, demiryollarına verilen önem daha da artmış ve kararlı bir politika sürdürülerek, 4000 km'den fazla demiryolu inşa edilmiştir. Atatürk, demiryollarına; askeri, ekonomik kalkınma ve refah düzeyini yükselten bir araç olarak bakmış ve demiryoluyla ilgili, sistemli bir siyaset takip etmiştir. Osmanlı devleti döneminde döşenen demiryolu, yıllık 60 km olurken, Cumhuriyet'in ilk dönemlerinde (1923-1938) bu rakam yıllık 300 km'ye varmıştır. Cumhuriyet dönemine kadar, mevcut demiryollarının yaklaşık %90'ı, Ankara'nın batısında yer alırken, Cumhuriyet'ten sonra bu oran neredeyse dengelenmiştir. Demiryollarından yararlanılarak, demir, kömür, bakır,

krom vb. cevherler, işlenebilecek merkezlere taşınmış, limanlara ulaşmak suretiyle, dış bağlantıların gerçekleşmesi sağlanmıştır (Yıldız, 2004).

1950’li yıllarda ABD’nin büyük desteği ile Türkiye’de ulaştırma sisteminde bir zihniyet değişikliğine gidilerek karayolu ulaştırma alt sistemi geliştirilmiştir. 1950’li yıllardan sonra özellikle ABD’nin mali desteği ve politika önerileri ile ulaşım sistemlerinin planlanmasında ve öncelikli tercihin belirlenmesinde ulusal çıkarlarımızla örtüşmeyen ve tümüyle karayolu ağırlıklı bir ulaşım politikasının izlenmesi ve ana hatlarının günün değişen teknolojisine uyumlaştırılmaması nedeniyle, demiryolu yapımı durma noktasına gelmiştir (TMOOB, 2012).

ABD’nin Marshall yardımlarının başlamasıyla da, stratejik yol yapım politikaları gündeme gelmiştir ve Türkiye’de hızlı biçimde karayolu yapımına başlanmıştır. Marshall planı çerçevesinde Türkiye’ye dayatılan ulaşım politikası uyarınca demiryolları bir kenara atılarak, karayollarına yatırım yapılması öngörülmüştür (Usta, 2001).

Yük ve yolcu taşımacılığı açısından bakıldığında 1950 yılında genel ulaşım türleri içerisinde yolcuda %42 ve yükte %78 olan demiryolu ulaşım payı, 2011 yılı TCDD istatistik verilerine göre yolcuda %2,4 yükte ise %4,5’dir (TCDD, 2013).

### **3.2. Yüksek Hızlı Demiryolu Tanımı**

UIC’ye (Uluslararası Demiryolu Birliği) göre yüksek hız kavramı, altyapı ve işletme koşulları başta olmak üzere sistemi meydana getiren birçok ögenin bütünlüğüne göre değerlendirilmesidir. UIC, yüksek hıza uygun standartlara göre tesis edilmiş altyapılar üzerinde, yüksek hızlı demiryolu işletimi için en düşük hızı 250 km/saat olarak belirlemektedir. Konvansiyonel hatların iyileştirilmesine dayalı altyapı üzerindeki yüksek hızlı demiryolu işletimi için ise UIC tarafından 200-220 km/saat’lik hız tanımı yapılmaktadır. Fakat birçok ülkede bulunan yüksek hızlı demiryolu hatları, çok yoğun nüfuslu bölgelerde (gürültü ve benzeri sebeplerle), tünel kesitlerinde, uzun köprülerde bu işletim hızlarının altına düşmek durumunda kalmaktadır.

UIC ve Avrupa Birliği “Yüksek Hız” tanımını aynı esaslara dayandırmaktadır. 1996 yılında Avrupa Birliği (AB) resmi olarak, yüksek hızlı demiryolunu, trenlerin yüksek hızlı hatlarda saatte 248 km’ye veya konvansiyonel hatlarda saatte 200 km’ye ulaşabilmesi kapasitesine sahip trenler olarak tanımlayan 96/48 Direktifini kabul etmiştir. UIC Yüksek Hız Departmanı ve Avrupa Birliği’nin 96/48 ve 2004/50/AB no’lu bu direktiflerinde yüksek hız ana başlığı altında çok sayıda sistemi içeren bir tanım yapılmıştır. Bu tanımlarla belirlenen standardın altında kalan hatlar ise “konvansiyonel” olarak kabul edilmektedir (UIC, 2014).

Yüksek hız kavramı için tek bir standart tanım bulunmamaktadır. Bu noktada literatüre bakıldığında birbirinden farklı, çelişen tanımların olduğu görülmektedir. Esas olarak km/sa bazında hız, proje hızını başka ifade ile ortalama hızı ifade etmektedir (UIC, 2015). Ancak örnek olarak Türkiye’deki yüksek hızlı tren projelerinde maksimum hız olarak 250 km/saat alınıp proje hızı 190 km/saate göre tasarlanmaktadır (OGÜ YL Ders Notları, 2013).

Ocak 2011 itibariyle, 11 ülkedeki trenler saatte 296 km üzerinde işletme hıza ve birçoğu mevcut uluslararası standarttaki yeni hatlar için ise saatte 345 km’e hıza ulaşmaktadır. Dünyanın ticari işletmedeki en hızlı yolcu treni, manyetik havada kalma teknolojisine sahip saatte maksimum 416 km hıza ulaşan Çin Şanghay’dadır (Todorovich, vd., 2011).

### **3.3. Yüksek Hızlı Demiryolu’nun Potansiyel Faydaları**

Yaklaşık yarım yüzyıllık uluslararası tecrübesi ile yüksek hızlı demiryolu geniş kapsamlı ulaştırma, ekonomik ve çevresel faydalarının oluşturulmasını sağlayabilecek olduğunu kanıtlamıştır. Her potansiyel yüksek hızlı demiryolu koridoru, hizmet veren metropoliten ve güzergah boyunca her istasyonun büyükşehir bölgesel planlama özellikleri bazında, benzersiz hususlar ve işlemler gerektirir (Todorovich vd., 2011).

### 3.3.1.Yüksek hızlı demiryolu'nun ulaşım faydaları

Yüksek hızlı demiryolu ilk ve başta gelen ulaşım iyileştirmesiyle diğer ikincil ulaşım faydaları için bir yapı oluşturur. Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

#### a) Daha Kısa Seyahat Süresi :

YHT kent merkezleri arasında farklı ulaşım modlarını kullanan kişiler için seyahat süresinden tasarruf yaratır. Metropollerde, birçok varış noktasına ulaşımı iyileştirir ve bu alanları birbirine yakın hala getirir (Spikermann ve Wegener, 1994). Genel olarak otomobilinizle gidebileceğiniz bir yolu hızlı trenle daha kısa sürede, daha ucuza kat edersiniz. Yolculuk mesafesi arttıkça hızlı trenin karayoluna olan zaman avantajı artar.

#### b) Mod kayması (Ulaşım modları arasındaki geçiş) :

Diğer şehirlerarası ulaşım yöntemleri ile karşılaştırıldığında, YHT geniş yolcu hacmi paylaşımını yakalar. Uluslararası deneyimlerden anlaşılacağı gibi eğer seyahat süresi, hızlı tren ile 2,5 saatten daha az ise hava veya demiryolu yolculuklarının %80'ini YHT genellikle elinde bulundurur (UIC, 2010).

#### c) Güvenlik :

YHT sistemleri tüm Dünya üzerinde muhteşem güvenlik rekorları tecrübesine sahiptirler. Eğer YHT hattı tarihsel güvenlik standartları doğrultusunda inşa edildiyse, ulaşım-ölüm ilişkisi çok daha düşük seviyelerde olduğundan şehirlerarası yolculukta daha fazla yolcu demiryolunu tercih eder (Anonim, 2010a).

#### d) Güvenilirlik :

YHT ile konvansiyonel trenlere göre daha az dizi aralığı ile tarifeli işletim yapılı, neredeyse hiçbir zaman gecikme olmaz ayrıca araba ve uçağa göre daha iyi zaman performansları vardır. Japonya'daki Shinkansen treninin Tokaido hattındaki ortalama gecikme süresi sadece 30 saniyedir. İspanya'daki hızlı tren işletim firması (AVE) eğer hızlı

trenlerde 5 dakikadan daha fazla gecikme olursa yolculara ücretlerini iade etme sözü vermektedir (Todorovich vd., 2011).

#### e) Etkin Arazi Kullanımı :

Tipik bir YHT hattı, üç şeritli bir otobanın hizmet kapasitesi düşünüldüğünde arazinin bir kısmını kullanarak hemen hemen aynı sayıda insanı aynı istikamette taşıma kapasitesine sahiptir. Standart demiryolu genişliği düşünüldüğünde, normal bir çift hatlı yüksek hızlı demiryolu hattı yaklaşık 25 metredir. Gidiş-geliş toplamda 6 şeritli karayolu genişliği ise 75 metredir. Arazi kullanımında bu fark, km başına 1000x50 yaklaşık 50 dönümlük bir tasarrufu ifade eder. Kentsel alanlarda bu tarz bir kazanım özellikle çevresel olarak çok önemli hassas alanlardaki gerekli korunmayı ve kazanımı sağlayarak karayolu genişlemesiyle oluşacak gereksiz arazi kullanımını da engeller (Todorovich vd.,2011).

### 3.3.2. Yüksek hızlı demiryolu'nun ekonomik faydaları

Yüksek hızlı demiryolunun kabiliyeti ekonomik gelişimi destekler ve demiryolunun kapasitesi ekonomik aktivitenin konumsal dağılımı üzerinde erişimi artırır (Redding ve Sturm 2008). Ulaşım ağı alışverişe erişimi artırır ve daha iyi ulaşım altyapısı ile oluşması muhtemel yeni yerleşim yerlerinde ekonomik gelişim oluşturur. Teorik olarak, hızlı trenler kentsel alışverişe erişimi artırarak, istihdamı, ücretleri ve üretkenliği artırır; bağlantı noktalarına teşvik eder; bununla birlikte bölgesel ve lokal ekonomiyi kuvvetlendirir. Ayrıca YHT hizmet sektöründe çalışan kişilere zaman tasarrufu ile birlikte ulaşılabilirliğin artışı sunar ve iş hayatındaki yüz yüze olan görüşmelerin maliyetini azaltır. Bu gelişmiş bağlantılabilirlik çalışanların üretkenliğine katkıda bulunur (Greengauge, 2010).

YHT özellikle kentsel tasarım stratejilerine ve kapsamlı kamusal girişim ile koordineli olarak inşa edildiklerinde emlak piyasasında gelişim meydana getirerek tren istasyonları etrafındaki ticari ve konut gelişimini sağlar. Bu girişimler hızlı trenin kentsel ve bölgesel yapıyla entegrasyonunu sağlar, bu entegrasyon en yüksek düzeyde yolcu sayısını ve ekonomik aktiviteyi garanti eder (Todorovich vd., 2011).

Yukarıda tanımlanan faktörlerin yanında, derin iş gücü ve istihdam pazarları, genişletilmiş turizm ve ziyaretçi harcaması, direk iş yaratımı, kentsel dönüşüm ve istasyon alan gelişimi ve konumsal yığılma da etki eden önemli faktörlerdendir (Ahlfeldt ve Feddersen 2010).

### **3.3.3. Yüksek hızlı demiryolu'nun çevresel faydaları**

Yüksek hızlı demiryolu diğer uzun mesafe ulaşım yöntemlerine göre enerji etkinliği ve daha büyük çevresel faydalar sağlama potansiyeline sahiptir. Çeşitli koşulların bu faydaları elde etmek için yerine getirilmesi gerekir. Hızlı trenlerin enerji verimliliği, taşıdığı yolcu sayısı bakımından etkinliği ve kullandığı elektrik enerjisi gibi dışsal yünden faydası olan unsurlar çevresel faydalar olarak tanımlanabilir (Todorovich vd., 2011).

Elektrik enerjisi ile çalışan yüksek hızlı trenler, çevreye zarar vermediği gibi diğer ulaştırma araçlarına göre sessiz çalışarak gürültü kirliliği de üretmezler. Ekonomik gelişimler ve trafik yoğunlukları öncelikli olarak baktığımızda, yüksek hızlı trenlerin—otomobiller ve uçaklara kıyasla daha düşük sera gazı salımı dahil olmak üzere önemli derecede çevresel faydalar sağladığı kabul edilmektedir (Kızıлтаş, 2013). Bilimsel araştırmalar her durumda demiryollarının çevreye en az zarar verdiğini göstermektedir. Bu durum, enerji tüketim düzeyi yüksek olan yüksek hız trenleri için de geçerlidir (Arslan, 2010).

Ayrıca yüksek hızlı demiryolunun çevresel faydaları, etkin yolcu sayısı, tren gücü için temiz enerji kaynakları ve ulaşımın az yararlı şekillerinden daha yararlı modlara geçiş yapmak gibi birçok duruma bağlıdır (Todorovich vd., 2011).

### **3.4. Gelişmiş Ülkelerdeki Yüksek Hızlı Tren Hatları**

Yüksek hızlı trenlerin ilk kullanılmaya başladığı ülke Japonya'dır. Shinkansen adı verilen bu trenler Tokyo-Osaka arasında 1964 yılında işletmeye alınmıştır. 50 yıl önce bu tek hızlı tren hattında günde 30 trenle yılda 44 milyon yolcu taşınırken, bugün toplam uzunluğu 2452 kilometre olan Shinkansen şebekesinde, 320 km/sa varan hızlarla yılda 143 milyon yolcu taşınmaktadır (Anonim, 2014).

Dünyanın birçok ülkesinde kullanılan yüksek hızlı trenler, buldukları ülkelere göre farklı adlar almaktadır. Japonya'nın yüksek hızlı trenleri "Shinkansen", Fransa'nın yüksek hızlı trenleri "TGV" (Train a Grande Vitesse), Almanya'nın yüksek hızlı trenleri "ICE" (Inter City Express), İspanya'nın yüksek hızlı trenleri "AVE" (Alta Velocidad Española) olarak adlandırılmaktadır (Arslan, 2010).

Japon Shinkansen hattının inşaatıyla birlikte Fransa'da hızlı tren fikri TGV (Train a Grande Vitesse) ortaya çıkmıştır. Mevcut demiryolu hattını yenileyen ve daha hafif özel vagonlar imal eden Fransız Devlet Demiryolları İşletmeleri günümüzde 322 kilometre hıza ulaşmıştır. Avrupa'daki ilk hızlı tren hattı ise 1981 yılında Paris – Lyon şehirleri arasında hizmete girmiştir. 1994'te başlayan Eurostar servisi günümüzde Avrupa kıtasını Manş Tüneli üzerinden Londra'ya bağlamaktadır. Hızlı trenlerle Londra-Paris arası 2 saat 15 dakika, Londra-Brüksel arası ise sadece 1 saat 51 dakikada alınmaktadır (Anonim, 2010).

Başta Japonya ve Fransa tarafından başlatılan bu yarışa, diğer Almanya, Belçika, Çin, Finlandiya, Hollanda, İngiltere, İspanya, İsveç, İtalya, Japonya, Norveç, Portekiz, Rusya, Güney Kore ve Türkiye saatte minimum 200 km hızın üzerine çıkan trenlerle hızlı taşımacılığı gerçekleştirmektedir. 2014 yılı itibari ile dünyada toplam 30000 km hızlı tren hattı faal olarak hizmet vermektedir (Teker ve Camcı 2011). Çizelge 3.1'de Nisan 2015 verilerine göre tüm Dünya'da ve Avrupa'daki bazı ülkelerin YHT hatlarının durumu özetlenmiştir.

**Çizelge 3.1** Dünya'daki işletim ve inşaat aşamasında olan YHT hatları (Anonim, 2015)

<b>Km</b>	Fransa	Japonya	Çin	İspanya	Almanya
<b>İşletimde olan</b>	2036	2664	16775	3100	1334
<b>İnşaat aşamasında</b>	757	782	20380	1800	428
<b>Toplam (2015 Yılı)</b>	2793	3446	37155	4900	1762

### 3.4.1. Avrupa'daki YHT hatları durumu

Avrupa'da 1976 yılında yapımına başlanan ilk hızlı tren hattı Roma-Floransa arasındaki hattır. Söz konusu hat ancak 1992 yılında tamamlanmış ve hattın küçük bir kısmı işletime açılmıştır. 1960'lar ile 1970'lerin başında planlanmaya başlanmış olan yüksek hızlı demiryolları, ancak 1981'de Fransa'da ve 1991'de Almanya'da gerçek anlamda işletilmeye başlanmıştır. Avrupa'da YHT sadece yüksek hız için ayrılmış hatlarda işletilmemekte, aynı zamanda mevcut "geliştirilmiş" hatlarda daha düşük hızlarda işletilebilmektedir. Bu şekilde, yüksek hızlı trenler ile daha geniş bir alanda hizmet verilebilmektedir (Arslan, 2010).

Fransa, yüksek hızlı demiryolu sistemleri konusunda Avrupa'da lider konumdadır. Ayrıca Fransız TGV (Train a Grande Vitesse) yüksek hız trenleri, geleneksel demiryolu taşımacılığında dünya hız rekorunu elinde bulundurmaktadır. Yüksek hızlı demiryolu "TGV" ülkenin her bir bölgesinin Paris'e erişebilirliğini öncelikle ve bunda önemli bir yol kat etmiştir. Fransız TGV hattı 320 km/sa'lik işletme hızıyla Avrupa'nın en önemli yüksek hızlı demiryolu hattıdır. Fransa ile İngiltere arasında 1994'de inşa edilen Kanal Tüneli, Avrupa'daki ilk sınır ötesi yüksek hızlı demiryolu hattıdır. Fransız TGV hattının işletime açılmasından kısa bir süre sonra Almanya'da yüksek hız hattının inşasına başlamıştır. Alman ICE trenleri çok geçmeden ülkelerarası servislere de başlamıştır. Avusturya ve İsviçre'deki elektrifikasyon sisteminin Almanya ile aynı olması ICE trenlerinin bu ülkelere servis yapmasını daha da kolaylaştırmıştır. Bu ülkeler arasındaki yüksek hızlı tren hatlarında Eurostar trenleri hizmet vermektedir (Şekil 3.1).





**Şekil 3.1** Fransa, Belçika ve İngiltere’deki Eurostar trenleri

2000 yılında üçüncü nesil ICE trenlerinin geliştirilmesiyle birlikte Hollanda ve Belçika’ya da servisler başlamıştır. Üçüncü nesil ICE trenleri deneme sürüşlerinde 363 km/sa hıza kadar ulaşmıştır ancak ticari olarak hızı 330 km/sa olarak belirlenmiştir (Anonim, 2014).

İspanya Demiryolları (RENFE), AVE (Alta Velocidata Espanola) adı verilen yüksek hızlı demiryolu hattını 1992 yılında Madrid-Sevilla arasında hizmete açmıştır. Takip eden yıllarda ülke; AVE ile yüksek hızlı demiryolu hizmetlerine önemli ölçüde yatırım yapmış ve güneydoğu doğrultusunda Madrid-Malaga, kuzeybatı doğrultusunda Madrid-Valladolid, doğu doğrultusunda Madrid-Barcelona hatları inşa edilmiştir. İspanya’da Madrid-Sevilla arasında 1992 yılından beri, Madrid-Lerida arasında 2003 yılından bu yana AVE trenleri işletilmektedir. 2020’de ülke, yüzölçümünü yoğun bir şekilde çevrelemiş olan 10 000 km’lik bir yüksek hızlı tren hattına sahip olmayı amaçlamaktadır. İspanya, yüksek hızlı demiryolları gelişimini Fransa, Japonya ve Almanya’dan sonra takip etmiş olup son yıllarda yakaladığı müthiş ivme ile dünyada

Çin'den sonra 2.büyük yüksek hızlı demiryolu ağına sahip ülke konumuna gelmiştir (Kızıltaş, 2013).

Bu ülkeler dışında Şekil 3.2'de görüldüğü üzere Belçika, İtalya, İngiltere, İsviçre, İsveç, Hollanda, Portekiz gibi birçok Avrupa ülkesinde hızlı tren hatları mevcuttur. 21. Yüzyılın ikinci yarısında daha da gelişme kaydetmesi beklenen hızlı tren sistemleri Avrupa'da öncü ulaşım sistemleri arasındaki yerini almıştır.



Şekil 3.2 Avrupa Yüksek Hızlı Tren Haritası (Anonim, 2014)

### 3.4.2. Türkiye'deki YHT hatları ve durumu

Genel olarak 20. Yüzyılın ikinci yarısından sonra büyük bir gelişim gösteren hızlı trenlerin, ülkemizde de 90'lı yılların sonuyla birlikte planlaması yapılmıştır. İlk olarak ülkemizdeki yolcu taşımacılığının büyük bölümünü teşkil eden Ankara-İstanbul hattında yapılan seyahat süresinin kısaltılmasını, kaçınılmaz bir şekilde gündeme getirmiştir. Ankara, Eskişehir, İstanbul, Konya, İzmir, Sivas, Bursa gibi yolcu potansiyeli ve nüfus

açısından ülkemizin büyük kentlerini birbirlerine bağlayacak olan koridorlarda hızlı tren hatlarının yapılması için çalışmalara başlanmıştır (TCDD, 2014).

Türkiye'nin ilk hızlı tren projesi olan Ankara-Eskişehir hattının proje dizayn kriterleri ise şu şekildedir (Demirezer, 2008):

- Hat Sayısı: çift hat, elektrikli, sinyalli
- Maksimum Hız: 250 km/saat
- Dingil Yüğü: 22,5 ton
- Hat Aksları Arası Mesafe: 4,50 m
- Minimum Kurp Yarıçapı: 3500 m
- Maksimum Eğim: ‰ 16
- Maksimum Dever: 130 mm
- Düşey gabari: 6.72 m

Bu şehirleri birbirine bağlayan projelerden Şekil 3.3'de gösterilen Ankara-İstanbul, Polatlı-Konya yüksek hızlı tren hatları devreye alınmıştır. Diğer hatların inşaatı ve fizibilite, ön proje hazırlık çalışmaları devam etmektedir.



Şekil 3.2 Ülkemizdeki Hızlı Tren Projeleri (TCDD, 2007)

**Çizelge 3.2** Türkiye’deki İşletim, inşaat ve planlama aşamasında olan YHT hatları  
(TCDD, 2013)

Hat	Yıl	Max. İşletme Hızı (km/sa)	Uzunluk(km)
İşletmede Olan Yüksek Hızlı Tren Hatları (Toplam 745 km)			
<b>Ankara – Eskişehir</b>	2009	250	235
<b>Polath – Konya</b>	2011	300	212
<b>Eskişehir – İstanbul</b>	2014	250	298
İnşaat Halinde Olan Yüksek Hızlı Tren Hatları (Toplam 1274 km)			
<b>Ankara – Sivas</b>	2016	250	460
<b>Bandırma – Bursa - Yenişehir</b>	2018	250	190
<b>Ankara - İzmir</b>	2018	250	624
Planlanan Yüksek Hızlı Tren Hatları (Toplam 445 km)			
<b>Ankara – Kayseri</b>	-	250	175
<b>Konya – Adana</b>	-	200	270

Çizelge 3.2’de yer alan Türkiye’deki Bandırma-Bursa-Osmaneli-Ayazma etabının Bursa-Yenişehir kısmı, Ankara-İzmir ve Ankara-Sivas hatları şu an inşaat aşamasındadır. Çizelge 3.2’de görülen Ankara-Kayseri ve Konya-Adana hızlı tren projeleri ise yakın gelecekte planlanan hatlar olarak görülmektedir.

### 3.5. Yüksek Hızlı Demiryolu Geometrik Tasarım İlkeleri

Bir demiryolu hattının etüdü, tasarımı ve işletimi için bilinmesi gereken en önemli karakteristikleri geometrik özellikleridir. Bu geometrik özellikleri belirleyen temel kavram hız olduğundan, bu özellikleri daha iyi anlayabilmek için demiryollarında önemli iki hız kavramından bahsetmek gerekmektedir.

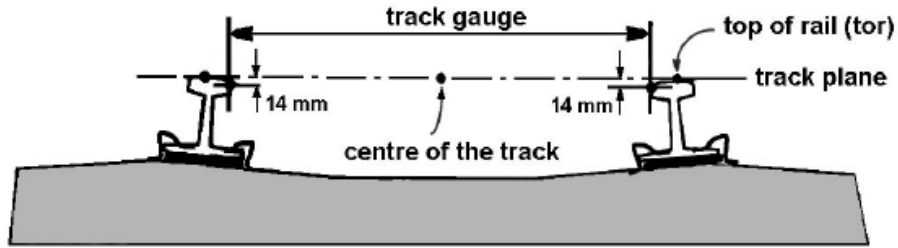
- Hesap Hızı (Hat sınır hızı): Hat üzerindeki deverlere göre uygulanabilecek maksimum hız olarak tanımlanır.
- Maksimum Hız: Demiryolunun sistem olarak tüm elemanları ile üstünde hareket eden taşıta izin vereceği en yüksek hızdır. Birçok farklı elmanın izin vereceği hızlar farklı olabileceğinden, bütün elemanlara ait hızların en küçüğü uygulanabilir hız olarak tanımlanır (Ekim, 2007).

Hat geometrisi araç davranışı açısından çok önemlidir. Hat geometrisinde en önemli parametreler şunlardır;

- Hat açıklığı
- Hat eğimi
- Rakordman eğrisi ve dever rampası
- Yatay kurp yarıçapı
- Düşey kurp yarıçapı

#### **Hat açıklığı :**

Dünya'daki tüm hızlı tren hatları 1435 mm'lik hat açıklığına göre dizayn edilir



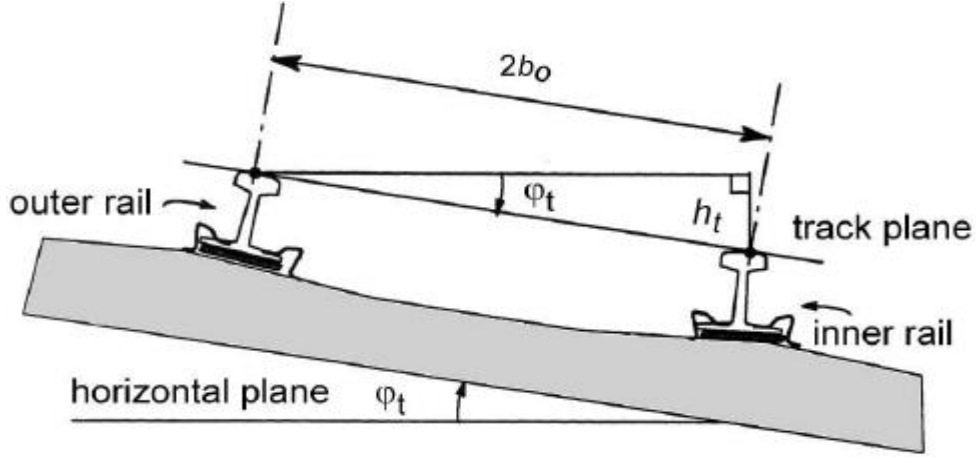
**Şekil 3.3** Fransa, Belçika ve İngiltere'deki Eurostar trenleri (Lindahl, 2001)

#### **Dever :**

Kurpta iki ray arasındaki mm olarak kot farklılığına denir. Bu yükseklik farkı  $h_t$  olarak ifade edilecek olursa eğim açısı da denklem 3.1'deki gibi gösterilir.

$$\varphi_t = \arcsin \frac{h_t}{2b_o}$$

### 3.1 Eğim açısı



Şekil 3.4 Hat eğimi (Lindahl, 2001)

#### Rakordman eğrisi ve dever rampası :

Lineer sapmalı eğrilik derecesine klotoid denir. Rakordman eğrisi teğet hat ve dairesel kurplar arasında veya iki komşu kurp arasında yanal ivmelenmede kademeli değişime izin verecek şekilde kullanılır. Geçiş kurpları aynı zamanda dever rampası yoluyla yatay eğimi oluşturur. Dever rampası eğimin yavaş yavaş değiştiği hat bölümüdür.

#### Yatay kurp yarıçapı :

Dairesel kurplar için en fark edilebilir parametre kurp yarıçapıdır. Bu yarıçap hattın merkezi ile alakalıdır.

#### Düşey kurp yarıçapı :

Düşey kurp demiryolu profilinde birbirini izleyen teğet düşümler arasında yumuşak bir geçiş sağlar. Eğim geçişlerinde uygun bir yarıçap kullanılmalıdır (Lindahl, 2001).

### 3.5.1. Alman Demiryolları yüksek hızlı tren geometrik standartları

Almanya Yüksek Hızlı Demiryolları, Avrupa Birliği Demiryolları Birlikte Çalışabilirlik (AEIF) Teknik Spesifikasyonlarına (TSI) uygun olarak tasarlanmaktadır (Lindahl, 2001).

#### 3.5.1.1. Dever tasarımı

Alman Demiryolları' na göre dever değerleri Çizelge 3.3'de gösterilmektedir. Dever için önerilen teorik değer 100 mm ve maksimum izin verilen değer 180 mm'dir.

**Çizelge 3.3** Dever tasarım değerleri (Deutsche Bahn, 1999)

İzin gerekmeyen (durum)	
Teorik değer	$h_t = 100\text{mm}$
Limit değer	$h_t = 160\text{mm}$ ( balastlı hat ) $h_t = 170\text{mm}$ ( balatsız hat )
İzin gereken ( durum)	
İzin verilen maksimum değer	$160 < h_t \leq 180\text{mm}$ ( balastlı hat ) $170 < h_t \leq 180\text{mm}$ ( balatsız hat )
İstisnai durum değeri	$h_t > 180\text{mm}$

Yatay kurp yarıçapına ve en hızlı trenin hızına bağlı önerilen Çizelge 3.3'de gösterildiği üzere önerilen dever değeri mevcuttur ve bu değer aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır. Formülde " $V_{dim}^2$ " trenin ulaşabileceği maksimum hızı, R ise yatay kurp yarıçapını tanımlamaktadır.

$$h_{t,rec} = \frac{7.1 \cdot V_{dim}^2}{R}$$

### 3.2 Önerilen dever

Aynı zamanda denklem 3.3'de formülizasyonla hesaplanan bir de minimum dever değeri vardır. Bu formülde üst kısımda tanımlanan formülden farklı olarak yetersiz eğim yani eksi eğimle ifade edilen  $h_{d,lim}$  değeri vardır.

$$h_t = \frac{11,8 \cdot V_{dim}^2}{R} - h_{d,lim}$$

### 3.3 Minimum dever

#### **3.5.1.2. Yatay kurp yarıçapı tasarımı**

Alman Demiryolları standartlarına göre önerilen, limit ve izin verilen yatay kurp yarıçap değerleri Çizelge 3.4’de örneklendirilmiştir.

**Çizelge 3.4** Yatay kurp yarıçapları (Deutsche Bahn, 1999)

Yatay Kurp Yarıçapı(m)	200 km/s	250 km/s	280 km/s	300 km/s	330 km/s	350 km/s
Önerilen değer	2776	4338	5542	6247	7559	8503
Limit değer	1628	2543	3190	3662	4431	4984
İzin verilen değer	1430	2234	2803	3218	3894	4380

#### **3.5.1.3. Eğim tasarımı**

Alman Demiryolları, en yüksek izin verilen eğimi ‰12,5 olarak belirlemiştir. Banliyö hatları ve ikincil hatlar için maksimum eğim ‰40’ dır. Ayrıca yapım aşamasındaki yüksek hızlı demir yollarında en yüksek eğim kullanılır.

#### **3.5.1.4. Düşey kurp yarıçapı tasarımı**

Maksimum izin verilen düşey kurp yarıçapı Çizelge 3.5’de gösterilmektedir.



**Çizelge 3.5** Düşey kurp yarıçapı tasarım değerleri (Deutsche Bahn, 1999)

İzin alınmayan durum	
Tavsiye edilen minimum değer	$R_v = 0.4 \cdot V_{dim}^2$
Limit değer	$R_v = 0.25 \cdot V_{dim}^2$
İzin gerekli olduğu durum	
İzin verilen	$R_v = 0.16 \cdot V_{dim}^2$ (tepe tipi düşey kurp) $R_v = 0.13 \cdot V_{dim}^2$ (dere tipi düşey kurp) $R_v \geq 2000m$
İstisnai değer	-

Ayrıca Alman Demiryolları'na göre hızlara göre düşey kurp yarıçapı için tavsiye edilen minimum değerler için örnekler Çizelge 3.6'da gösterilmektedir (Lindahl, 2001).

**Çizelge 3.6** Düşey kurp yarıçapı minimum değerleri (Deutsche Bahn, 1999)

Düşey Kurp Yarıçapı (m)	200 km/s	250 km/s	280 km/s	300 km/s	330 km/s	350 km/s
Önerilen minimum değer	16000	25000	31360	36000	43560	49000
Limit değer	10000	15625	16900	22500	27225	30625
İzin verilen değer, (tepe tipi düşey kurp)	6400	10000	12544	14400	17424	19600
İzin verilen değer, (dere tipi düşey kurp)	5200	8125	10192	11700	14157	15925

### 3.5.2. Japonya Merkez Demiryolu Kuruluşu yüksek hızlı demiryolu geometrik tasarımı

Japonya’da birçok özel tren işletim firması olmasına rağmen en köklü kuruluş olan Japonya Merkez Demiryolu Kuruluşu’nun belirli yüksek hızlı tren hatlarındaki geometrik veriler Çizelge 3.7’de gösterilmektedir (Lindahl, 2001).

**Çizelge 3.7** Japonya Merkez Demiryolu Şirketi Yapısal Tanımlaması (JR Central, 2000)

	Tokaido Shinkansen	Sanyo Shinkansen	Tohoku-Joetsu Shinkansen
Maksimum işletme hızı(km/h)	270	300	275
Maksimum eğim	20	15	15
Minimum karp yarıçapı	2500	4000	4000
Minimum düşey karp yarıçapı	10000	15000	15000
Dever	200	180	180

### 3.5.3. Yüksek hızlı tren araç teknolojik tasarımı

Yüksek hızlı ileri teknolojik trenler güvenlik garantisi ve kesintisiz yolculuk garantisi altına alınacak şekilde tasarlanır ve amacı iki nokta arasındaki yolculuk süresini minimuma düşürmektir (UIC, 2010). Güvenli, ekonomik ve çok yönlü olan hızlı trenler öncelikle çevre dostudur ve konfor için üretilmiştir. Demiryolu, karayolu ve havayolu ulaşım biçimleri arasındaki rekabette çok yüksek hızlı demiryolu araçları, piyasada önde yer almak için ciddi bir rakip olarak ortaya çıkmaktadır (ALSTOM, 2009). Şekil 3.6’da Fransız TGV yüksek hızlı treni görülmektedir.

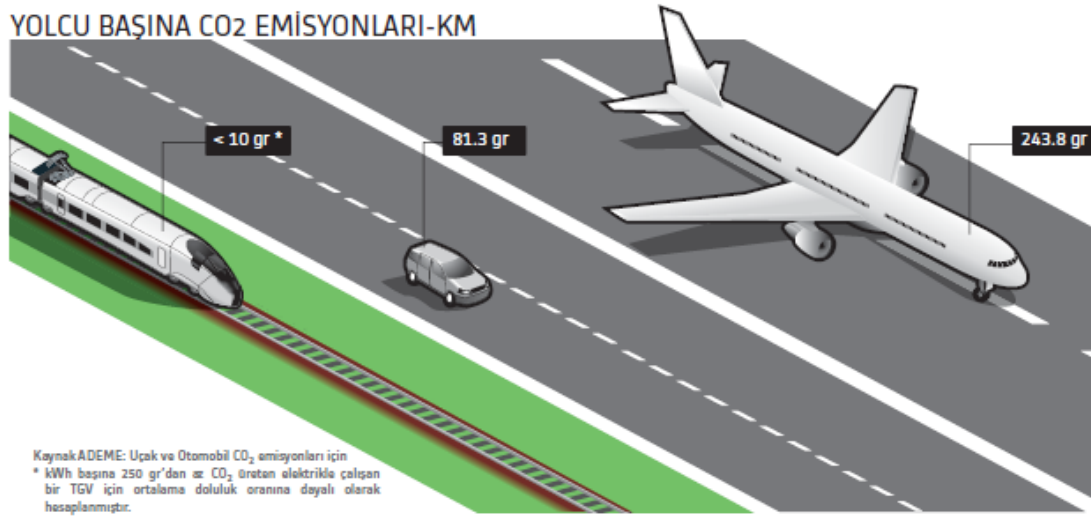


**Şekil 3.5** TGV Yüksek hızlı treni

YHT araçları ISO, IEC, UIC, EN standartları gibi birçok işletim spesifikasyonlarını karşılamalıdır (UIC, 2010). Yeni nesil hızlı tren araçları, geniş iç kompartımanlar ve geniş körük geçişleri, büyük pencere yüzeyleri, düzgün bir sürüş, düşük seviyede iç gürültü ve multimedya olanakları ile tüm yolculara yeni konfor seviyeleri sunacak biçimde tasarlanır. Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (hvac) sistemleri ile de yolculara en iyi iklim konforunu sunacak şekilde tasarlanmaktadır (ALSTOM, 2009).

Araçların gabarisinde, beş oturma sıralı yerler gibi geniş tasarım yapıldığında yolcu kapasitesinin artırılması sağlanır. 4650 mm ve 4500 mm gibi yüksek gabarilerde de çift katlı araçların dizaynı yapılabileceğinden kapasitenin arttırılmasında etkisi vardır. Ancak bu araçlarda aks yükü fazladır. Yükseklikten dolayı dayan rüzgar direnci daha azdır. Bu direnç aracın devrilmemesi için çok önemlidir ve tasarım aşamasında aracın çeşitli ölçülerine göre (yükseklik, ağırlık, ağırlık merkezi vb gibi) hesaplanır (Anonim, 2010).

Ayrıca yeni nesil demiryolları sistem olarak Şekil 3.7’de görüldüğü üzere diğer ulaştırma sistemleri ile kıyaslandığında çevresel ve ekonomik verimlilik açısından yolcu başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonları çok daha düşük seviyededir.



**Şekil 3.6** Ulaştırma sistemleri CO<sub>2</sub> emisyonları karşılaştırması (ADEME, 2009)

Yüksek hızlı tren kabinleri, kazaya karşı koruma ve ortak işletilebilirlik bakımından Avrupa Birliği Demiryolu Şartnamesine uygundur. 330 km/saat hızda 78 dB ile sınırlı olan kabin içerisindeki gürültü seviyelerini minimize etmek amacıyla, yoğun akustik çalışmalar dahil olmak üzere, ergonomi ve estetik tasarım çalışmaları da yapılmaktadır. Eşsiz tasarlanan ön burun yapısı sayesinde yüksek hızlı trenler, bir dizi spesifik kaza senaryosunda tanımlandığı gibi, Avrupa Birliği Demiryolu Şartnamesi kaza ile ilgili gerekliliklerine uygundur. Yüksek hızlı trenler ön burun yapısına monte edilen kinetik enerji sönmüleme ünitesi, bir çarpışma durumunda hem sürücü hem de ilk vagondaki yolcular için en yüksek düzeyde koruma sağlar (ALSTOM, 2009). Avrupa'da TSI (Avrupa Birliği Demiryolu Şartnamesi) tarafından belirtilen maksimum tren uzunluğu 400m'dir. YHT 2x200m, 3x120m tren gibi çeşitli kombinasyonlarla işletilebilir. Araç uzunluğu, basit körüklü araçlarda 13m-19m körüksüzlerde ise yaklaşık 25m olarak ölçülmektedir (Anonim, 2010).

Son yıllarda Türkiye'de yapılan atılım ile, yüksek hızlı tren hatları ulaştırma yatırımları içerisinde öncü olmuştur. Günümüzde Türkiye'de kullanılan İspanyol CAF firmasının hızlı tren aracına dair spesifik teknik özellikler Çizelge 3.8'de gösterilmektedir. Yeni nesil yüksek hızlı trenler ileri derecede sinyalizasyon sistemleri ile donatılmaktadırlar. Çizelge 3.8'de de yer alan ETCS (Avrupa tren kontrol sistemi) Avrupa'da bulunan tüm yüksek hızlı tren hatları ve araçlarında, ERTMS (Avrupa

demiryolu trafiği yönetim sistemi) ile entegreli olarak hizmet vermektedir (ALSTOM, 2009).

**Çizelge 3.8** Türkiye’de kullanılan YHT Aracı Özellikleri (Anonim, 2011)

<b>Şirket ve Sınıf</b>	TCDD YHT 65000	<b>Maksimum işletme hızı (km/sa)</b>	250
<b>Tren Seti Sayısı</b>	12	<b>Voltaj</b>	25 Kv 50 Hz
<b>Servise Giriş Yılı</b>	2009	<b>Set Uzunluğu (m)</b>	159
<b>Güç (Kw)</b>	4800	<b>Set Uzunluğu (mm)</b>	2920
<b>Cer Gücü (kN)</b>	200	<b>1.Sınıf Koltuk Sayısı</b>	55
<b>İvmelenme (m/sn<sup>2</sup>)</b>	0,48	<b>2.Sınıf Koltuk Sayısı</b>	364
<b>Sinyal Sistemi</b>	ATS, ETCS	<b>Toplam Koltuk Sayısı</b>	419
<b>Tedarikçi</b>	CAF	<b>Tren Seti Formülü</b>	4M2T

Almanya’daki ICE ve Çin’deki CHR2 trenleri karma işletmede uzun tek diziler ve kısa kuplajlı tren setleri ile halihazırda mevcuttur (Anonim, 2010). İşletme hızı bazında değerlendirmeye alındığında maglev trenleri dışında, dünyadaki yüksek hızlı tren pazarında önemli işletme hızlarına sahip olan Fransızların TGV POS, Japonların E<sub>5</sub> serisi Shinkansen ve Çinlilerin hızlı tren araçları bulunmaktadır (Teker ve Camcı, 2011).

## 4. YÜKSEK HIZLI TREN TERMİNALLERİ VE TESİSLERİ

### 4.1. Yüksek Hızlı Tren Terminalleri

Bir demiryolu ağında trenlerin program gereği durabildikleri işletme hizmetlerinin yapıldıkları yerlere istasyon, gar veya bu sistemlerin tümüne terminal diye adlandırma yapılmaktadır (Evren, 2002). İstasyon tanımlaması genel olarak çok fazla peron yapısının olmadığı, yolcu bekleme alanlarının kısıtlı olduğu küçük yapılar olarak ifade edilir. Garlar ise oldukça komplike sistemler olup şehirlerarası, uluslararası hatların olmasının yanı sıra metro, tramvay gibi şehir içi ulaşım hatlarının da olduğu, bütünleşik bir yapı içeren ayrıca aktivite alanları ile birçok hizmeti beraber sunan ve daha fazla trenin uğradığı peron alanı olarak da geniş yapılardır. Bu iki demiryolu yapısını beraber tanımlamak gerektiğinde, daha çok otobüsler için kullanılan “terminal” ifadesine yer verilebilmektedir (Bursa Fizibilite Etüd, 2007).

Hızlı tren yolcu taşımacılığında terminaller, trenlere binilen/inilen yerlerdir. Terminaller ayrıca demiryollarının işletilmesi ile ilgili hizmetleri veren personelin de görev yerleridir (Bursa Fizibilite Etüd, 2007). İstasyon veya gar bölgeleri toplu taşımacılık gibi farklı aktörleri kullanma seçeneği ile birlikte şehirlerarası yolcu taşıyan trenlerle yüksek hızlı trenlerin aksama olmadan birbirine bağlanmasını sağlayan kendine özgü alanlardır. Terminallerin şehirler üzerinde kalıcı etkisi ve altyapının önemli bir parçası olması nedeniyle, terminallerin özellikleri önem kazanmaktadır (U.S. D.O.T. , 2011).

Hızlı tren terminalleri yüksek seviyede mimarlık tasarımı kullanılarak geliştirilmeli, şehir merkezlerinden daha çok şehir kenarı ve şehir merkezinin dışındaki alanlar canlandırılmalıdır. Yeni tasarımlarda yeni yolcu talep gereklilikleri; iş ve toplantı alanları, aileler için alanlar, tam ulaşılabilirlik ve bagajlar için özel olarak düşünülen alanlardır (UIC, 2010).

Merkezi demiryolu terminalleri tipik olarak şehrin çekirdeğinde ve uluslararası veya bölgesel yolcu raylı sistemlerinin ilk elemanıdır. Sanayi öncesi kentlerde merkezi istasyon şehrin kenarında olabilir, Londra ve Paris'te gerçekleştiği gibi şehrin büyümesi ticari ve iş aktivitelerinin kayması bu terminallere önemli merkezi fonksiyon yüklemiştir. Bu terminaller genellikle 19. ve 20. yüzyıllarda demiryolu ile temsil gücünü ve önemini yansıtan genel anlamda görkemli binalardır. Birçok şehir için, tren istasyonları kentsel merkeziyetin anahtar faaliyet elementi diğer ulaşım terminal tipleriyle benzeşmeyecek şekilde etkileyici mimari başarıya sahip ve büyük miktarda gayrimenkulü işgal eden bir unsurdur. Dikkate değer örnekler içerisinde New York'taki "Grand Central Station", Londra'daki "St. Pancras Station", Paris'deki "The Gare de Lyon" veya Tokyo'daki "Shinjuku Station", günde 3,5 Milyon'dan fazla yolcuyla Dünya'daki en yoğun demiryolu terminalleridir. Şehir içi toplu taşıma sistemlerinin metro istasyonu olarak terminal tesisleri ile direk olarak bağlanması, birçok merkez terminalin banliyöde yaşayan yüksek miktarda kişinin yolculuk talebini karşılamasını sağlar. Örnek olarak Kuzey Amerika'da kentsel toplu taşıma sistemlerinin yapısı üzerinde demiryolu yolcu terminallerinin etkisi artmasıyla uzun mesafe fonksiyonu azalmaktadır (Rodrigue ve Slack, 2013).

Hızlı tren sistemlerinin gelişiminde, demiryolu istasyonlarının merkeziliği pozitif faktör olmuştur ve bu temel iş aktivitelerine direk ulaşılabilirlik sunmaktadır. Birçok durumda yüksek hızlı demiryolu istasyonu ofis binaları, perakende mağazaları, oteller ve otopark gibi eş konumlu gayrimenkul geliştirme imkanları ile yeni aktivite bağlantı noktası haline gelir. Ayrıca YHT istasyonları veya terminallerinin bağlantı noktası haline gelmesi direk olarak havalimanları ile entegre olup olmamasına bağlıdır. Charles de Gaulle (Paris), Schiphol (Amsterdam) ve Pudong'da (Shanghai) olduğu gibi uzak mesafe hava yolculuğu, demiryolu sistemi sayesinde entegrasyon seviyesi yüksek bölgesel ulaşılabilir bir alan haline gelmiştir (Rodrigue ve Slack, 2013).

#### **4.1.1. YHT terminalleri karakteristik sınıflandırması**

YHT terminalleri işlevsel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- a) Bağlanan ulaşım sayısı ve modlar
- b) İçerde ya da dışarda sağlanan hizmet sayısı ve kalitesi

## c) Kullanıcıların hacmi

Bu şekilde üç karakteristik tipoloji tanımlamak mümkündür. YHT istasyon tipleri I, II ve III Çizelge 4.1’de özetlenmektedir.

**Çizelge 4.1** YHT terminal tipleri (COMET, 2005)

Tip I	YHT garı yılda 20 milyondan daha fazla kişiye hizmet sunmaktadır. Tip I gar olarak adlandırılır ve yolculara birçok direkt ve endirekt destek hizmeti ile destekleyici birçok hizmet sunmaktadır.
Tip II	Yılda 2 ile 20 milyon arasında yolcuya hizmet sunmaktadır. Tip II demiryolu lokasyonları gar olarak isimlendirilirler ve direkt elementer işlevlerle (bilet satma, bekleme odası, giriş) ve dolaylı hizmetlerle (bar, restoran ve tuvalet gibi) donatılmıştır.
Tip III	Ulaşım ağında sadece aktörler arası bağlantı hizmeti sunan bir YHT terminalidir. Tip III sadece yolcu desteklemek amaçlı temel işlevlere sahiptir (bilet, bekleme odası, barmak ve peronlar), çünkü yolcu sayısı genelde düşüktür.

İşlevsel olarak sınıflandırılan yüksek hızlı tren terminallerinde verilen hizmet grupları aşağıda listelenmiştir.

- **Direkt destek hizmetleri:** YHT geliş gidişler, bagaj taşıma ve yolcu akışıdır.
- **Endirekt destek hizmetleri:** İçecek ve yiyecek bölümleri, yardım, güvenlik hizmetleri, idari prosedür ve enformasyon sistemleri gibi yolculukla doğrudan ilgisi olmayan hizmetlerdir.
- **YHT sistemi işletme hizmetleri:** YHT sistemi ve uzman personel dahil, çalışanların ihtiyacı olan hizmetler, ofisler ve ekipmanlar. Bunlar genelde özel bina, bölge ya da kiosklerde yer almaktadır.



- **Çevre alandaki hizmetler:** YHT terminali dışında olup da doğrudan YHT hizmeti ile ilgili hizmetlerdir.
- **Araç içi hizmetler:** Araç içinde mevcut birçok hizmet vardır (yiyecek, destek ve enformasyon) (COMET, 2005).

#### **4.1.2. Yüksek hızlı tren terminalleri tipik özellikleri**

YHT terminallerinde hizmet ve altyapıyı iyileştirecek önlem ve eylemler gereklidir. Bir kent yapısında merkezi yerde olması ve trenlere erişim kolaylığı önemlidir. Diğer önemli faktörler hizmet verimliliği ve hızı ile tren konforu ve güvenliğidir.

Çizelge 4.1’de gösterildiği gibi Tip I terminallerde yolcu yoğunluğu yüksek olduğundan yaya güzergahlarının basitliği ile ulaşım sistemleri ve yolcu akışlarının birbirinden ayrılması önemlidir. Burada üç zon dikkate alınır; bunlar direkt destek hizmeti, endirekt destek hizmeti ve çevre alanlardır.

Yüksek hızlı tren terminallerinde olması gereken zorunlu hizmetler aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

##### **1. Güvenlik konusu**

- YHT terminalinin tasarım ve görüntüsü güvenli olmalıdır.
- Karanlık noktalar olmamalı, saydam cam duvara tercih edilmeli, terminal alanı iyi aydınlatılmalıdır.
- Ortak bir izleme sistemi olmalıdır.
- İstasyon temizliği sürekli olmalıdır.
- İstasyon sürekli ve günlük bakıma tabi tutulmalıdır.

##### **2. Bilet satışı, rezervasyon ve kabul**

- Danışma alanı terminal girişinde kolay görülebilir olmalıdır.
- Ana istasyon girişi yakınında otomatik bilet yani kolay bilet alma düzeni olmalıdır

- YHT yolcularına ayrıcalıklı müşteri hizmetleri olmalıdır.

### **3. *Enformasyon ve orientasyon sistemi***

- Tüm koridorlarda yeterli tabela olmalı ve sesli bilgilendirme sağlanmalıdır.
- İşaret ve tabelalar çıkış, peron bağlantısı, park alanı, toplu ulaşım, taksi hizmeti, kent bilgileri ve buluşma noktaları gibi konularda hızlı ve kolay bilgilendirme sağlanmalıdır.
- Terminal girişinde saatler görünür yerde olmalıdır.
- Tren tarifeleri yolcuların kolayca göreceği yerlere konulmalıdır.
- Peronlara erişim kolay olmalı ve şemalar bulunmalıdır.
- Ana akış koridoruna tren gidiş-geliş göstergeleri konulmalıdır.
- Kentle ilgili bilgi sağlanmalıdır.
- Peronlara tren dizisi hakkında bilgi konulmalıdır.

### **4. *İletişim ve enformasyon***

- YHT yolcularına müşteri hizmeti alanı sağlanmalıdır.
- Sefer programı, reklam, bilet tarifesi ve ücret ile ilgili çerçeveler olmalıdır.
- Birçok dilde kullanıcı dostu bilgilendirme sağlayan otomatik dijital ekipman ve bunları bastırma imkanı olmalıdır.

### **5. *Özel amaçlı alanlar, holler ve toplantı noktaları***

- Bekleme odası kabul alanına yakın ve ana akış bölgesine uzak olmalıdır.
- Geleneksel terminallerde, sadece YHT yolcularına daha yüksek standartlar sağlanmalıdır.
- Bekleme alanları iyi aydınlatılmalı, sessiz ve konforlu olmalıdır.
- Geleneksel hizmetlere ilaveten bekleme alanları renkli televizyon, elektronik oyunlar, gazete ve büfe gibi yerlerle donatılmalıdır.

## 6. *Bagaj hizmetler*

YHT terminallerinde aşağıdakileri kapsayan etkin bir bagaj sistemi olmalıdır:

- Farklı noktalar açısından trenler için kolay bağlantı sistemi,
- Bagaj taşıma arabaları,
- Uzun mesafe ve kat değiştirme için bagaj bantları, yürüyen merdivenler, yürüme bantları ve asansörler olmalıdır (COMET, 2005).

## 7. *Ticari Hizmetler*

Turistler ya da iş amaçlı yolculuk yapanların daha çok kullandığı YHT terminalleri araç kiralama, kuru temizleme, büfeler, eczane, telefon hizmeti, bankamatik, polis ofisi, restaurant, banka, postane vb. gibi farklı ticari hizmetler sunmalıdır.

İstasyon birçok işlevi sunan bir bina olup eğlence yerleri restoran, sergi, okuma odası ve çalışma odası gibi hizmetler de sunabilir. Yolcular istasyonda verimlilik ve konfor ararlar. Bu konuda üç önemli faktör öne çıkmaktadır.

- Verilen hizmetlerin verimliliği ve hızı
- Konfor seviyesi
- Teknolojik açıdan ileri ve yenilikçi hizmetler

## 4.2. Avrupa Şehirleri YHT Terminal Örnekleri

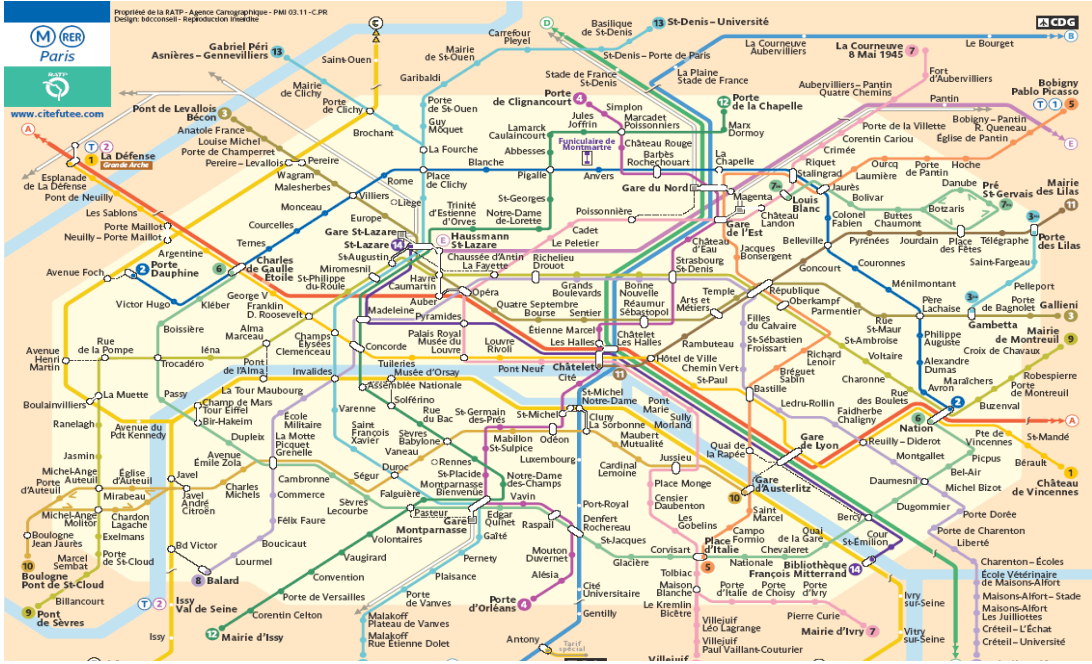
### 4.2.1. Paris şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri

Fransa'nın başkenti olmasının yanı sıra, bilim, kültür, sanat alanlarında da dünyanın önde gelen merkezlerinden birisi olarak kabul edilen Paris, yaklaşık 2000 yıllık bir tarihe sahiptir. Seine Irmağı'nın her iki yakasına kurulmuş olan kent, Fransa'nın kuzey kesiminde bulunur ve sarmal bir dönüşle merkezinden çevreye birbirini izleyen 20 ayrı bölgeye ayrılmıştır (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1** Bölgelere ayrılmış şekilde Paris'in yerleşimi

Paris kentsel nüfusu 2,34 milyon olup çevresindeki banliyölerle birlikte toplam nüfusu yaklaşık 11 milyon civarındadır (Anonim, 2014). Paris'de Orly ve Charles de Gaulle adlarında iki uluslararası havalimanı vardır. Toplam raylı sistem uzunluğu 1705 km olup bölge içinde günlük 41 milyondan fazla yolcu taşınmaktadır. Günlük yolculuk dağılımları; yürüme %67, araç ve motosiklet%9, toplu taşıma %27 ve bisiklet %3 civarında olmaktadır (Anonim, 2010). Dünyanın en büyük metro ağı 300 adet istasyonu ve 16 adet hattıyla Paris'de bulunmaktadır (Anonim, 2010). Paris'de raylı ulaşım sistemleri olarak metro, bölgesel hatlar, banliyö hatları, tramvay ve föniküler gibi ulaşım sistemleri mevcuttur (Şekil 4.2).



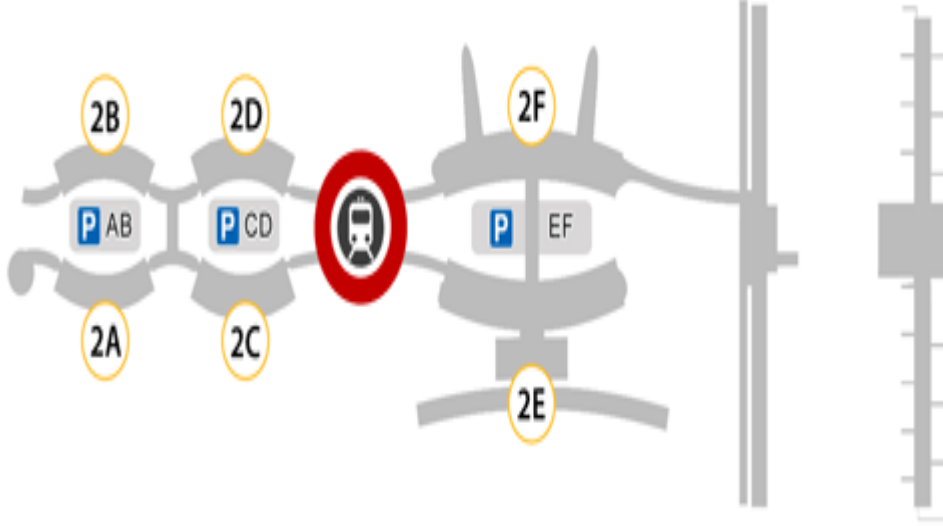
Şekil 4.2 Paris kent içi raylı sistem hat şeması

Paris'de TGV adlı hızlı trenlerin hizmet verdiği altı adet hızlı tren terminali bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki alt başlıklarda gösterildiği üzere Charles de Gaulle, Paris-Est, Paris Nord, Montparnasse, Saint-Lazare ve Paris-Lyon'dur.

#### **4.2.1.1. Charles de Gaulle Garı (Gare Aeroport Charles de Gaulle)**

Charles de Gaulle Garı Paris'deki ana hava alanı ile bağlantılıdır. Bu hava alanı Avrupa'daki ikinci en yüksek yolculuk trafiğine sahiptir, ilki Londra Heathrow hava alanıdır. Charles de Gaulle Garı hem uluslararası trenler ile hem de lokal RER trenleri ile Paris şehir merkezine hizmet sağlamaktadır (Anonim, 2015).

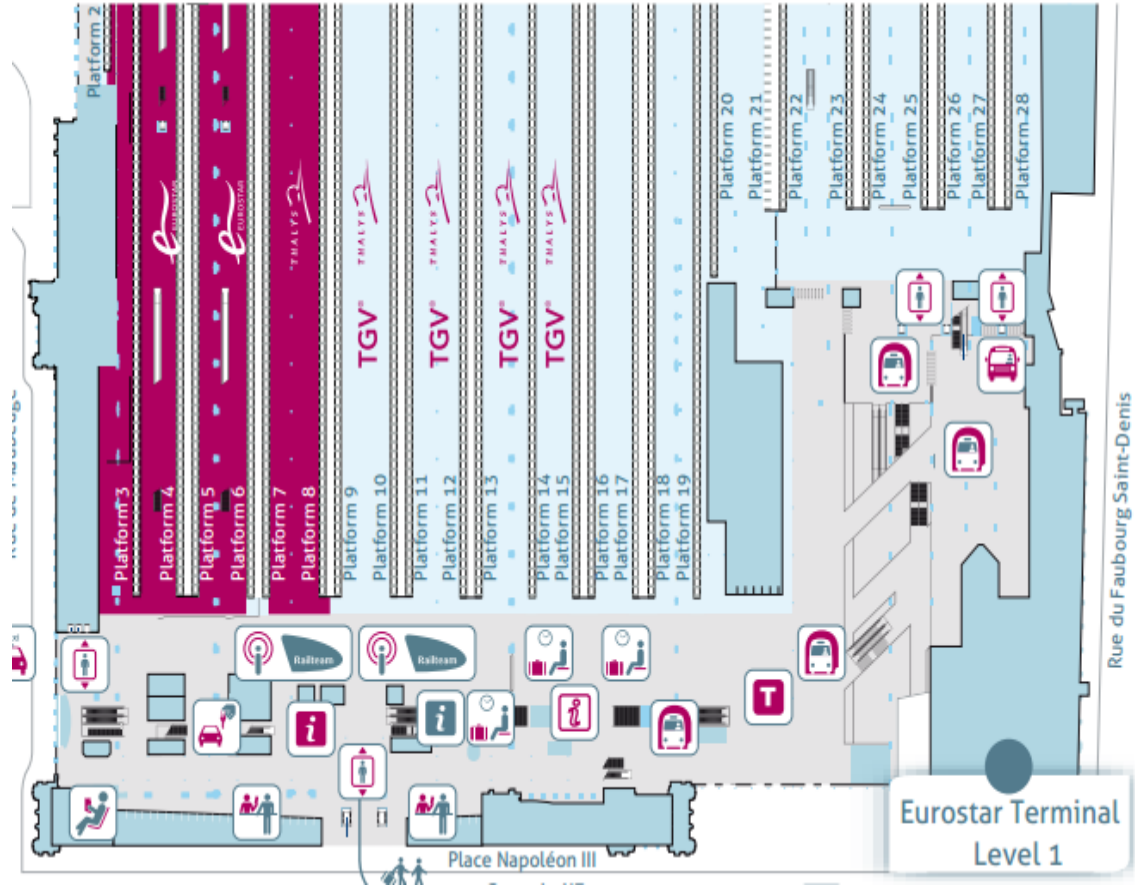
Şekil 4.3'de Charles de Gaulle Garı ile hava alanının birleşik yapısı görülmektedir.



Şekil 4.3 Charles de Gaulle Garı ve hava alanı planı

#### **4.2.1.2. Paris Kuzey Garı (Gar du Nord)**

Paris Kuzey Tren Garı aslen 1846 yılında inşa edildikten çok kısa bir süre sonra trafik artışı nedeniyle garın boyutları büyütülerek tekrar inşa edilmiştir. Yeni ve geliştirilen işlevsel gar modeli 1864 yılında hizmete girmiştir. Gar'ın ismi, burdan yapılabilecek yolculukların Fransa'nın kuzey kısmında olan Belçika, Hollanda, Kuzey Almanya ve İskandinav ülkelerine olacağı düşünülerek verilmiştir. Paris Kuzey YHT Garı'nın Kuzey Fransa ile bağlantısını "TGV" ve "Intercities" trenleri sağlar (Anonim 2015). Şekil 4.4'de Paris Kuzey Tren İstasyonu'nun şematik planı gösterilmiştir.



Şekil 4.4 Paris Kuzey Tren Garı

#### **4.2.1.3 Paris Doğu Garı (Gare de Paris-Est)**

Paris-Est “Belle Epoque” kültürünü yansıtan bir demiryolu garıdır. Gar’ın batı kanadı orijinal binası 1847 ve 1854 yılında inşa edilmiş, raylı sistem trafiğinin artışından dolayı daha sonrasında doğu kanadı inşa edilmiştir. Paris-Est Garı, Avrupa Merkezi’ndeki ana şehirlerden İsviçre; Zurich, Almanya; Munich ve Avusturya; Viyana’ya tren taşımacılığı hizmeti sağlar (Anonim 2015). Paris-Est Garı çoklu peron yapısıyla Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4.5 Paris Doğu Tren Garı peron görünümü

#### **4.2.1.4. Montparnasse Garı (Gare Montparnasse)**

Montparnasse Garı 1840 yılında açılmıştır. Paris'deki altı büyük demiryolu terminalinden biridir. Gar, TGV trenleri ile Paris'in batı ve güney batısına şehirlerarası ulaşım hizmeti sağlar. Buradan TGV hatları ile Tours, Bordeaux, Rennes ve Nantes gibi batıdaki Fransa şehirlerine hizmet verilmesinin yanında metro ve bölgesel hatlarla da şehrin birçok kısmına ulaşım sağlanmaktadır. Şekil 4.6'da garın peronları ve sirkülasyon alanı gösterilmektedir. Montparnasse Garı, bir adet metro istasyonu ve dünyanın en hızlı hareket eden hareketli yürüyüş yolunu bünyesinde barındırmaktadır (Anonim 2015).





**Şekil 4.6** Montparnasse Garı

#### **4.2.1.5. Saint-Lazare Garı (Gare Saint-Lazare)**

Paris Saint-Lazare Garı günlük 450 000 yolcu sirkülasyonu ile ikinci en yoğun Avrupa demiryolu terminalidir. Bu etkileyici yapı modernize edilerek Paris tarihsel anıtı olarak kabul edilmiştir. İstasyon Paris'in batı banliyösüne ve Normandiya'ya hizmet verir ve ayrıca bünyesinde 2012 yılında açılan yeni bir alışveriş merkezi bulunur. Bu terminalde hızlı tren olarak "TGV" ve "SNCF" trenleri hizmet vermektedir (Anonim, 2015). Şekil 4.7'de Saint-Lazare Garı peronları gösterilmektedir.



**Şekil 4.7** Saint-Lazare İstasyonu peron görünümü

#### **4.2.1.6. Lyon Garı (Paris-Gare de Lyon)**

Lyon Garı 1900 Dünya Fuarı döneminde inşa edilmiştir ve bu tren garının yapımında kullanılan mimari dönemin mimarisinin klasik bir örneğidir. İstasyon Fransa boyunca seyahat eden TGV trenlerini de karşılayabilmek için modernize edilmiştir (Anonim, 2015).

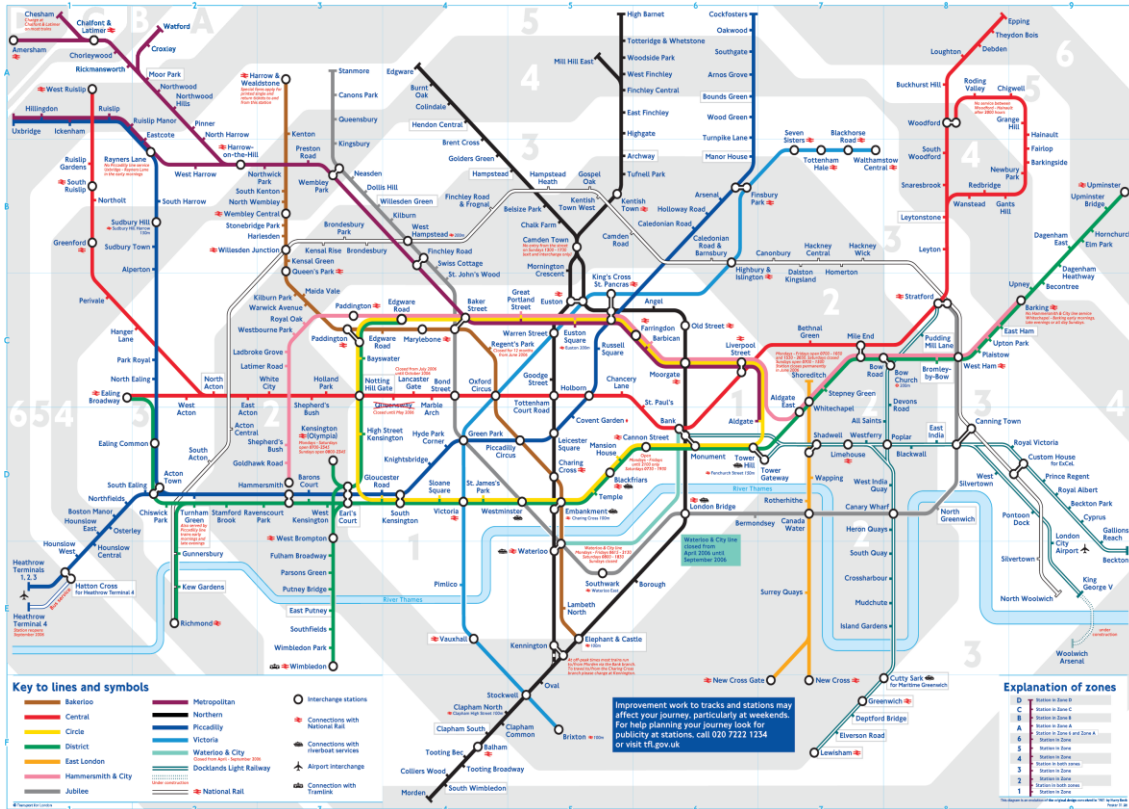
Lyon Garı her yıl 90 milyonluk yolcu işleyişiyle, Fransa'nın en yoğun üçüncü demiryolu terminali olup ayrıca Avrupa'nın en yoğun demiryolu terminallerinden biridir. Paris-Marsilya raylı sistem hattının kuzey terminali konumundadır. Lyon şehrinden sonra isimlendirilmiştir ve Fransa'nın güneyindeki çok kullanılan uzun mesafeli trenler için bir durak olmuştur. Gar, Seine nehrinin kuzeyinde 12. İdari bölgede, Paris'in doğusunda konumlandırılmıştır. Gar TGV hızlı trenleri ile doğu ve güney Fransa'nın yanı sıra İsviçre, Almanya, İtalya ve İspanya gibi birçok ülkeye ulaşım hizmeti verir (Anonim, 2014). Şekil 4.8'de Lyon Garı gösterilmektedir.



**Şekil 4.8** Lyon Gari

#### **4.2.2. Londra şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri**

Londra şehri, Büyük Britanya Adasının güneydoğusunda, Kuzey Denizine dökülen Thames Nehrinin ağzından 64 km içeride ve ırmağın iki yakasında yer alır. Avrupa'nın kuzeybatı kıyısında yer alan ve dört ülkeden müteşekkil bir devlet olan Britanya Adalar Topluluğu üzerinde yer almaktadır. Yüzölçümü 1570 km<sup>2</sup>, kentsel nüfusu 7 825 200 olup bağlı yerleşim birimleri ile birlikte 13 milyon civarındadır. Yoğunluk açısından bakıldığında km<sup>2</sup>'ye 4978 kişi düşmektedir (ESOGÜ, 2012). Londra kent bölgesinde 2 adet olmak üzere (Heathrow ve London City Airport), toplamda 5 adet hava alanı vardır. Londra'da hızlı trenlerin durak noktası olan 2 adet terminal bulunmaktadır. Bunlar, alt metinlerde açıklandığı üzere St.Pancras ve Euston hızlı tren terminalleridir. Şekil 4.9'da Londra kent içi raylı sistem ağı görülmektedir.



Şekil 4.9 Londra kent içi raylı sistem hat şeması

Londra'da yapılan günlük yolculukların yürüme %21, araç ve motosiklet %44, toplu taşıma %34 ve bisiklet %2'sini oluşturmaktadır. (Anonim, 2011).

#### 4.2.2.1. Londra St. Pancras Garı

Yapım yılı 1868 olan St. Pancras Tren Garı, şehrin Camden bölgesinde Regent kanalı ve King Cross arasında kalan bir bölgede yer alır. St. Pancras Garı, Eurostar ve HS1 hızlı trenleri ve bazı metro hatları için ana terminal noktasıdır. Kasım 2007 tarihinde St. Pancras Garı, uluslararası hızlı tren raylı ulaşımı Londra ana terminali olarak hizmete açılmıştır. St. Pancras Garı aynı zamanda, hem uluslararası hem de ulusal 5 adet ulaşım hattına hakim bir terminal olarak hizmet vermektedir. Londra Metrosu, CTRL-International (uluslararası), CTRL Domestic (yurtiçi), MML (Midland Main Line) ve Thameslink ulaşım hatlarının hepsi buradan sağlanmaktadır (Öztürk, 2010). Şekil 4.10'da görüldüğü üzere Londra St. Pancras Garı oldukça modern bir yapıya sahiptir.



**Şekil 4.10** Londra St.Pancras Garı

Kentin konut yoğunluğu çok olan bölgeleri ile kültür-sanat ve ticari bölgelerini birbirine bağlar. Özellikle yaya yolları, bisiklet yolları ve toplu taşıma (otobüs, metro, banliyö trenleri) ile kentin diğer bölgeleri ile ilişki kurar (ESOGÜ, 2012).

#### **4.2.2.2. Londra Euston Tren İstasyonu**

Londra Euston tren istasyonu 1837 yılında inşa edilmiş ve ilk olarak İngiltere'nin kuzey ve batısına ve İskoçya'ya hizmet vermiştir. Bu istasyon birçok turistik aktivitenin olduğu İngiliz Kütüphanesi ve Regent parkının hemen yanındadır. Hızlı tren olarak "Virgin" trenlerinin hizmet verdiği istasyondan, Birmingham, Liverpool, Manchester ve Glasgow gibi şehirlere önemli uzun mesafe yolculukları yapılmaktadır. Şekil 4.11'de Londra Euston tren istasyonu çıkış kısmı gösterilmektedir.



Şekil 4.11 Londra Euston Tren İstasyonu

#### 4.2.3. Milano şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri

Kuzey İtalya'nın Lombardiya bölgesinde yer alan Milano şehri ülkenin en büyük ikinci şehridir. Yüzölçümü 2370 km<sup>2</sup>, kentsel nüfusu 1.310.000 olup banliyöleriyle birlikte metropol toplam nüfusu 5 milyon civarındadır (ESOGÜ, 2012). Milano'da Malpensa, Bergamo ve Linate olmak üzere 3 adet hava alanı vardır. Toplu taşımada, toplam uzunluğu 100 km'yi bulan 5 adet metro ağının yanı sıra 17 adet tramvay hattı bulunmaktadır. Ayrıca şehir içi otobüs hatları 1070 km'lik bir ağı kaplamaktadır (Anonim, 2014). Milano'da hızlı trenlerin durak noktası olan 3 adet terminal bulunmaktadır. Bunlar, alt metinlerde açıklandığı üzere Milano merkez garı (Milan Centrale), Porta Garibaldi ve Rogoredo tren istasyonlarıdır. Şekil 4.12'de Milano'nun raylı sistem hatlarının şeması gösterilmektedir.



Şekil 4.12 Milano kent içi raylı sistem hat şeması

#### 4.2.3.1. Milano Merkez Garı (Milan Centrale)

Milano Merkez Garı (Milan Centrale) 1864 yılında inşa edilmiş olup tasarımı ile Avrupa'nın en güzel tren garlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Milano popüler alanlarına çok yakın olarak merkezde konumlandırılan Milano Merkez Garı Şekil 4.13'de gösterilmektedir. Kentin önemli merkezlerinden biri olan Merkez Garı, genel hatlarıyla Art Nouveau özelliklerini taşımaktadır ancak ifadeli özerkliği tekil bir yapı olarak kabul edilmesini sağlamıştır. 206 metre uzunluğunda ve 36 metre yüksekliğindeki cephesi mermer ve taştan oluşmaktadır (Soğukkuyu, 2014).

Tren garı alışveriş ve iş merkezleri bölgesine yaya yolu, tramvay hattı, metro ve otobüs ile bağlanır. Garın önündeki meydan kent ile gar arasında bir tampon görevi görür (ESOGÜ, 2012).



Şekil 4.13 Milano Merkez Tren Garı

#### **4.2.3.2. Milano Porta Garibaldi Tren istasyonu**

Milano Porta Garibaldi, şehrin ana tren istasyonlarından biri olup Porta Garibaldi diye adlandırılan bölgenin kuzeyinde konumlanmaktadır. Yıllık 25 milyon yolcu hacmi olan istasyon 2006 yılında restore edilerek alışveriş merkezleri, barları ve ticari alanları ile daha büyük ve konforlu bir hale gelmiştir (Anonim, 2014).

Bu istasyonda hızlı tren olarak “TGV”, “Le Frece” ve “Italo” trenleri hizmet vermektedir. İstasyondan “Malpensa” hava alanına Malpensa tren ekspresi ile bağlantı sağlanır. Şekil 4.14’de çoklu peron yapısıyla Porta Garibaldi Tren istasyonu görülmektedir.





Şekil 4.14 Milano Porta Garibaldi Tren İstasyonu

#### **4.2.3.3. Milano Rogoredo Tren İstasyonu**

Aslen yük istasyonu olan Milano Rogoredo Tren İstasyonu 1950’li yıllarda yolcu istasyonuna dönüştürülmüştür. Bu istasyonun önemi Pavia-Lodimetro sisteminin uzatılmasıyla artmıştır ve “Santan Giulia” adı verilen yeni yerleşim bölgesi oluşmuştur.

Birçok Eurostar İtalya treni, Milano’dan Roma’ya giderken Rogoredo istasyonunda durmaktadır. Genel olarak bu istasyondan Napoli, Roma, Floransa, Torino ve Paris’e hızlı tren seferleri bulunmaktadır. Porta Garibaldi istasyonunda olduğu gibi hızlı tren olarak “TGV”, “Le Frece” ve “Italo” trenleri hizmet vermektedir (Anonim, 2013). Milano Rogoredo Tren İstasyonu kanopi yapısı Şekil 4.15’de görülmektedir.



**Şekil 4.15** Milano Rogoredo Tren İstasyonu

#### **4.2.4. Berlin şehri ve yüksek hızlı tren terminalleri**

Berlin Almanya'nın başkenti olup doğuda, Polonya sınırına yakın bir bölgede yerleşmiştir. Berlin, şehir merkezinin ortasından geçen Spree Irmağının buzul vadisi üzerinde kuruludur. Kentsel nüfusu 3,4 milyon olup yüzölçümü 899 km<sup>2</sup> olan şehirde km<sup>2</sup>'ye 3900 kişi düşmektedir (ESOGÜ, 2012).

Kent içi kamu taşımacılığının büyük bölümü metro, tramvay, banliyö trenleri ve otobüsler tarafından yerine getirilmektedir. Berlin'de yapılan yolculukların yürüme % 29, araç ve motosiklet %30, toplu taşıma %26 ve bisiklet %15'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2011). Berlin iki adet ticari hava alanına sahiptir. Bunlar; şehir merkezinde olan Tegel ile şehrin güney doğusunda bulunan Schönefeld'dir. Berlin şehrinin şehir içi toplu taşıma sistem verileri Çizelge 4.2'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.2** Berlin toplu taşıma verileri (Anonim, 2009)

<b>Sistem Tipi</b>	<b>İstasyon Sayısı/ Hat Sayısı/ Net uzunluk</b>	<b>Yıllık yolcu sayısı</b>
S-Bahn	166 / 15 / 331 km	376 milyon
U-Bahn	173 / 10 / 147 km	457 milyon
Tramvay	398 / 22 / 192 km	171 milyon
<u>Bus</u>	2627 / 147 / 1,626 km	407 milyon

Berlin’de hızlı trenlerin durak noktası olan 2 adet terminal bulunmaktadır. Bunlar, alt metinlerde açıklandığı üzere Berlin doğu istasyonu (Ostbahnhof) ve merkez (Hauptbahnhof) tren garıdır.

#### **4.2.4.1. Berlin Merkez Garı (Berlin Hauptbahnhof)**

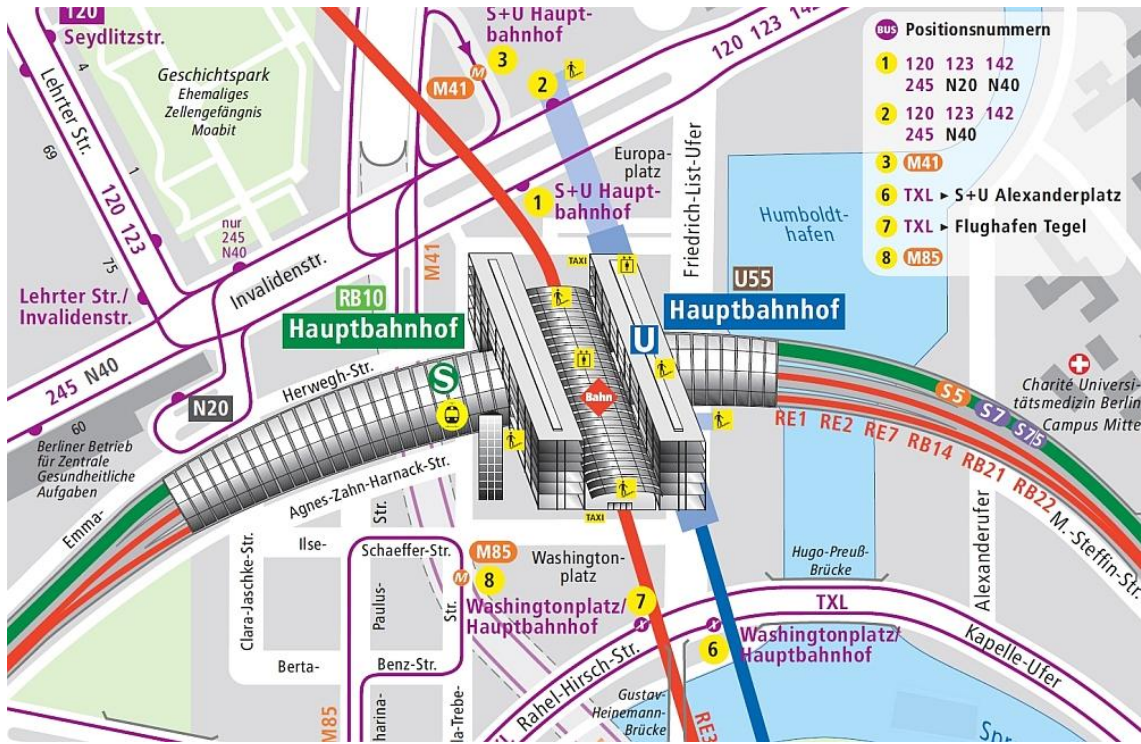
Kent merkezinde, zooloji bahçeleri bölgesinde, Spree nehrinin kanallarından birinin kenarına kurulu liman yakınlarında konumlanmıştır. Şehrin eski garının yerine hem bir ulaşım merkezi hem de vakit geçirilebilecek bir kamusal alan olarak tasarlanmıştır. Gar yapısının kendisi alışveriş, yeme-içme ve eğlence gibi türlü etkinlikleri barındırmaktadır. Berlin ana tren garı, kentin merkezi bir noktasında yer alır ve yer üstünden, kentin güneybatısından gelip doğuya doğru kıvrılan ve kenti bu yönde kat eden demiryolu hattının bir parçası olarak tasarlanmıştır. Şekil 4.16’da Berlin Merkez Garı’nın (Hauptbahnhof) konumu gösterilmektedir.



Şekil 4.16 Berlin Merkez Garı konumu

#### **4.2.4.2. Berlin doğu istasyonu (Ostbahnhof Train Station)**

Berlin Ostbahnhof Berlin'in Friedrichshain semtinde konumlandırılmıştır. 1998'e kadar ismi "Hauptbahnhof" olan istasyon daha sonra tekrar inşa edilerek 2002 yılında yapımı tamamlanmıştır (Anonim, 2014). Berlin doğu istasyonu S bahnmetro hattıyla entegreli olarak çalışmaktadır ve bu hatlardan "Airport Express" Schönefeld hava alanına bağlantıyı sağlar. Şekil 4.17'de Berlin Doğu Tren İstasyonu konumu görülmektedir.



Şekil 4.17 Berlin Doğu Tren İstasyonu konumu

### 4.3. Hızlı Tren Terminalleri Tasarımı

Yükseltilmiş yapılarda olan hızlı tren terminallerinin tasarımı ayrıntılı mühendislik çözümleri gerektirmektedir. Hizmet sıklığına bağlı olarak yolcu yoğunluğu dikkate alınarak platform genişliklerinin ve platform adetlerinin belirlenmesi tasarımı şekillendiren başlıca etkenlerdendir. Ayrıca bilet satış alanları, biletli giriş(turnike) alanları, danışma ve dikeye inen demiryolu hatları gibi öğeler sistemin özelliğine ve terminalin konumuna göre değişmekte ve terminal alanının tasarımını etkilemektedir. Peron miktarı derinlemesine tasarımı artırılarak tren terminalinin potansiyeli üst seviyeye çıkarılabilmekte ve bu sayede daha fazla trenin istasyondan çıkışları sağlanmaktadır.

Bölüm 4.1.2’de belirtildiği üzere yüksek hızlı tren terminallerinde bagaj bırakma alanları, dinlenme ve bekleme alanları, alışveriş ve yiyecek alanları gibi ek hizmetlerin sunumuna olanak verecek istasyon binaları veya alanları tasarlanmalıdır. Bu yapılarda otomobil park yerleri ve bisiklet bırakma yerleri için de alan tasarımı yapmak gerekir (Kılınçaslan vd., 2012).

Şehirlerarası hat istasyonları; yolcular, uzak mesafelere seyahat edecekleri için, bavul, el bagajı taşımaları nedeniyle kapladıkları alan, normal metro sisteminde kabul edilen kişi başına düşen alandan fazla olmalıdır. Gelen yolcu ya da yakınları, tren kalkıncaya ya da gelinceye kadar bekleyecekleri için, oturma, yemek ve tuvalet ihtiyaçlarını giderme amaçlı mekanlar yapılmalıdır (DLH, 2007).

Hızlı tren terminallerinde ana fonksiyonel elemanları temel olarak aşağıdakilerden oluşmalıdır:

- İstasyon Girişleri
- Bilet Holü
- Yatay Dolaşım
- Düşey Dolaşım
- Peron
- Yardımcı Mekanlar
- Halka Açık Mekanlar

Mekanların dolaşım alanı ve aktiviteler arasındaki ilişki, öncelik sıralamasına göre aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Giriş
- Bekleme Salonu
- Postane veya ATM
- Bilet alış/ bileti geçerli kılma
- Yatay hareket
- Perona iniş-çıkış
- Tren bekleme
- Binme/ inme
- İstasyondan çıkış
- İstasyon ve işletme için gerekli hizmetler

Yolcuların dolaşımını girişten trene binilecek noktaya ve ters yönde yapılacak hareketi tanımlayacak şekilde, dolaşım alanları ve mekanları düzenlenmeli, herhangi bir noktada yolcular kararsız bırakılmamalıdır. Köşe dönüşlerinden mümkün olduğunca kaçınılmalı, zorunlu ise yönlendirme yapılmalıdır (DLH, 2007).

Terminalin planlaması yapılırken, YHT ve şehirlerarası yolcu taşıyan demiryolu projelerinin hayata geçirilmesinde ulaşım kurumları ile ortaklaşa çalışan mahalli ve bölgesel yönetimler önemli bir rol izlemektedir. Başarılı bir gar veya istasyon alanı planlaması ve istasyonun kendi içinde optimum düzeyde entegrasyonun sağlanması, bu suretle yolcu talebinin artması ve yaşanabilir, sürdürülebilir ve ekonomik kazanımları olan bir sistemin sağlanması için gerekli konular, kavramlar ve fikirler net bir şekilde ele alınmalıdır (U.S. D.O.T., 2011).

#### **4.3.1. Terminal içinde bulunması gereken üniteler**

Hızlı tren terminalleri temel olarak, ekonomik, estetik, çevreyle uyumlu, bakımı kolay olmalıdır. Terminal çevresinde yapılacak park alanı, istasyon veya gar geçiş alanları, giriş yapıları, platformu, güvenliği, çevreye estetik olarak katkıda bulunmalıdır (DLH, 2007).

Bir terminalde bulunması gereken temel bölümler aşağıdaki gibidir.

- **Acil kaçış:**  
İstasyon ve trende bulunan yolcuların, acil durumda, güvenli bir noktaya çıkartılması için belirlenen bölgedir.
- **Bilet gişesi:**  
Yolcuların bilet satın alabilmesi için yapılmış mekanlardır.
- **Bilet holü:**  
Yolcuların girişten sonra ulaştığı mekanlar bütün olarak bilet holü katı olarak tanımlanır. Bilet holü katında, bilet gişeleri, satış mekanları, danışmalar, banka, merdiven/yürüyen merdiven/asansör önü birikme alanı bulunmalıdır. Ayrıca, bu

katta donanım ve personel için mekanlar yer almalıdır. Gelen ve giden yolcu yüküne göre bekleme salonunun büyüklüğü belirlenir.

- **Turist bilgilendirme:**

Turist bilgilendirme bölümü ile çevresel bilgileri içeren panoları ifade eder.

- **Girişler:**

Cadde seviyesinde doğrudan ve/veya ara katlar vasıtasıyla istasyon gişe katına ulaştıran noktalardır.

- **Genel yapılar:**

Müracaat, genel telefonlar, yiyecek satış yerleri, banka, postane, bilet satış makineleri, wc ve büfelerin olduğu yapılardır.

- **İstasyon güvenlik:**

İstasyonda kamu güvenliğinden sorumlu kontrol personeli görevlisidir veya polis merkezinin olduğu bölümdür.

- **İstasyon telefon:**

Gişe katında istasyon haberleşme teçhizatının bulunduğu oda ya da kabin odası.

- **Peron:**

İstasyon planlamasında 2 tip peron vardır. Merkez hızlı tren terminallerinin tasarımında çoğunlukla birbiri sıra olmak üzere orta tip peron kullanılır.

**Yan peron** – Peronlar karşılıklı yerleştirilir, hatlar ortadır ve her ana hatta bir peron vardır.

**Orta peron** – tek peron vardır, hatlar peronun her iki yanından geçer

⇒ Orta peron, sirkülasyon ve tefriş yerleşimi (oturma grupları, yönlendirme levhaları, merdivenler v.b.) açısından yan perona göre daha avantajlıdır.

Trene inen/binen yolcuların toplandıkları alandır.

- **Personel odası:**

Raylı sistem görevlileri tarafından kullanılmak üzere ayrılmış odadır.



- **Reklam panosu:**

Ticari amaçlı konulan panolardır.

- **Aktivite ve hizmet alanları:**

Restaurant, market, kafeterya, alış-veriş dükkanları, banka, büfe, postane, araç kiralama ofisi, otel, ibadethane, döviz bürosu, tıbbi tedavi merkezi vb... kısımlardır.

#### 4.3.2. Hat ve peron düzenlemesi

Hatlar ve peronlar demiryolu terminallerinin en basit, ana kısımlarıdır. Her terminal için kaç adet peron ve hattın olması gerektiğine, hatların ve peronların nasıl ayarlanması gerektiğine ayrı ayrı karar verilir. Çünkü her demiryolu, trafik çeşitliliği ve yolcu yoğunluğu bakımından kendine has karakteristiklere sahiptir (Andersson ve Lindvert, 2013). Demiryolu terminali için ihtiyaç duyulan hattın sayısına diğer bir anlamda terminalin kapasitesine karar vermek için öngörülen trafik yoğunluğunun bilinmesi gerekir (Leander, 2011).

Çift hatlı demiryolu üzerindeki demiryolu terminalleri arasında en küçük yapıya sahip olan istasyonlar, trenlerin direk demiryolu hattında duracağı genellikle sadece iki hatta sahip olan yapılardır. Çok daha geniş yapılar olan garlarda trenlerin duracakları zaman değişebileceği bir veya birden fazla hat mevcut olabilmektedir. Raylı sistem istasyon veya garlarının kapasitesi hat tasarımı ile direk olarak ilişkilidir.

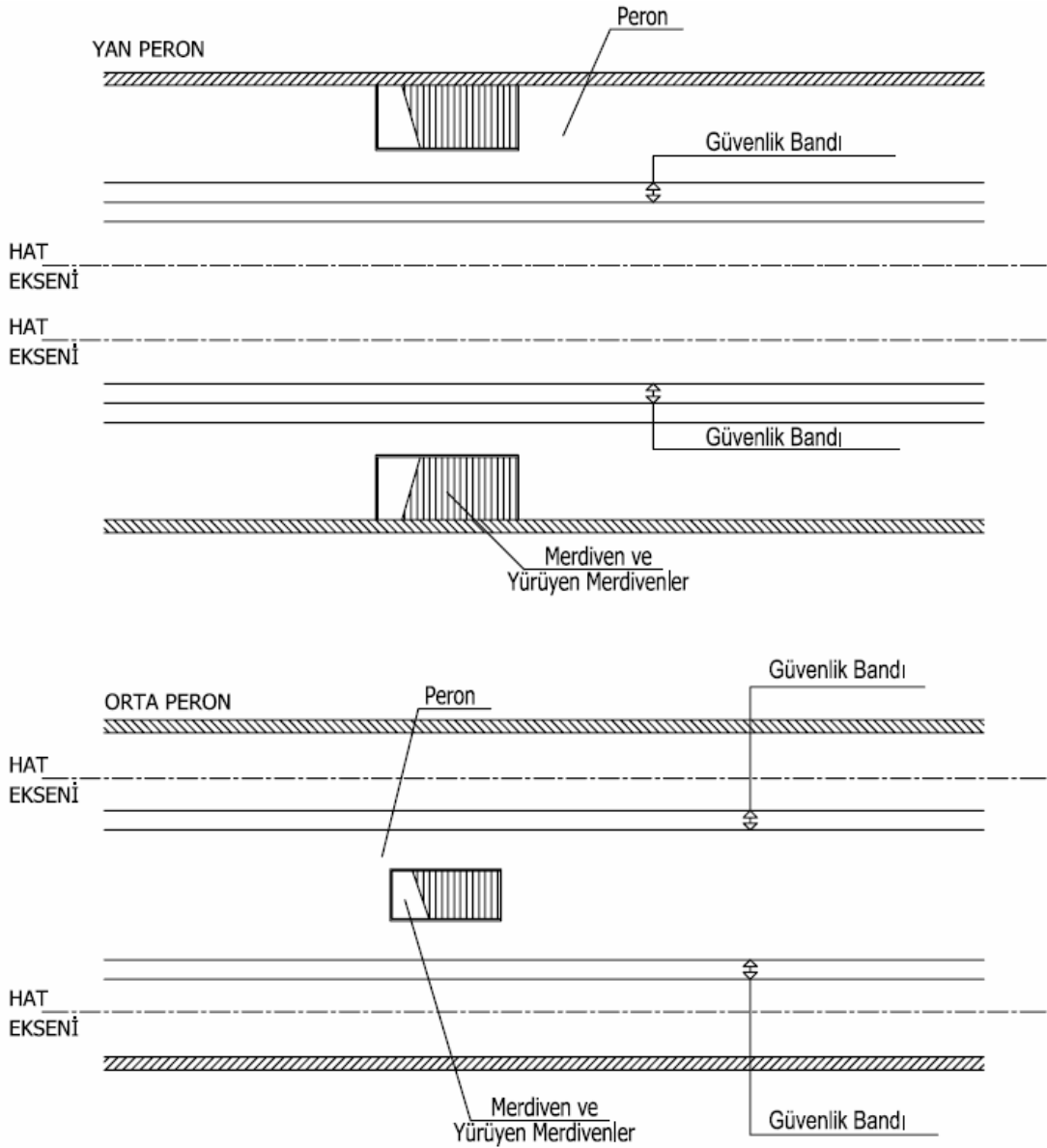
YHT sisteminin konvansiyonel demiryolu ile bağlantılı (entegre) veya ayrı olarak planlanması tasarımda önemli farklar yaratır. Entegre sistem daha fazla heterojen bir trafiğe sahiptir. Tren tipleri arasındaki hız farklılıkları geçişi (sollamayı) gerektireceğinden hattın bazı bölümlerinde ilave hat gereklilikleri duyulabilir. İstasyonlarda duran ve manevra ederek dönecek trenlerin de kullanacağı düşünülürse planlama aşamasında bu hatlar da tasarlanmalıdır. YHT istasyonları için hat sayısı belirlemede trafik yoğunluğu dışında faktörlerde bulunmaktadır. Çift hat istasyonu kapasite olarak yeterli bulunsa da, güvenlik ile ilgili sebeplerden dolayı daha geniş istasyonlar gerekebilir. Örnek olarak,

yüksek hızlı trenlerin geçişi platformda bekleyen yolcular için tehlikeli olduğundan, daha güvenli çözüm olan transit geçen trenler için ayrı hatlar inşa edilebilir. Platformların sayısı aynı anda yolcu değişimi için kaç trenin düşünüleceğine göre gereklilik gösterir. Platform sayısı heterojen trafiğin olduğu demiryolu hatlarında hat sayısı kadar da olabilir (Andersson ve Lindvert, 2013).

Hat ve peron düzenlemesinde temel esaslar şunlardır;

#### **a) Hatların ve Platformların Yerleştirilmesi**

Hat ve platformlar iki ana konsepte yerleştirilmektedir. Her iki kısımda hatların bulunduğu orta peronlu platformlar ve sadece bir kısmında hat olan kenar platformlardır. Bu iki konsept birçok alternatif konfigürasyonla değiştirilebilir. Orta peron ve yan peronlu platform örneği Şekil 4.18'de gösterilmektedir. İki konseptin de faydaları ve sakıncaları bulunmaktadır. Uygun olan konsept lokasyona ve trafik konseptine göre belirlenir. Orta platformlar platform üzerinde tren değiştirilebilmesine olanak sağlar (Savastano, 2011). Yüksek hızlı trenlerin her istasyonda durmadığı ve birçok yolcunun konvansiyonel veya lokal trene geçme isteği düşünüldüğünde bu peron yapısı büyük avantaj sağlar.



**Şekil 4.18** Peron tipleri planı

Ayrıca orta peronlu platformlar daha esnek bir yapıya sahiptir. Şöyle ki duran tren diğer hatta geçmek durumundaysa yolcular aynı platformda kalarak tek bir anonsla yönlendirme yapılarak değişim sağlanabilmektedir. Diğer yandan ise güvenlik açısından dört hatlı bir istasyonda kenar peronlu platformlar tüm hatların dışında yerleştirilip ortadaki iki hattan yolcular trenlere güvenli bir mesafeden geçebilmektedir. YHT terminalleri için bazı ülkelerde yapılan anketlerde bu iki tip istasyonun da sıklıkla kullanıldığı gözlemlenmektedir (Andersson ve Lindvert, 2013).

## b) Platform ve Terminal Ölçüleri

Avrupa birliği demiryolu teknik şartnamelerinde ve ulusal demiryolu regülasyonlarında platform ölçüleri için kurallar bulunmaktadır. Bu kurallar platform genişliği, yüksekliği ve uzunluğu için standartları kapsar. Platform boyutları istasyon alanının bütününe ölçüsünü etkilediği için önemlidir. Sıklıkla istasyon için kullanılan alanın minimize edilmesi istenmektedir. Eğer bir gar veya istasyon lokasyonunda alan limitliyse en kompakt yerleşimin seçilmesi gereklidir.

Platform yüksekliklerinin genel olarak regülasyonlarda 55cm veya 76cm olması tavsiye edilir.

Platform uzunluğu demiryolu sistemi kapasitesini tanımlayan faktörlerden biridir. Uzun platformlar çoklu dizi yapısına sahip araçlara uygundur ve bu tren başına daha fazla yolcu anlamına gelir. Diğer yandan ekonomik boyutları ve alan kullanımı kısıtları düşünüldüğünde uzun platformların yapılması talep edilmeyebilir. YHT sistemi genelde talebin yüksek olduğu bölgelerde inşa edildiğinden platform boyları oldukça uzun ve geniş olarak tasarlanır. Platform uzunluklarıyla ilgili farklı normlara göre farklı standartlar aşağıdaki Çizelge 4.3'de özetlenmiştir (Andersson ve Lindvert, 2013).

**Çizelge 4.3** Farklı standartlara göre platform uzunlukları (Norconsult, 2011)

Regülasyon	Durum	Minimum Uzunluk	Normal Uzunluk
Avrupa TSI	Yüksek Hızlı Trafik	400	
Avrupa TSI	İsveç için istisna	225	
Norveç JD 530	Bölgesel Trafik	220	250
Norveç JD 530	Uzun Mesafe Trafik	220	350
Norveç JD 530	Yüksek hızlı trafik için özel yapılmış hatlar	400	

Platform genişliği yolcuların güvenliği açısından stratejik bir tasarımdır. Yolcuların hareket edebilmesi ve hatta yakın olmayacak şekilde durabilmeleri için yeterli alan bulunmalıdır. Öncelikle platformu kullanması beklenen yolcu yoğunluğu dikkate alınmaktadır. Orta peronlu platformlar iki hatta hizmet edeceğinden dolayı daha geniş

olarak tasarlanır. YHT terminalleri platformları konvansiyonele göre biraz daha geniş olmalıdır ancak ölçüt kriterleri aynıdır. Minimum platform genişliği güvenli bölgenin gerekli genişlikte olması baz alınarak tespit edilir. Bu da yolcu yoğunluğu ve trafığe göre değişir.

İstasyonun toplam ölçüsü hatlar arası mesafe ve hat- platform arası mesafeye bağlıdır. YHT ve konvansiyonel hatlarda bu ölçü arasında fark vardır. Bu mesafelere trenin hız limitine göre karar verilir (Çizelge 4.4).

**Çizelge 4.4** YHT Platform-hat mesafeleri (Andersson ve Lindvert, 2013)

Hız (km/h)	Hat merkezleri arası mesafe (m)
<230	<b>Tren yapısı baz alınır</b>
230 - 250	4,0
250- 300	4,2
>300	4,5

#### 4.4. Terminal Bölgesi Planlaması

Demiryolu terminalinin planlaması yapılırken, YHT ve şehirlerarası yolcu taşıyan demiryolu projelerinin hayata geçirilmesinde ulaşım kurumları ile ortaklaşa çalışan mahalli ve bölgesel yönetimler önemli bir rol izlemektedir. Başarılı bir terminal alanı planlaması ve istasyonun kendi içinde optimum düzeyde entegrasyonun sağlanması, bu suretle yolcu talebinin artması ve yaşanabilir, sürdürülebilir ve ekonomik kazanımları olan bir sistemin sağlanması için gerekli konular, kavramlar ve fikirler net bir şekilde ele alınmalıdır (U.S. D.O.T., 2011).

Başarılı bir alan tasarımı için terminal alanı farklı ulaşım türleri arasındaki bağlantıyı sağlamalı ve kentsel ölçekte ele alınmalıdır. Kentin gerekliliklerine göre hazırlanmış imar planları ile uyumlu ve insan faktörünün birinci öncelikli olarak ele alındığı bir bölge planlaması en ideal durumdur (Sirel, 1998).

Yüksek hızlı demiryolu terminal bölgeleri, insanların, hizmetlerin başarılı etkileşimi üzerine bağlıdır. Terminallerin hareket alanlarına (caddeler, otoyollar,

yürüyüş yolları, bisiklet hatları, kamu ulaşım yolları ve park tesisleri) kullanıcıların ulaşabilmesi önemlidir. Terminallerin erişilebilirliği için tüm bu alanlarının ulaşım modlarının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde olması ve ulaşım hiyerarşisini tanımlayacak bir çerçevede oluşturulması gerekir (C. H. S. T. P., 2011).

#### 4.4.1. Terminal çevresi düzenleme

Demiryolu terminal yapısının çevresi, yolcu sirkülasyonunun yoğun yaşandığı yerler olması nedeniyle, araç parkları ve yolcu yaklaşımlarının önem arz ettiği alanlardır. Çevre tasarımı ele alınırken otobüs ve raylı sistem tarafından yer altı ve yer üstünden farklı kotlardan kullanılabilen, farklı ulaşım türleri arasında geçişi sağlayan bağlantı noktalarında yeterli ölçü ve sayıda otopark ve yaya alanları ile buldukları çevreye kolaylık getiren kamusal hizmetlerin sunulduğu büyük bir kentsel proje olarak etüt edilmelidir (Sirel ve Sirel, 2006).

Demiryolu terminalleri yerlerine göre şehir merkezi, hava alanı aktarması, banliyö ya da küçük kentler gibi farklılık gösterebilir. Her ne kadar yerel özellikler, kültür, iklim açısından her terminal alanının kendine özgü ihtiyaçları mevcutsa da bazı ortak ilkeler mevcuttur (U.S. D. O. T., 2011).

Bu ortak ilkeler aşağıda belirtilen maddeler ile tanımlanabilir.

- İstasyon çevresinde 500 – 1000 m yarıçaplı daire içinde çakışık harita ve şemalarla cadde, yaya yolu ve bisiklet ağını belirlenmeli ve cadde, bulvar, sokak vb. tanımları yapılarak her biri için tasarım kriterleri oluşturulmalıdır. Genişlikler yayaları, bisiklet yollarını, toplu taşımacılığı, araç ve kamyon boyutları ve ayrıca kurplar, orta refüjler, kurp parkları ve ağaçlar vb. dikkate alınarak tasarlanmalıdır.
- İstasyon alanındaki bütün yolcu ulaşım sistemleri, sıklıkları, araç ve tren boyutları ve yolcu potansiyeli tanımlanmalıdır. İstasyona toplu taşıma, yürüme, bisiklet, taksi, park et ve bin (park and ride) vb. varışlardaki erişim yüzdeleri belirlenerek bireyleri toplu taşımaya yönlendirici çalışmalar yapılmalıdır.

- Aktarmalarda zaman kaybını önlemek için mesafe ve seviye farklılıkları, bilet alma kolaylıkları ve işaretlemeleri dikkate alınmalıdır.
- Kamu alanlarında evrensel işaret kurallarını uygulanarak, engelli, yaşlı, çocuk, mal taşıyan işçi ve yük ve bavul taşıyan insanlar dikkate alınmalıdır.
- İstasyon çevresinde 500 – 1000 m yarıçaplı daire içinde odak noktaları ve özel alanlar yanında yekpare imarlaşmanın veya arka plan binaların olduğu büyük alanlar için yükseklik ve kütle çalışmaları yapılarak istasyonun stratejik bir konumda olacağı bir hiyerarşik yapı oluşturulmalıdır.
- İstasyon bölgesi için mevcut ve önerilen imar haritaları çıkarılmalı, kentin ekonomik, sosyal ve fiziki çevresini geliştirmek için gerekli imarlaşma türü ve miktarı belirlenip yolcu talebi artırılmalıdır.

Demiryolu terminallerinde istasyon veya gar binası ve diğer yapılar olabildiğince hattın kent merkezi tarafında düzenlenmesi öngörülmektedir. Bu noktada terminalin birçok noktadan çıkış kapısı olmalı ve çevre yollarla bağlantısı öncelikle düşünülmelidir. Tüm terminallerde kentsel raylı sisteminin hızlı tren istasyonları veya garları ile bütünleştirilmesi esastır (Altınok Müş., 2007).

#### **4.4.2. Terminal otopark planlaması**

Ulaşım sistemleri içinde hareket eden araçlar kadar duran araçların gereksinimlerinin karşılanması gerekir. Otoparklar kentsel işlevlere göre değişik tür araçların beklemeleri için düzenlenmiş alanlardır. Yüksek hızlı tren istasyonları veya garlarının otopark alanları, demiryolu terminalinin getirecek olduğu yolcu yükü veya çevresindeki kent ya da bölgenin var olan ve gelecekteki gereksinimleri göz önünde bulundurarak açık, kapalı ya da katlı olarak yapılandırılan sistemlerdir (Kılınçaslan vd., 2012). Şekil 4.19'da gar ve otopark tasarımına örnek gar yapısı gösterilmektedir.

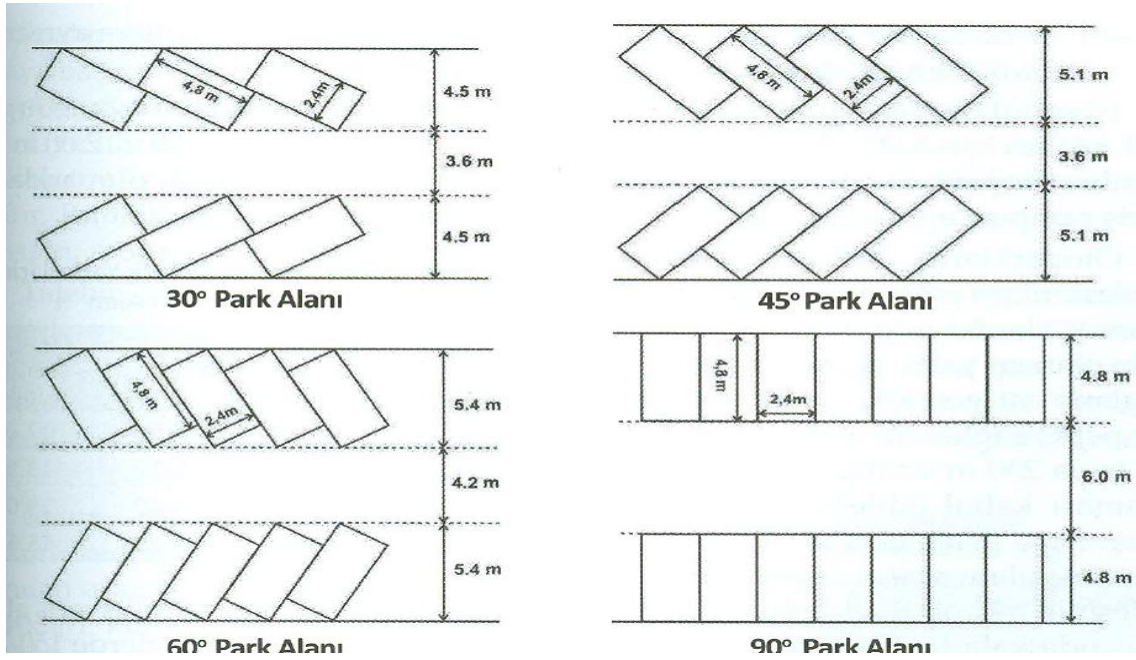


**Şekil 4.19** Gar ve otopark tasarımı

Demiryolu terminalleri otopark alanları demiryolu kullanıcıları için kullanımları destekleyecek nitelikte olmalıdır. İstasyon veya gar araç park alanları yerel çevresine uygun olarak geliştirilmeli ve tasarlanmalıdır. Otopark alanları tehlikesiz, emniyet altında, standartlara göre iyi bir şekilde aydınlatılmış ve demiryolu terminaline güvenli yollarla bağlantılı kolayca ulaşılabilir şekilde dizayn edilmelidir. Araç otoparklarının büyüklüğü ve şekli prensipte en verimli park alan yapısı kurmak için en temel belirleyici faktördür. Tasarımcılar minimum gerekli park alanının tespitini yapabilmek için özellikle demiryolu operatörlerinden durumlarla ilgili bilgi almalı ve ulaşım departmanına da danışmalıdır. Dikkate alınması gerekenler indirme bindirme alanları, otobüs değişimleri, taksi alanları, motosiklet park alanları, gerekliyse çalışan park alanı ve bisiklet daireleridir (Vriogs, 2011).

Otopark alanları 90 derecelik, 60 derecelik, 45 derecelik ya da 30 derecelik olarak tasarlanabilir (Şekil 4.20) (Sutcliffe, 2012).





Şekil 4.20 Otopark alanları düzenlemesi

Kentsel planlarda yer gereksinimi belirlenirken “birim park alanı” ölçüsü kullanılır. Bir aracın park etmesi için gerekli olan ve manevra alanları dahil toplam park kullanım alanına “birim park alanı” denir. Birim park alanı özel otobüsler için  $20 \text{ m}^2$ , kamyon ve otobüsler için en az  $96 \text{ m}^2$ 'dir (İBB, 2006). Her bir araç park alanı için 2,4 m. genişlik en az 4,8 m. uzunluk ayrılmalıdır. Otopark alanları içinde engelli araç park alanları da bulunmalıdır. Engelli aracı parkı en az 3 metre, tercihen 3,6 m genişlikte tasarlanmalıdır (Kılınçaslan, 2012). Normal araç otoparkına göre engelli otopark alanı oranı 1:50 oranında olmalıdır. Engelli otopark alanı sembol ile işaretlenmelidir. Her engelli park alanından istasyon veya gar girişine ulaşılabilir rampaların yer aldığı yol aydınlatmalarının bulunduğu direkt bir yol olmalıdır (Vriogs, 2011).

Otoparkların giriş ve çıkışlarının yeterli olması ve bu giriş ve çıkışların yol trafiğini aksatmayacak biçimde olması ve engellilerin kullanımına dönük düzenlemelerin yapılması zorunludur. Genel olarak otoparklarda giriş-çıkış ve asansörlere en yakın yerlerde birden az olmamak şartıyla her 20 park yerinden birinin engellilere ayrılması ve işaret konulması zorunludur (İBB,2006). Otoparkların doğrudan hız yollarına, dönel, köprülü, yonca yaprağı kavşak kollarına çıkış yapılmaması gerekir. Genişliği 9 m. ve daha fazla olan yollarda köşe başına 15 m. mesafenin altında otopark giriş-çıkış yapılmasına izin verilmez.

Farklı arazi kullanımlarında gereksinimlerin doğru olarak karşılanabilmesi için her demiryolu terminali alanı için özel çalışma yapıp koşulların belirlenmesi gerekir. Yapılacak çalışmalarda park alanından platforma ulaşılabilir güzergahın uzunluğu minimize edilerek istasyon veya garların giriş-çıkış alanları konumlarına, ne kadarlık alan tahsis edilmesi gerektiğine, tasarımın ne şekilde olacağına, demiryolu terminalinin bu alandaki trafiğe etkisine dikkat edilmelidir (Kılınçaslan, 2012).

#### **4.5. YHT terminali şehir merkezi - şehir dışı ikilemi**

Genelde hızlı tren hatları yolcu trafiğinden daha büyük potansiyele sahip merkezi istasyonları güçlendirirken bunu YHT ağından uzak tutulan ara bölgelere rağmen yapmaktadır. Birçok kentte YHT hatlarına konvansiyonel hatlarla veya özellikle YHT hatları için inşa edilmiş yeni çevre istasyonları ile bağlanmaktadır. Bu yeni istasyonlar genelde kent çevresinde inşa edilmekte olup, merkezi istasyonlara göre birçok avantajı mevcuttur. Bunlar yolculuk süresini azaltır, istasyonun ulaşım alanını genişletir ve kent yoğunluğunun getirdiği teknik ve mali sorunlardan da kurtulma sağlar.

Bununla birlikte birçok durumda geleneksel ağın uygunluğu kent merkezindeki orijinal ve tarihi istasyonların YHT için kullanımını mümkün kılmaktadır. Şehir dışı istasyonlar yetersiz kaldığında da yine şehir merkezinde yeni terminaller inşa edilmiştir. Ancak kent içine sokuldukça yüksek maliyet ve zorluklar gündeme gelmekte ve dolayısıyla da merkezi terminal inşaatı büyük şehirlerde tercih edilmektedir. Dolayısıyla da yeni YHT terminallerinin çoğu kentlerin dış eteklerinde inşa edilmektedir. En büyük kentlerin yanından geçen yüksek hızlı tren hattında inşa edilen YHT terminallerine bakıldığında, çevre istasyonu sadece tamamlayıcı bir kutuptur. Merkezi istasyon hala birçok bölgesel ve ulusal hizmetin bulunduğu ana düğüm noktası olmaya devam etmektedir (Auphon, 2002). Esasında merkezi istasyonlar kent içi ve kentler arası ulaşım ağına daha iyi bir entegrasyon sağlayabilirler. Geleneksel istasyonlara hizmet sağlamak hem yüksek hızlı hem de bölgesel demiryolu hizmetlerinin biraz tarife uyarlaması dışında fazla bir değişiklik yapılmadan sağlanmasını mümkün kılar. Genelde geleneksel terminaller şehirlerarası otobüs ve başka kent ulaşım sistemleri ile bağlantılıdır. Ancak yoğun bölgede olması araba ile erişimi zorlaştırır ama bisiklet ve yaya ulaşımını da mümkün kılar. Dolayısıyla, merkezi terminale hizmet götürmek aktörler arası ulaşımı ve sürdürülebilir

hareketliliğe hizmet eder.

Şehir çevresindeki terminaller ise toplu taşıma ağına entegrasyonda zorlanır. Genelde şehre hizmet götüren ağlarla bağlantılı değildirler. Çoğu kent ulaşım sistemi dışında yer almakta ve otobüs ağı da işlememektedir. Kent toplumu ele alındığında, kent dışı terminal büyük bir alana hizmet etse de terminalleri kent merkezine bağlamak için mekik servis konulması gerekir ve burada artan otobüs durağı sayısı da terminale erişmek için gerekli süreyi arttırır. Yüksek hızlı tren hizmetlerindeki çoğalma durumunda, her iki terminal arasındaki ilişki özellikle önem taşır. Bu ilişkinin performansı sadece verimli bir aktörler arası durumu belirlemez ama aynı zamanda şehir dışındaki terminalin başarılı bir şekilde araziye entegrasyonunu da belirler

Şehrin hemen dışındaki terminal konumlandırması incelendiğinde, uzun mesafe yolculuğu yapanların terminale ulaşmak için kullandığı ulaşım aktörlerinde karşılaştırmalı bir analiz, aktörler arası aktarmanın verimliliğini daha iyi hesaplamamızı ve terminal yerinin yerel mobilite açısından etkilerinin daha iyi değerlendirmemizi sağlamaktadır. Merkezi istasyonlar farklı erişim aktörleri arasında iyi bir denge sağlamakta ama özel araçlar da şehir dışındaki terminallere gitmeyi tercih etmektedir. Özel araç kullanımının aşırı olması bazı faktörlere bağlıdır. Bu tarz şehir dışı terminaller ana yollara yakın olması sebebiyle özel araçla ulaşımı kolaylaştırır. Söz konusu YHT terminallerinde büyük park alanları vardır ve genelde toplu taşımacılık hizmeti merkezi terminallere göre daha azdır ayrıca yürüyerek erişim mümkün değildir (Facchinetti-Mannone, 2008).

Burada belirtilen şehir içi şehir dışı demiryolu istasyonu veya garının konumlandırılması ve daha sonrasındaki etkileri Bölüm 5’de örneklerle ele alınmıştır.

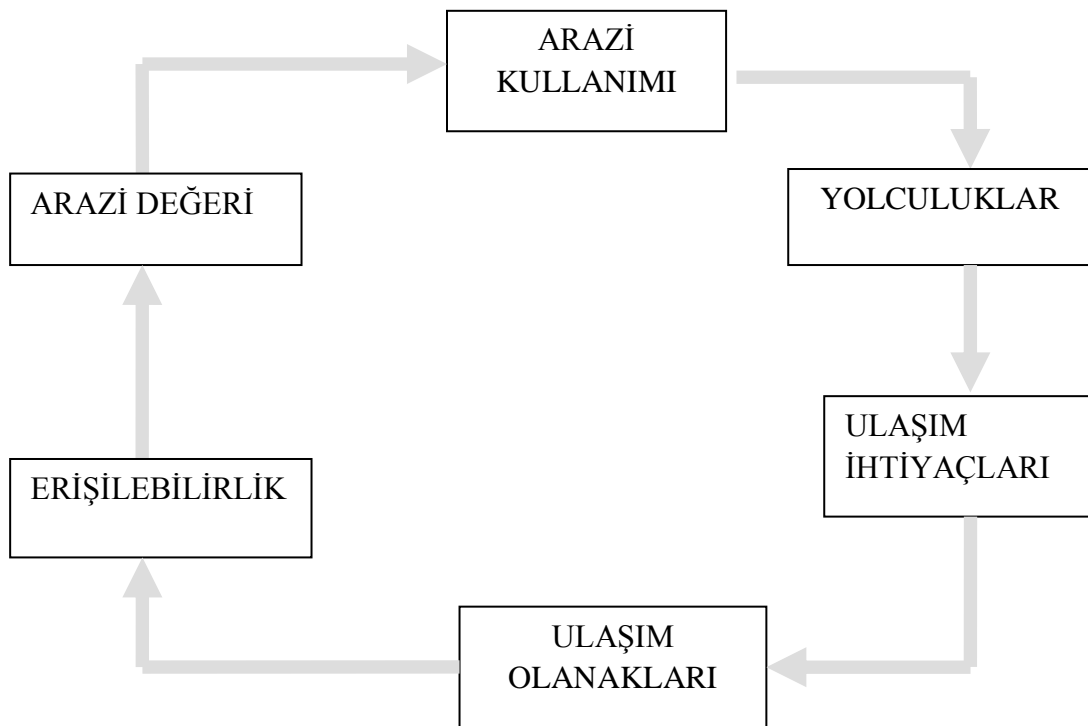
## 5. YÜKSEK HIZLI TREN TERMİNALLERİ KONUMLANDIRILMASI

### 5.1. Ulaşım Planlaması Ve Arazi Kullanımı

Yerleşimlerin giderek büyümeye başlamasıyla birlikte yeni ulaşım türleri gelişmiştir. Tarihsel süreç içinde, ulaşım ve arazi kullanımı da birbiri ile etkileşim halinde gelişmiştir. İlk zamanlar kentsel arazi kullanımları birbiri içine girmiş olduğundan nüfus ve arazi kullanım yoğunlukları yüksek olmuştur. Örneğin başlangıçta çalışan nüfusun işyerine olan uzaklığı oldukça az iken günümüze kadar olan gelişme sürecinde yeni ulaşım teknolojileri ve yeni ulaşım türleri ile konut ve diğer kullanımlar arası uzaklıklar giderek artmıştır. Demiryolu ile kitlesel taşımının ortaya çıkması ve otomobilin de kullanımının artmasıyla yerleşmelerin nehir ya da deniz kıyılarına kurulmaları için zorunluluk kalmamıştır. Bu hızlı ulaşım türleri, yerleşmelerin yürüme mesafelerinden daha uzaklara yayılmalarına yol açmıştır. Ulaşım türlerindeki değişim arazi kullanımlarında bazı değişimler yaratabildiği gibi, arazi kullanımındaki değişimler de ulaşım sistemi üzerinde yeni taleplere yol açmıştır. Yani süreç içerisinde ulaşım ve arazi kullanım birbirini etkileyen ve kenti genişleten unsurlar olarak karşımıza çıkmıştır (Başkan, 2012). Ulaşım ve alan kullanımı arasındaki etkileşim ulaşımın temel konseptidir. İlk olarak 1950'li yıllarda şehir plancıları tarafından kentsel alandaki hareket, arazi kullanımının temel fonksiyonu olarak vurgulanmış, bu nedenle arazi kullanımının daha iyi anlaşılması gerektiği, böylece kentsel alanda ve kent dışındaki ulaşımın planlamasının daha doğru bir şekilde tespit edileceği belirtilmiştir (Kaynak, 2005). Gelecekte ulaştırma sistemi üzerinde ortaya çıkması beklenen ulaşım talepleri, öncelikle, gelecek için öngörülen arazi kullanım kararlarına göre oluşacak kent yapısına bağlıdır. Arazi kullanım planları ile ulaştırma arasındaki ilişkilerin iyi analiz edilmesi ve kentin gelecekteki arazi kullanım yapısının doğru planlanması ile gelecekte oluşacak yolculuk taleplerini azaltmak mümkündür (Gerçek, 2005).

Arazi kullanımı-ulaşım etkileşimi çerçevesinde yapılan çalışmalar, aktivitelerin yer seçimini düzenleyen faktörleri açıklamaya bu faktörlerden en önemli ikisi olan arazi ve ulaşımın birbirlerine karşı duyarlılıklarını ve birlikte değişimlerini saptamaya çalışır (Beimborn vd., 1999). Bununla birlikte yine son yıllarda arazi kullanımı veya ulaşım

sistemlerinin birbirini tamamlayan bir ilişki içinde olduğu, arazi kullanımının ve ulaşım kapasitesinin bir bütün olarak düşünülmesi gerektiği yaygın bir görüş olarak karşımıza çıkmaktadır (Kaynak, 2005). Şekil 5.1’de ulaşım ve arazi kullanımlarının birbirleri ile ilişkileri ve birbirinden bağımsız düşünülmemeyeceği görülmektedir. Şekil 4.1’e göre, arazinin kullanım biçimi yolculukları üretir. Yolculuk yapma ihtiyacı ulaşım ihtiyaçlarını yaratır. Ulaşım ihtiyaçları da ulaşım olanaklarının genişlemesine yol açar. Bu şekilde erişilebilirlik sağlanır ve erişilebilirlik arazi değerlerini yükseltir ve arazi kullanımı bundan etkilenir (Eryiğit, 2005).



**Şekil 5.1** Arazi kullanımı – ulaşım döngüsü (Eryiğit, 2005)

Ulaşım ile alan kullanımının devlet ve özel sektör etkisiyle alan gelişimi prosesindeki faktörleri Şekil 5.2’de gösterilmektedir. Ulaşım sistemleri kendi başına özel ve kamusal faktörlerin çeşitliliğinden etkilenir. Alan kullanımını bunun dışında toplam nüfus, ekonomik gelişim, hayat şekli ve standartları, diğer yapılar, yerel planlama, bölge politikaları, coğrafik ve topolojik unsurlar gibi birçok etmen belirlemektedir (Beimborn vd., 1999).



Şekil 5.2 Alan kullanımında ulaşımın etkisi

### 5.1.1. Arazi gelişimi ve YHT'nin etkisi

Ulaştırma ve arazi kullanım politikaları birbirlerini sürekli tetikleyen iteratif olarak sürekli değiştiren olgulardır. Birinin sonucu daima bir diğ erinin sebebidir ve bu durum değişmez bir olgudur. Arazi kullanım politikaları ile ulaşım arasındaki mekânsal etkileşim, erişilebilirlik ve mobilite çerçevesinde değerlendirilip mevcut imar planlarının irdelenmesi ve gelecekteki talebin göz önüne alınması ile etkin bir şekilde yönlendirilmektedir (Başkan vd., 2009).

İnsanların ve ticari aktivitelerin istenilen tesislere, ürünlere ve aktivitelere ulaşabilme kolaylığı olarak tanımlanan erişilebilirlik ulaşım sistemi ve arazi kullanışı özelliklerini birleştiren bir performans ölçütüdür. Erişilebilirliğin Ben-Akiva ve Lerman (1979) tarafından yapılan ulaşım/arazi kullanım sisteminin sağladığı fayda ve yolcuların istasyon ve benzeri ulaşım tesislerini kullanabilme kolaylığı tanımı, YHT erişilebilirliğini en uygun şekilde açıklamaktadır (Özuysal, 2010).

Uzmanlar herhangi bir ulaşım etüdünde yolculuk talep tahminlerinde bulunurken nüfus, araç sahipliği, yolculuk sayıları, gelir düzeyi gibi birçok değişkenden faydalanırlar. Bununla birlikte gelişen ulaşım bilimi yeni kavramlar üretmekte ve bu kavramları kendi

kurallarıyla bütünleştirmektedir. Erişilebilirlik düzeyi ve arazi gelişim potansiyeli günümüzde öne çıkan bu kavramlardandır. Yolculuk yaratımı ile çekimi, demografik verilerle olduğu kadar erişebilirlik verileriyle de ilişkilidir. Bir zonun erişebilirliğinin artması insanların o zona olan seyahat isteklerini arttırmakta, insanların o zonu yaşamak için seçmelerini sağlamakta ve böylelikle zonun ürettiği ve çektiği seyahat miktarı da artmaktadır. Bu nedenle erişebilirlik kavramı kentsel ulaşım talebinin belirlenmesinde yararlanılması gereken önemli bir parametredir (Oral vd., 2013).

YHT yolculuklarındaki yolculuk süresindeki azalma arazilerin erişimini ve çekiciliğini arttırmaktadır. YHT ağı ile arazi gelişimi arasındaki bu ilişki, hızlı tren teknolojisinin yeni yeni gelişmekte olan ülkelerin büyük şehirlerinde büyük önem arz etmektedir. Bu kentlerde YHT demiryolu terminalleri ile beraber yürütülen imarlaşma projeleri bazen sınırlı etki göstermektedir. Bunun nedeni az yayılmış ve bazen de uyşuk düzeydeki ekonomik faaliyetler ya da değer belirlemenin yerel yapıya kötü bir şekilde adapte edilmesidir. Bu tarz 21. Yüzyıla beraber hızlı trenle tanışan metropoliten kentlerin büyük kısmında ana tehlike tren istasyonunu ekonomik bir çatıya dönüştürmek için imarlaşma projelerinin yürütülmesidir. YHT demiryolu terminalinin çevre istasyon olarak tasarlanması durumunda, kentin yeni bölümü için yerel yetkililer arasında işbirliği, metropoliten bölgenin yakın olması ve yeni alanın kentsel arazi ile herhangi bir raylı sistem aracılığıyla entegrasyonu büyük önem arz etmektedir (Facchinetti-Mannone, 2008).

### **5.1.2. YHT hatları genişlemesi ve arazi gelişimi**

Arazi gelişimi üzerinde ulaşımın en anlamlı, önemli etkisi alana ulaşım sağlandığında meydana gelir. YHT ile bölgelere ulaşımın artması o alanın gelişim potansiyelini artırır ve fazla gelişim otomatik olarak ilave ulaşım modları, ulaşımın genişletilmesini gerekli kılar. Ulaşımın sağlanmasıyla alan şekilleri farklı zamanlar geçtikçe değişmeye başlar. Bu değişimlerin sonucu da birçoğu için geri dönüşümsüzdür (Beimborn vd., 1999).

Genelde hızlı tren hatları yolcu trafiğinden daha büyük potansiyele sahip merkezi istasyonları veya garları güçlendirirken bunu YHT ağından uzak tutulan ara bölgelere

rağmen yapmaktadır. Birçok kentte YHT hatlarına geleneksel hatlarla veya özellikle YHT hatları için inşa edilmiş yeni çevre istasyonları ve garları ile bağlanmaktadır. Bu yeni istasyonlar veya garlar genelde kent çevresinde inşa edilmekte olup, merkezi olanlara göre birçok avantaja sahiptir. Bunlar yolculuk süresini azaltır, istasyonun veya garın ulaşım alanını genişletir ve kent yoğunluğunun getirdiği teknik ve mali sorunlardan da kurtulma sağlar.

YHT ağının genişletilmesi istasyonların uyabileceği arazi konfigürasyonlarında da çeşitliliğe yol açmıştır. Bu konfigürasyonlar aşağıdaki faktörlere göre belirlenebilir:

- Hizmet verilen kentin büyüklüğü ve demiryolu ağına göre konumu,
- Kent içinde istasyonun yeri,
- Demiryolu hizmetinin özellikleri

Birçok durumda da geleneksel ağın uygunluğu kent merkezindeki orijinal ve tarihi demiryolu terminallerinin yüksek hızlı tren için kullanımını mümkün kılmaktadır. Bunlar demiryolu trafiğindeki büyümeye uyum sağlayacak şekilde yenilenmiştir. Bu demiryolu terminalleri yetmediğinde de yine şehir merkezinde yenileri inşa edilmiştir. Ancak kent içine sokuldukça yüksek maliyet ve zorluklar gündeme gelmekte ve dolayısıyla da merkezi gar inşaatı büyük şehirlerde tercih edilmemektedir. Dolayısıyla da yeni YHT demiryolu terminallerinin çoğu kentlerin dış eteklerinde inşa edilmektedir (Facchinetti-Mannone, 2008).

### **5.1.3. Arazi gelişiminde yüksek hızlı tren terminallerinin yerinin önemi**

Kentlerin kent dışına ya da kenar kentlere doğru büyümesiyle kentsel alanda oluşan gelişmeler sonucu, burada yaşayan kentliler kent merkezine ya da diğer alanlara erişilebilirlikte zorlanmakta, demiryolu ulaşımı diğer toplu ulaşım sistemleri bu soruna çözüm olabilmektedir (Atmaca, 2009). Ayrıca kent içi yerleşimlerde arazi gelişim yapısına bağlı olarak ulaşım talebinin yaratmış olduğu seyahat üretiminin kentsel mekanı ne ölçüde etkilediğinin bilinmesi önemlidir. Mekansal etkileşimin erişilebilirlik çatısı altında sosyo-ekonomik veriler kullanılarak tespit edilmesi, planlamacılara gelecekte yeni yerleşim alanları kurulduktan sonra ne seviyede seyahat üreteceği, getireceği iş gücü ve kente nasıl



dağılacağı ve bu talepleri hangi ulaşım sistemleri ile karşılayacağı konusunda tahmin olanağı sağlamaktadır (Başkan vd., 2009). Söz konusu planlamada YHT tesislerinin yeri ve geniş bir ağa yayılması kentin ana yapısının oluşmasında temel olgudur. Bir anlamda kent içi yolculukların kentler arası devamını sağlayan YHT tesisleri ulaşım odaklı olarak ulaşım ağı içerisinde yer alırlar. YHT tesisleri kentler arası ulaşım ağının kent ile bulunduğu noktalarda konumlanması gereken, aynı zamanda hizmet alıcıları için optimum erişilebilirlik özelliklerine sahip kentte yer alan diğer ulaşım sistemleri ile entegre olan tesislerdir (Temiz, 2010).

YHT projeleri, hizmet götördükleri ya da içinden geçtikleri bölgelere erişilebilirliği arttırarak bu bölgelerdeki sosyo-ekonomik yapıyı ve arazi kullanımını etkilerler. Bu etkiler genellikle orta ve uzun dönemde ortaya çıkar. Bölgenin arazi gelişim potansiyeli, imar mevzuatı ya da yerel koşullardan kaynaklanan kısıtlar, çevredeki diğer çekim merkezlerine yakınlık gibi etmenler bu etkinin derecesini ve süresini belirler. Erişilebilirliğin kolaylaşması bölgelerin çekiciliklerini arttırarak yeni konut, ticaret ve sanayi alanlarının oluşumuna yola açar. Bu durum, orta ve uzun dönemde yeni yapılan YHT projeleri üzerinde ilave ulaşım taleplerinin ortaya çıkmasına yol açar; diğer bir deyimle YHT hatları bir süre sonra kendi trafiklerini yaratırlar (Gerçek, 2014). Diğer bir yandan eğer hızlı trenin sağladığı yolculuk süresinde azalma hareketliliği arttırıyor ve metropollerde ekonomik kalkınmaya katkı sağlıyorsa, bu durumda söz konusu istasyon veya garların lokal hareketlilik ve imarlaşmada yaratacağı etkiler de konumlarına bağlı olmaktadır. Örnek olarak yeni bir yüksek hızlı tren terminali, terminalin çevresinin yapısını güçlendirmeye yarayacak ve şehirden ayrı kalmış bu bölgelerin şehirle bağlantılarının kurulmasına imkan tanıyacaktır (Facchinetti-Mannone, 2006).

## **5.2. Yüksek Hızlı Demiryolu'nun Kentsel Gelişime Etkisi ve Erişilebilirliği**

İşgücünün kentlere göçünde en önemli etkenlerden biri ulaşım teknolojisindeki yeniliklerdir. Ulaşım araçlarındaki gelişmeler yalnızca kırsal ve kentsel kesimler arasındaki uzaklığı kısaltmakla kalmamış, aynı zamanda bölgesel mal ve hizmet akısındaki hızlanma nedeniyle kent ve kır arasındaki ekonomik bütünleşmeyi de sağlamıştır. Ulaştırmadaki ilerlemeler göçleri daha da hızlandırarak büyük kentsel yoğunlaşmaların oluşumunda da önemli bir etken oluşturmuştur (Acar, 2013). Toplu taşıma odaklı gelişmeler nüfus

yoğunluğu yüksek, heterojen arazi kullanımının yoğun olduğu, toplu taşıma istasyonunu odak alan ve yoğunluğu odaktan uzaklaştıkça azalan bir kentsel gelişimdir. Toplu taşımacılığı destekleyen kentsel gelişimlerin ortak özelliklerine bakıldığında; merkezi iş alanının güçlü bir toplu taşıma sistemi oluşturmaya elverecek kadar ekonomik potansiyel taşıdığı ve yoğun yaya trafiğine elverişli bir çevreye sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte merkezde toplanan yoğunluğu yüksek radyal ulaşım koridorları, yüksek yoğunluklu konut alanları, sınırlı sayıdaki alt merkezler, ızgara biçimli yol ağları, toplu taşıma istasyonlarının yanında bulunan otoparklar ve yaya trafiğini destekleyen çevreler toplu taşıma odaklı sistemin genel özellikleridir (Alaylı ve İnal, 2006).

YHD'nin en önemli ekonomik katkısı, bağladığı noktaları bir bütün halinde tek bir coğrafyaya dönüştürmesidir. Üretim faktörlerinin daha hızlı ve verimli yer değiştirmesi, ölçek ekonomilerini oluşması, ekonomik yönden bölgelerin canlanmasını sağlar. Bu canlılık sektörel çeşitlenmeyle beraber tüm bölgeye yayılır. Hızlı trenle birlikte bölge ulaşım etkisi olarak adlandırılan bir takım etkiye muhatap olur. Bölgesel mekâna ulaşımındaki kolaylık göreceli etkiler meydana getirir. Özellikle farklı şehirleri birbirlerine bağlayarak birbirinin banliyösü haline getiren hızlı trenler şehirleri bazen birbirinin ayrılmaz bir parçası haline sokar. Birbirine bağlanan şehirler yeni yatay bir form oluşturup etkileşim içine girerler. Bu etkileşim birçok alanda görülür. Sosyal, kültürel, ekonomik, sportif birçok alanda bu etkileşimin izlerini görmek mümkündür. Dolayısıyla bu etkiler iki farklı coğrafyayı tek bir bölge haline getirir (MEVKA, 2012). Yüksek Hızlı Demiryolu hizmetleri teorik olarak, merkez ile merkezin en uç noktası arasındaki mekansal dengesizlikleri düşürürken, açık bir şekilde merkezle ilçe bölgeleri arasında daha kolay erişilebilir kılmaktadır. Diğer taraftan; merkez ve merkezin en uç noktası arası ekonomik dengesizlik artabilmektedir. Dolayısıyla; yüksek hızlı demiryolları yatırımlarını bağlayan fazlasıyla parametre söz konusudur. Bir yüksek hızlı demiryolu hattı; bölgesel merkezlerin imajını ve erişilebilirliği şirket yatırımları ve iş etkileri bağlamında arttırabilir. Yeni hatlar, YHT istasyonları ve garlarının konumlarına bağlı olarak emlak fiyatlarını, ofis değerlerini ve arazi ve iş sektörünü etkiler (Kızıldaş, 2015). Ayrıca yüksek hızlı demiryolları hızından dolayı mesafeleri kısaltmış bu da kentlerin hinterlandını oldukça uzak mesafelere taşımıştır. Önemli süre kazanımları sonucunda 400-600 km aralıklı iki kentten birinden aynı gün içinde diğerine gidip çalışma saatleri içerisinde işlerini bitirip geri dönme olanağı sağlamaktadır ve ilgili kentlerde ekonomik canlanmaya ciddi destek verilmiş olmaktadır

(Acar, 2013). Ekonomik gelişimin ve belirli koşullarda göçlerin etkisiyle kentsel alanda çeşitli faaliyetlerin alan gereksinimi artacaktır. Arazi kullanım düzenindeki değişim mevcut kentsel yapıya bağlıdır. Kentsel yapıyı planlarken; kullanılmayan alanların hangi faaliyetlere ayrılacağı ve planlanan arazi kullanımlarına göre ortaya çıkması beklenen yoğunluklar önem arz etmektedir (Kılınçaslan vd., 2012).

Hızlı tren genel olarak değerlendirildiğinde iki konuyu ön plana çıkarmaktadır. Bunlardan ilki bir şehirden diğer bir şehre bağlantıyı sağlayıp ulaşılabilirlik kavramını yeniden dizayn etmesi, ikincisi ise bağladığı noktaları sadece bir demiryolu hattıyla değil tüm dinamikleriyle birleştirip yeni bir bölgesel ya da kentsel gelişme koridoru oluşturmasıdır. Hızlı tren bölgesel ve kentsel gelişme ekseninde “yeni bölgesel sosyo-ekonomik koridor” oluşumuna katkı sağlar. Yeni koridor kavramı ekonomik bölgeyi tüm üretim faktörleriyle birlikte değerlendirir. Birbirinden bağımsız bölgelerin temel sosyo-ekonomik değerlerini ve önceliklerini bir düzlemde değerlendirerek sinerjik ve dinamik bir ortamın doğmasına sebep olur (MEVKA, 2012).

Yüksek hızlı demiryollarında planlamanın sürdürülebilir olması yalnızca hareketlilik miktarının ölçülmesi ile değil aynı zamanda erişilebilirliğin kalitesini arttıran hizmet ve etkinliklerin de bu ölçüte dahil edilmesiyle sağlanır. Artan hareketlilik her zaman tek başına sonuç değildir ve gereksinmelerin karşılanması için daha fazla yolculuk yapılmasına yol açan verimsiz bir ulaştırma sisteminin belirtisi de olabilir. YHD'nin başarısını belirleyen, ulaşımın hızından çok diğer insanlara ve tesislere erişebilme kolaylığıdır. Erişilebilirlik açısından kapıdan kapıya ulaşım kolaylığı ve süresi önemli parametrelerdendir (Gerçek, 2005). Ayrıca erişilebilirlik arazi kullanım kararlarında önemli bir etkidir. Erişilebilirliğin değişimi bir yerleşmenin diğerlerine göre ilişkisini değiştirir ve etkileşim içinde olduğu diğer yerleşmelerin kentsel alanda dağılımını etkiler. Erişilebilirliğin yüksek olduğu yerlerde talep fazla olduğundan yoğunluklar yüksektir (Kılınçaslan vd., 2012).

### **5.2.1. Terminalin Erişilebilirliği**

Terminal erişiminin sağlanmasında anahtar nokta olan istasyon veya gar alanı hiyerarşik yapıya ve ihtiyaca göre düzenlenmektedir. Yayalar, bisikletliler, aktarmalar, yolcu

bırakan araçlar ve park eden araçlar içi alanlar ayrı olarak planlanmaktadır. Bunların içinde de en hassas çalışılması gereken yayaların erişimi üzerine olmalıdır. Bu alanlar planlanırken ulaşım tiplerine ve kullanım yoğunluğuna göre dengelenmelidir. İyi bir istasyon için anahtar taşıma, topluluk ve alanların bağlantılarıdır (Schmitz vd., 2006).

Arazi kullanımında en önemli yer seçimi belirleyicilerinden biri ‘erişilebilirlik’ faktörüdür (Tezer, 1997). Erişilebilirlik, insanların ve kurumların bölgenin toplumsal, ekonomik ve kültürel yaşam etkinliklerine katılımını kolaylaştırmak amacıyla, mekana, ürünlere, hizmetlere ve bilgiye erişim kolaylığı olarak tanımlanabilir (Gerçek, 2014). Ayrıca istenilen bir yere, herhangi bir zamanda, kolay ve çabuk varabilme olanağı olup, hemen her kişi tarafından istenen bir durumdur. Bir yerin erişilebilirliğinin iyi olduğunu söyleyebilmek için o yere her zaman ve kolaylıkla erişme imkanının bulunması gerekir. Birçok arazi kullanım aktivitesi birbirine yakın olarak yerleşmişse ve ulaşım bağlantıları güçlü ise bu durumda yüksek erişilebilirlik düzeyi elde edilmektedir. Aktiviteler birbirinden uzak olarak konumlanmış ve ulaşım bağlantıları yetersiz ise, düşük erişilebilirlik düzeyi ortaya çıkmaktadır. Bir yere erişebilmek için öncelikle ulaşım altyapısının, daha sonra da oraya giden bir aracın bulunması gerekir. Dolayısıyla, bu iki unsur olmadan erişme söz konusu olamaz. Diğer yandan, ulaştırmada noktadan noktaya erişimin önemi büyüktür. Bir bölgeye erişmek için raylı taşıma ve diğer taşıma türleri ile istasyon noktaları arasındaki entegrasyon büyük önem arz etmektedir (Tezer, 1997).

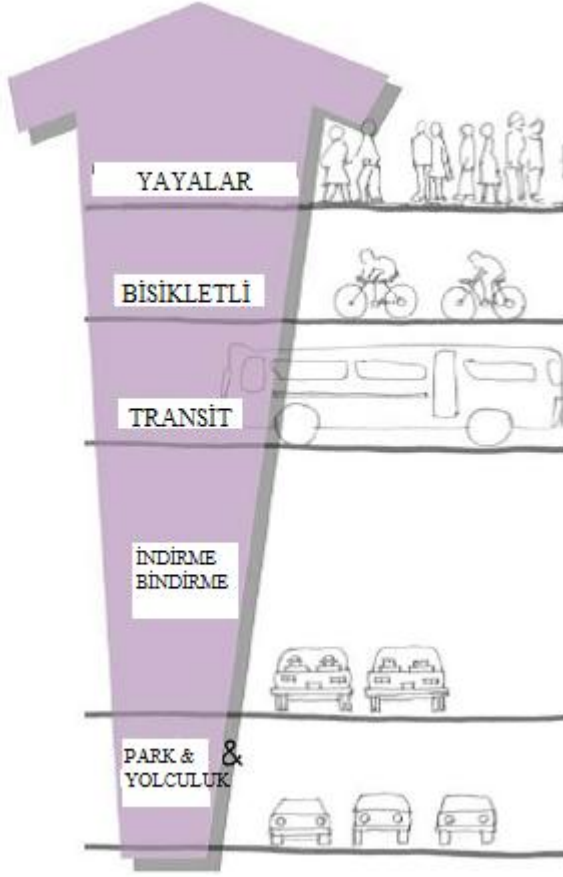
Ulaşım altyapılarının arazi kullanımı ve değeri üzerindeki etkileri daha çok yerleşim bölgeleri ve bu bölgelerin yakın çevrelerinde olmaktadır. Buna örnek olarak ülkemizdeki kentler gösterilebilir. Anadolu kentlerinde, gerek konut ve gerekse sanayi tesisleri transit trafiğe de hizmet eden devlet yolları ve otoyollar boyunca yoğunlaşmış ve yayılmalar bu istikametlerde oluşmuştur. Ülkemizin büyük şehirlerinden olan İstanbul, Ankara, İzmir veya Bursa’da bu gelişmeler daha belirgin şekilde görülmektedir.

Erişilebilirlik kavramı, kişinin bazı aktivitelere erişmek istemesiyle, bu aktivitelere ulaşmakta ortaya çıkan engeller, en genel anlamıyla maliyetler (zaman, para,...) arasındaki ilişkiye bağlı olarak fiziksel ve ekonomik erişilebilirlik olarak da tanımlanabilir. Zaman-mesafe fonksiyonu olarak tanımlanan fiziksel erişilebilirlik, ulaşım ve arazi kullanımını birlikte içerir (Baycan, 1993). Ulaşım ve kent planlaması çalışmalarında esas alınan

fiziksel erişilebilirliğin göstergeleri; kimin için, nereden, nereye, ne zaman veya hangi biçimde erişilebilirlik olduğudur. Erişilebilirliğin değişimi, bir yerleşmenin diğerlerine göre ilişkisini değiştirir ve etkileşim içinde olduğu diğer yerleşmelerin kentsel alandaki dağılımını da etkiler. Çeşitli nedenlerden dolayı erişilebilirlik düzeyinde meydana gelen bir yükselme ulaşım maliyetlerinde azalmaya neden olur. Buna göre, yer seçim kuramı erişilebilirlikteki iyileşmelerin arazi değerlerini nasıl arttırdığını ve bu artışın arazi kullanımında ne tür değişimlere yol açtığını tahmin etmek durumundadır.

YHT terminalleri kentsel alanda erişilebilirlik açısından öncelikli alanlar olup mümkün olduğunca kolay, ucuz, çabuk ve güvenli şekilde erişmelerinin temini için istasyon alanının erişilebilirliğinin yüksek hizmet düzeyinde olması gerekmektedir. Ulaşımın erişilebilirlik düzeyinin yüksek olması için tren istasyonu ile raylı sistem, otobüs, metrobüs v.b toplu taşıma sistemlerinin veya diğer ulaşım türlerine ait yakın aktarma noktalarının bulunması terminal yer seçiminde önemli parametrelerden biridir. Çevre yollarına yakınlık ve diğer ana varış noktalarına kolay erişilebilirlik istasyon fonksiyonunun daha sağlıklı gerçekleştirilmesini sağlayarak kentsel yapıyı olumlu yönde etkileyecektir. Aksi takdirde hızlı tren yolcularının ve kentin ulaşımı güçleşecek, zaman ve enerji kaybı oluşacaktır (Arsal, 2004).

Terminale erişilebilirlikte önem sıralaması Şekil 5.3’de gösterildiği gibidir.



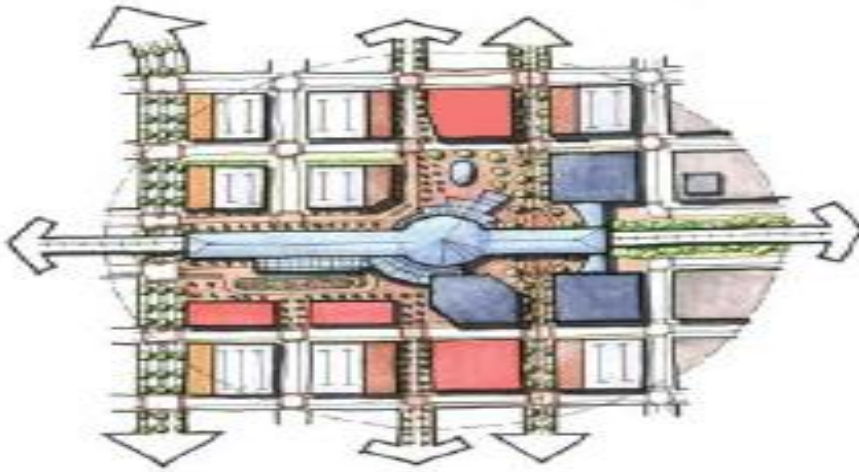
Şekil 5.3 Terminal planlaması önem sıralaması

### 5.2.2. Erişim Etkisindeki Bölgeler

Caddelerin tasarımı, YHT istasyonlarının tasarımı yapılırken paralel bir şekilde koordine edilirse direk olarak ulaşım planlamasının bir parçası haline gelebilir.

#### a) Transit erişim bölgesi :

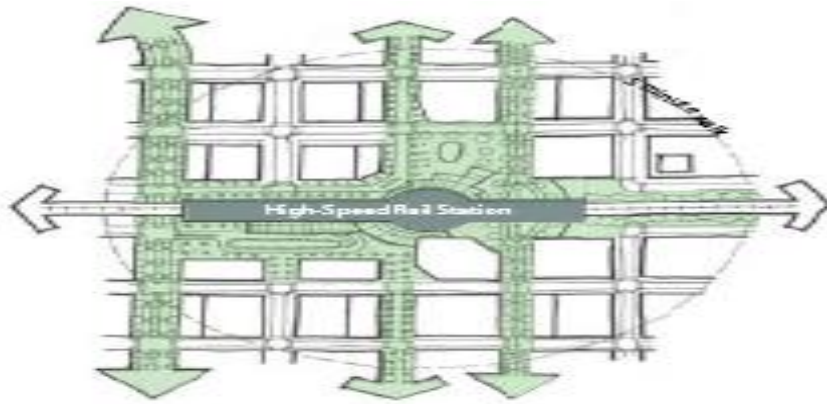
Lokal transit servislerden istasyonlara verimli bağlantı sağlanması gerekmektedir ve transit araçlar için kolay dönüş alanları sağlanmalıdır. Bu alan aynı zamanda açık, güvenli ve direk yaya bağlantıları da içermelidir. Bu bölge yakındaki ana caddelerle bağlantılı olmalıdır (Şekil 5.4)



Şekil 5.4 Transit erişim bölgesi planı

**b) Yaya bölgesi :**

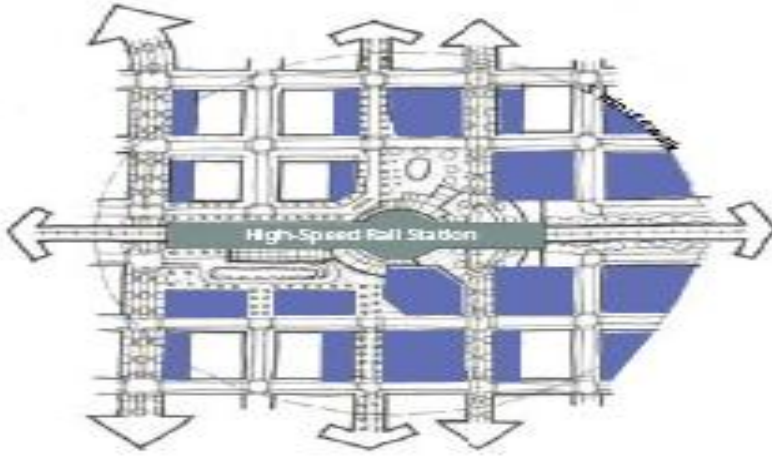
Bu bölge istasyon erişimi için en çok dikkate alınması gereken alandır ve en yüksek kalitede tasarlanmalı ve programlanmalıdır. Odak noktası istasyonun önündeki kapıdır. (Şekil 5.5). Bağlantılı istasyon plazaları günde 18 saat çalışmaya uygun geliştirilmelidir.



Şekil 5.5 Yaya bölgesi planı

**c) Transit odaklı gelişim bölgesi :**

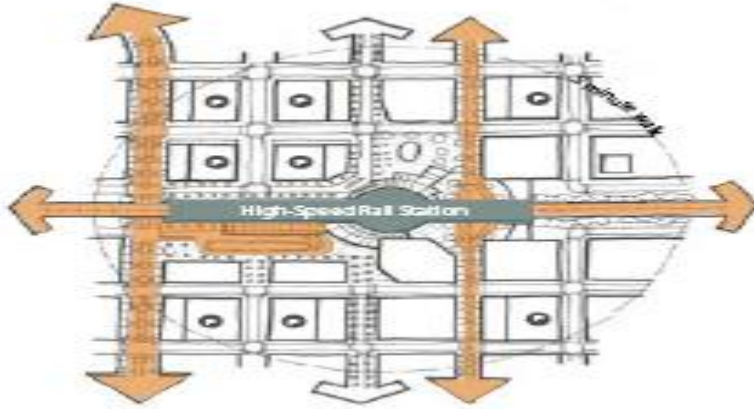
Bu bölge yaya alanları ile bağlantılıdır ve arka çevreleri topluma bağlar. Bu bölgelerin kriterleri öncelikle rahatça yürünebilir ve aktivitelerin olduğu caddeler olmasıdır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 Transit odaklı gelişim bölgesi planı

**d) Park alanları :**

Park alanları istasyon çevresinde baskın olmamalı veya yakındaki topluluktan istasyon alanını ayırmamalıdır. İstasyon ile park alanlarının bağlantılarını sağlayacak kaldırım ve yürüyüş yollarının bulunduğu dağınık park alanlarının oluşturulması tavsiye edilir (Şekil 5.7). Transit erişimler gibi park alanları yakındaki ana caddelere bağlantılı olmalıdır (C.H.S.T.P., 2011).



Şekil 5.7 Park alanı planı

### 5.3. YHT Terminallerinin Konumlarına Göre Sınıflandırılması ve Örnekler

Yüksek hızlı demiryolu istasyon veya garları, konumlandıkları lokasyonlara göre farklılık gösterebilirler. Bunlar; aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.



**a) Şehir merkezi terminalleri :**

Bu terminaller gelişimin oluşumunu güçlendirir. Bunların potansiyelleri gelecekteki gelişimi teşvik etmektedir. Bu gelişim sıklıkla mevcut kentsel yapı ve yakın ulaşım bağlantılarının birleşimi ile olan büyümedir.

**b) Şehir kenarındaki terminaller :**

Bu terminaller bir şehrin merkezinin ağırlık merkezini değiştirebilir ve kentsel dış çevrede az kullanılmış alanların tekrardan gelişimini teşvik eder.

**c) Banliyö ve şehir merkezinden uzak olan terminaller :**

Bu terminal çevresinde büyüyen yeni merkezler yaratabilir veya terminal ve yakındaki mevcut düğüm noktası arasındaki koridor gelişimine fırsat verir. Bazı durumlarda bu terminaller anahtar bölgesel varış noktalarından çok uzak konumlandırılmıştır ve fazla yolcu veya çevresel gelişimin cazip hale gelmesinde başarısız olabilir.

**d) Özel amaçlı terminaller :**

Bu terminaller hava alanları gibi dar fonksiyonlu hizmetleri muhafaza eder veya çoklu kullanım merkezlerini kendisi içinde geliştirebilir (Todorovich vd., 2011).

**5.3.1. Şehir merkezi demiryolu terminal tipi ve “Lleida Pirineus” Garı örneği**

Lleida 137.000 nüfuslu İspanya Katalan bölgesinin başkenti olan bir şehirdir. Çevresi büyük oranda tarım arazileri tarafından çevrilmiş, kendisine en yakın şehirlere Zaragoza (700,000; 80 mil uzaklıkta), Huesca (52,000; 65 mil uzaklıkta), Tarragona (155,000; 50 mil uzaklıkta) hızlı tren hizmeti ile bağlıdır.

Bu hızlı tren garı tarihi merkezlerin kuzeyinde konumlanmıştır, şehrin tepe noktasından yarım mil mesafede şehrin sembolik dış merkezi olarak belirtilir. Gar eski tarihsel merkezin güneyiyle yeni yerleşim bölgesinin kuzeyi arasındaki geçiş bölgesi olan stratejik bir noktadadır (Şekil 5.8).



**Şekil 5.8** Lleida Pirineus Garı Lokasyonu

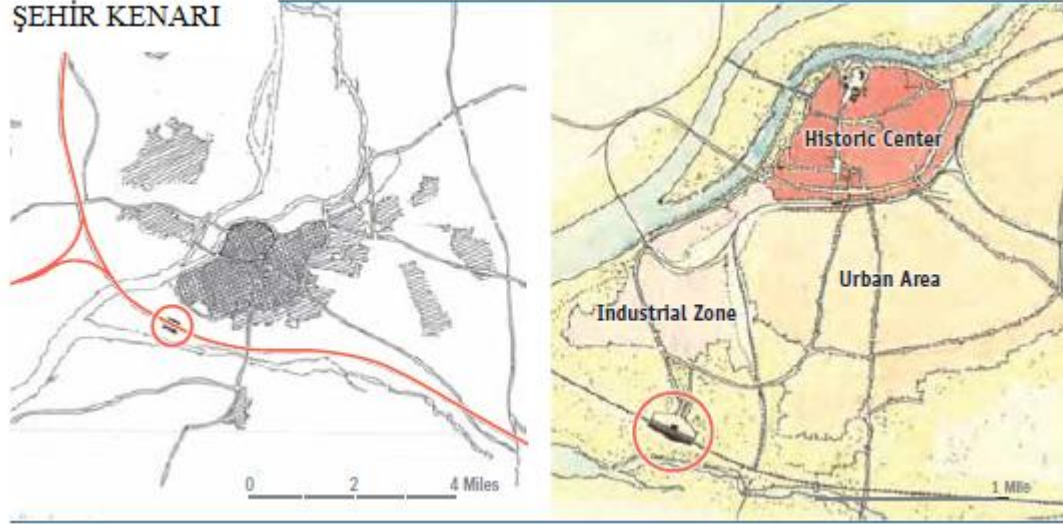
Gar çeşitli diğer ulaşım modlarına (Katalan bölgesel banliyö demiryolu hizmeti ve bölgesel, lokal otobüslerle) efektif bir şekilde bağlıdır. Uzun vadeli yeniden geliştirme planları banliyö hatlarının genişletilmesini ve tren istasyonlarıyla entegreli olan otobüs istasyonlarının yerlerinin tekrar belirlenmesini gerektirmiştir. Gar'a direk olarak otoyol bağlantısı yok iken, birkaç çok şeritli bulvar park alanlarını istasyon etrafında oluşmasına sebep olmuştur.

Raylı sistem garının yeniden yapılanmasının planlandığı alan 90 000 m<sup>2</sup>'dir ve içerisinde eğlence, alışveriş ve ticari alanlar bulunmaktadır. 2003'de YHD hizmetinin başlamasıyla her yıl turist ziyareti %15, iş kongreleri için gelen talep ise %20 artmıştır. Örnek olarak 2005 yılında gar çevresine "Yüksek Teknoloji Endüstriyel Parkı" kurulmuştur (Burnett, 2009).

### 5.3.2. Şehir kenarındaki demiryolu terminal tipi ve "Avignon TGV" Garı örneği

Avignon TGV garı Akdeniz yüksek hızlı demiryolu hattında Paris, Lyon ve Marsilya ile bağlantılıdır. Avignon Orange, Nimes ve Aix-en bölgesinin dahil olduğu YHT hatlarının hizmet verildiği bölgedeki birkaç önemli merkezden biridir. Aynı zamanda önemli metropoliten alanlar olan Montpellier ve Marsilya'ya bağlantılıdır. TGV terminali Avignon'un tarihi merkezine yaklaşık 2 mil uzaklığında konumlandırılmıştır (Şekil 5.9).

Bu hat rotası şehrin güney kenarı boyunca gider. Bu geniş endüstriyel bölgenin iki kolda Rhone nehriyle çevrelenmiştir ve şehrin kalanı demiryolu hattı tarafından ayrılmıştır.



**Şekil 5.9** Avignon TGV Garı Lokasyonu

Yarım mil çaplı gar alanı tasarlanmış birkaç bina ve geçiş caddeleri ile tasarlanmıştır. Fakat normal cadde ve blok şeklinde oluşum yoktur. Avignon TGV garına YHT hizmet etmektedir. Ancak yakındaki konvansiyonel demiryolu servislerine direk bağlantı eksikliği mevcuttur. 15 dakikada bir hizmet veren şehir merkezine otobüs vardır. Kendi otomobilleriyle gelenler için ise park alanları mevcuttur.

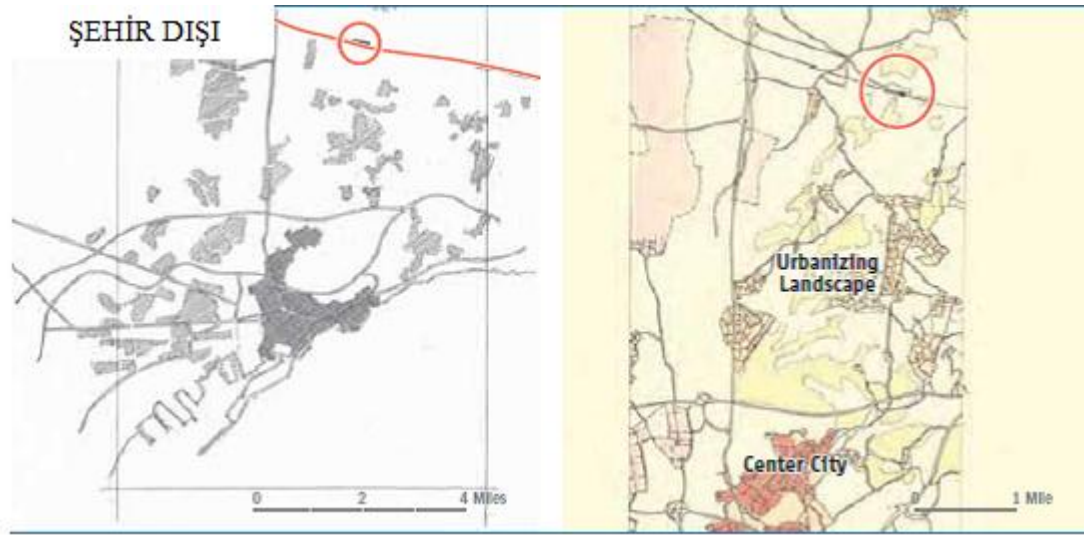
Avignon Garı için yüksek hızlı demiryolu hizmetinin ekonomik gelişime etkisi net değildir. Çünkü gar birincil gar alanı için tasarlanmamıştır. Daha geniş etkiler açısından, şehir merkezindeki konvansiyonel demiryolu istasyonları etrafındaki gelişim aktivitelerinin pahasına TGV garı bölgelere açılan birincil geçiş haline gelmiştir (Todorovich vd., 2011).

### **5.3.3. Banliyö ve şehir merkezinden uzak demiryolu terminal tipi ve “Camp de Tarragona AVE” İstasyonu örneği**

Camp de Tarragona YHT istasyonu Tarragona şehrine yaklaşık 7 mil kuzeyinde Üniversite ve Akdeniz üzerinde limanı olan 155 000 insanın yaşadığı endüstriyel bir merkezdir. YHT kuzey Lleida ve güney Castellon de la Plana bağlantılıdır ancak şehir merkezine gitmemektedir. En yakın büyük şehir 96 km uzaklıkta olan Barselona'dır.

Camp de Tarragona terminali sadece yüksek hızlı tren hizmeti vermekte ancak daha geniş alan olan Barselona-Tarragona bölgesi yerel, ekspres otobüslerle ve konvansiyonel demiryolu servisleriyle iyi bir şekilde entegre edilmiştir.

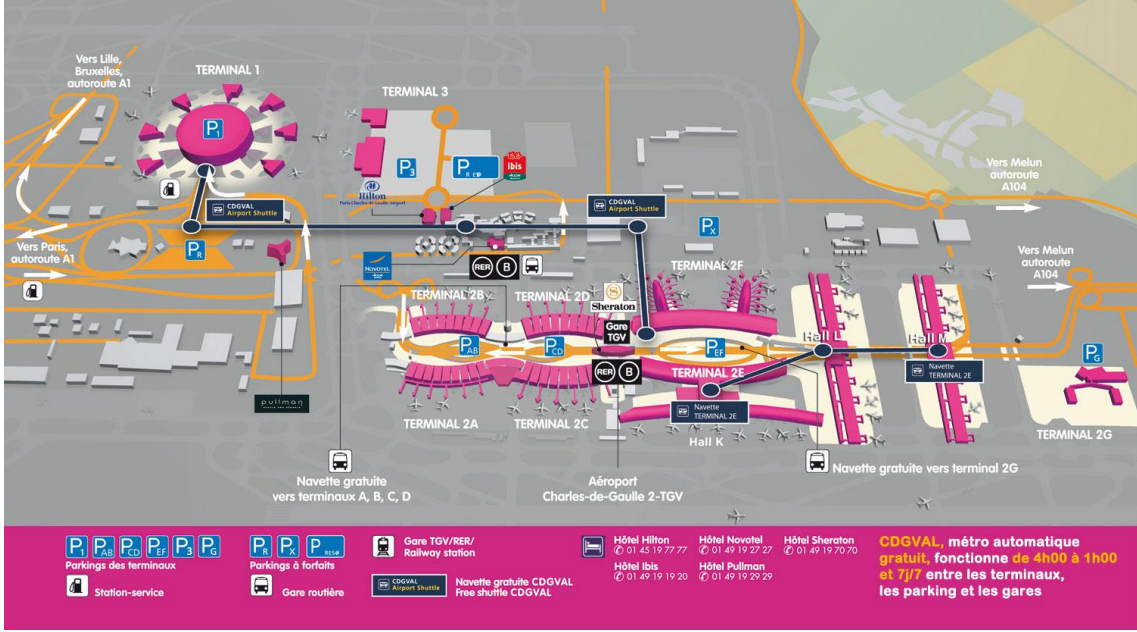
Camp de Tarragona demiryolu terminali YHD ‘nin ekonomik ana metropolitenlerin etki alanı içindeki ve bölgesel merkezlere hizmet verdiği ve diğer ulaşım ağıyla iyi bağlantısı olan bir örnektir. Şekil 5.10’da istasyon konumu görülmektedir. İstasyon uzaklığı bu ilgi alanlarına uzak olduğu için turizmin gelişiminde ciddi bir etkisi yoktur (Hamilton ve Rodriguez, 2001).



**Şekil 5.10** Camp de Tarragona İstasyonu Lokasyonu

#### 5.3.4. Özel amaçlı demiryolu terminal tipi ve “Charles de Gaulle TGV” Garı örneği

“Charles de Gaulle TGV” Garı, Charles de Gaulle hava alanı içinde Paris merkezine 35 km uzaklıktadır. Şekil 5.11’de Charles de Gaulle Garı ve hava alanı bütünleşik yapısı gösterilmektedir.



Şekil 5.11 Charles de Gaulle Terminali Planı

Bu tesis alışveriş, lojistik ve otel gelişimlerine ilave olarak Paris'in şehirselleşmesinin arkasında tarım alanınca çevrelenmiştir. Ana ekonomik aktivite hava alanı ve ilgili tesislerden sağlanmaktadır. TGV Garı Paris'den daha fazla Fransa'nın bölgesel şehirlerine yöneliktir. Gara sadece hava alanı üzerinden erişilebilir ve çok türlü transferlere izin verecek şekilde özel olarak tasarlanmıştır. Dört katlı yapı 2 nolu terminalde konumlandırılmıştır ve birçok temel alışveriş hizmeti içerir. TGV trenleri bu garı banliyö hatları ve hava alanını Paris'e bağlayan otobüslerle paylaşır. Hafif raylı ring sistemi ile diğer terminaller hava alanı içerisinde tamamen bağlantılı bir şekilde entegredir (Todorovich vd., 2011).

## 6. YÜKSEK HIZLI TREN PROJESİ VE BURSA

### 6.1. Bursa Şehri Genel Bilgi

Marmara bölgesinde bulunan Bursa ili yaklaşık 9.971 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip olup 2.550.645 kişilik bir nüfusa sahiptir. Bursa ili kentsel arazi kullanımı olarak 17 ilçe, 55 belde, 676 köyden oluşmaktadır. Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Gemlik, Mudanya, Kestel ve Gürsu gibi merkez ilçeleri Büyükşehir Belediyesini oluşturmaktadırlar. Türkiye'deki kişi başına düşen en yüksek brüt milli gelir oranlarından biri de Bursa ilindedir. Bursa, başta otomotiv ve tekstil olmak üzere sanayinin hemen hemen her dalındaki üretimiyle Türkiye'nin üç büyük sanayi kentinden biridir (BUAP, 2010).



Şekil 6.1 Bursa İli Bölge İçerisindeki Konumu

İstanbul, Ankara, İzmir ve Adana'dan sonra Türkiye'nin ekonomik bakımdan en gelişmiş beşinci ili olan Bursa Marmara bölgesini, Ege ve İç Anadolu'ya bağlayan bir kavşak noktasıdır. İstanbul, Ankara ve İzmir gibi Türkiye'nin üç büyük şehrinin meydana getirdiği üçgenin merkezinde yer alır (Şekil 6.1).

Bursa'nın oldukça büyük bir yük kapasitesi vardır. Mevcut bir demiryolu olmadığı için ürün dağıtımı karayolunda kamyon ve tırlarla sağlanmaktadır. Yük taşımacılığının

yanı sıra, Bursa'dan geçirilmesi düşünülen demiryolu hattının göz ardı edilemeyecek bir yolcu potansiyeli bulunmaktadır. Bu durum Bursa'nın bir tarih ve turizm kenti olmasından ileri gelmektedir. Bursa'da bulunan ve kış turizminin yurt içindeki köklü merkezlerinden olan Uludağ, Türkiye ekonomisine çektiği yerli ve yabancı turistlerle katkıda bulunmaktadır. Kış aylarında karayollarındaki emniyetsizlik turistleri daha güvenli olan demiryoluna yönlendirecektir. Bunun yanı sıra, Bursa'da inanç ve tarih turizmi de yapılmaktadır. Tarihinde hem Hristiyanlık dinine hem de Osmanlı Devletine merkez konumunda hizmet etmiş Bursa'nın ilçelerinden İznik, Hristiyanlar için kutsal hac merkezlerinden birisidir. Özellikle Avrupa'da taşımacılık için trenlerin tercih ediliyor olması yabancı turistlerin Bursa'ya seyahatlerinde demiryolunu tercih etmelerine neden olacaktır (DLH, 2007). Bu hususlar göz önünde bulundurulduğunda yapılacak olan YHD terminallerinin lokasyonu her açıdan çok büyük önem arz etmektedir.

## **6.2. Bursa Kent İçi Ulaşım Sistemi**

Bursa'da genel olarak kamu toplu taşıma işletmeciliği şehir içinde otobüs, hafif raylı sistem ve tramvay ile sağlanmaktadır. Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen toplu taşıma hizmetleri Belediye şirketlerinden BURULAŞ A.Ş. (Bursa Ulaşım Toplu Taşıma Hizmetleri) firması tarafından yürütülmektedir. Diğer toplu taşıma hizmetleri ile beraber genel olarak ara toplu taşıma verilerini de içeren tablo tüm taşıma türleri için aşağıdaki gibidir (Çizelge 6.1).

**Çizelge 6.1** Bursa Kent İçi 2014 Yıllık Ort. Günlük Yolculuk Dağılımı (BUAP, 2010)

TOPLAM GÜNLÜK YOLCU DAĞILIMI	YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK YOLCULUK DAĞILIMI			
	Araç Sayısı	Günlük Yolcu Sayısı	Yolcu %	Araç Başına Taşınan Ortalama Yolcu
Bursaray	78	235.176	12	3015
Otobüs	841	457.480	22	544
Tramvay T1	6	11.535	0,6	1922
Tramvay T3	4	4736	0,2	1184
Minibüs (**)	1.034	206.800	10	200
Servis (**)	2.699	215.920	11	80
Güzergah İzin Bel. Servis (**)	1.011	50.550	2,9	50
Dolmuş (**)	702	70.200	3,5	100
Taksi (**)	782	15.660	0,8	20
Özel Araç (**)	213.697	747.938	37	3,5
<b>TOPLAM</b>	<b>220.494</b>	<b>2.015.995</b>	<b>100</b>	<b>9,14</b>

\*\* 2010 verilerini ifade etmektedir.

### 6.2.1. Bursa kent içi otobüs sistemi

2007 yılında faaliyete başlayan Burulaş Otobüs Müdürlüğü Bursa'nın 7 merkez ilçesinde hizmet vermektedir. Bursa şehir içi otobüs hatları, 338'i Burulaş bünyesinde, 148'i kiralık ve 355 tanesi de özel halk otobüsleri ile olmak üzere toplam 841 otobüs ile hizmet vermektedir. Burulaş A.Ş.'de bütünleşik filo takip sistemi sayesinde otobüslerin hareketleri incelenmekte ve işletmeye anında müdahale sağlanmaktadır. 2005 yılından itibaren geçilen bütünleşik bilet sistemi ile otobüslere binişlerde nakit kalkarak sistemin aktarma prensibine elverişli olması sebebiyle yolculuklar ekonomik bir biçimde gerçekleşmektedir (Anonim, 2015). Çizelge 6.2'de Bursa kent içi otobüs hatlarıyla ilgili genel bilgi verilmektedir.



**Çizelge 6.2** Bursa Kent İçi Otobüs Hatları (BUAP, 2010)

Lastik Tekerlekli Toplu Taşıma Araçları	Taşıma Türü	Araç Sayısı	Yapılan Sefer Sayısı	Taşınan Yolcu Sayısı (Aylık)	Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (2014)
	BURULAŞ Otobüsleri	338	124.241	5.560.385	61.782.099
	BURULAŞ Alt Yüklenici Otobüsleri	148	47.596	1.488.533	18.221.040
	Özel Halk Otobüsleri	355	118.914	5.320.442	57.929.390
<b>Ara Toplam</b>	<b>841</b>	<b>290.751</b>	<b>12.369.360</b>	<b>137.932.529</b>	

### 6.2.2. Bursa hafif raylı sistem hattı

Yapımı Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen hafif raylı sistem, ardından işletmecisi firma olan Bursa Ulaşım Toplu Taşıma İşletmeciliği'ne (Burulaş) devredilerek Bursa Hafif Raylı Sistem (Bursaray) adı altında işletimi yapılmaktadır. Bursaray'da, 7' si yeraltı olmak üzere toplam 38 adet istasyon vardır (Şekil 6.2). Çift hatlı güzergahın 2014 yılı itibariyle toplam uzunluğu 39 km olup tamamen karayolundan bağımsızdır. Bursaray işletmesine ait teknik özellikler Çizelge 6.3'de verildiği gibidir.

## BURSARAY MEVCUT HAT GÜZERGAHI



Şekil 6.2 BursaRay Mevcut Güzergahı (Anonim, 2014)

Çizelge 6.3 BursaRay İşletmesinin Teknik Özellikleri (BBB, 2014)

<b>Hat Uzunluğu (Çift Hat)</b>	39 km.
<b>İstasyon Sayısı</b>	38 adet (7 adedi yer altı)
<b>Araç Sayısı ve tipi</b>	48 adet Siemens, 30 adet Bombardier
<b>Fizibilite kapasitesi</b>	267.000 kişi/gün
<b>Enerji Temini</b>	1500 V DC
<b>Besleme tipi</b>	Havai hat (katener)
<b>Maksimum hız</b>	70 km./saat
<b>Ortalama ticari hız</b>	34 km./saat
<b>Ray açıklığı</b>	1435 mm.
<b>Ray eklemesi</b>	Kaynaklı
<b>Peron boyu</b>	120 metre
<b>Sinyalizasyon</b>	ATP (Otomatik Tren Korumalı)
<b>Bilet sistemi</b>	Akıllı Kart

### 6.2.3. Bursa şehir içi tramvay hatları

Bursa’da T1 ve T3 olarak adlandırılan iki adet şehir içi tramvay hattı bulunmaktadır. Hat uzunluğu 6,5 km olan T1 hattında 14 durak bulunmakta iken, T3 hattında 9 adet durak olup yaklaşık uzunluğu 2,2 km’dir (Şekil 6.3). T1 hattı sistem olarak cadde tramvayıdır ve günde yaklaşık 11000 kişi taşımaktadır. Nostaljik tramvay olan T3 hattı ise günde 5000 kişi taşımaktadır (Anonim, 2015).



Şekil 6.3 T1 Hattı Şematik Planı

### 6.3. Bandırma-Bursa-Yenişehir Hızlı Tren Projesi

Bursa şehrinin İstanbul, Ankara ve İzmir’e hızlı demiryolu hatlarıyla bağlanması demiryolu taşınmacılığına ve bunun yanı sıra bölge ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacağı düşüncesiyle Bandırma–Bursa–Yenişehir hattının hızlı tren hattı standartlarında projelendirilmesi öngörülmüştür. Şekil 6.4’de söz konusu Bandırma – Bursa –Yenişehir hızlı tren hattı güzergah planı görülmektedir.

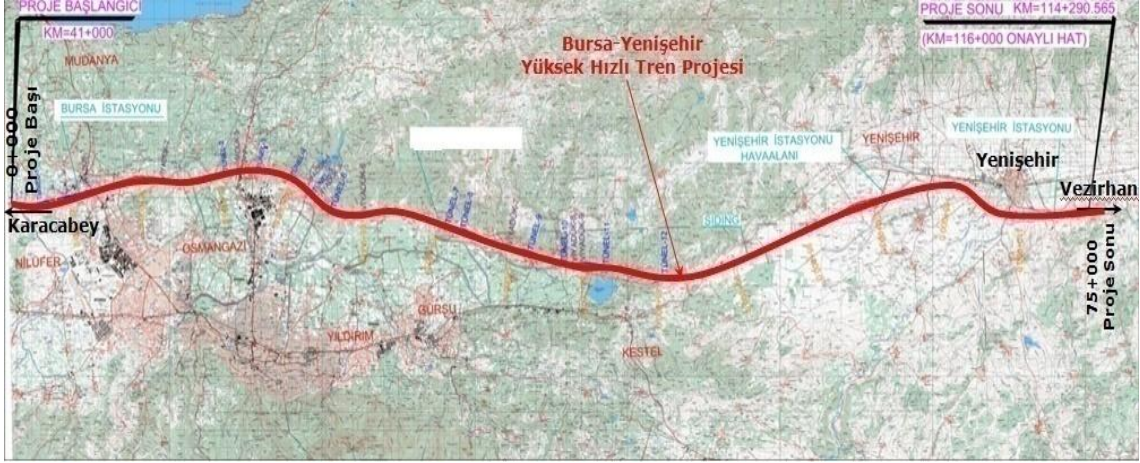


Şekil 6.4 Bandırma-Bursa-Yenişehir YHT Kılavuz Planı (Bursa YHT Fizibilite Raporu, 2007)

Marmara Denizinin güney kıyılarında üstünde kurulu olan Bursa'nın ülkenin ekonomi merkezi olan İstanbul'a iyi ulaşım bağlantıları bulunmaktadır ve coğrafi konumu, ülkenin iç ve güney bölümlerine ulaşımı kolaylaştırmaktadır (Bursa YHT Fizibilite Raporu, 2007).

### 6.3.1. Bursa YHT projesi genel bilgi

Yaklaşık 115 km'lik Bandırma-Bursa-Yenişehir YHT projesinin Bursa kesimi proje kilometresine göre Km:41+000 ile Km:116+000 arasındaki kesimde yer almaktadır (Şekil 6.5).



**Şekil 6.5** Bursa-Yenişehir YHT Projesi Güzergahı

Bursa'nın batısında yer alan kesimden geçen hat Nilüfer çayırının güneyinden Bursa Kuzey Çevre Yolu koridorunu kullanarak Yenişehir'e ulaşmaktadır. Son revizyonla Bursa'da şu an için TCDD tek bir gar planlamaktadır.

### 6.3.2. Bursa YHT Projesi teknik ve geometrik veriler

Bursa kesimi yaklaşık 75 km olan projede oldukça fazla tünel, viyadük ve köprü yapıları bulunmaktadır.

Proje dizayn kriterleri Çizelge 6.4'de yer almaktadır.

**Çizelge 6.4** Bursa YHT Projesi Dizayn Kriterleri (Bursa U.S.K.S., 2014)

<b>Maksimum Hız</b>	250 km/h
<b>İşletme Hızı</b>	200 km/h
<b>Yük Taşıma Hızı</b>	100 km/h
<b>Taşıma ve İşletme</b>	Karma (Yolcu+Yük)
<b>Ekartman</b>	1435 mm
<b>Minimum Yarıçap</b>	3500 m
<b>Maksimum Eğim</b>	‰ 16
<b>Maksimum Dever</b>	130 mm

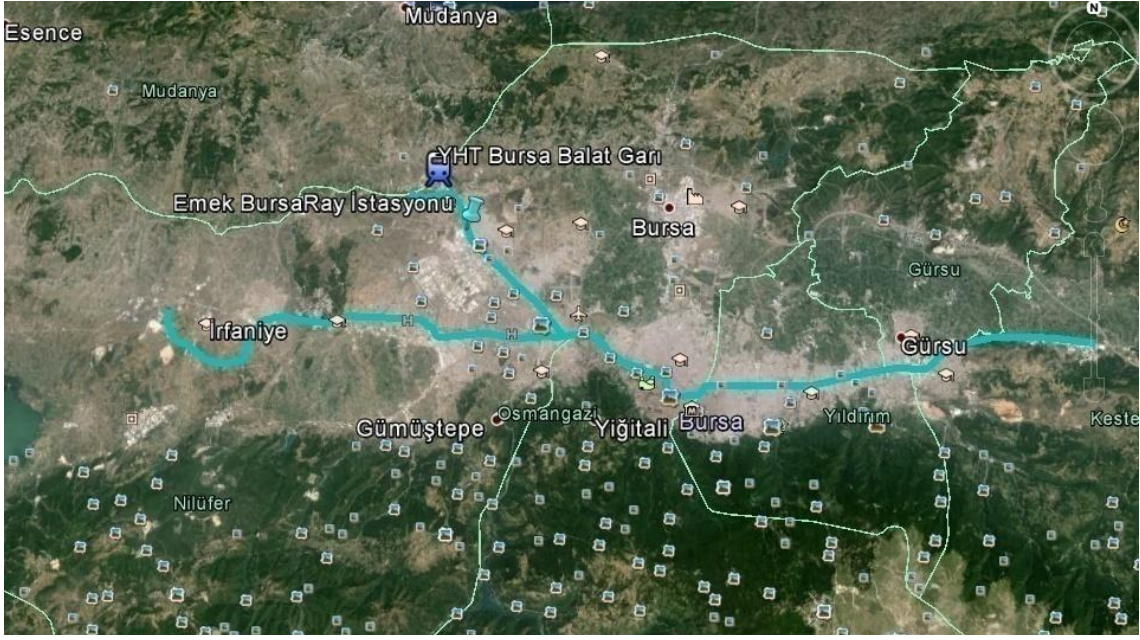
#### 6.4. Balat Garı ve Konumu

Mudanya yolu üzerinde Balat mevkiinde yapılacak olan gar proje kilometresi olarak Km:43+700 – 45+750 arasında yer almaktadır (Şekil 6.6). Bu yapı, hem yolcu hem de yük taşımacılığı için kullanılacaktır. Garın toplam boyu 2 km olup, toplam saha alanı (bağlantı yolu da dahil olmak üzere) 342 500 m<sup>2</sup>olarak öngörülmektedir. Balat Gar'ında 2 si ana hat, 3 ü peron hattı ve 7 si de teşkil hatları olmak üzere 12 demiryolu hattı bulunması öngörülmektedir. Ayrıca gar içerisindeki peronlar 400 m uzunluğunda 12 m genişliğinde inşa edilmesi öngörülmektedir. (Bursa YHT Fizibilite Raporu, 2007).

Gar yapısı aşağıda belirtilen kısımlardan oluşmaktadır;

1. İstasyon Binası
2. Şeflikler Binası
3. Yemekhane Binası
4. Ambar Binası
5. Faal Personel Hizmet Evleri
6. Sinyalizasyon ve Elektrifikasyon Kumanda Merkezi Binası
7. Sinyalizasyon ve Elektrifikasyon Sistemleri Binası

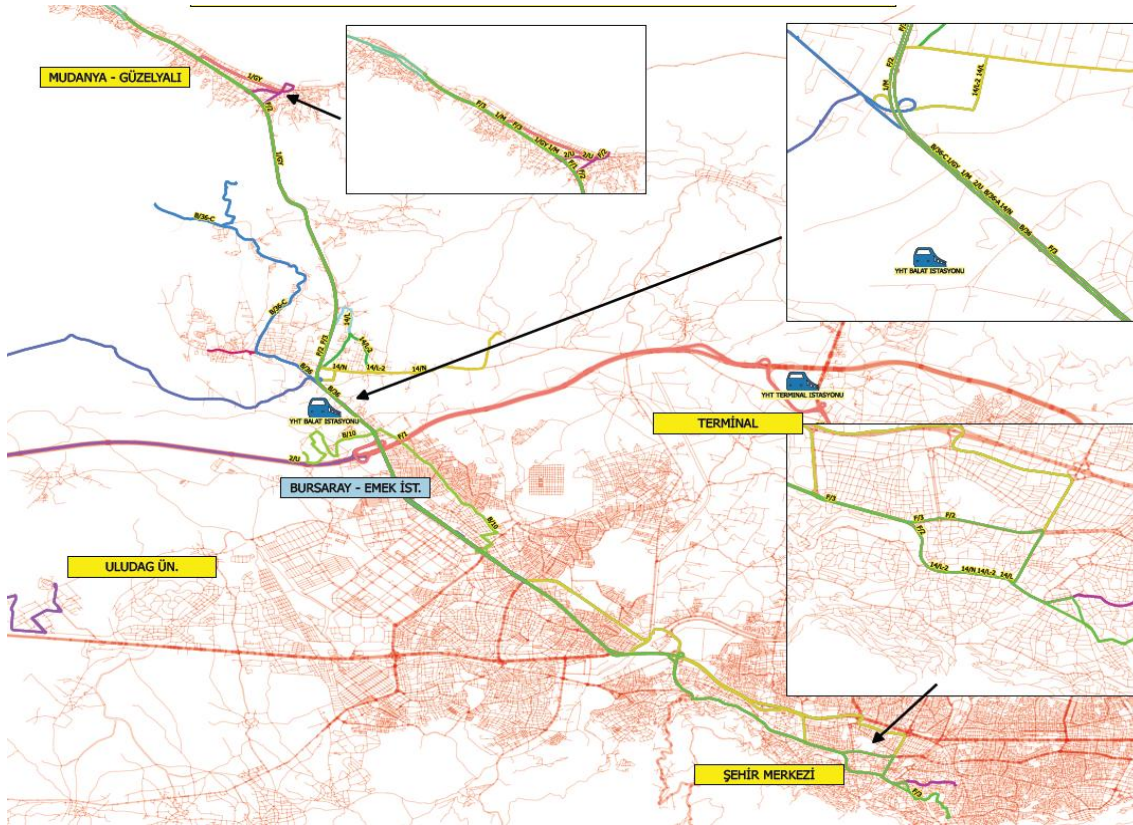
Bursa Gar Binası, yöre mimarisine uygunluk, çağdaş teknolojik olanakların kullanımı, konfor ve fonksiyon şemasının akışına uygunluk ve trene erişilebilirlik anlamında üst düzey bir yapı olarak tasarlanmaktadır.



**Şekil 6.6** Bursa Balat Garı Konumu

#### **6.4.1. Bursa şehir içi entegre hatlar ile gar'a erişim**

Bursa Balat Garı'nın kent içi ulaşım ile entegrasyonu büyük önem arz etmektedir. Bu noktada Bursaray'ın yaklaşık 3 km'lik bir hat ile mevcut Emek İstasyonun'dan Balat'a kadar uzatılması öngörülmektedir. Bursaray'ın Balat istasyonuna ulaşacak olması ile birlikte Bursa kent içi ulaşımı ile entegrasyon sağlanacaktır. Mevcut durumdaki şehir içi otobüs hatları ve Bursaray Emek İstasyonu konumu Şekil 6.7'de gösterilmektedir.



Şekil 6.7 Bursa Balat Garı ve Toplu Taşıma Entegrasyonu

Balat bölgesinden geçen mevcut durumdaki otobüs hatları ise Çizelge 6.5'de güzergahları ve bu güzergah üzerindeki ulaşım süreleri ve sefer sıklıkları ile birlikte gösterilmektedir.

Çizelge 6.5 Bursa Balat Bölgesi Otobüs Hatları (BBB, 2015)

Hat Adı	Güzergah	Ulaşım süresi (dk)	Sefer Sıklığı (dk)
1/GY	Emek İstasyonu - Güzelyalı	30	20
1/M	Emek İstasyonu - Mudanya	45	15
14/L	Çağrısan – Şehir Merkezi	50	60
14/L-2	Şehir Merkezi - Nilüfer	50	60
14/N	Şehir Merkezi - Aksungur	50	60



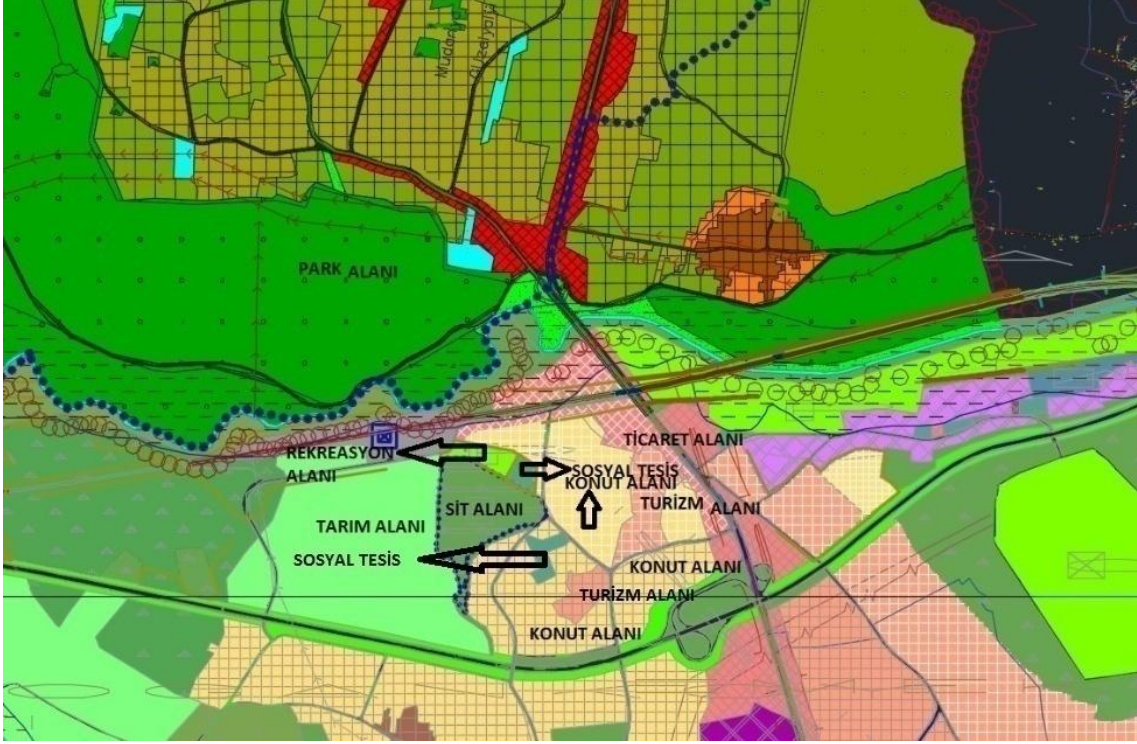
2/U	Mudanya – Uludağ Üniversitesi	65	Ortalama 120
B/10	Balat - Esentepe	25	30
B/36	Bademli – Organize Sanayi	35	30
B/36-A	Hasköy - Organize Sanayi	45	Ortalama 120
B/36-C	Organize San. - Aydınpınar	50	Ortalama 120
F/1	Mudanya - Terminal	70	Ortalama 120
F/2	Güzelyalı -Derebahçe	80	Ortalama 120
F/3	Mudanya - Teleferik	80	Ortalama 120

#### 6.4.2. Balat Garı çevresi arazi tasarımı

Kentsel tasarımda kentsel standartlara ilişkin olarak yapılmış çalışmaların literatürdeki yüzeysel bir ön incelemesi bile, mimarlık ve tasarım alanında büyük ölçüde benimsenen “norm” yada “standart” geliştirme çabalarının planlama aşamasına gelindiğinde geçerliliğini büyük ölçüde yitirdiğini ve her ülke, bölge ve yerleşme için geçerli genel ve evrensel kentsel arazi kullanım büyüklüklerinin var olmadığını göstermektedir. Ülkeler, bölgeler ve kentler hakim üretim tarzı yanı sıra özgün tarihsel ve toplumsal geçmişlerinin etkisiyle birbirinden oldukça farklı kentsel alan büyüklüklerine sahip olabilmektedirler.

Herhangi bir alan tasarımında, aynı üretim tarzını benimsemiş farklı gelişmişlik düzeyindeki toplumsal formasyonlarda, sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi ile, başta açık alanlar olmak üzere, birçok kentsel alan kullanımlarının kişi başına düşen büyüklükleri arasında doğrusal bir ilişki vardır. Bu tasarımda eğitim kurumları, konut alanları, sağlık kurumları, ticaret alanları ve merkezleri, yeşil alanlar ve spor alanları, sosyo-kültürel donatımlar, sanayi alanları ve ulaşım için planlanan bölgeler başlıca yer alması gereken arazi alanlarıdır (Ersoy, 2009).

Bursa Balat Gar'ının çevresindeki arazi imar yapısı Şekil 6.8'de gösterildiği üzere ticaret, konut, tarım, rekreasyon, park, turizm ve sosyal tesis alanları olarak tasarlanmıştır.



Şekil 6.8 Bursa Balat Garı Çevresi Arazi İmar Yapısı

## 7. YÖNTEM

Ulaştırma sistemleri insan ve eşyanın gereken zamanda gereken yere taşınması için aracılık eder. Bu anlamı itibariyle kentlerdeki ekonomik ve sosyal hayat üzerinde ulaştırma sisteminin performansının büyük etkisi bulunmaktadır (Karacasu, 2007). Sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel yapılaşmanın doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan ulaştırma talebi değerlendirilirken, ulaştırma sistemlerinin bir bütün olarak ele alınarak incelenmesi gereklidir. Gerek yolcu, gerekse yük taşımacılığı için seçilecek olan ulaştırma sisteminin hızlı, ekonomik, güvenli, çevreye az zarar veren ve ülke koşullarına uygun bir ulaştırma sisteminin olması arzu edilir (Akgüngör ve Demirel, 2003). Bütün bu koşulları bir arada bulundurmaktan açısından düşünüldüğünde, günümüzün en modern ulaşım sistemlerinden biri olan demiryolunda son zamanlarda geliştirilen yüksek hızlarla birlikte söz konusu koşullar daha yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Demiryollarında, ilk paragrafta yer alan ulaştırma sistemlerinin gereklilikleri göz önüne alındığında yer seçim faktörü büyük önem taşımaktadır. Yer seçim faktöründe karar verme olgusu belirsizlikleri de beraberinde getirir. Bununla birlikte çok çeşitli bir veri tabanı desteğiyle yapılacak olan katsayı ve varsayımlarla yapılan sayısal modelleme yerine analitik yöntemler insan davranışlarının ölçümü açısından daha doğru sonuçlar vermekte olduğu literatür taramasında gözlemlenmiştir.

Günlük hayatta karşı karşıya kalınan karar problemleri yalnızca sayısal faktörlerden oluşmaz, aynı zamanda niteliksel faktörler de karar verme sürecini önemli oranda etkilemektedir. Niteliksel faktör ile kararı etkilediği halde niceliksel olarak doğrudan ifade edilemeyen tecrübe, imaj, önsezi gibi etkenler, karar süreçlerine katılmayınca çözüm için geliştirilen modellerin gerçeği temsil etme oranları ve buna bağlı olarak da sonuçların uygulanabilirliği azalmaktadır (Tulger, 2010).

Bu çalışmada yer seçim konusu, analitik bir yöntem olan “Çok Ölçütlü Veya Kriterli Karar Verme Yöntemleri” ile çözümlenmesine karar verilmiştir.

## 7.1. Yer Seçim Problemleri ve Sınıflandırılması

Yer seçimi kararları etkisi büyük olan önemli kararlardır. Şirketler ve kurumlar, tesis yeri seçim kararı verirken çok büyük boyutlarda sermaye ayırmak zorunda kalırlar. Dolayısıyla bu yapısı gereği yer seçimi problemleri, şirket ve kurumların geleceğini etkileyen, stratejik ve uzun vadeli kararlardır. Rekabetin giderek yoğunlaştığı ve ekonomik kararların öneminin giderek arttığı günümüzün ticari ve politik ortamında yer seçimi kararlarının önemi de giderek artmaktadır. Özellikle bir üretim tesisi için yer seçimi kararı, firmanın işletim maliyeti, hizmet seviyesi, dağıtım hızı ve pazardaki rekabet gücü üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Yer seçimi problemlerinin yaygın uygulamalarında; tedarik zincirinde bir dağıtıcının dağıtım merkezini nereye yerleştireceği, bir üreticinin depo yerini nerede seçeceği veya bir şehir planlayıcısının bir eğlence yerini nereye yerleştireceği incelenirken; yer seçimine yönelik yeni uygulamalarda bir ulaştırmacının demiryolu garını nereye konumlandırabileceği gibi konuları da içerebilmektedir.

Genel olarak düşünüldüğünde tesis yer seçim yöntemleri aşağıdaki dört ana başlıkta ele alınmaktadır (Ballı, 2014).

- 1) Statik tesis yerleşim yöntemleri
- 2) Dinamik tesis yerleşim yöntemleri
- 3) İstenen/yarı istenen/istenmeyen tesis yerleşim yöntemleri
- 4) Çok ölçütlü yer seçim yöntemleri

Bu çalışmada “Çok ölçütlü karar verme yöntemleri” kullanılacağından bu yöntemle ilgili detaylı bilgi alt başlıkta verilmiştir.

## 7.2. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri

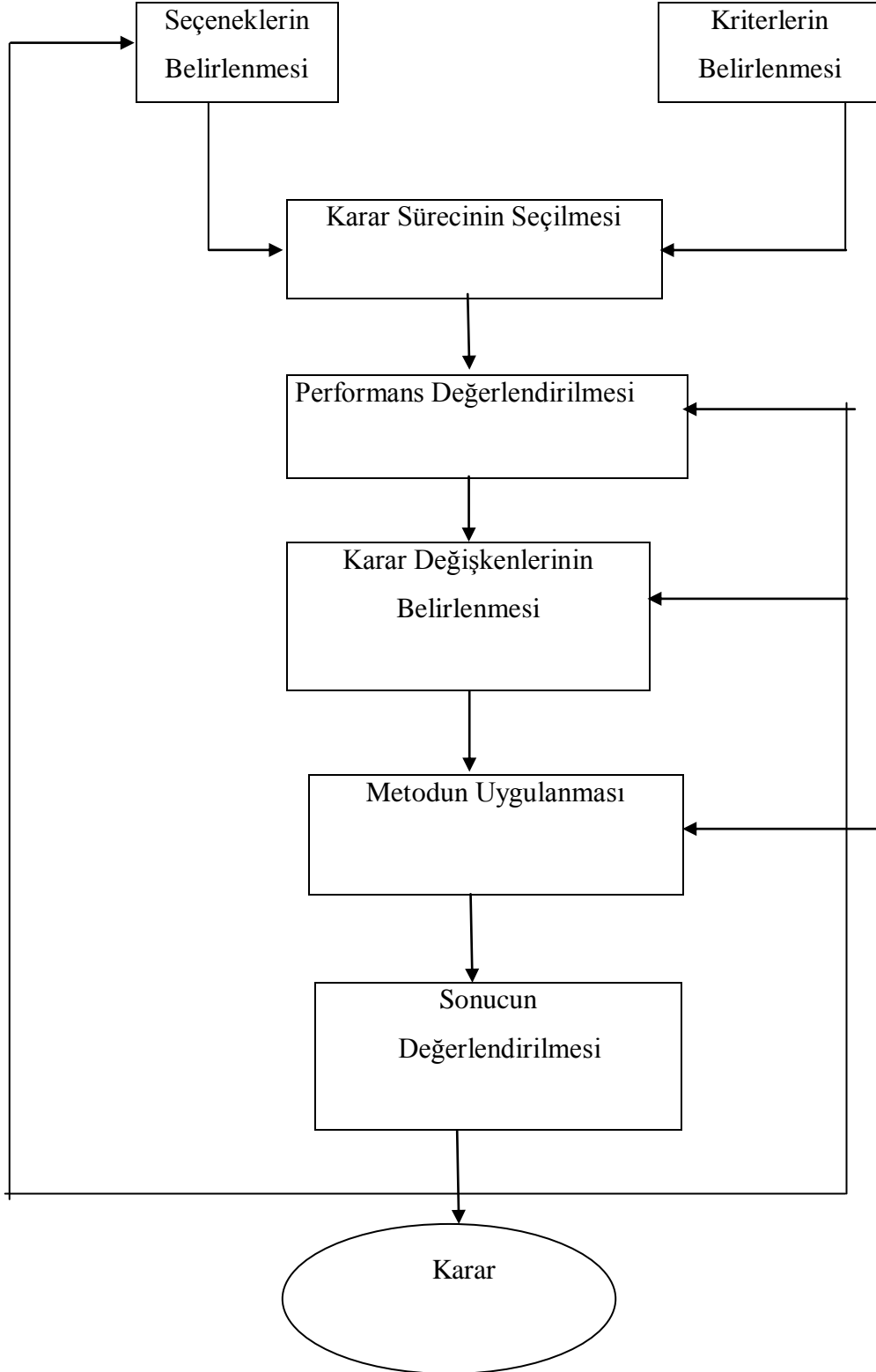
Teknoloji ve işletmelerin çevresel faktörlerinde sürekli olarak yeni gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmeler nedeniyle günümüzde bireyler ve işletmeler tek bir amacı optimum seviyeye getirmek yerine birden fazla amacı optimum seviyeye getirmeye

çalışarak zaman ve maliyet değerlerini en düşük seviyeye indirmeyi amaçlamaktadırlar. Bu durum, bireylerin veya işletmelerin çok ölçütlü karar alma problemleri ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Çok ölçütlü karar problemlerinin çözümü için çeşitli yöntemler geliştirilmiş olup çözümü için yapılan araştırmalar sonucunda başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemleri, birbiriyle çelişen amaçlar içermekte ve amaçlar her zaman aynı önem derecesine sahip değildir. Bu nedenle genellikle, amaçlar arasındaki öncelikler dikkate alınmaktadır (Turanlı ve Köse, 2005).

Çok ölçütlü karar verme teknikleri, adından da anlaşılacağı üzere, verilen bir karar kriterleri kümesi yardımıyla alternatifler kümesinden en iyi alternatifi çeşitli yollarla bulmaya çalışan tekniklerdir. Çok ölçütlü karar verme problemlerinde karar vericiler, kriter, karar değişkeni ve alternatif kümesine göre karar vermektedirler (Keleş, 2014). Çizelge 7.1'de çok ölçütlü karar verme sürecinin şematik olarak süreci gösterilmektedir. Çok amaçlı karar verme metodolojisinde amaç, farklı alternatifleri kıyaslayacak farklı boyutlardaki verilerin toplanmasıdır. Analizci öncelikli olarak, hedefini gerçekleştirmeye yönelik ölçütleri, kriterleri belirler. Daha sonra alternatiflerin seçilen kriterlere uygunluğu saptanır. Karar verici için tüm ölçütler, kriterler eşdeğerde değildir (Yücel ve Ulutaş, 2009).

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri, ulaşılmak istenen amaç doğrultusunda en iyi performansa sahip alternatifin seçimine veya performans skorlarına göre en iyiden en kötüye doğru sıralama gerektiren tüm ekonomi, yönetim, muhasebe, finans, sermaye yatırımı, üretim, insan kaynakları, pazarlama, planlama, risk analizi, başvuru değerlendirmeleri, grup karar verme, tesis yeri seçimi, kaynak tahsisi, politika, strateji, ulaştırma, eğitim, sağlık, çevresel kararlar, kamu sektörü, bilgi işlem, portföy seçimi gibi bir çok alanda kullanılabilir (Keleş, 2014). Bu tür farklı sektörlerin her birinde karar problemleri çok kriterlidir ve problemlerde alternatiflerin arasından en uygun seçimi yapmak oldukça zor ve karmaşık bir işlemdir.

Çizelge 7.1 ÇÖKV Süreci



Son yıllarda bu tür problemleri çözmek amacıyla farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu çözüm yöntemleri “Çok Ölçütlü Karar Analizi yöntemleri” başlığı altında toplanabilir (Yücel ve Ulutaş, 2009). Uygulamada genellikle; Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP),

VIKOR, TOPSIS, ELECTRE gibi ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Söz konusu yöntemler ve literatürdeki Tezcan (2007), Tulger (2010), Aydın vd., (2009) ve Şimşek (2011) gibi çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmadaki yer seçim problemi için en uygun yöntemin Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) olduğuna karar verilmiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci teknikleri, niteliksel faktörleri de dikkate alarak sonlu sayıda seçeneği değerlendiren birer çok ölçütlü karar verme tekniğidir (Tulger, 2010).

### 7.2.1. VIKOR yöntemi

Uzak koşullar altında AHP veya başka analitik yöntemlerle bulunan kriter ağırlıklarını kullanarak alternatiflerin optimum sıralamasını bulan çok ölçütlü karar verme yöntemidir (Aktepe ve Ersöz, 2014). VIKOR yöntemi, 1998 yılında Opricovic tarafından, çok kriterli kompleks sistemlerin optimizasyonu amacıyla geliştirilmiştir. Her bir alternatif değerini kullanan bu yöntem, karar vericileri ideal çözüme yakınlaştırır. Karar vericilerin başlangıçta tercihlerini tam olarak belirtmemesi durumunda, çok ölçütlü karar vermede etkin bir araç olarak kullanılmaktadır (Ömürbek vd., 2014).

Yöntemde temel hedef, maksimum grup faydası ve minimum bireysel pişmanlığı sağlayacak uzlaştırıcı çözüme ulaşmaktır. Yöntem, birden fazla kriterin dikkate alınarak alternatifler arasında bir sıralama ve seçim yapılmasını gerektirmektedir. Çok ölçütlü karar verme metodlarından biri olan VIKOR yönteminin temelinde, alternatifler ve değerlendirme kriterleri kapsamında bir uzlaşık çözümün oluşturulması vardır. Uzlaşık çözüm, alternatifler için çok kriterli sıralama indeksi oluşturularak, belirli koşullar çerçevesinde ideal çözüme en yakın kararın verilmesini ifade etmektedir. Uzlaşık sıralamaya, ideal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılarak ulaşılmaktadır (Ömürbek vd., 2014). Yöntemde her bir alternatif, her bir kritere göre değerlendirilmekte ve ideal alternatife yakınlık değerleri hesaplanarak uygun sıralama elde edilmektedir (Aktepe ve Ersöz, 2014).

Özellikle son yıllarda sık kullanılan bu yöntem; toplu taşıma problemlerinde, grup karar analizi, kalite çalışmalarında, turizm stratejisi belirleme, yazılım projelerinin değerlendirilmesi, tedarikçi performanslarının değerlendirilmesi, banka performanslarının değerlendirilmesi, su kaynakları planlaması, malzeme seçimi, hizmet kalitesi geliştirme ve

risk değerlendirme gibi karar verme problemlerinde uygulanmaktadır. VIKOR yönteminin karar vericiler tarafından tercih edilme nedenleri ise; uygulamacılar açısından yeni bir yöntem olması, sade ve kolay anlaşılır karşılaştırma yapısı ile alternatifler arasından uzlaşık bir sıralama elde edilebilmesidir (Aktepe ve Ersöz, 2014).

### 7.2.2. FUZZY TOPSIS yöntemi

TOPSİS (Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution) Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) metotlarından birisidir. Fuzzy TOPSİS yöntemi, birden fazla karar vericinin çok sayıda kritere göre belirsizlik altında alternatifleri değerlendirerek alternatifleri sıralamasına dolayısıyla da seçime yönelik kararını doğru vermesine yardımcı olan bir yöntemdir. Bu yöntem ilk defa 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından ortaya konulmuş ve daha sonra 1992 yılında Chen ve Hwang tarafından yöntem geliştirilmiştir. Basit bir matematiksel denklemden hareketle her bir alternatifin göreceli performansının ölçülmesidir. Farklı dilsel değerlendirmeler yapmak, ağırlıkları oluşturmak ve en iyi seçime karar vermek için çok ölçütlü bir fuzzy karar verme metodunai ihtiyaç duyulur (Dündarvd., 2007).

Yöntemin ana amacı seçilen alternatifin ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak olmasıdır (Ömürbek vd., 2014). Fuzzy TOPSİS yöntemi ile hem nitel hem de nicel kriterler dikkate alınarak değerlendirme yapılabilir. Yöntem kullanılarak alternatif seçeneklerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılması gerekmektedir (Demireli, 2010).

Fuzzy TOPSİS, çok esnek bir yapıya sahiptir, karar vericilerin kararlarının değişkenlik gösterdiği durumlarda grup kararı vermeyi gerektiren problemlerin çözümüne çok uygundur. Farklı kriterlerin önem ağırlıkları ve kriterler değerleri dilsel değişkenler olarak düşünülür. Kriterin önemini ve farklı kriterlere göre alternatiflerin kriter değerlerini hesaplamak için karar vericiler dilsel değişkenleri kullanırlar (Dündar vd., 2007). TOPSIS yöntemi, karar vericiler tarafından sıkça kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise, sınırlı sayıda öznel girdiye ihtiyaç duymasıdır. Yöntemde kullanılan tek öznel değişken faktör



ağırlıklarıdır. Basit ve anlaşılabilir olması ve iyi bir hesaplama etkinliğine sahip olması bu yöntemi cazip kılar (Ömürbek vd., 2014).

### 7.2.3. ELECTRE yöntemi

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) gerçeğe yönelik eleme ve seçim anlamına gelir. Electre yöntemi ilk kez 1966 yılında Beneyoun tarafından ortaya atılmış bir çoklu karar verme yöntemidir. Yöntem, her bir değerlendirme faktörü için alternatiflere karar noktaları arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanarak problem çözümüne kantitatif ve kalitatif değerleri birlikte dâhil edebilmektedir (Yücel ve Ulutaş, 2009). Sıralama prensibine göre alternatifleri değerlendiren bir teknik olan Electre yöntemi, her bir değerlendirme faktörü için alternatifler arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır.

Yöntemin temelini üstünlük ilişkisi ve kernel (çekirdek) oluşturur. Electre yönteminde üstünlük ilişkisinin kurulabilmesi için uyum ve uyumsuzluk indeksleri oluşturulur. Bu indeksler, hangi alternatifin daha baskın olduğunun seçilmesini sağlayan tatmin veya tatminsizliğin ölçüsünü gösterirler. Diğer bir ifadeyle, sıralama ilişkisinin oluşturulması, uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması ve daha sonra da çekirdek oluşturularak alternatiflerin seçilmesiyle olur. Uyum ve uyumsuzluk indeksleri karar vericinin alternatiflerden memnun olması veya olmamasıyla oluşturulur. Electrenin temeli, uyum-uyumsuzluk veya üst derecelendirmeye dayanır.

Electre zamanla; içerdikleri tercih yapıları, ağırlık bilgisini kullanıp kullanmamaları ve ortaya çıkardıkları sonuçlar (çıktılar) açılarından geliştirilerek, Electre I, II, III, IV, Electre IS, Electre TRI, gibi isimlerde çözüm yolları ortaya konulmuştur.

### 7.2.4. AHP yöntemi

Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), birden çok kriter ve seçenek içeren karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir (Pesen, 2012). 1970'lerde Thomas Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar

vericinin bulunduğu, çok kriterli, çok amaçlı bir karar verme durumunda kullanılır (Şimşek, 2011). Kullanılmaya başladığı andan bu yana çok kriterli karar verme yöntemleri arasında en fazla kullanılan yöntemlerden biri olmuştur. AHP; mühendislik, politik, ekonomik, sosyal ve yönetim bilimleri gibi geniş uygulama alanlarındaki karar verme problemlerinde etkin olarak kullanılmaktadır (Pesen, 2012). Kullanımı kolay bir metod olup, bireysel ve grup halinde karar verebilmeye, karar vericinin sezgi ve içgüdülerini çözüm sürecine katabilmesine, farklı fikirlerin uzlaşarak birlikte hareket edebilmesine imkan sağlamaktadır (Doğan, 2004).

AHP; karmaşık karar problemlerini basitleştiren ve karar vericiler için problemin ana hedefi, ana kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösterip anlaşılabilirliğini artıran bir sürece sahiptir. AHP'nin en önemli özelliği bir karar probleminde karar vericinin hem nesnel hem de öznel düşüncelerini karar verme sürecine dahil edebilmesine imkan tanımaktadır. Bir diğer ifade ile AHP, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir. AHP; kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme sistemlerini tanıma imkanı sağlayarak daha iyi karar verilmesini sağlayan bir karar verme modelidir (Güngör, 2008). AHP'de modelin kurulması ve çözümü kolay olup üst düzeyde matematik bilgisine gerek yoktur. AHP, gruplara ve bireylere karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı veren güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntemdir (Aydın, 2008).

AHP'nin diğer yöntemlere göre sağladığı bazı avantajlar ise aşağıda belirtilmektedir;

- Bir hiyerarşi kurularak karar problemleri biçimsel olarak ifade edilebilir. Böylece, karmaşık problemler bileşenlerine ayrılarak karışıklıkları daha basit bir yapıya kavuşturulur.
- Alternatiflerin ikili karşılaştırmaları sırasında karar vericinin kişisel hükümleri kullanılır. Böylece karar verme sürecinde sadece sayısal verilere dayalı çözüm aranmaz, kişisel fikir ve düşünceler de dikkate alınır.

- Karar verici ikili karşılaştırmaları yaparak problemin her bir parçasına daha fazla yoğunlaşabilir. Bu esnada sadece iki elemanın düşünülmesi nedeniyle yapılacak değerlendirmeler basitleşmektedir. Diğer yandan değerlendirmeler sayısal olarak ifade edilemiyorsa, sözel ifadelerin kullanılması da mümkündür.
- Karar verici, hem objektif hem de sübjektif faktörleri bir arada dikkate alarak alternatifleri değerlendirebilir. Karar vericinin yaptığı ikili karşılaştırmaların tutarlılığını test etmek mümkündür. Böylece karar verici, tutarsızlık durumunda verdiği hükümleri tekrar ele alarak düzeltme imkanına sahiptir (Aydın vd., 2009).

#### **7.2.4.1. AHP temel kavramları**

AHP; Analitik, Hiyerarşi ve Proses olarak üç temel kavramla tanımlanabilmektedir (Aydın, 2008).

- **Analitik:** Analitik karar verme, sorunların hiyerarşik bir biçimde anlamlı daha küçük alt bölümlere ayrıştırılarak daha etkin çözümlenebileceği esasına dayanır. Analitik, sorunlara temel bilim teori ve yöntemleri altında, matematiksel ve mantıksal yaklaşımlarla yanıt aramak anlamına gelmektedir. Analitik çözümde sadece matematiğin değil iktisat teorisinin de temel kuralları kullanılır.
- **Hiyerarşi:** AHP’de hiyerarşi karmaşık problemlerde kişinin sorunu kavramasına bağlı olarak hedef, ana kriterler varsa alt kriter ve alternatifler arasındaki ilişkiyi sistematik olarak gösterir. Çok karmaşık bir problemi basitleştirip, daha kolay anlaşılabilir hale getiren bir hiyerarşik yapıda ifade edilmesi de karar vericinin hiyerarşiyi oluşturan her bir ögeyi sistematik bir şekilde analiz ve sentez etmesinde, tek tek değerlendirmesinde kolaylık sağlar.
- **Proses:** Karar probleminin tanımlanmasından çözümlenmesine kadar geçen tüm karar verme süreci aşamalarını ifade eder. Bilindiği üzere çok kriterli karar problemleri detaylı bir araştırma, öğrenme, tartışma ve kişinin önceliklerini gözden geçirme sürecini kapsar (Pesen, 2012).

Yukarıda verilen üç temel kavramla tanımlanan AHP genel yapısı itibari ile ayrıca üç temel prensip üzerine kurulmuştur:

- Hiyerarşilerin Oluşturulması
- Önceliklerin Belirlenmesi
- Mantıksal ve Sayısal Tutarlılık (Eleren, 2007)

#### **7.2.4.2. AHP karar verme ilkeleri ve süreci**

AHP ile karar vermede dikkat edilecek üç ilke bulunmaktadır (Pesen, 2012).

1. Ayrıştırma ilkesi
2. İkili karşılaştırma ilkesi
3. Önceliklerin sentezinin yapılmasıdır.

**Ayrıştırma ilkesi;** Problemin temel öğelerinin belirlenmesi için karar hiyerarşinin yapılandırılmasını içerir. Hedeften başlayarak ana kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin hiyerarşik yapılandırılmasıdır. Karar hiyerarşisinin en üst seviyesinde hedef yer alır. Bir alt seviyede ana kriterlerden oluşmaktadır. Karar hiyerarşisinin en altında ise alternatifler bulunmaktadır. Hiyerarşinin seviye sayısı problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır (Güngör, 2008)

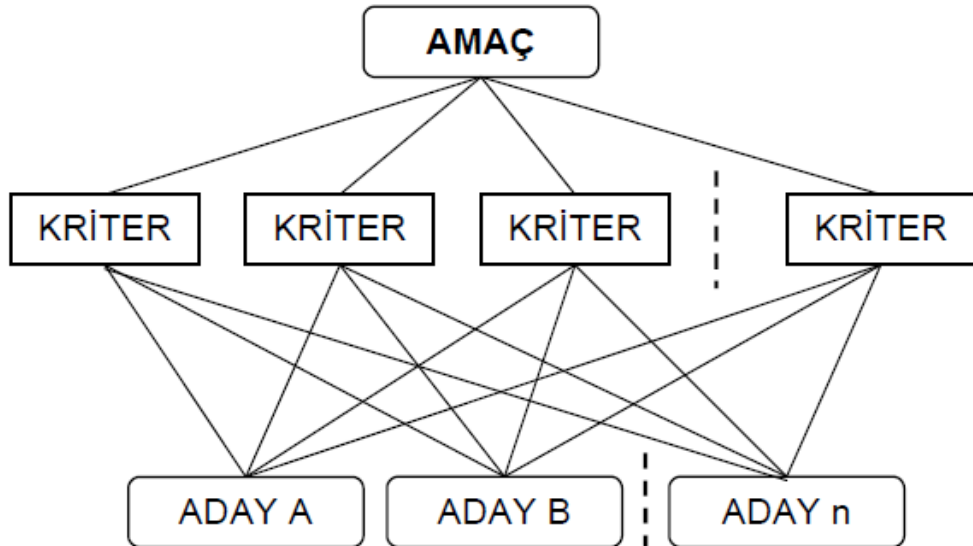
**İkili karşılaştırma ilkesi;** AHP'nin en önemli aşaması ikinci düzeydeki öğelerin, birinci düzeydeki genel amaç karşısındaki görelî önceliklerinin ikili karşılaştırılmasını yapmak için bir matrisin oluşturulmasını içerir. Ölçümde kullanılacak bir ölçeğin bulunmaması halinde ise bu değerlendirme, karar problemini çözmekte olan karar verici tarafından yapılır (Güngör, 2008).

**Sentez ilkesi;** İkili karşılaştırma matrisleri geliştirildikten sonra karşılaştırılan her elemanın önceliğinin hesaplanmasına geçilmektedir. AHP'nin bu bölümü sentezleme adıyla tanımlanır. Öncelik vektörlerinin kurulmasında lineer cebir tekniklerinden faydalanılmaktadır. Sentez aşaması, en büyük öz değer ve bu öz değere karşılık gelen öz vektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini içermektedir (Pesen, 2012).

AHP ile karar verme süreci aşağıdaki 6 adımdan oluşur (Pesen, 2012).

1. Problemin tanımlanarak hiyerarşik yapının oluşturulması (kriterlerin belirlenmesi, alternatiflerin ortaya konulması, hiyerarşik diyagramın çizilmesi),
2. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi,
3. Karar elemanları arasında ikili karşılaştırmalar yaparak karşılaştırma matrislerinin elde edilmesi,
4. Özdeğer metodunu kullanarak karar elemanlarının bağıl ağırlıklarının belirlenmesi,
5. Matrislerin tutarlılıklarını kontrol ederek karar vericilerin tutarlı davrandıklarını güvence altına alınması,
6. Karar elemanlarının bağıl ağırlıklarını bir araya getirerek her bir alternatif için toplam puanın hesaplanması.

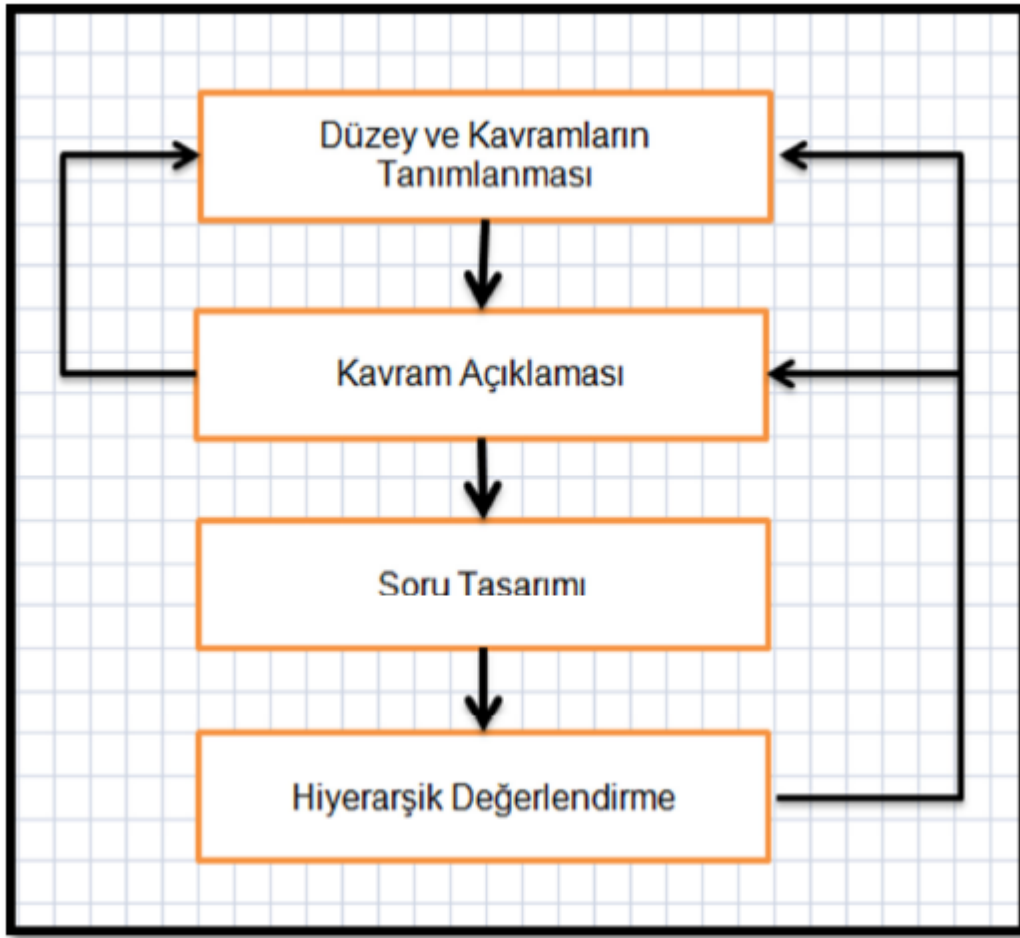
AHP, sorunun karar vermeye yönelik olarak ayrıntılı biçimde katmanlara ayrıştırılması yöntemini, oluşturulan hiyerarşi yapısı sayesinde oldukça etkin bir metodoloji ile kullanır. En basit AHP'nin yapısı Şekil 7.1 'de gösterilmektedir. Bu şekilde gösterilen yapıda kriterlerin değerlendirmesinde alt kriterler kullanılabilir. Dolayısıyla, hiyerarşi yapısında, kriterler ile adaylar arasına istenilen sayıda alt kriter katmanı eklenebilir (Şimşek, 2011).



Şekil 7.1 AHP Genel Yapısı

### 7.2.4.3. AHP hiyerarşik tasarımı

Hiyerarşi tasarımı, problem alanı ile ilgili bilgi ve tecrübe gerektirmektedir. İki karar verici aynı problem için iki farklı hiyerarşi yapı kurabilir. Şekil 7.2’de AHP’nin genel itibari ile hiyerarşik tasarımı gösterilmektedir. Hiyerarşi tasarımı, birbirini izlemeyen ama birbirleriyle ilişkili üç süreçten oluşur. Bunlar düzey ve öğelerin belirlenmesi, kavramların tanımlanması ve soruların formülize edilmesidir (Vargas, 1990).



Şekil 7.2 Hiyerarşik Dizayn (Akyıldız, 2006)

Birinci adım olan düzey ve öğelerin belirlenmesindeki tanımlamalar soru sorma aşamasında kullanılır. Eğer karar vericinin bu sorulara cevap vermede bir sorunu olursa düzey ve öğelerin tanımlanması yenilenir. Hiyerarşi tasarımı bu şekilde kendini tekrarlayan bir süreçtir. Soru sorma sürecinde belirsizlik karar vericiyi yanlış kriter ve seçenek

seçimine götürür. Tüm sorular cevaplanabilir nitelikte ve mevcut bilgilerle tutarlı olmalıdır.

#### **7.2.4.4. AHP 'de önceliklerin belirlenmesi ve ölçme süreci**

Analitik Hiyerarşi Prosesinde önceliklerin belirlenmesinde kullanılan ölçme tekniği ikili karşılaştırmalar yöntemidir. Önceliklerin belirlenmesi için ikili karşılaştırmalar matrisini her düzey elemanları için oluşturmak gerekmektedir. Faktörler ikişer ikişer ele alınıp, belirlenecek bir kritere göre birbirlerine göre önemleri, tercih dereceleri veya tercih olasılıkları göz önüne alınarak karşılaştırma yapılmaktadır (Topel, 2006). Başka bir ifade ile A kriterinin B kriterine göre ne kadar önemli olduğu karar verici tarafından değerlendirilir (Pesen, 2012).

İkili karşılaştırmalar doğrudan doğruya ilgili kişilerle yüz yüze anket yapılarak oluşturulur. İkili karşılaştırmalar ile problemin alternatifleri arasındaki görece üstünlükleri bulunmaktadır. Anketi cevaplandıran kişiler mutlaka konunun uzmanı olmasalar dahi, en azından konuyu bilen ve aşına olan kişiler olmalıdır (Topel, 2006). Çünkü AHP'nin sonuçları tamamen bu kişilerin vereceği ikili karşılaştırma yargılarına bağlıdır (Pesen, 2012).

Saaty tarafından oluşturulan ikili değerlendirmelerde kullanılmak üzere görece bir ölçek geliştirilmiştir. Çizelge 7.2 'de gösterilen bu ölçek tablosu 1-9 temel ölçeği AHP'de ikili karşılaştırmalar yargılarını sayısal değerlere dönüştürmek için kullanılır (Akyıldız, 2006). Görece önemlilik ölçeği, 1'den 9'a kadar olan değerlerin anlamlarını göstermektedir. Hiyerarşideki elemanlar bir üst kademedeki eleman göre, görece önemliliklerinin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılır (Akyıldız, 2006).

**Çizelge 7.2** Analitik Hiyerarşi Süreci Saaty Ölçek Tablosu

ÖNEM DERECESESİ	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit önemli	İki seçenek eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı üstün kılmakta
9	Kesin önemli	Bir kriteri diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenirliliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Yukarıdaki çizelgede 2, 4, 6, 8 gibi değerler ara değerlerdir. Karar verici karşılaştırma yaparken 1, 3, 5, 7, 9 gibi değerlerde kararsız kalırsa bu ara değerleri kullanabilir. Karşılaştırma yaparken iki ögenin değeri birbirine çok yakınsa ve birbirlerine karşı önemlerinin ayırımları yapılamıyorsa 1,1 – 1,9 arasındaki ondalık değerler kullanılabilir fakat bu hassaslıkta bir algılama yapabilmek oldukça zordur (Pesen, 2012). Ayrıca AHP'nin sağlıklı bir sonuç verebilmesi için Çizelge 7.2'de verilen değerlerin, karar verici tarafından iyi anlaşılması ve yapılacak ikili karşılaştırmalarda doğru biçimde kullanılması gerekmekte olup verilen değerinde karar vericinin düşüncesini yansıtmalıdır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

### İkili Karşılaştırmalar Matrisi

AHP'de hiyerarşi oluşturulduktan sonra ikinci aşama kriterlere belli bir ağırlık atanması ve bu ağırlığın alt kriterlere dağıtılmasıdır. İkili karşılaştırma matrislerin karşılaştırılması AHP'nin en önemli aşamasıdır. Bu aşamada, karar kriterlerine ve her bir



karar kriterine göre karar seçeneklerine ilişkin ikili karşılaştırmalarda matrisler elde edilir (Arıkan, 2012).

A matrisindeki, n ve m karşılaştırmada kullanılan kriterlerin sayısını, i matrisin satırını, j ise sütununu ifade etmekte kullanılmaktadır. Sonuç olarak, A matrisini  $a_{ij}$  şeklinde ifade edilmektedir. İkili karşılaştırma matrisi genel olarak, denklem 7.1'deki gibi gösterilmektedir (Erarslan ve Algün, 2005).

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1/a_{22} & \dots & 1/a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

7.1 İkili karşılaştırma yönteminde oluşturulan matris

### Öncelik Vektörlerinin Bulunması

İkili karşılaştırma matrisleri geliştirildikten sonra, karşılaştırılan her elemanın göreceli önceliğinin hesaplanması aşamasına geçilmektedir. İkili karşılaştırma matrisinden öncelik vektörü elde edilmektedir. Öncelik vektörü matrisin asıl özvektörüdür. Niteliksel özelliklere verilen ağırlıklar olarak ifade edilen karar öncelikleri, ikili karşılaştırmalar matrisinin öz vektörü şeklinde ortaya çıkmaktadır. Özvektör yardımı ile kriterin göreceli önemi en alt kriterden en üst kriter kadar belirlenmektedir. Böylece hiyerarşinin en alt düzeyinde bulunan alternatiflerin en üst düzeyde bulunan en üst amaca uygunluğu toplam göreceli üstünlüklerden hesaplanabilmektedir (Topel, 2006).

AHP'nin bu aşaması "sentezleme" olarak ifade edilmektedir. Sentezleme aşaması, en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini içermektedir (Arıkan, 2012).

AHP metodolojisine uygun olmak şartıyla uygulamada kolaylık olması açısından geliştirilmiş pek çok durumda çok iyi sonuçlar veren bir algoritma geliştirilmiştir. İkili karşılaştırma matrisindeki her bir sütununun elemanları, o sütunun toplamına bölünür.

Böylece  $A_w$  olarak adlandırılan ve her sütundaki değerler toplamı 1'e eşit olan bir "Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi" elde edilir (Şimşek, 2011).

### **Tutarlılık Oranlarının Hesaplanması**

AHP'de bütün karar verme sürecinin ve hiyerarşisinin tutarlılık derecesi de hesaplanabilmektedir. Bu oran bütün karar verme sürecinin tutarlılık ölçüsünü de vermektedir. Bu orana bakarak hiyerarşinin geçerliliği hakkında bilgi edinmek mümkündür. Tutarlılık Oranı (TO) adı verilen bu ölçü, karar vericilerin ikili karşılaştırmalardaki yanlış değerlendirmelerini tespit etmeye imkan vermektedir. Bu imkan yalnızca dikkatsizce yapılan hataların azaltılabilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda karar vericinin bir ya da daha fazla sayıdaki karşılaştırmadaki hatalarını ya da yaptığı abartmalı değerlendirmeleri göstermektedir. 0,10 olan bir tutarlılık oranı (TO için kabul edilebilir üst sınırdır) kabaca ifade etmek gerekirse, öğelerin tamamen rassal bir şekilde karşılaştırılmış olma olasılığının %10 olduğunu ifade etmektedir. TO 0,10'dan daha büyükse karar verici karşılaştırmalarını tekrar gözden geçirmeli ve bu aşamaya kadar yürütülen çalışmaları tekrar etmelidir. Bunun nedeni karar vericinin bazı değerlendirmelerinin çelişkili olmasıdır (Güner, 2003).

AHP'de tutarlılığı hesaplamak için ikili karşılaştırmalar matrisi ile elde edilen görelî önemler vektörü çarpılarak yeni bir vektör elde edilmektedir. En son vektörün birinci elemanı, çözüm metotlarıyla bulunan görelî önemler vektörünün birinci elemanına, ikinci elemanı ikinci elemanına vs... bölünerek bir 3.vektör elde edilmektedir. Bu son vektörün elemanları toplanarak toplam eleman sayısına bölündüğünde, en büyük özdeğer ( $\lambda_{max}$ ) için tahmini bir değer elde edilmektedir.  $\lambda_{max}$  ne kadar n (matrisin oluşturulmasında yer alan faaliyet sayısı) değerine yakınsa, sonuçta o kadar tutarlı olacaktır. Tutarlılık göstergesi, aynı zamanda tutarlılıktan sapmayı temsil eden  $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$  'dir. Tutarlılık göstergesinin tesadüfilik göstergesine bölünmesiyle elde edilen orana da tutarlılık oranı denilmektedir. Tutarlılık oranı 0,10 ve daha küçükse matris tutarlıdır denilebilir (Topel, 2006).

## **Değerlendirme ve Sonuç**

Tutarlılık kontrolleri yapıldıktan sonra karar seçeneklerinin öncelik sıralamasını geliştirmek için ölçüt öncelikleri ve karar seçeneklerinin her bir ölçüte göre görel önceliklerinin birleştirilmesi ile öncelik matrisi oluşturulur. Her bir karar seçeneği için öncelik, bu ölçütlere göre karar seçeneğinin önceliğinin ölçütünün önceliğiyle çarpılması ve çarpım sonuçlarını toplanması ile elde edilir.

Sonuçta AHP ile ilgili ölçütler temelinde karar vericinin verdiği hükümlere bağlı olarak ilgili karar seçeneklerini sıralar (Şimşek, 2011).

## **8. BURSA'DA FARKLI GAR ALTERNATİFLERİ ZAMAN-MALİYET KARŞILAŞTIRMASI**

Çalışmanın bu bölümünde Bursa'nın Balat, Alaşar ve Gürsu mevkilerinde gar veya istasyon olması durumları alt metinde gösterildiği üzere farklı alternatiflerle zaman ve maliyet parametreleri açısından ele alınmıştır son kısımda ise bu farklı alternatifler üzerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile en uygun yer seçimi yapılmıştır.

Üç adet alternatif durum düşünülmüş olup bunlar; Alternatif 1 (Büyük Balat Garı), Alternatif 2 (Orta Ölçekli Balat ve Alaşar Garı) ve Alternatif 3 (Orta Ölçekli Balat, Alaşar Garı ve Gürsu İstasyonu) olması durumlarıdır. Alternatiflerin ikincisinde Balat mevkisindeki gar yapısının orta ölçekli tasarlanmasının sebebi, Bursa'daki toplam YHT yolculuk talebinin ikinci durumda her iki gara dağıtılmasıyla ilk durumdaki bazı yolculukların diğer gara kayması öngörüsünden kaynaklanmaktadır. Zaman açısından bu iki durumun gar bölgelerinden Bursa merkez ilçelerindeki mahallere otomobil ile ulaşım sürelerinin ne kadar olduğu B.U.A.P. altyapısından faydalanılarak bulunmuştur. Bursa Ulaşım Ana Planında yapılan trafik modellemelerinde TransCAD program sistemi kullanılmıştır. Bu trafik modellemelerinde ulaşım ağları, matrisler ve güzergah sistemleri gibi doneler veri tabanı olarak ele alınmıştır. Trafik modelleri, mevcut durumdaki trafik hacminin tanımlanmasını ve nüfusun gelişmesi ve alan kullanımı ve trafik alt yapısı konularında meydana gelen gelişmeler sonucunda gelecekteki trafik hacminin değerlendirilmesini sağlar. Trafik modeli, motorize bireysel ulaşımı sağlayan motorlu taşıtların ve toplu taşımacılık yolcularının kullandığı bir ağ modelini esas almaktadır (BUAP, 2010).

Maliyet karşılaştırmasında ise metrajlar kısmında Bursa yüksek hızlı tren ön proje çalışmasındaki istasyon ve gar yapısı metrajlarından faydalanılmış, birim fiyatlarda ise “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mimarlık ve Mühendislik Yapı Yaklaşık 2015 yılı Birim Maliyetleri” esas alınarak her üç durumun maliyet açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Ayrıca Balat mevkisinin kamulaştırma bedeli hesaplamasında Bursa Büyükşehir Belediyesi 2015 kamulaştırma birim maliyetleri, peyzaj ve yeşillendirme maliyetleri

hesaplamasında ise ‘‘TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Yaklaşık Uygulama Maliyetleri’’ esas alınmıştır.

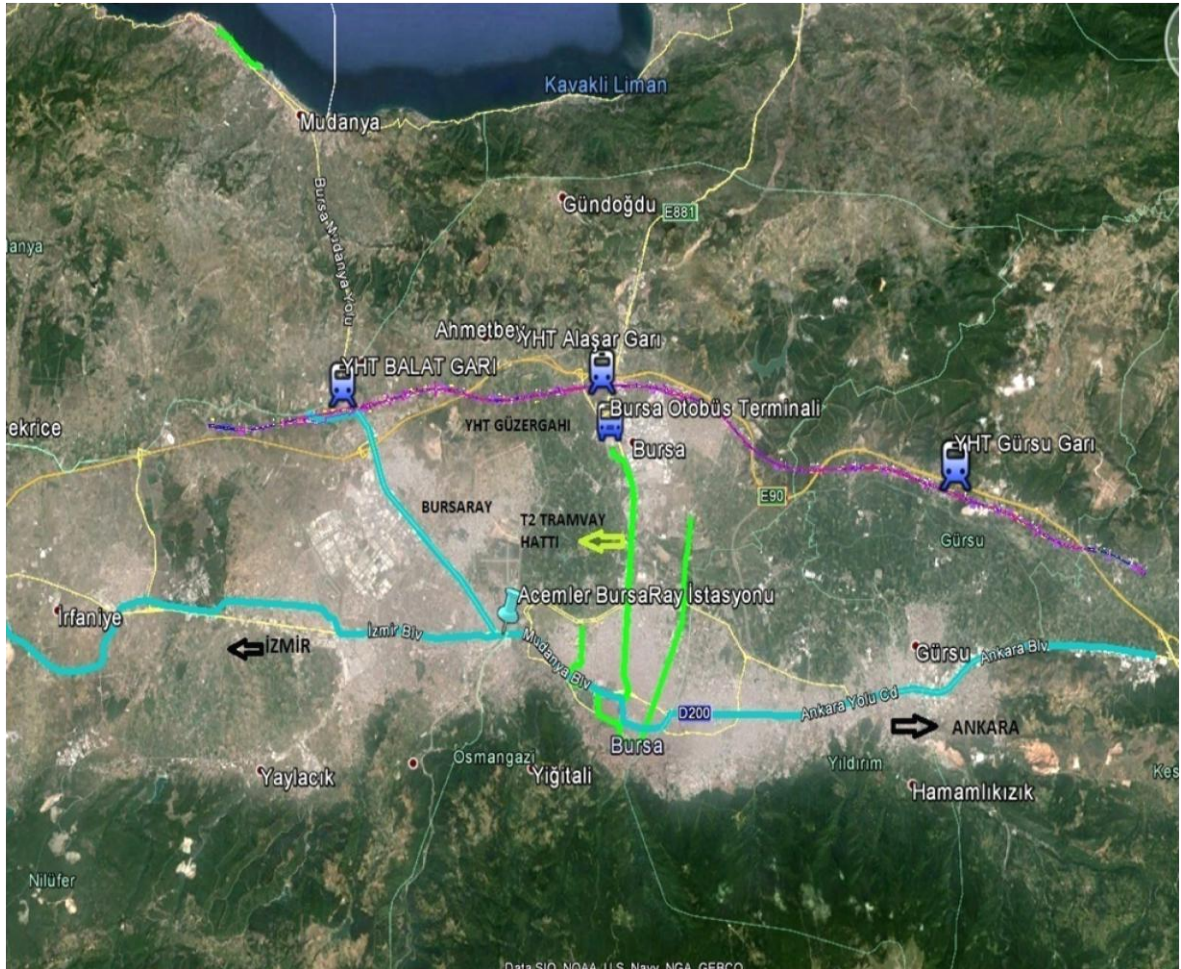
### 8.1. Alternatif Durumların Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması

Bu kısımda giriş kısmında tanımlanan alternatif durumların her birinin yaklaşık maliyeti hesaplanmış ve alternatif 1, 2 ve 3 durumlarının yaklaşık maliyeti karşılaştırılmıştır. Birinci alternatif durum olan Bursa Balat Gar’ının toplam yaklaşık maliyeti Çizelge 8.1’de gösterilmektedir.

**Çizelge 8.1** Bursa Balat Garı Yaklaşık Maliyeti

<b>Tesis Adı</b>	<b>Alan (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Birim Fiyat (TL)</b>	<b>Maliyet (TL)</b>
Gar Binası	15000	1230	18.450.000
Peronlar ve Yolcu Bekleme Alanları	8000	860	6.880.000
Şeflikler Binası	2000	700	1.400.000
Şeflikler Yemekhanesi	500	700	350.000
Sinyalizasyon ve Elektrifikasyon Kumanda Merkez Sistemleri Binası	1200	860	1.032.000
Ambar Binası	1000	430	430.000
Katlı Otopark Alanı (500 Araç Kapasiteli)	10000	590	5.900.000
2 adet Faal Personel Hizmet Evi	1240	700	868.000
Hizmet Alanları	3000	860	2.580.000
Konaklama Alanı	1500	960	1.440.000

Peyzaj ve Yeşillendirme	8000	197	1.576.000
Kataner Garajı	700	700	490.000
Kamulaştırma Maliyeti	50000	1300	65.000.000
<b>Toplam Maliyet : 106.396.000,00 ₺</b>			



**Şekil 8.1** Bursa YHT Gar Alternatifleri Haritası

Şekil 8.1’de bu çalışmanın içerisinde yer alan alternatif gar durumlarının Bursa haritası üzerindeki yerleri işaretlendirilerek gösterilmektedir. İkinci alternatifte bulunan, mevcut otobüs terminalinin olduğu kısımda Alaşar mevkiindeki orta ölçekteki Alaşar Gar’ının ve aynı zamanda orta yine ikinci alternatifte bulunan orta ölçekli Balat Gar’ının toplam yaklaşık maliyetleri Çizelge 8.2’de gösterilmektedir.

**Çizelge 8.2** YHT Orta Ölçekli Alaşar ve Balat Garları Yaklaşık Maliyeti

<b>Tesis Yeri</b>	<b>Alan (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Birim Fiyat (TL)</b>	<b>Maliyet (TL)</b>
Gar Binası	9000	1230	11.070.000
Peronlar ve Yolcu Bekleme Alanları	3500	860	3.010.000
Şeflikler Binası	1000	700	700.000
Sinyalizasyon ve Elektrifikasyon Kumanda Merkez Sistemleri Binası	500	860	430.000
Ambar Binası	450	430	193.500
Hizmet Alanları	1700	860	1.462.000
Katlı Otopark Alanı (250 Araç Kapasiteli)	5000	590	2.950.000
Peyzaj ve Yeşillendirme	4000	197	788.000
Kataner Garajı	360	700	252.000
Kamulaştırma Maliyeti	28000	1100	30.800.000
<b>Toplam Maliyet : 51.655.500,00 ₺</b>			

Üçüncü alternatifteki olan küçük ölçekli istasyon boyutlarında tasarlanan Bursa'nın doğu tarafından bulunan Gürsu İstasyonu toplam yaklaşık maliyeti Çizelge 8.3'de gösterilmektedir.

**Çizelge 7.3** YHT Gürsu İstasyonu Yaklaşık Maliyeti

Tesis Adı	Alan (m <sup>2</sup> )	Birim Fiyat (TL)	Maliyet (TL)
İstasyon Binası	5000	1230	6.150.000
Peronlar ve Yolcu Bekleme Alanı	1800	860	1.548.000
Şeflik Binası	900	700	630.000
Sinyalizasyon ve Elektrifikasyon Kumanda Merkez Sistemleri Binası	200	860	172.000
Otopark Alanı(100 Araç Kapasiteli)	2000	370	740.000
Kamulaştırma Maliyeti	10000	850	8.500.000
<b>Toplam Maliyet : 17.740.000,00 ₺</b>			

Üst kısımda büyük ölçekte Balat Garı, orta ölçekli Alaşar Garı ve küçük ölçekteki Gürsu İstasyonu'nun her birinin yaklaşık maliyetleri hesaplanmıştır. Çizelge 8.4'de ise Alternatif 1, Alternatif 2 ve son alternatif olan Alternatif 3 durumlarının toplam yaklaşık maliyetlerinin karşılaştırması yapılmıştır.

**Çizelge 8.4** Alternatif Durumların Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması

Yaklaşık Maliyetler (TL)		
Alternatif 1 (Büyük Balat Garı)	Alternatif 2 (Orta Ölçekli Balat ve Alaşar Garı)	Alternatif 3 (Orta Ölçekli Balat, Alaşar Garı ve Gürsu İstasyonu)
106.396.000,00 ₺	103.311.000,00 ₺	158.051.500,00 ₺

## 8.2. Alternatif Durumların Yolculuk Süreleri Karşılaştırması



Bu bölümde alternatif durumlar olan Balat, Alaşar ve Gürsu Garlarından Bursa merkez ilçeleri mahallerine olan ulaşım süreleri, giriş kısmında belirtildiği üzere Bursa Ulaşım Ana Planındaki trafik modellemelerinden faydalanılarak bulunmuştur. Ulaşım modelindeki toplu taşıma ağı Bursaray, otobüs, minibüs, dolmuş ve yaya gibi farklı ulaşım türlerinden oluşmaktadır. Ayrıca söz konusu modelleme yapılırken Bursa'nın Bursa büyükşehir alanındaki trafik analiz bölgeleri sınıflandırması için baz olarak mahalleler ele alınmıştır. Çizelge 8.5'de ise Bursa merkez ilçeleri nüfus verileri gösterilmektedir.

**Çizelge 8.5** Bursa Merkez İlçeleri Nüfusları (TUİK, 2013)

<u>İlçe</u>	<u>Nüfus</u>
Osmangazi	802.620
Yıldırım	637.888
Nilüfer	358.265
Gemlik	101.389
Mudanya	77.641
Gürsu	68.872
Kestel	51.872

Söz konusu mevkiler olan Balat, Alaşar ve Kazıklı'ya mahalle yakınlığına göre olan ulaşım süreleri, en kısa erişim mesafesi ve minimum sürüş zamanı temel kurgusuyla her bir alanın ürettiği ve çektiği yolculuk sayılarını ifade eden yolcu üretim ve çekim matrisleri ele alınarak hesaplanmıştır. Çizelge 8.6'de bu bölgelerden Bursa'nın belirli mahallerine olan ulaşım süreleri ele alınmıştır.

**Çizelge 8.6** Mahallere Yolculuk Süreleri (BUAP, 2010)

<b>Mahalle</b>	<b>İlçe</b>	<b>Alternatif 1 (Balat Garı)</b>	<b>Alternatif 2 (Balat ve Alaşar Garı)</b>	<b>Alternatif 3 (Balat, Alaşar Garları ve Gürsu İstasyonu)</b>
Emek	Osmangazi	4	4+5	4+10
Beşevler	Nilüfer	14	14+5	14+10
Dobruca	Osmangazi	17	17+5	17+10
Ertuğrulgazi	Yıldırım	22	17	17+5
İsabey	Yıldırım	27	17	12
Yüzüncüyıl	Nilüfer	14	14+5	14+10
Şehreküstü	Osmangazi	17	13	13+5
İstiklal	Gürsu	32	20	10

## 9. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bölüm 7’de yer seçim problemleri ve çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden birkaçı açıklanmış bölüm 8’de ise farklı gar alternatiflerinin zaman-maliyet karşılaştırması yapılmıştır bu bölümde ise Bursa’ya yapılması planlanan yüksek hızlı tren projesindeki gar veya istasyon sayısının çözümü için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin uygun olacağına karar verilmiştir. Veri değerlendirmesi ve ulaştırma konusunda uzman kişi görüşü alınarak seçilen üç alternatif yer üzerinden AHP uygulanmasında yer seçimi yapılmıştır. Yer seçim kriterleri nüfus yoğunluğuna yakınlık, bölgenin gelişim potansiyeli, gardan şehir içine kolay ulaşım, orta ve yüksek gelirli bölgelere yakınlık ve gardan Bursa’nın ilçelerine ve şehir dışına kolay ulaşım olmak üzere toplam beş ölçüt olarak belirlenmiştir. Seçilen ölçütlerin ağırlık değerleri uzman görüşleri alınarak ortalama değer üzerinden belirlenmiştir.

### Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Gar Yer Seçimi

Öncelikle yer seçim ölçütleri üzerinden kriter matrisi oluşturulmuştur;

**Çizelge 9.1** Kriterler Matrisi

	NÜFUS YOĞUNLU ĞUNA YAKINLIK	BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ	GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM	ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK	GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM
NÜFUS YOĞUNLUĞUNA YAKINLIK	1	1,3538	0,5760	4,1755	1,3384
BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ	0,7386	1	0,5085	1,8617	1,1934
GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM	1,7361	1,9664	1	4,6059	4,3597
ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK	0,1429	0,5372	0,2171	1	0,5608

<b>GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	0,1429	0,8379	0,2294	1,7830	1
--	--------	--------	--------	--------	---

Daha sonra her bir ölçütün yer alternatifleri üzerinde karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

**Çizelge 9.2** Nüfus yoğunluğuna yakınlık matrisi

<b>NÜFUS YOĞUNLUĞUNA YAKINLIK</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>
<b>Alternatif 1</b>	1	0,4154	0,6477
<b>Alternatif 2</b>	2,4074	1	1,0675
<b>Alternatif 3</b>	1,5440	0,9368	1

**Çizelge 9.3** Bölgenin gelişim potansiyeli matrisi

<b>BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>
<b>Alternatif 1</b>	1	0,7611	0,8981
<b>Alternatif 2</b>	1,3139	1	1,0110
<b>Alternatif 3</b>	1,1135	0,9891	1

**Çizelge 9.4** Gar'dan şehir içine kısa sürede ulaşım matrisi

<b>GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>
<b>Alternatif 1</b>	1	0,4033	0,5198
<b>Alternatif 2</b>	2,4795	1	0,8482
<b>Alternatif 3</b>	1,9237	1,1790	1

**Çizelge 9.5** Orta ve yüksek gelirli bölgelere yakınlık matrisi

<b>ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>
<b>Alternatif 1</b>	1	1,1761	2,3280
<b>Alternatif 2</b>	0,8503	1	2,5342
<b>Alternatif 3</b>	0,4295	0,3946	1

**Çizelge 9.6** Gar'dan Bursa'nın ilçelerine ve şehir dışına kısa sürede ulaşım matrisi

<b>GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>
<b>Alternatif 1</b>	1	0,2120	0,3928
<b>Alternatif 2</b>	4,7165	1	0,5175
<b>Alternatif 3</b>	2,5458	1,9325	1

Yer seçim kriterleri ve alternatiflerin ayrı ayrı matrisi oluşturulduktan sonra satır sütun işlemleri yapılarak sonuca gidilmiştir.

**Çizelge 9.7** Kriterler matris işlemleri-a

	<b>NÜFUS YOĞUNLUĞUNA YAKINLIK</b>	<b>BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ</b>	<b>GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	<b>ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK</b>	<b>GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM</b>
<b>NÜFUS YOĞUNLUĞUNA YAKINLIK</b>	1	1,3538	0,5760	4,1755	1,3384
<b>BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ</b>	0,7386	1	0,5085	1,8617	1,1934
<b>GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	1,7361	1,9664	1	4,6059	4,3597
<b>ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK</b>	0,1429	0,5372	0,2171	1	0,5608
<b>GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	0,1429	0,8379	0,2294	1,7830	1
<b>TOPLAM</b>	<b>3,76046</b>	<b>6,15821</b>	<b>2,53102</b>	<b>13,42608</b>	<b>8,45236</b>

Çizelge 9.8 Kriterler matris işlemleri-b

	NÜFUS YOĞUNLUĞU NA YAKINLIK	BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ	GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM	ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK	GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNİN VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM	ORTALA MA
NÜFUS YOĞUNLUĞU NA YAKINLIK	0,26592	0,21984	0,22758	0,31100	0,15835	<b>0,23654</b>
BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ	0,19642	0,16238	0,20092	0,13866	0,14119	<b>0,16792</b>
GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM	0,46167	0,31932	0,39510	0,34305	0,51580	<b>0,40699</b>
ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK	0,03799	0,16238	0,08578	0,07448	0,06635	<b>0,08540</b>
GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNİN VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM	0,03799	0,13607	0,09062	0,13280	0,11831	<b>0,10316</b>

Kriterler için sütun matris ortalaması oluşturulduktan sonra alternatifleri üzerinde ayrı ayrı etkileri değerlendirilmiştir.

Çizelge 9.9 Nüfus yoğunluğuna yakınlık matris işlemleri

NÜFUS YOĞUNLUĞUNA YAKINLIK	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	ORTALAMA
Alternatif 1	0,20197	0,17660	0,23854	<b>0,20570</b>
Alternatif 2	0,48620	0,42514	0,39316	<b>0,43484</b>
Alternatif 3	0,31183	0,39825	0,36830	<b>0,35946</b>

**Çizelge 9.10** Bölgenin gelişim potansiyeli matris işlemleri

<b>BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,29176	0,27673	0,30872	<b>0,29240</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,38336	0,36361	0,34753	<b>0,36483</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,32487	0,35966	0,34375	<b>0,34276</b>

**Çizelge 9.11** Gar'dan şehir içine kısa sürede ulaşım matris işlemleri

<b>GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,18507	0,15618	0,21952	<b>0,18692</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,45890	0,38726	0,35819	<b>0,40145</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,35603	0,45656	0,42230	<b>0,41163</b>

**Çizelge 9.12** Orta ve yüksek gelirli bölgelere yakınlık matrisi işlemleri

<b>ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,43863	0,45749	0,39713	<b>0,43108</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,37296	0,38900	0,43229	<b>0,39809</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,18841	0,15350	0,17059	<b>0,17083</b>

**Çizelge 9.13** Gar'dan Bursa'nın ilçe. ve şehir dışına kısa sürede ulaşım matris işlemleri

<b>GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM</b>	<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>	<b>Alternatif 3</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>Alternatif 1</b>	0,12103	0,06743	0,20562	<b>0,13136</b>
<b>Alternatif 2</b>	0,57084	0,31802	0,27089	<b>0,38658</b>
<b>Alternatif 3</b>	0,30813	0,61456	0,52349	<b>0,48206</b>

Ölçütlerin alternatifler üzerindeki etkisi ve ölçütlerin kendi aralarındaki etkisi ağırlandırıldıktan sonra son satır sütun işlemi yapılarak sonuca gidilir.

**Çizelge 9.14** Alternatif ağırlıklandırma matrisi

	NÜFUS YOĞUNLUĞUNA YAKINLIK	BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ	GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM	ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK	GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM
Alternatif 1	0,20570	0,29240	0,18692	0,43108	0,13136
Alternatif 2	0,43484	0,36483	0,40145	0,39809	0,38658
Alternatif 3	0,35946	0,34276	0,41163	0,17083	0,48206

**Çizelge 9.15** Ölçüt ağırlıklandırma matrisi

	ORTALAMA
NÜFUS YOĞUNLUĞUNA YAKINLIK	0,23654
BÖLGENİN GELİŞİM POTANSİYELİ	0,16792
GAR'DAN ŞEHİR İÇİNE KISA SÜREDE ULAŞIM	0,40699
ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ BÖLGELERE YAKINLIK	0,08540
GAR'DAN BURSA'NIN İLÇELERİNE VE ŞEHİR DIŞINA KISA SÜREDE ULAŞIM	0,10316

**Çizelge 9.16** Alternatifler sonuç tablosu

YER SEÇİMİ	PUAN	
Alternatif 1	0,22420	22,42%
Alternatif 2	0,40138	40,14%
Alternatif 3	0,37443	37,44%

Yapılan matris işlemleri sonucunda yer seçim ilkeleri doğrultusunda anketi yapan uzmanlar tarafından alternatif 2 şeklinde adlandırılan Orta ölçekli Balat ve Alaşar mevkilerindeki Garlar yüzde 40,14 oranla seçim kriterlerine en uygun lokasyonlar olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra yüzde 37,44 oran ile alternatif 3 seçim kriterlerine en yakın ikinci nokta olarak değerlendirilmiş ve son olarak da yüzde 22,42' lik oran ile alternatif 1 noktası değerlendirilmiştir.



Bursa'da rasyonel bir kent içi toplu taşıma ve ulaşım altyapısı planlaması ile söz konusu mevkilerdeki şehirlerarası demiryolu sistemleri ile tam entegrasyon sağlanacak olup hem kent içi hem de şehirlerarası ulaşım verimliliği artacaktır. Yapılan optimum yer tespiti sayesinde şehir içi yolculuklarındaki zaman kayıpları azalacak olup kullanım potansiyeli fazla olan Bursa'daki mahallere erişilebilirlik artacaktır. Ayrıca bu çalışma kapsamında olmayan Bursa-Bandırma YHT projesinde, Bursa'nın batıya doğru gelişmekte olduğu düşünüldüğünde uzun vadede planlar doğrultusunda bu güzergah üzerine bir adet gar veya istasyon yapılabilmesi olası gözükmektedir.

## 10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ulaştırma sektörü, günümüzde en dinamik sektörlerden birisi olarak göze çıkar. Taşıdığı nitelik ve niceliksel boyutlarıyla doğrudan ve dolaylı olarak tüm kesimleri etkileyen bu sektör, yapısı gereği devamlı gelişim içerisinde. Son yüzyılın başlarında bireylerin hayatına giren post modern üretim ve tüketim biçimi insan hayatının niteliğini ve niceliğini değiştirmiştir. Sürekli yenilenen yolcu ulaşım tercihleri, ekonomik gelişme, nüfusun yapısının ve sayısının değişmesi, rekabet kavramının insan hayatının her anında yer alması nedeniyle zamana karşı yarışın olması, yerleşim mekân tercihlerinin değişmesi, yatay şehirleşme formatı gibi nedenlerden dolayı ulaşım biçimi ve tercihleri sürekli değişime uğramıştır. Şehirlerarası ulaşım hareketlerinin hızlı, konforlu, güvenli ve uygun maliyetle gerçekleştirilmesi günlük yaşantımızın önemli bir parçası olup 21. yüzyılın getirdiği teknolojik yeniliklerle birlikte ulaşım sistemlerini bir yarışın içerisine sokmuştur. Hızlı trenler de bu yarışta olmazsa olmaz bir ulaşım hizmetidir.

Şehir içi ulaşımın kesintisiz, rasyonel entegrasyonlarla bütünleşik bir yapıda çalışması trafik sorunsalının başlıca çözüm noktalarından biridir. İnsanları şehir içinde toplu taşımaya yönlendirip onu daha cazip hale getirmek yani toplu taşıma odaklı gelişim yüksek yaşam kalitesini, trafik tıkanıklığının azalmasını, aile ulaşım giderlerinin azalmasını, akaryakıt masraflarında azalmayı, çevresel kirliliğin azalmasını ve daha yüksek hareketliliği beraberinde getirir. Ayrıca toplu taşıma yatırımının ilgili bölgelere ekonomik faydası karayolu yatırımından çok daha fazla olmaktadır. Hızlı trenin Bursa şehrine olan katkısının verimli olması için gerek yerel idare gerekse diğer kurumların alması gereken bir dizi tedbirlerin olduğu da gerçektir. Zira hızlı tren bir şehrin sosyo-ekonomik yapısını değiştirirken değişimle beraber dönüşümü de beraberinde getirir. Bu dönüşümün şehir ve şehirde yaşayanlar için getireceği pozitif ve negatif dışsallıkların iyi hesaplanması gerekmektedir. Trafik yoğunluğu, güvenlik sorunu, nüfus artışı, şehir yapısındaki farklılaşma, hayat yaşam standartlarındaki göreceli değişimin getireceği zorluklar direkt yada dolaylı olarak şehri ve yaşamı etkilerken sanayi, ticaret, turizm, eğitim gibi bir çok alanda yine hızlı trenin etkilerini görmek mümkün olacaktır.

Hızlı trenin şehir içi raylı sistem ile entegrasyonu metropoliten bir şehir için büyük önem arz etmektedir. Bu entegrasyon ve ulaşım ağı, bağladığı noktaları sadece mekânsal olarak değil sosyo-ekonomik, kültürel, bilimsel v.b. birçok yönüyle de birleştirir. Bu ağ hızlı tren bağlamında ise daha da artarak; zaman tasarrufunda bulunması, çevresel boyuttaki etkileri, güvenli bir ulaşım seçeneğinin olması gibi birçok avantajı yolculara sunarak ülkeler için prestij kaynağı da oluşturur. Bütünleşik entegre olmuş bir yapının yanı sıra büyük bir şehirde tek bir hızlı tren garının sayısı da çok önemli bir ölçüttür.

Bursa gibi büyük bir şehirde tek bir gar yapılması durumunda gelecek yıllarda ulaşımında büyük sorunlar ortaya çıkacak ve pek çok insan şehirlerarası ulaşımında hızlı treni tercih etmeyecektir. Hızlı tren sadece şehirler ve bölgeler arasında bir ulaşım ağını değil, şehir içi ulaşım bağlantısını da içerir. Dolayısıyla hızlı trenin son noktasından şehrin diğer noktalarına tamamlayıcı ulaşım ağlarının da düşünülmesi gerekir. Örnek olarak Bursa şehrinin doğu ve merkeze yakın bölgelerinde oturan bir kişi hızlı tren işletime girdikten sonra Ankara'dan Bursa'ya 2 saat 15 dakikada gelse dahi sadece Balat mevkiinde tek bir gar yapılması durumunda şehir içinde 45 dakika civarında ekstra bir yolculuk yapmak durumunda kalarak evine ulaşabilecektir. Kapıdan kapıya ulaşım süreleri artan hızlı tren yolcuları yolculuk tercihlerini otobüs veya farklı ulaşım türlerine yöneltecektir.

Bu çalışmada yüksek hızlı tren gar yer seçiminde Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi kullanılarak üç adet YHT gar alternatifleri arasından en uygun yer seçiminin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak ölçütler belirlenmiş, belirlenen ölçütler doğrultusunda yirmi adet uzman kişiye anket uygulanarak sonuca gidilmiştir.

Sonuç olarak; yer seçim kriterleri açısından en uygun noktada ve optimum sayıda planlanan, şehir içi ulaşım sistemleri ile entegrasyonu üst düzeyde olan hızlı tren gar yapıları uzun vadeli çözümler yöntemleri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda uzman görüşlerinde de görüleceği üzere Bursa kent merkezinde iki veya üç adet gar yapılması uygun olacaktır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acar, O., 2013, Yüksek hızlı demiryollarının kentsel gelişim ve arazi kullanımı üzerindeki etkileri ve Uşak kenti örneği, Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 77 s.
- Akgüngör, A. P., Demirel, A., 2003, Türkiye'deki ulaştırma sistemlerinin analizi ve ulaştırma politikaları, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 423-426.
- Aktepe, A., Ersöz, S., 2014, Ahp-Vikor ve Moora yöntemlerinin depo yeri seçim probleminde uygulanması, Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Dergisi, 25,1-2, 2-15.
- Akyıldız, E., 2006, Analitik Hiyerarşi Süreci ve bankacılık sektöründe bir uygulama, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 94 s.
- Alaylı, B., İnal, A., 2006, Ulaştırma sistem performansı arttırımına yönelik arazi kullanımı optimizasyonu Ankara örneği, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, 95-110.
- Alstom Transport, 2009, AGV 21. Yüzyılda tam hızla, s.9-18.
- Andersson, T., Lindvert, D., 2013, Station design on high speed railway in Scandinavia, M.S. thesis, Department of Civil and Environmental engineering road and traffic Chalmers University of Technology, 53 p.
- Anonim, 2009, Berlin, <http://en.wikipedia.org/wiki/Berlin>, erişim tarihi: 05.10.2014.
- Anonim, 2010, UIC, High speed principles and advantages, <http://www.uic.org/spip.php?article443>, erişim tarihi: 12.10.2014.
- Anonim, 2010, Yüksek hızlı tren hakkında her şey, <https://hizlitren.tcdd.gov.tr/home/detail/?id=6>, erişim tarihi: 20.12.2014.
- Anonim, 2010, Necessities for future high speed rolling stock <http://www.uic.org/highspeed>, erişim tarihi: 05.11.2014.
- Anonim, 2010, [http://en.wikipedia.org/wiki/Modal\\_share#Modal\\_share\\_targets](http://en.wikipedia.org/wiki/Modal_share#Modal_share_targets), erişim tarihi: 10.09.2014
- Anonim, 2011, Hızlı tren setleri kataloğu, [www.demiryolu.net](http://www.demiryolu.net), erişim tarihi: 29.09.2014.
- Anonim, 2011, [http://en.wikipedia.org/wiki/Modal\\_share#Modal\\_share\\_targets](http://en.wikipedia.org/wiki/Modal_share#Modal_share_targets), erişim tarihi: 20.09.2014.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Anonim, 2013, <https://en.rail.cc/milan-rogoredo-railway-station/milan/station/10669/455>, erişim tarihi: 12.08.2014.
- Anonim, 2014, High speed railway, <http://www.wsj.com.tr/articles>, erişim tarihi: 05.12.2014.
- Anonim, 2014, Paris population, <http://worldpopulationreview.com/world-cities/paris-population>, erişim tarihi: 12.10.2014.
- Anonim, 2014, [http://en.wikipedia.org/wiki/Paris-Gare\\_de\\_Lyon](http://en.wikipedia.org/wiki/Paris-Gare_de_Lyon), erişim tarihi: 28.09.2014.
- Anonim, 2014, <http://www.raileurope.com/europe/portagaribaldi-train-station.html>, erişim tarihi: 23.11.2014.
- Anonim, 2014, [http://en.wikipedia.org/wiki/Berlin\\_Ostbahnhof](http://en.wikipedia.org/wiki/Berlin_Ostbahnhof), erişim tarihi: 07.02.2015.
- Anonim, 2014, Bursaray genel güzergahı, <http://www.burulas.com.tr>, erişim tarihi: 09.01.2015.
- Anonim, 2015, <http://www.raileurope.com/europe-travel-guide/france/paris/train-stations>, erişim tarihi: 05.04.2015.
- Anonim, 2015, Burulaş otobüs genel bilgiler, <http://www.burulas.com.tr/otobus-genel-bilgiler.aspx>, erişim tarihi: 02.03.2015.
- Anonim, 2015, Burulaş tramvay hatları, <http://www.burulas.com.tr/tramvay-hatlari.aspx>, erişim tarihi: 13.03.2015.
- Anonim, 2015, [https://en.wikipedia.org/wiki/List-of-high-speed-railway\\_lines](https://en.wikipedia.org/wiki/List-of-high-speed-railway_lines), erişim tarihi: 25.12.2015.
- Arıkan, F., 2012, Lojistik köyler ve bir uygulama, Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 105 s.
- Arsal, G., 2004, Büyük kentlerde otogar planlaması, Yüksek lisans tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 82 s.
- Arslan, C., 2010, Yüksek hızlı demiryollarının Dünya üzerindeki uygulamaları ve Türkiye'ye adaptasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 168 s.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Atmaca, İ., 2009, Demiryolu ulaşımının kentsel gelişim üzerindeki etkileri ve Isparta kenti örnekleme, Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 97 s.
- Auphan, E, 2002 Le TGV Méditerranée: un pas décisif dans l'évolution du modèle français à grande vitesse, Méditerranée, 1.2,p. 19-26.
- Aydın, G., 2008, Analitik Hiyerarşi Prosesi ve bir sanayi işletmesinde uygulanması, Yüksek lisans tezi, Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, 151 s.
- Aydın, Ö., Özneh, S., Akçalı, E., 2009, Ankara için optimal hastane yer seçiminin analitik hiyerarşi süreci ile modellenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 69-86.
- Ballı, H., 2014, Bulanık doğrusal programlama modeli ile bir kamu kurumu için tesis yeri seçimi, Yüksek lisans tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, 123 s.
- Başkan, F., 2012, Kent planlama, şehir planlama, kentsel tasarım, kent, çevre, mimarlık üzerine paylaşımlar, [http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/dakin/\\_954fb1de45bc2c2de689ea8a7f16cf0e.pdf](http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/dakin/_954fb1de45bc2c2de689ea8a7f16cf0e.pdf), erişim tarihi: 17.04.2015.
- Başkan, O., Gülhan, G., Ceylan, H., Haldenbilen, S., Ceylan, H., 2009, Erişilebilirlik ve arazi kullanımı arasındaki ilişkinin kent içi yerleşmelerde araştırılması, 8. Ulaştırma Kongresi,
- Baycan, T., 1993, Arazi kullanım ulaşım etkileşimi ve erişilebilirlik: İstanbul için bir değerlendirme, Yüksek lisans tezi, İTÜ Fen Bilimleri Fakültesi, 107 s.
- Burnett, V., 2009, Spain's high-speed rail offers guidepost for energy and environment, <http://www.nytimes.com/business/energyenvironment/30trains.html>, erişim tarihi: 05.03.2015.
- Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2014, Ulaşım Dairesi Başkanlığı Raylı Sistemler Şube Müdürlüğü arşivi.
- Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2015, Ulaşım Dairesi Başkanlığı Ulaşım Koordinasyon Şube Müdürlüğü arşivi.
- Bursa Büyükşehir Belediyesi, Bursa Ulaşım Ana Planı, 2010,Rapor 1.1 Mevcut bilgilerin toplanması ve değerlendirilmesi raporu, Bernard Gruppe, 158 s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Bursa Ulaşım Sistemleri ve Lojistik Köy Projesi Konferansı, 2014, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı TCDD 1. Yapım Grup Müdürlüğü Sunumu.
- California High Speed Rail Authority, 2011, urban design guidelines, California high speed train project, 91 p.
- Chang, N. B., Parvathinathan, G., Breeden, J. B., 2008, Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region, *Journal of Environmental Management*, 87, 139-153.
- Demireli, E., 2010, Topsis çok kriterli karar verme sistemi: Türkiye'deki kamu bankaları üzerine bir uygulama, *Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5,1, 102-112.
- Doğan, B., 2004, Karar vermede çok kriterli bir yaklaşım modeli olarak Analitik Hiyerarşi Süreci ve mayın avlama gemisi seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminin uygulanması, Yüksek lisans tezi, Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü, 80 s.
- Dündar, S., Ecer F., Özdemir Ş., 2007, Fuzzy Topsis yöntemi ile sanal mağazaların web sitelerinin değerlendirilmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21,1, 288-290.
- Edward A. Beimborn, Alan J. Horowitz, Smitha Vijayan, Melissa Bordewin, 1999, *Alternative State Approaches to Transportation Land use Interactions*, Transportation Research Board, Conference on Statewide Transportation Planning, p. 10-24.
- Ekim, O. 2007, Yüksek hızlı demiryolları için geometrik özellikler ve altyapı, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 107 s.
- Eleren, A., 2007, Markaların tüketici tercih kriterlerine göre Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile değerlendirilmesi: beyaz eşya sektöründe bir uygulama, *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14,2, 51-52.
- Erarlan, E., Algün, O., 2005, İdeal performans değerlendirme formu tasarımında Analitik Hiyerarşi yöntemi yaklaşımı, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1, 98-99.
- Ersoy, M., 2009, *Kentsel Planlamada Arazi Kullanım Standartları*, BRC Basım ve Matbaacılık, s. 175-198.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Eryiğit, S., 2005, Bütünleşik planlama yaklaşımı ile HRS'lerin diğer ulaşım sistemleri ile ilişkisinin irdelenmesi, Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 147 s.
- Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 2012, Mimari inceleme raporu, Eskişehir yeni gar yerinin belirlenmesi Araştırma Projesi, 33 s.
- European Commission, 2005, Transport research framework programme, HSR Comet intermodal connection of HSR terminals in metropolitan areas, p. 20-74.
- Evren, G., 2002, Demiryolu, Birsen Yayıncılık., s.50-80.
- Facchinetti-Mannone, V., 2008, Location of high speed rail stations in French medium-size city and their mobility and territorial implications, University of Burgundy, 5-14.
- Facchinetti-Mannone, V., 2006, Gares ex-urbanisées et développement urbain : le cas des gares TGV bourguignonnes, Revue géographique de l'est, T XLVI, no 1-2, p 15-23.
- Gerçek, H., 2005, Sürdürülebilirlik açısından İstanbul'da ulaştırmanın bugünü ve geleceği, İTÜ İnşaat Fakültesi Ulaştırma Ana Bilim Dalı, 3-11.
- Gerçek, H., 2014, Ulaştırma yatırımları üzerinden İstanbul'un geleceği, İTÜ İnşaat Fakültesi Ulaştırma Ana Bilim Dalı, No:45, 60-66.
- Güner, M., 2006, Analitik Hiyerarşi yönteminin fason işletme seçiminde kullanılması, Ege Üniversitesi tekstil ve konfeksiyon araştırma uygulama merkezi, 3, 2-4.
- Güngör, U., 2008, İmalat programı oluşturmada ürün önceliklerinin belirlenmesi için bir model önerisi, Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, 71 s.
- Gürlel, F., 2012, 2023 Vizyonunda gayrimenkul sektörü, Gayrimenkul yatırım ortaklığı derneği İktisadi İşletmesi, 102 s.
- Hamilton, F., R.P., Andres, 2001, European integration and local capacities for manufacturing adjustment and change: The case of Spain, 1103-1120.
- International Union Of Railways, 2010, Report necessities for future high speed rolling stock, p. 20-42.



**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- International Union Of Railways, 2012, High speed rail fast track to sustainable mobility, Passanger and high speed department, p. 25-36.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2007, İstanbul Otopark Yönetmeliği, İBB İmar Müdürlüğü, 1391 sayılı Meclis Kararı, s. 1-12.
- Kalkınma Bakanlığı, 2012, Yüksek hızlı trenin bölgesel kalkınmaya etkileri, 2011 yılı MEVKA teknik destek programı, s. 8-45.
- Karacasu, M., 2007, Kent içi toplu taşıma yatırımlarının değerlendirilmesinde karar destek modeli (Electre yöntemi) kullanımı, 7. Ulaştırma Kongresi, 155-156.
- Kaynak, Z., 2005, Kentsel alanlarda ulaşım politikaları ve ulaşımında sürdürülebilirlik, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, 158 s.
- Keleş, M. K., 2014, İşletmelerin teknokent seçiminde hiyerarşik electre yönteminin kullanımı ve Ankara bölgesinde bir uygulama, Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 254 s.
- Kılınçaslan, T., Elker, C. ve Sutcliffe, E., 2012, Kentsel ulaşım, Ninova Yayınları, s.20-224.
- Kızıлтаş, Ç., 2015, Bölgesel ve yerel ekonomik etkiler, <http://www.ulastirmadunyasi.com/?p=824>, erişim tarihi: 14.04.2015.
- Kızıлтаş, M. Ç, 2013, Yüksek hızlı demiryolları mevcut durum, gelişme eğilimleri, Türkiye ve Dünyadaki örneklerin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 147 s.
- Kufver, B., 2005, Tracks for tilting trains, European Commission competitive and sustainable growth programme fast and comfortable Trains, p. 45-55.
- Kufver, B., Förstberg, J. 2004, Dynamic vehicle response vs. virtual transitions, WIT Press, Southampton, 807 p.
- Kumbasar, F., 1972, Üst yapı ve demiryolu mekaniği, Gürsoy matbacılık sanayi, s.5.
- Kuruüzüm, A., Atsan, N., 2001, Analitik Hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları, Akdeniz Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1, 83-92.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Leander, Per., 2011, Rail specific planning and development analysis -appendix 5 - report - station design, Stockholm: WSP. (high-speed railway assessment), 43 p.
- Lindahl, M., 2001, Track geometry for high speed railways, railway technology Department of Vehicle Engineering Royal Institute of Technology, p. 25-125.
- Mohajeri, N., Amin, G. R., 2010, Railway station site selection using analytical hierarchy process and data envelopment analysis, 59, 107-114.
- Norconsult, 2011, Phase 3, corridor east - Corridor-specific analysis. Sandvika: Norconsult AS., (Norwegian High Speed Railway Assessment), 249 p.
- Oral, Y., Gülhan, G., Ceylan, H., 2013, Ulaşım talebinin belirlenmesinde erişilebilirlik ve arazi kullanım modellerinden yararlanılması, 10. Ulaştırma Kongresi, 47-55.
- Ömürbek, N., Karaatlı M., Yetim T., 2014, Analitik Hiyerarşi sürecine dayalı TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile ADIM üniversitelerinin değerlendirilmesi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 189-207.
- Öztürk, F., 2010, Kentsel dönüşüm projelerinin yer oluşturma açısından değerlendirilmesi: King's Cross Bölgesi Londra örneği, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 140 s.
- Özuysal, M., 2010, Şehirselleşimlerde erişilebilirlik ölçütünün modellenmesi ve kullanımı ulaşım türü seçimi üzerindeki etkisinin incelenmesi, Doktora tezi, Dokuz Eylül Fen Bilimleri Enstitüsü, 157 s.
- Pesen, E., 2012, Analitik Hiyerarşi Prosesi ile ar-ge projesi seçimi: iş makineleri sektöründe bir uygulama, Yüksek lisans tezi, Çag Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 94 s.
- Redding, S.J. and Sturm, D.M., 2008, The costs of remoteness: Evidence from German division and reunification, London Centre For Economic Policy Research, p.1766-1797.
- Reusser, D.E., Loukopoulos P., Stauffacher, M., Scholz R.W., 2008, Classifying railway station for sustainable – balancing node and place functions, Journal of Transport Geography, 16, 191-202.
- Savastano, M., 2011, High speed railway assesment phase 2 Norway, Rail specific planning and development analysis, p. 12.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Schmitz, Adrienne, Scully, Jason, 2006, Creating Walkable Places: Compact Mixed-Use Solutions, Urban land Institute, p.35.
- Soğukkuyu, B., 2014, Toplumsal yapı ve kent kültürünü yansıtması bakımından kentin açık ve kapalı alanlarında tipografinin kullanımı (İzmir ve Milano Kentleri Örnekleri), Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 186 s.
- Solak, K., 2011, Raylı sistem alternatifleri ile manyetik yastık üzerinde hareket eden trenlerin (MAGLEV) çok ölçütlü değerlendirme yöntemi ile karşılaştırılması, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 73 s.
- Şimşek, K., 2011, Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile hastane yer seçimi ve örnek bir TCDD İstatistik yıllığı 2009-2013,2014, TCDD yayınları, 1300-2503, s.115-128.
- Teker, S. ve Camcı, A., 2011, Hızlı trenler ve Türkiye'deki geleceği sempozyumu, Okan Üniversitesi Yayınları, s.80-90.
- Temiz, N., 2010, Metropollerde otobüs terminali alan seçimi, Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, 95 s.
- Tezcan, Ö., 2007, AHP yöntemi ve hazır beton tesisi arazi seçiminde uygulaması, Çimento ve beton dünyası dergisi, 58-62.
- Tezer, A., 1997, Kentsel ulaşım planlamasında arazi kullanım-ulaşım etkileşiminin modellenmesi: İstanbul üzerine bir değerlendirme, Doktora tezi, İTÜ Fen Bilimleri Fakültesi, 152 s.
- TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2012, Ulaşımında demiryolu gerçeği, Oda Raporu, s. 50-68.
- Todorovich, P., Schned and D., Lane, R., 2011, High speed rail for international lessons for U.S. policy makers, Lincoln Institute Of Land Policy, p. 40-60.
- Topel, A., 2006, Analitik Hiyerarşi Prosesinin bulanık mantık ortamındaki uygulamaları-Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 121 s.
- Tulger, G., 2010, Türkiye'de elektrikli ve elektronik atıkların yönetiminin planlanması ve tesis yeri seçiminde çok ölçütlü karar verme tekniklerinin kullanımı, Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 117 s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Turanlı, M., Köse, A., 2005, Doğrusal hedef programlama yöntemi ile Türkiye'deki sigorta şirketlerinin performanslarının değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7,1, 19-29.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 1996, Yüksek hızlı tren Tübitak Raporu, s. 20-35.
- Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, 2009, Yüksek hızlı tren hakkında herşey, TCDD'yi Geliştirme ve TCDD Personeli Dayanışma ve Yardımlaşma Vakfı, s.50-64.
- U.S. Department of Transportation Federal Rail road Administration Office of Rail road Policy and Development, 2011, Station area planning for high-speed and intercity passenger rail, 13 p.
- UIC, 2010, High speed rail fast track to sustainable mobility, Passenger and high speed department, p. 4-11.
- Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü, 2007, Bandırma-Bursa-Osmaneli demiryolu projesi fizibilite raporu, Altınok Müşavirlik, s. 25-48.
- Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü, 2007, Demiryolları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları, s. 20-30.
- Ulaştırma Bakanlığı, 2007, Demiryolu planlama ve teknik esasları, Demiryolları Limanlar ve Hava Meydanları Genel Müdürlüğü, s. 30-72 s.
- Usta, A., 2001, Avrupa Birliği ülkelerinin demiryolu deneyimleri ve Türkiye'de demiryolları, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 290 s. uygulaması, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 87 s.
- Vargas, L.G., 1990, An overview of the analytic hierarchy process and its applications European Journal of Operational Research, 48, 2-8.
- Yıldız, M. C., 2004, Osmanlı'dan günümüze demiryolu politikaları, Ekev Akademik Dergisi, 19, s.8-9.
- Yücel, M., Ulutaş, A., 2009, Çok kriterli karar yöntemlerinden Electre yöntemiyle Malatya'da bir kargo firması için yer seçimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 329-330.