

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

MARMARAY PROJESİ VE ÜÇ BOYUTLU ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

METİN AKBAŞ

İSTANBUL, 2012

T.C.

BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ PROGRAMI

MARMARAY PROJESİ VE ÜÇ BOYUTLU ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

METİN AKBAŞ

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. MUAMMER KANTARCI

İSTANBUL, 2012

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ PROGRAMI

Tezin Adı :Marmaray Projesi Ve Üç Boyutlu Etkisi

Öğrencinin Adı Soyadı :Metin AKBAŞ

Tez Savunma Tarihi :27.04.2012

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

İmzalar

Tez Danışmanı

Yrd.Doç Dr. Muammer KANTARCI

.....

Üye

Prof. Dr. Ahmet AKBAŞ

.....

Üye

Yrd.Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN

.....

ÖNSÖZ

Asrın Projesi niteliğindeki Marmaray Projesi ile ilgili tezimin hazırlanmasında bana büyük destek veren, engin bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen öncelikle Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Muammer KANTARCI hocama, katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN, Prof. Dr. Ahmet AKBAŞ ile Prof. Dr. Mustafa ILICALI hocalarıma, Bahçeşehir Üniversitesi UYGAR çalışanlarına, Avrasya Ortak Girişimi ve Gama-Nurol çalışanlarına, DLH İstanbul(Marmaray) Bölge Müdürlüğü çalışanlarına, olağanüstü düzeyde fedakârlıkta bulunarak, tezimin tamamlanması için bana destek olan eşim ile biricik kızım ve biricik oğluma teşekkürü bir borç bilirim.

İstanbul, 2012

Metin AKBAŞ

ÖZET

MARMARAY PROJESİ VE ÜÇ BOYUTLU ETKİSİ

Metin Akbaş

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Muammer KANTARCI

Nisan 2012, 197 sayfa

İstanbul Metropolünde dayanılmaz hale gelen karayolu trafik sıkışıklığı, fosil türevi yakıtlardan kaynaklanan çevresel etki, arazi kullanımı dezavantajı ve ekonomik kayıplara neden olması bakımından karayolu ulaşımıyla birlikte, raylı ulaşım sistemlerinin giderek artan bir yoğunlukla toplu taşımacılıkta kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Önümüzdeki yirmi senelik süre içerisinde Marmaray Projesi ile birlikte mevcut raylı sistemlerde dahil olmak üzere, İstanbul 400 kilometreyi aşkın raylı sistem ağına sahip olacaktır.

İstanbul'un ender konumu nedeniyle yakalar arası geçiş (Boğaz Geçişi) tarih boyunca arzulanır olmuştur. Boğaz Demiryolu Geçişine yönelik olarak ilk geniş kapsamlı fizibilite etüdü 1987 yılında hazırlanmış, hazırlanan etüt 1995-1998 yılları arası güncellenmiştir. Yapılan yeni çalışmalarda elde edilen sonuçlar daha önce elde edilmiş olan sonuçların doğruluğunu kanıtlamış ve projenin, İstanbul'da çalışan ve yaşayan insanlara birçok avantaj sunacağını ve şehirdeki trafik sıkışıklığıyla ilgili olarak hızla artan sorunları azaltacağını ortaya çıkarması nedeniyle yapılmasına karar verilmiştir. Boğaz Geçişi sayesinde Asya ile Avrupa Yakası ulaşımını kesintisiz sağlayan bir raylı toplu taşıma projesi olan Marmaray Projesinin tanıtımı tezin ilk dört bölümünde yer almaktadır.

Bu çalışmada özgün olarak türel dağılımda birim yolculuğun maliyetini hesaplama açısından arazi kullanımının önemini vurgulamak amacıyla yolculuk / bin metrekare arazi kullanımı boyutunda yeni bir parametre önerisi yapılmıştır. Bu parametreye göre İstanbul kent içi ulaşımında raylı sistem ve karayolu ulaşımının performansları karşılaştırılmıştır.

Tezin diğer bölümlerinde, Projenin inşaat aşamasında ve işletimi sürecinde; çevre, trafik sıkışıklığı, insan sağlığı, ekonomik arazi kullanımı, kültürel mirasa etkileri ve devam eden projelerle etkileşiminden oluşan yerel boyutu daha detaylı olmak üzere incelenmiş; ulusal ve uluslararası boyutları ise yolcu ve yük taşımacılığı açısından ele alınmıştır. Böylece tezin bütününde Marmaray Projesi ve üç boyutlu etkisi değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplu Ulaşım, Boğaz Geçişi, Batırma Tünel, Tünel, Etki

ABSTRACT

MARMARAY PROJECT AND THREE-DİMENSİONAL EFFECT

Metin Akbaş

Urban Systems and Transportation Management

Supervisor : PhD. Eng. Muammer KANTARCI

April 2012, 197 Pages

Highway traffic congestion, which has recently become unbearable in the metropolis of Istanbul, causes enviromental impact which results from fossil-derived fuels, disadvantages of land use and also economic losses. So, the highway traffic congestion makes the use of railway transportation necessary besides highway transportation in an increasing intensity; such as light rail and tram system. Istanbul city will have more than 400 kilometers of rail network with Marmaray Project within next twenty years, including existing rail systems.

Due to the rare position of Istanbul, the transition between its two sides has historically desirable(Bosphorus Crossing). First fisibility study with respect to Bosphorus Railway Crossing was prepared in 1987 and it was renewed in 1995 to 1998. Due to the rare position of Istanbul, the transition between its two sides has historically desirable. First fisibility study with respect to Bosphorus Railway Crossing was prepared in 1987 and it was renewed in 1995 to 1998. It is decided that the project would be conducted as it would offer many advantages for people living and working in Istanbul and also for traffic congestion which has rapidly been growing. Presentation of the Marmaray Project, which is a railway transit system project that provides continuous access between Asian and European Sides with Bosphorus Tube Crossing, is placed in the four parts of the thesis.

In this study, specifically a new parameter is proposed in order to emphasize the importance of trip/1000 m² land use for calculating unit cost of the trip by modal-split. According to this parameter for İstanbul urban transport, performance of rail and highway transportations are compared.

In other parts of the thesis, enviromental impact, traffic congestion, human health, economic area usage, cultural heritage impacts of the project and local aspects due to its interaction with other ongoing projects in the duration of construction and operation are reviewed; national and international aspects are handled from passenger and freight transportation point of view. As a result, the Marmaray Project and its three-dimensional impact has been examined and evaluated in the entire thesis.

KeyWords: Urban Transport, Bosphorus Crossing, Immersed Tunnel, Tunnel, Effect.

İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	xi
ŞEKİLLER.....	xiii
KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 SUNUŞ.....	1
1.2 PROJE FİKRİNİN DOĞUŞU VE PROJENİN GEREKÇESİ.....	2
1.2.1 Osmanlı'dan Günümüze Boğaz Geçiş Fikri Çalışmaları.....	2
1.2.2 İstanbul'un Konumu ve Kent İçi Ulaşımının Kronolojik Gelişimi.....	4
1.2.2.1 İstanbul kent içi ulaşım kronolojisi.....	6
1.2.2.2 Marmaray Projesi kronolojisi.....	9
1.2.2.3 İstanbul'un nüfusu, işgücü, yolculuk ve boğaz geçiş talebi...10	
2. MARMARAY PROJESİ GENEL BİLGİLERİ.....	19
2.1 PROJENİN ADI, SAFHALARI ve TANITIMI.....	19
2.2 PROJENİN AMACI ve HEDEFİ.....	21
2.3 PROJENİN GÜZERGAHI.....	22
2.4 PROJENİN YÜRÜTÜLMESİNDEN SORUMLU OLAN KURULUŞLAR.....	24
2.4.1 Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü-Yatırımcı Kuruluş'un Tanıtımı.....	24
2.4.2 Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi(TCDD) Genel Müdürlüğü-İşletmecisi Kuruluş'un Kısa Tarihçesi ve Tanıtımı.....	26
2.5 PROJENİN UYGULAMA DÖNEMİ.....	28
2.6 PROJENİN SABİT YATIRIM TUTARI.....	28
2.7 PROJENİN İŞLETME SERMAYESİ HESABI İÇİN BAZI GİDER KALEMLERİ.....	29

2.8 ÜRETİLECEK HİZMETLER.....	29
2.9 ÖNGÖRÜLEN FİNANSMAN KAYNAKLARI.....	30
2.9.1 JBIC ve Finansman Kuruluşları.....	30
2.9.2 EIB-Avrupa Yatırım Bankası.....	31
2.9.3 Mühendislik ve Müşavirlik Hizmetleri İle Boğaz Tüp Geçiş İnşaatı(BC1) Kredi Temini.....	31
2.9.4 Gebze-Haydarpaşa, Sirkeci-Halkalı Banliyö Hatlarının İyileştirilmesi(CR3) İnşaatı Kredi Temini.....	32
2.9.5 Demiryolu Araçları İçin(CR2), Kredi Temini.....	32
2.10 PROJENİN EKONOMİK ÖMRÜ.....	32
2.11 İŞLETMEYE VERİLECEK HUKUKİ ŞEKİL-İSTANBUL BOĞAZI DEMİRYOLU TÜP GEÇİT PROJESİ İLE İLGİLİ PROJE UYGULAMASI İÇİN ÖZEL YARDIM-(SAPI).....	33
3. PROJENİN TEKNİK YÖNÜ.....	36
3.1 PROJENİN TEKNİK TANIMI.....	36
3.2 KULLANILAN TEKNOLOJİLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ.....	36
3.2.1 Tünel Açma Yöntemleri.....	36
3.2.1.1 Aç-Kapa tünel açma yöntemi.....	37
3.2.1.2 Delme patlatma yöntemi.....	38
3.2.1.3 Makine ile tünel açma yöntemi(TBM).....	40
3.2.1.4 Yeni Avusturya tünel açma yöntemi(NATM).....	41
3.2.2 Su Altı Tünel Uygulama Yöntemleri.....	43
3.2.2.1 Su altı batırma tüp tünel uygulaması.....	44
3.2.2.2 Su altı delme tünel uygulaması.....	49
3.3 PROJE ÖNCESİ YAPILAN ETÜTLER.....	54
3.3.1 Fizibilite Etüt Çalışmaları.....	54
3.3.1.1 Boğaz Demiryolu Tüneli Geçiş fizibilite etüt ve avan proje çalışmaları.....	54
3.3.1.2 Diğer fizibilite etüt çalışmaları.....	55
3.3.2 Jeoteknik Etüt Çalışmaları.....	56
3.3.2.1 Ön jeoteknik etüt çalışmaları.....	57

3.3.2.2	2002 Yılı jeoteknik etüt çalışmaları.....	58
3.4	İNŞAAT İŞLERİ.....	59
3.4.1	İnsan Gücü.....	61
4.	YATIRIM VE YAPIM DÖNEMİ BİLGİLERİ.....	62
4.1	MÜHENDİSLİK ve MÜŞAVİRLİK HİZMETİ.....	62
4.1.1	İhale Süreci.....	62
4.2.2	Hizmetin Kapsamı.....	63
4.2	DEMİRYOLU BOĞAZ GEÇİŞİ TÜNELLER ve İSTASYONLAR İNŞAATI(BC1).....	64
4.2.1	Marmaray BC1 Güzergahı ve İnşaat Yapıları.....	64
4.2.2	BC1 İhale Süreci.....	67
4.2.3	İhale Sonrası Jeoteknik Etüt Çalışmaları.....	70
4.2.4	Batırma Tüp Tünel İnşaatı.....	72
4.2.4.1	Deniz yatağı hendek tarama çalışmaları.....	72
4.2.4.2	Batırma tüplerin imalatı.....	73
4.2.4.3	İmal edilen batırma tüplerin deniz tabanına yerleştirilmesi.....	77
4.2.4.3.1	<i>Tüplerin Boğaza yerleştirilmesi için akıntı ölçümleri.....</i>	78
4.2.4.3.2	<i>Tüplerin Boğaz tabanına yerleştirilmesi.....</i>	79
4.2.5	Yaklaşma Tünel İnşaatları.....	84
4.2.5.1	Delme tünel inşaatları.....	84
4.2.5.1.1	<i>Makinelı tünel açma metodu ile yapılan çalışmalar.....</i>	84
4.2.5.1.2	<i>NATM Metodu ile açılan tüneller.....</i>	90
4.2.5.1.3	<i>Aç-Kapa tünel inşaatı ve istasyon yapıları.....</i>	94
4.2.6	Hat İşleri.....	97
4.2.7	Elektrik-Mekanik ve Mimari İşler.....	97
4.3	BANLIYÖ HATLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ-İNŞAAT, ELEKTRİK VE MEKANİK SİSTEMLER İNŞAATI(CR1/CR3).....	99

4.3.1	İhale Süreci.....	99
4.3.2	Ortak Girişim Hakkında Genel Bilgi.....	100
4.3.3	Fesih Edilen CR1 Sözleşmesi Kapsamında Yapılan İşler.....	100
4.3.4	CR3 Projesi Kapsamı.....	101
4.3.5	Mevcut Banliyö Hatlarının Kapatılması.....	104
4.3.6	CR3 Hat Tasarımı ve İşletmecilik Parametreleri.....	105
4.3.7	Yüzeysel Hatlardaki İstasyon ve Diğer Bina Yapım İşleri.....	107
4.3.8	Marmaray Sinyalizasyon Sistemi.....	109
4.4	DEMİRYOLU ARAÇLARI TEMİNİ(CR2).....	113
4.4.1	İhale Süresi.....	113
4.4.2	CR2 Projesinin Kapsamı.....	113
4.4.3	Araç Tasarım Kriterleri.....	114
5.	MARMARAY PROJESİNİN ÜÇ BOYUTLU ETKİSİ.....	119
5.1	MARMARAY PROJESİNİN YEREL ETKİSİ - BİRİNCİ BOYUT.....	121
5.1.1	Projenin Çevresel Etkileri.....	121
5.1.1.1	Hava kalitesi.....	122
5.1.1.2	Su kalitesi.....	124
5.1.1.3	Gürültü ve titreşim.....	125
5.1.1.4	Flora.....	126
5.1.1.5	Fauna.....	127
5.1.1.6	Deprem.....	127
5.1.1.7	Koruma alanları ve arkeolojik buluntu.....	128
5.1.1.8	Harici maliyetler.....	134
5.1.2	İstanbul Toplu Taşımacılığına Etki.....	134
5.1.3	Parklanmaya Etki.....	150
5.1.4	Köprü Sıkışıklığına Etki.....	150
5.1.5	Diğer hatlarla Entegrasyon Açısından Etki.....	156
5.1.6	İnsan Sağlığına Etki.....	156
5.1.7	Zaman Tasarrufu ve İşgücüne Etki.....	157
5.1.8	Trafik Kazalarına Etki.....	158

5.1.9 Kent Ekonomisine Etki.....	159
5.1.10 Arazi Kullanımı açısından Kente Etki.....	159
5.1.11 İstihdama Etki.....	161
5.2 MARMARAY PROJESİNİN ULUSAL ETKİSİ-İKİNCİ BOYUT.....	162
5.2.1 Marmaray İçin Tekirdağ-Murathı Demiryolu Hattı, Tekirdağ Limanı ve Tekirdağ-Derince, Tekirdağ-Bandırma Feri Taşımacılığı açısından Etki.....	162
5.2.2 Demiryolu Sanayisine Etki-EUROTEM A.Ş. Projesi	162
5.2.3 Ulusal Bazda Boğaz Trafiğine Etki.....	163
5.2.4 Disiplinler Arası Etkileşim ve Proje Yönetim Etkisi.....	164
5.3 MARMARAY PROJESİNİN ULUSLARARASI ETKİSİ-ÜÇÜNCÜ BOYUT.....	165
5.3.1 Ulaşım ile İlgili Uluslararası Oluşumlar ve Projeler.....	166
5.3.2 Bölgemizdeki Demiryolu Ulaştırma Koridorları.....	170
5.3.3 Marmarayla Etkileşen Bazı Demiryolu Yatırımları.....	172
5.3.3.1 Türkiye-Gürcistan-Azerbaycan Demiryolu Projesi.....	172
5.3.3.2 Ülkemizdeki Yüksek Hızlı Tren Projeleri.....	173
5.3.4 Marmaray'ın Ülkemizdeki Demiryolu Yatırımları İle Birlikte Ulaşım Koridorlarına Etkisi.....	176
6. SONUÇ.....	179
KAYNAKÇA.....	181
EKLER	184
EK-A Mühendislik ve Müşavirlik Ortak Girişimi Hakkında Bilgi.....	185
EK-B BC1 Ortak Girişimi Hakkında Bilgi.....	187
EK-C CR2 Marmaray Araç İmalatçısı Hakkında Bilgi.....	190
EK-D Marmaray Projesi Nakdi Gerçekleşme Tablosu.....	193
EK-E Demiryolu/Karayolu Arazi Kullanımı Karşılaştırması Model Parametresi.....	194
ÖZGEÇMİŞ.....	197

TABLolar

Tablo 1.1 : Nüfus sayımı sonuçları.....	11
Tablo 1.2 : Yıllara göre yakalararası nüfus dağılımı.....	12
Tablo 1.3 : Yıllara göre aktivite oranları.....	12
Tablo 1.4 : Yıllara göre istihdam değerleri.....	13
Tablo 1.5 : İstanbul 2006 ve 2009 yılı gerçekleşen ve 2023 yolculuk talebi.....	14
Tablo 1.6 : Ulaştırma çalışmaları tahminlerinin karşılaştırması.....	15
Tablo 1.7 : İstanbul 2025 hedef yılı Marmaray yolculuk talepleri.....	16
Tablo 1.8 : Marmaray olası ücret tarifeleri.....	17
Tablo 1.9 : TCDD feribotları ile yakalararası taşınan yük miktarı.....	18
Tablo 1.10 : Marmaray Hatlarından işletilecek günlük tren sayıları.....	18
Tablo 2.1 : Faaliyet Tablosu.....	28
Tablo 2.2 : Marmaray Projesinin sözleşme bedelleri.....	29
Tablo 3.1 : Dünya'nın en büyük batırılmış ulaştırma tünelleri.....	49
Tablo 3.2 : Proje kapsamında çıkacak hafriyat ve kullanılacak malzeme miktarı.....	60
Tablo 3.3 : Proje kapsamında yapılacak bina, atölye alanı ve kullanılacak üst yapı malzeme miktarı.....	60
Tablo 4.1 : Tasarım kriterleri.....	67
Tablo 4.2 : Tüp elemanları ve uzunlukları.....	75
Tablo 4.3 : Marmaray BC1 istasyon yapıları.....	96
Tablo 4.4 : 2025 Yılı pik saat işletmeciliği.....	105
Tablo 4.5 : Tahmin edilen yolculuk talepleri.....	106
Tablo 4.6 : CR3 genel parametreleri.....	106
Tablo 4.7 : CR3 hat parametreleri.....	107
Tablo 4.8 : Marmaray İstasyonları ve tipleri.....	108
Tablo 4.9 : 2025 Yılı işletim planı.....	115
Tablo 4.10 : Hizmet düzeyleri.....	115

Tablo 4.11 : Doruk hat kesimleri talep artışı.....	116
Tablo 4.12 : 10-Vagonlu Marmaray araçları yolcu kapasitesi.....	117
Tablo 4.13 : 5-Vagonlu Marmaray araçları yolcu kapasitesi.....	118
Tablo 5.1 : Banliyö Hattı kapama tarihleri.....	135
Tablo 5.2 : Sirkeci-Halkalı arası 2008/2011 Yılı banliyö yolcu sayıları.....	136
Tablo 5.3 : Sirkeci-Halkalı Banliyö güzergahı üretim bölgeleri yolcu sayısı.....	138
Tablo 5.4 : Sirkeci-Halkalı güzergahı yolculuk yönleri ve sayıları.....	140
Tablo 5.5 : Sirkeci-Halkalı Hattına planlanan takviye İETT otobüs ve sefer sayıları.....	142
Tablo 5.6 : Sirkeci-Halkalı hattı planlanan yeni İETT otobüs ve sefer sayıları.....	142
Tablo 5.7 : Haydarpaşa-Gebze arası 2008 Yılı banliyö yolcu sayısı.....	143
Tablo 5.8 : Haydarpaşa-Gebze Banliyö Güzergahı üretim bölgeleri yolcu sayısı.....	145
Tablo 5.9 : Haydarpaşa-Gebze arası yolculukların yön ve sayıları.....	147
Tablo 5.10 : H.Paşa-Gebze Hattı planlanan ilave İETT otobüs ve sefer sayıları.....	148
Tablo 5.11 : Boğaziçi ve FSM Köprülerinden geçen günlük ortalama araç sayıları...	154
Tablo 5.12 : Seyahat edilen araç-km , araç-süre	155
Tablo 5.13 : İstanbul İli ölümlü ve yaralanmalı kaza istatistiği.....	158
Tablo 5.14 : İstanbul İli maddi hasarlı kaza istatistiği.....	158
Tablo 5.15 : Anahat demiryolu ve otoyol arazi kullanımı karşılaştırması.....	160
Tablo 5.16 : Yıllar itibariyle demiryolu ana hat uzunlukları.....	173

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 : Osmanlı döneminde çizilen ilk Boğaz Geçiş Projesi.....	3
Şekil 1.2 : İstanbul'un Türkiye'deki konumu.....	5
Şekil 1.3 : İstanbul bölge haritası.....	5
Şekil 2.1 : Marmaray hat şeması.....	22
Şekil 2.2 : Marmaray Güzergahı.....	23
Şekil 3.1 : Üsküdar İstasyonu aç-kapa tüneli.....	38
Şekil 3.2 : Delici kazı makinesi.....	39
Şekil 3.3 : Jumbo kazıcı makine.....	39
Şekil 3.4 : Marmaray Projesinde kullanılan TBM.....	40
Şekil 3.5 : Bulamaç/Hidro karışık kalkan tünel makinesi.....	41
Şekil 3.6 : NATM ile kazı ve geçici destekleme.....	43
Şekil 3.7 : Tüp imalatları.....	45
Şekil 3.8 : Tüp imalatı.....	45
Şekil 3.9 : Taraklama.....	45
Şekil 3.10 : Taraklama çalışması	45
Şekil 3.11 : Yüzdürme işlemi.....	46
Şekil 3.12 : Tüp tünel batırma işlemi.....	46
Şekil 3.13 : Deniz tabanına yerleştirme işlemi.....	46
Şekil 3.14 : Tüp birleşimi.....	46
Şekil 3.15 : Dolgu ile örtme işlemi.....	47
Şekil 3.16 : İşlemin tamamlanmış hali.....	47
Şekil 3.17 : Fransa-İngiltere arasındaki Manş Demiryolu Tüneli(Eurotunnel).....	51
Şekil 3.18 : Manş Demiryolu Tünel haritası.....	51
Şekil 3.19 : Fransa-İngiltere arasındaki Manş Tünelinde işletilen tren setleri.....	52
Şekil 3.20 : En uzun demiryolu tüneli-Japonya Seikan Tüneli(53.85 km).....	53
Şekil 3.21 : Boğazda sondaj çalışmaları, 1985.....	58
Şekil 3.22 : Sondaj Gemisi, Fugro, 2003.....	59
Şekil 4.1 : Marmaray BC1 Güzergahı.....	65

Şekil 4.2 : BC1 Boğaz Geçişi ve delme yapılar.....	66
Şekil 4.3 : Marmaray temel atma töreni, Üsküdar,2004.....	68
Şekil 4.4 : Bathymetric ölçüm(Deniz tabanı ölçümü).....	71
Şekil 4.5 : Boğaz yer haritası.....	71
Şekil 4.6 : Hendek açma çalışmaları.....	72
Şekil 4.7 : Boğaz tabanına döşenen malzemeler.....	73
Şekil 4.8 : Su altı kamera görüntüsü.....	73
Şekil 4.9 : Tüp elemanlar.....	74
Şekil 4.10 : Kuru havuzlarda batırma tüp tünel imalatı.....	76
Şekil 4.11 : Batırma tüp tünel imalatı.....	76
Şekil 4.12 : Tüplerin son kontrol için Büyükkada'ya çekilmeleri.....	77
Şekil 4.13 : Boğazdaki ölçüm istasyonları.....	79
Şekil 4.14 : Tüpün mavnalar yardımıyla çekilmesi ve batırılması.....	80
Şekil 4.15 : Tüpün batırılması, komşu tüpe montajı.....	81
Şekil 4.16 : Yerleştirme sonrası batırma tüp elemanı en kesiti.....	82
Şekil 4.17 : Tüp tünele ulaşım shaftı,Üsküdar.....	82
Şekil 4.18 : Tünel ile batırma tüpün birleştirilmesi.....	83
Şekil 4.19 : Batırma tüp tünel ve delme tünel birleşme detayı.....	83
Şekil 4.20 : TBM ile açılan tüneller ve TBM tipleri.....	85
Şekil 4.21 : Güzergah planı.....	85
Şekil 4.22 : Marmaray BC1 Tünellerinin yapımı için kullanılacak TBM planı.....	86
Şekil 4.23 : TBM.....	86
Şekil 4.24 : Segmentlerin tünel içerisinde nakliyesi.....	87
Şekil 4.25 : Segment montajı.....	87
Şekil 4.26 : Tünelin ringler takılarak bitmiş hali.....	88
Şekil 4.27 : Yedikule TBM çalışması.....	89
Şekil 4.28 : Ayrılıkçeşme TBM kazı çalışması,2007.....	89
Şekil 4.29 : Kazı.....	90

Şekil 4.30 : Sirkeci İstasyonu 3 boyutlu bakış.....	91
Şekil 4.31 : Üsküdar Makas Tüneli inşa halinde.....	91
Şekil 4.32 : Projedeki NATM uygulama örneği(Makas tünelleri).....	92
Şekil 4.33 : Tüneller arası geçiş tünelleri.....	93
Şekil 4.34 : Projedeki NATM uygulama örnekleri(Pompa çukurları).....	93
Şekil 4.35 : Aç-Kapa tekniği ile inşa edilmekte olan Üsküdar İstasyonu.....	94
Şekil 4.36 : Üsküdar İstasyonu ön projesi.....	95
Şekil 4.37 : Yenikapı Transfer İstasyonu ön projesi.....	95
Şekil 4.38 : Yenikapı İstasyonu inşaat çalışması.....	96
Şekil 4.39 : Sirkeci İstasyonu.....	98
Şekil 4.40 : Üsküdar İstasyonu.....	98
Şekil 4.41 : Marmaray CR ve IC kontrol merkezi tasarımı.....	112
Şekil 5.1 : Sirkeci-H.Paşa arası işletilmekte olan TCDD feribotu.....	124
Şekil 5.2 : Yenikapı'da iptal edilen şehirlerarası istasyon alanındaki batık liman kenti.....	130
Şekil 5.3 : Yenikapı arkeolojik kazı çalışmaları.....	130
Şekil 5.4 : Yenikapı'da çıkarılan altın Doğu Roma paraları.....	131
Şekil 5.5 : Yenikapı'da kazılarında çıkarılan Roma ve Bizans eşyaları.....	131
Şekil 5.6 : Yenikapı'da kazılarında çıkarılan batık gemi ve kalıntılar.....	132
Şekil 5.7 : Üsküdar kazılarında çıkarılan mezarlık.....	133
Şekil 5.8 : 8.500 Yıl önceki ilk İstanbullu.....	133
Şekil 5.9 : Avrupa Yakası Banliyö güzergahı yolcu üretim bölgeleri.....	131
Şekil 5.10 : Avrupa Yakası banliyö güzergahındaki yolculukların yönleri ve sayıları.....	139
Şekil 5.11 : Avrupa Yakası Banliyö hattına yakın eksenlerdeki raylı sistemler.....	141
Şekil 5.12 : Avrupa Yakası Banliyö hattında planlanan takviye program.....	141
Şekil 5.13 : Avrupa Yakası banliyö güzergahı yolcu üretim bölgeleri.....	144

Şekil 5.14 : Anadolu Yakası Banliyö güzergahındaki yolculukların yönleri.....	146
Şekil 5.15 : Banliyö hatlarının kapatılması ile ulaşımı sağlayacak alternatif hatlar-Anadolu Yakası.....	148
Şekil 5.16 : Marmaray'ın devreye girdiği durumda İstanbul'daki raylı sistemin araçlı yolculuklardaki payı.....	149
Şekil 5.17 : Avrupa ve Asya Yakaları arasındaki yolculukların dağılımı.....	152
Şekil 5.18 : Boğazı geçen yolculukların günlük dağılımı (Bütün amaçlar).....	153
Şekil 5.19 : Anahat demiryolu-Karayolu arazi kullanımı.....	160
Şekil 5.20 : Avrupa Ulaşım Koridorları.....	171
Şekil 5.21 : BTK Projesi.....	173
Şekil 5.22 : Ülkemiz demiryollarının 2023 Yılı projeksiyonu.....	175
Şekil 5.23 : TCDD tarafından kullanılan YHT setleri.....	176
Şekil 5.24 : Demir İpek Yolu haritası.....	178
Şekil 5.25 : Gelecekteki Marmaray Üsküdar İstasyonu.....	178

KISALTMALAR

AYGM	:	Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü
EIB	:	Avrupa Yatırım Bankası / <i>European Investment Bank</i>
AKKB	:	Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası
CEB	:	Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası
TEM	:	Avrupa Transit Karayolu
AMD	:	Alstom-Marubeni-Doğuş Konsorsiyumu
ERTMS	:	Avrupa Demiryolu Trafik Yönetim Sistemi / <i>Europe Rail Traffic Management System</i>
ETCS	:	Avrupa Tren Kontrol Sistemi
AKBİL	:	Akıllı Elektronik Bilet
TRACECA	:	Avrupa-Kafkasya-Asya Ulaştırma Koridoru
AEK	:	Avrupa Ekonomik Komisyonu
BC	:	Boğaz Geçişi - <i>Bosphorus Crossing</i>
CR3	:	Banliyö Yüzeysel Hat ve Elektromekanik İşler İmali / <i>Commuter Rail Track Component</i>
CR2	:	Banliyö Araç İmali Projesi / <i>Commuter Rail Rolling Stock Component</i>
IMT	:	Batırılmış Tünel
BTK	:	Bakü Tiflis Kars Demiryolu Projesi
DLH	:	Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü
EMU	:	Elektrikli Tren Seti
ECO	:	Ekonomik İşbirliği Teşkilatı
GSYİH	:	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
LRT	:	Hafif Metro
İUAP	:	İstanbul Metropoliten Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı
IRTC	:	<i>İstanbul Rail Tunnel Consultants</i>

SAPI	:	İstanbul Boğaz Demiryolu Tüp Geçit Projesi İle İlgili Proje Uygulaması İçin Özel Yardım Proje Çalışması
İETT	:	İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü
İBB	:	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İFM	:	İstanbul Finans Merkezi
JBIC	:	Japon Uluslararası İşbirliği Bankası
JICA	:	Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı
JRTT	:	Japonya Demiryolu İnşaat, Ulaştırma ve Teknoloji
OECD	:	Japon Denizaşırı Ekonomik İşbirliği Fonu
JEXIM	:	Japon İhracat-İthalat Bankası
UPS	:	Kesintisiz Güç Kaynağı
OHL	:	Obrascon-Huarte-Lain
OCC	:	Operasyon Kontrol ve Kumanda Merkezi
SAPI	:	Proje Uygulaması İçin Özel Yardım / <i>Special Assistance for Project Implementation</i>
TER	:	Trans-Avrupa Demiryolu Ağı / <i>Trans-European Railway</i>
TEN-T	:	Trans Avrupa Ulaşım Ağları / <i>Trans European Networks</i>
TBM	:	Tünel Delme Makinesi / <i>Tunnel Boring Machine</i>
TCDD	:	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
TGN	:	Taisei, Gama, Nurol Konsorsiyumu
COTIF	:	Uluslararası Demiryolu Taşımalarına ilişkin Sözleşme
OECD	:	Uluslararası Ekonomik İşbirliği Operasyonları Ajansı
NATM	:	Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi / <i>New Austrian Tunnelling Method</i>
Y.T.Ü	:	Yıldız Teknik Üniversitesi
YHT	:	Yüksek Hızlı Tren
GPS	:	Yer Belirleme Sistemi

1. GİRİŞ

1.1 SUNUŞ

İstanbul, Türkiye'nin toplam gayrisafı yurtiçi hasılasına (GSYİH) son on yılda yüzde 21-23 düzeyinde olmak üzere en büyük katkıyı yapan ildir. Ekonomik büyümeye paralel olarak İstanbul'un nüfusu hızla artarken yerleşim alanı da hızla genişlemektedir. 1985'de 4.815.506 olan nüfus, TÜİK'in Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre 2011 Yılında 13.624.240 olmuştur. İstanbul'da kayıtlı otomobil sayısı da aynı zaman periyodunda 6 kat artarak 1,9 milyonun üzerine çıkmıştır. İstanbul'da plansız kentleşme, nüfus artışı ve ekonomik büyüme ile birlikte motorlu araç kullanımının hızlı artışı ve buna bağlı olarak trafik sıkışıklığı, kazalar ve egzoz emisyonu problemi gibi sorunlar ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu sorunlara çözüm getirmesi bakımından, kesintisiz Boğaz Geçişi sağlayacak olan Marmaray Projesi İstanbul'a, ülkemize ve çevre ülkelere olumlu katkılar sağlaması hedeflenmiştir.

İstanbul Boğazı Demiryolu Tüp Geçit ve Mevcut Banliyö Hatlarının İyileştirilmesi Projesi, diğer ve bilinen adıyla Marmaray Projesi tasarım ömrü 100 yıldır. İstanbul metropolünde artan yolculuk taleplerinin karşılanması amacıyla Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları(TCDD)'nin İstanbul Boğazının her iki yakasında bulunan çift hatlı banliyö hatlarının yeniden yapılandırılması(T1 ve T2 hattı), ilave bir yeni hattın imalatı (T3 Hattı) ile bu hatların çift hatlı olarak İstanbul Boğazının altında bir batırma tüp tünel ve buna ait yaklaşma tünellerinin inşa edilmesi suretiyle Halkalı'dan Gebze'ye kesintisiz ulaşımı sağlayacak olan emniyetli, güvenilir, konforlu, dayanıklı ve maliyet açısından uygun ve kesintisiz yolcu ve yük tren taşımacılığı sistemi sağlayacak olan ulusal ve uluslararası bir raylı sistem projesidir. BC1(*Bosphorus Crossing*) olarak adlandırılan 13,6 km.lik boğaz geçiş kısmı ve CR3(*Commuter Rail Track Component*) olarak adlandırılan yüzeysel hatların inşası ve elektromekanik işlerin imalini de ihtiva eden kısım ile birlikte Projenin toplam uzunluğu 76,3 km.dir. BC1 ve CR3'e ilaveten, Proje, "CR2 (*Commuter Rail Rolling Stock Component*)" olarak adlandırılmış diğer bir

bileşeni içermektedir ki, bu bileşen de demiryolu araçlarının tedarikidir. Öngörülen modern hızlı toplu taşıma sistemi, tarihi yarımada bölgesi de dahil olmak üzere gerek mevcut trafik sıkışıklığının ve buna bağlı hava kirliliğinin azaltılması anlamında çevre dostu, gerekse de enerji tasarrufu anlamında sürdürülebilir ve yenilikçi, mevcut ve projelendirilmiş kentiçi ulaşım modları ve ulaşım koridorları ile entegre olabilecek ve etkileşim içerisinde bir projedir. Ulusal bağlamda, Marmaray Projesi, sadece ülke içindeki uzun mesafeli yolcu ve yük taşıma hareketlerini kolaylaştırmakla kalmayıp, bir Avrasya köprüsü olarak Asya ve Avrupa'yı birbirine bağlayarak ulusal ekonomiye de katkıda bulunacaktır.

Başta batırma tünel olmak üzere, proje kapsamındaki tüm tünel ve diğer yapıların inşaatında ileri mühendislik teknikleri kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında Marmaray Projesinin tanıtımı ile yerel, ulusal ve uluslararası bazda etkileri hakkında bilgi verilecektir. Projenin çok boyutlu ve geniş kapsamlı oluşu sebebiyle bu çalışmada daha çok yerel etki üzerinde durulacaktır.

1.2 PROJE FİKRİNİN DOĞUŞU VE PROJENİN GEREKÇESİ

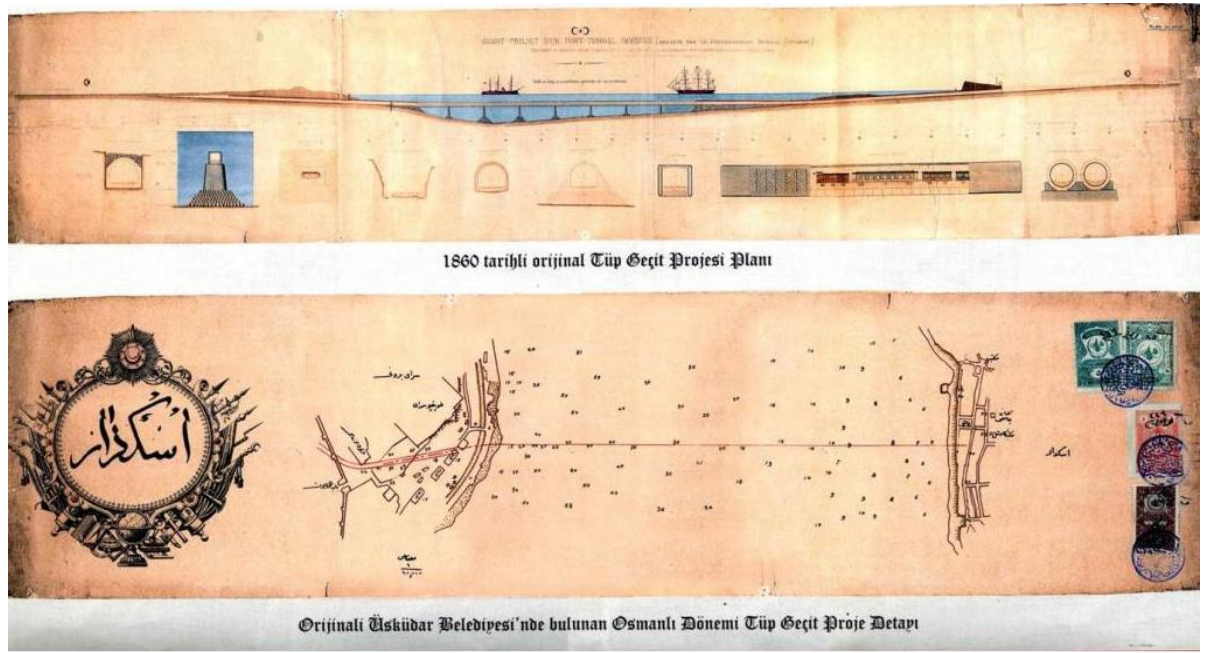
Proje ilk önce Osmanlı İmparatorluğu döneminde ortaya atılmış ve projelendirilmiştir. Bunlar aşağıda ifade edilmiştir.

1.2.1 Osmanlı'dan Günümüze Boğaz Geçiş Fikri Çalışmaları

Marmaray Projesi aslında boğazı deniz altından geçmek için tasarlanmış ilk demiryolu projesi değildir. Osmanlı, Tuna'dan Basra'ya demiryollarını dizayn, imal ve inşa ederken şüphesiz boğaz geçişini de düşünmüştür. İstanbul Boğazı'nın altından geçmesi öngörülen ilk tünel, 1860 yılında Sultan Abdülmecid tarafından ortaya atılarak, taslak

halinde hazırlanmıştır. O günün teknolojisi ile deniz tabanının altında bir batırma tünel yapmak mümkün olmadığından, Şekil 1.1’de görüleceği üzere projenin deniz içerisinde ayaklar üzerine oturtularak yapılması planlanmıştır.

Şekil 1.1 : Osmanlı döneminde çizilen ilk Boğaz Geçiş Projesi



Kaynak: <http://www.marmaray.com.tr> 2011

Bu tür fikirler daha da geliştirilerek Strom, Lindman ve Hilliker Tasarımı olarak bilinen 1902 yılında yine İstanbul Boğazı'nın altından geçen, ancak bu sefer 1860'daki projeden farklı olarak deniz dibi üzerine yerleştirilen bir demiryolu tüneli öngörülmüş, Salacak-Sarayburnu arasında Tünel-i Bahri adı verilen proje için ber'at alınmıştır. Geçmişten günümüze kadar çok farklı düşünceler var olmuş ve yeni teknolojiler, tasarıma daha çok hareket imkânı sağlamıştır(<http://tr.wikipedia.org/wiki/Marmaray> 2012).

İstanbul'da doğu ile batı arasında uzanan ve İstanbul Boğazı'nın altından geçen bir demiryolu toplu ulaşım bağlantısının inşa edilmesine yönelik istek, 1980'li yılların başlarında giderek artmış, yakalar arası karayolu geçişini sağlayan Boğaziçi

Köprüsü'nün yeterli olamaması üzerine yeni bir köprü ya da bir denizaltı tünelinin yapılması gündeme gelmiş ve bunun sonucunda İstanbul Rail Tunnel Consultants(IRTC) konsorsiyumu tarafından İstanbul Boğaz Demiryolu Tüneli ve Metro Sistemi Fizibilite Çalışması ve Avan Projesine 1985'te başlanmış, 1987 yılında ilk geniş kapsamlı fizibilite etüdü yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, bu tür bir bağlantının teknik olarak uygulanabilir ve maliyet açısından verimli olduğu belirlenmiş ve bugün projede gördüğümüz güzergah, bir dizi güzergah arasından en iyisi olarak seçilmiştir. 1987 yılında ana hatlarıyla belirlenmiş olan proje, takip eden yıllar içerisinde tartışılmış ve 1995 yılında, daha detaylı etüt ve çalışmaların gerçekleştirilmesine ve 1987 yılındaki yolcu talebi tahminleri dahil olmak üzere fizibilite etütlerin güncellenmesine karar verilmiştir. Bu çalışmalar, 1998 yılında tamamlanmış ve elde edilen sonuçlar, daha önceden elde edilmiş olan sonuçların doğruluğunu göstermiş ve projenin İstanbul'da çalışan ve yaşayan insanlara birçok avantaj sunacağını ve şehirdeki trafik sıkışıklığıyla ilgili olarak hızla artan sorunları azaltacağını ortaya çıkarmıştır(<http://www.marmaray.com.tr> 2012).

1.2.2 İstanbul'un Konumu ve Kent İçi Ulaşımının Kronolojik Gelişimi

İstanbul Boğazı'nı geçerek banliyö hatlarının yenilenmesini de kapsayan bir raylı sistem projesi olan Marmaray Projesi'nin Türkiye'nin en kalabalık şehri İstanbul'da inşa ediliyor olması nedeniyle öncelikle İstanbul'un konumunu anlatmaya çalışalım:

İstanbul, Türkiye'nin en kalabalık, iktisadi ve kültürel açıdan en önemli şehridir. Ekonomik büyüklük bakımından dünyada 34., nüfus açısından belediye sınırları göz önüne alınarak yapılan sıralamaya göre Avrupa'da birinci sırada yer almaktadır. Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara kıyısı ve Boğaziçi boyunca, Haliç'i de çevreleyecek şekilde kurulmuş olan İstanbul kıtalararası bir şehir olup, Avrupa'daki bölümüne Avrupa Yakası veya Rumeli Yakası, Asya'daki bölümüne ise Anadolu Yakası denir. Tarihte ilk olarak üç tarafı Marmara Denizi, Boğaziçi ve Haliç'in sardığı bir yarım ada üzerinde kurulan İstanbul'un batıdaki sınırını İstanbul Surları oluşturmaktaydı.

Gelişme ve büyüme sürecinde surların her seferinde daha batıya ilerletilerek inşa edilmesiyle şehir 4 defa genişletilmiştir. Günümüzde 39 ilçeden, 782 Mahalleden, 152 köyden oluşan İstanbul Coğrafi konum olarak, 28° 01' ve 29° 55' doğu boylamları ile 41° 33' ve 40° 28' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. 5.461 km² lik yüzölçümü ile 769.604 km²'lik Türkiye topraklarınının % 0,7'sini kaplamaktadır. 2011 Yılı toplam nüfusu Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 13.624.240 kişidir.

Şekil 1.2 : İstanbul'un Türkiye'deki konumu



Kaynak: http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0stanbul#cite_note-anadoluist-1 2011

Şekil 1.3 : İstanbul bölge haritası



Kaynak: http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0stanbul#cite_note-anadoluist-1 2011

İstanbul Türkiye'nin yaklaşık beşte birlik katma değerini oluşturmakta, bu ekonomik büyüklükde mal ve insan hareketliliğini(*Mobility*) her geçen gün artırmaktadır. Ekonomik gelişmenin, hareketliliğin kalitesine bağlı olması nedeniyle, hareketliliğin sürdürülebilir olması için, ulaşımın sürdürülebilir olması gerekmektedir.

Bu açıdan her zaman İstanbul'un ulaşımı, ana gündem olmuştur.

1.2.2.1 İstanbul kent içi ulaşım kronolojisi

1825'e kadar: Yaya egemen olan İstanbul'da faytona binmek imtiyaz idi.

1830 : İstanbul'da ilk toplu taşıma örneği olarak deniz ulaşımında kayıklar kullanılmaya başlandı.(Sayıları 1844'te 19.000 idi.)

1837 : Rus ve İngiliz vapurları Boğaz'da toplu taşımaya başladı.

1844 :“Hazine-i Hassa Vapurları İdaresi” nin “Hümapervaz” vapuru işletmeye açıldı.

1845 : Karaköy-Eminönü arasına ilk ahşap köprü kuruldu.

1851 : Kent içi vapur işletmesi olan Şirket-i Hayriye kuruldu.

1854 : Boğaz boyunca 6 vapurun işletmeye açılmasıyla birlikte yerleşmeler kıyı boyunca yayıldı.

1863 : Karaköy-Eminönü Köprü geçişlerinden para alınmaya başlandı.

1869 : İstanbul'da toplu taşımaya yönelik ilk sözleşme Dersaadet Tramvay Şirketi ile Osmanlı Devleti arasında imzalandı;

1871 : Tophane-Ortaköy Atlı tramvay hattı açıldı.

1872 : 18 metre genişliğindeki Unkapanı köprüsü yapıldı. Rumeli Demiryolları Şirketi tarafından Sirkeci-Hadımköy banliyö hattı işletmeye açıldı.

1875 : Dünyanın en eski üçüncü tüneli, İstanbul'un ilk metrosu(Karaköy-Beyoğlu İETT Tüneli) hizmete başladı.

- 1878** : 14 metre genişliğindeki Galata Köprüsü yapıldı.
- 1908** : İstanbul'a ilk özel araba girdi.
- 1912** : Galata Köprüsü, çift hatlı tramvayın geçebilmesi için genişletildi.
- 1912** : İlk elektrikli tramvay hattı olan Karaköy-Ortaköy hattı açıldı.
- 1914** : Galata köprüsü üzerinde ilk elektrikli tramvay çalıştırıldı.
- 1928** : Ford firmasının otomobil montaj fabrikası kuruldu.
- 1930** : Taksi dolmuş güzergâhları oluşmaya başladı.
- 1938** : İstanbul Valisi ve Belediye Başkanı Lütü Kırdar, Aksaray-Yenikapı-Saraçhane-Unkapanı tramvay hattına alternatif olarak 50 m. genişliğinde yol yaptı.
- 1939** : İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü (İETT) kuruldu.
- 1952** : “*Société Générale de Traction et d'Exploitations*” adlı Fransız grubu, Mecidiyeköy-Taksim-Beyazıt arasında on iki istasyonlu metro önerisinde bulundu. Projenin maliyeti 160.000 dolar olarak öngörüldü.
- 1953** : Tramvay hatları işletmeden kaldırıldı. (Tünel-Taksim, Taksim-Eminönü, Kadıköy-Moda, Kadıköy-Bostancı hatları)
- 1955** : Tramvayların Galata Köprüsü'nden geçişleri sona erdirildi.
- 1956** : Trafiği rahatlatmak için İstanbul içinde Millet Caddesi, Ordu Caddesi, Vatan Caddesi, Londra Asfaltı, Beşiktaş, Yıldız, Zincirlikuyu Asfaltı, Hacıosman Bayırı, Bağdat Caddesi gibi bazı yollar genişletildi.
- 1958** : Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından “İstanbul Trafik Etüdü” adı ile kapsamlı ulaşım etüdü çalışmaları başladı.
- 1959** : Sirkeci-Kadıköy arabalı vapur hattı açıldı.
- 1961** : Avrupa Yakasındaki tramvay hatları söküldü. Eminönü-Topkapı hattına ilk trolleybüs güzergâhı kuruldu. Ford marka minibüslerin montajına başlandı.
- 1966** : Anadolu marka yerli otomobilin üretimi başladı. Anadolu Yakasındaki tramvay

hatları söküldü.

- 1967** : Haliç'teki iskelelerin sayısı 14'ten 6'ya düşürüldü.
- 1970** : Belediye Başkanı Haşim İşcan trafik sorununu çözmek için katlı kavşaklarla çözüm arayışlarına girdi.
- 1971** : Renault ve Fiat marka otomobillerin Türkiye'de üretilmeye başlanması ile birlikte özel araba sahipliği arttı.
- 1972** : Boğazı geçen araç sayısı 16.000 yolcu sayısı 337.000 ulaştı.
- 1973** : Boğaz Köprüsü ve çevre yolları hizmete açıldı. Denizyolu taşımacılığının kent içi taşımacılıktaki payı %13.4, demiryolunun %8.8 ve karayolunun ise %77.8 idi.
- 1974** : Deniz ulaşımında İstinye-Paşabahçe seferi iptal edildi.
- 1978** : İstanbul Metrosu Fizibilite Çalışması kapsamında Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü'nün talebi üzerine İngiliz Freeman Fox ve Türk Botek firmaları yaptıkları etüd ile gelişen kent makroformunu inceleyerek 4. Levent-Levent metro güzergâhını önerdi.
- 1979** : Taksim-Levent özel otobüs yolu işletmeye açıldı.
- 1983** : Kentiçi Ulaşım Planı çalışması yapıldı. Kent içi toplu taşımada 14 kişilik midibüsler trafikten kaldırıldı.
- 1984** : Freeman Fox ve Botek AŞ tarafından hazırlanan "İkinci Boğaz Köprüsü Geçişi" fizibilite etüdü yapıldı. Süratli Tarmvay Projesi Ön Fizibilite Etüdü yapıldı.
- 1988** : Fatih Sultan Mehmet Köprüsü trafiğe açıldı.
- 1989** : Aksaray-Esenler-Yenibosna LRT hattı hizmete açıldı.
- 1990** : Taksim-Tünel aksı üzerinde eski tramvayların anısına 2 kilometrelik nostaljik tramvay işletmeye açıldı.
- 1992** : Sirkeci – Cevizlibağ arasında, cadde tramvayı hizmete girdi.
- 1994** : Topkapı-Zeytinburnu cadde tramvayı istasyonları tamamlandı. Hafif metro

- hattı Zeytinburnu-Bakırköy istasyonları hizmete girdi.
- 1997** : İBB, İTÜ işbirliği ile 1/50.000 Nazım İmar Planı verilerini baz alarak 2010 yılı hedefli İstanbul Ulaşım Master Planı hazırlandı.
- 2000** : Taksim-4 Levent metro hattı açıldı. Marmaray Projesi için Müşavirlik hizmeti ihalesi yapıldı.
- 2002** : 13 Aralık 2002 tarihinde Hafif Raylı Sistemin(LRT) Dünya Ticaret Merkezi ve Havaalanı istasyonları açıldı.
- 2003** : Kadıköy-Moda nostaljik tramvay ring hattı hizmete açıldı.
- 2005** : Kabataş-Eminönü raylı sistemi hizmete açıldı.
- 2006** : Yedi tepeye yedi tünel projesi başladı. Taksim-Kabataş arası finüküler hattı hizmete açıldı
- 2007** : Edirnekapı-Sultançiftliği Hafif Raylı Sistemi hizmete açıldı.
- 2008** : Taksim-Şişhane Metro Hattı inşaatı tamamlandı.
- 2009** : Avcılar-Söğütlüçeşme metrobüs hattı devreye alındı.

1.2.2.2 Marmaray Projesi kronolojisi

- 1985** : İstanbul Rail Tunnel Consultants(IRTC) konsorsiyumu tarafından İstanbul Boğaz Demiryolu Tüneli ve Metro Sistemi Fizibilite Çalışması ve Avan Projesi Mühendislik Hizmetlerine başlandı.
- 1999** : JBIC ile Marmaray'a yönelik kredi anlaşması imzalandı.
- 2002** : Marmaray Projesi Müşavirlik Hizmeti ile jeoteknik ve Batimetrik etütler ve derin deniz sondajları başladı.
- 2003** : Marmaray BC1 etabının ihalesi yapıldı.
- 2004** : Marmaray Projesi temeli atıldı. CR1 kısmı için Avrupa Yatırım Bankasından alınan ilk dilim kredi yürürlüğe girdi.
- 2006** : Marmaray CR1 kısmı için Avrupa Yatırım Bankasından alınan ikinci dilim

kredi yürürlüğe girdi. TBM ler(Tünel Açma Makinaları) delme işlemine başladı.

- 2007** : Marmaray BC1 işi ile ilgili olarak imalatı tamamlanan ilk batırma tüp tünel elemanı(E11 nolu eleman) Üsküdar tarafında Boğaz tabanında kazılan hendeğe 24 Mart 2007 tarihinde yerleştirildi.
- 2008** : Marmaray BC1 kapsamında 7. Batırma tüp tünel elemanı(E5 nolu eleman) 01.Haziran.2008’de boğaza yerleştirildi. CR2(Marmaray Demiryolu Araç İmali) ihalesi yapıldı.
- 2009** : Marmaray BC1 işi kapsamında Ayrılıkçeşme’den kazı yapmaya başlayan TBM Üsküdar Makas Tüneline ulaştı.
- 2010** : Marmaray CR1 işini yürüten AMD(Alstom-Marubeni-Doğuş) Konsorsiyumu işi bıraktı.
- 2011** : Marmaray Projesi kapsamında 26.Şubat.2011’de Tünellerle Avrupa ve Asya Yakası birleştirildi, CR3 İhalesi yapıldı.
- 2012** : 14.Ocak.2012’de Ayrılıkçeşme’de Başbakan tarafından Marmaray’ın ilk ray kaynağı törenle yapıldı.

1.2.2.3 İstanbul’un nüfusu, işgücü, yolculuk ve boğaz geçiş talebi

a-Nüfus

İstanbul’un 1960’lı yıllardan bu yana nüfus değişimi incelendiğinde, 1960-1990 arasında 5 yıllık aralıklarla düzenli olarak yapılan nüfus sayımı sonuçlarına göre, ilk ciddi nüfus artışının Boğaziçi Köprüsü’nün kullanıma açıldığı 1970-1975 yılları arasında (885.556 kişi) ve ikinci en büyük nüfus artışının da Fatih Sultan Mehmet Köprüsü’nün kullanıma açıldığı 1985-1990 yılları arasında (1.466.205 kişi) olduğu görülmektedir. Sonraki nüfus sayım yılları beşer yıllık aralıklarla yapılmadığından, 1990 sonrası ile öncesi ortak bir zaman dilimi üzerinden karşılaştırma yapılamamaktadır. Ancak yıl bazlı tahmini nüfus artışları dikkate alındığında Boğaziçi

ve Fatih Sultan Mehmet Köprülerinin yapım dönemlerinde, ciddi yıllık nüfus artışlarının olduğu gözlenmektedir(Tablo 1.1). Üçüncü Boğaz Köprüsü'nün yapılması durumunda, İstanbul'un nüfusunun en az 3.000.000 daha artacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 1.1 : Nüfus sayımı sonuçları

Sayım Yılı	Türkiye	İstanbul	Dönemsel nüfus artışı (Yıllık %)	
			Türkiye	İstanbul
1960	27.754.820	1.882.092	-	-
1965	31.391.421	2.293.823	2,62	4,37
1970*	35.605.176	3.019.032	2,68	6,32
1975*	40.347.719	3.904.588	2,66	5,86
1980	44.736.957	4.741.890	2,18	4,28
1985**	50.664.458	4.815.506	2,64	0,31
1990**	56.473.035	7.309.190	2,29	10,35
1997	62.865.574	9.529.359	1,62	4,34
2000	67.803.927	10.018.735	2,62	1,71
2007	70.586.256	12.573.836	0,59	3,64
2009	72.561.312	12.915.158	1,40	1,35
2010	73.722.988	13.255.685	1,60	2,63
2011	74.724.269	13.624.240	1,36	2,78

Kaynak; TÜİK 2011

* Boğaziçi Köprüsü açılış dönemi(Açılış Tarihi 29 Ekim 1973),

** Fatih Sultan Mehmet Köprüsü açılış dönemi(Açılış Tarihi 3 Temmuz 1988)

İstanbul'un kent olarak hızlı büyümesinin yanında 1975 ve 1990 yılındaki nüfus artışına bakıldığında bu değerlerin 1985 nüfus değerlerinden farklı olduğu görülmektedir. Bu değişimler İstanbul'un il sınırları içindeki büyümesinin, giderek kentin kanatlarına yayıldığını göstermektedir. Bu aşamadan sonraki evrede kentin kırsal kesimlerindeki nüfus artışı sonucunda kentsel alanın büyümesi, kentsel alanda yoğunluk artışı ve Gebze-Silivri hattı dışında yoğun bir konut-işyeri uzantısının İstanbul yerleşik alanına eklenmesi gelmektedir. İstanbul Nüfusunun *Gebze dahil* olmak üzere yıllara göre yaka bazlı dağılımı ile gelecek projeksiyonu Tablo 1.2'de gösterilmektedir.

Tablo 1.2 : Yıllara göre yakalararası nüfus dağılımı ve gelecek projeksiyonu (2015 ve 2025 Yılı güncellenmiş)(*) (Gebze Dahil)

	2009	2014	2015*	2018	2023	2025*
Anadolu	5.052.326	5.358.872	5.420.181	5.818.690	6.585.056	6.891.602
Avrupa	8.341.339	8.799.471	8.891.097	9.486.670	10.632.000	11.090.132
TOPLAM	13.393.665	14.158.343	14.311.279	15.305.360	17.217.056	17.981.734

Kaynak : 2010 Yılı İstanbul Metropoliten Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı Çalışması.

b-İşgücü

Türkiye’de çalışan nüfusun % 18,2’si İstanbul’da istihdam edilmektedir. (TÜİK,2012). Bu bakımdan İstanbul’un hem ülke, hem de bölgesel ölçekteki ekonomik gücü ve etki alanının önemi tartışılmazdır. İstanbul’da yıllar itibari ile çalışan nüfusun toplam nüfusa oranı (aktivite oranı) Tablo 1.3.’de gösterilmektedir. Buna göre 1970–2000 yılları arasında bu oran % 36 ila %32 arasında değişmektedir. Çevre Düzeni Planı ile aktivite oranının 2023’e kadar %35’e, uzun vadede ise %40’a çıkması öngörülmektedir. (*)

Tablo 1.3 : Yıllara göre aktivite oranları

Yıl	Aktivite Oranı (%)	Çalışan Nüfus
1970	36	1.085.655
1975	36	1.403.471
1980	33	1.563.939
1985	32	1.873.597
1990	35	2.539.963
2000	32	3.471.400
2006	31	3.677.000
2008	31	3.923.000
2010	33	3.947.000
2011	32	4.211.000
2023	35	5.600.000

Kaynak: Çevre Düzeni Planı Raporu 2009 ve TÜİK,2011

Yıllara göre istihdam dağılımı Tablo 1.4'te gösterilmektedir. Burada verilen sayılara Gebze ilçesi de dahil edilmiştir.

Tablo 1.4 : Yıllara göre istihdam değerleri

	2006	2009	2014	2018	2023
Anadolu	1.179.884	1.137.215	1.391.337	1.772.520	2.407.824
Avrupa	2.780.433	2.679.882	2.931.627	3.309.245	3.938.608
TOPLAM	3.960.317	3.817.097	4.322.964	5.081.765	6.346.432

Kaynak : İUAP Çalışması, 2010

Nüfus ve istihdam verileri bir arada değerlendirildiğinde aşağıdaki iki temel sonuca ulaşılmaktadır:

Mevcut durumda olduğu gibi 2023 yılında da nüfusun %38'i Anadolu, %62'si Avrupa Yakasında ikamet edecektir. Buna karşılık mevcut işgücünün %30'u Anadolu, %70'i Avrupa Yakası'nda istihdam edilirken; 2023 yılında bu oran %38 Anadolu, %62 Avrupa şeklinde değişecektir(Kaynak: İUAP Çalışması, 2010).

Bu şu anlama gelmektedir. Yakalar arası geçiş(Boğaz geçişi) trafiğin asıl yükünü oluşturacağından Marmaray ulaşım sistemi yoğun bir şekilde kullanılacaktır.

c-İstanbul Geneli Yolculuk Talebi Tahmini

Tablo 1.6'da İstanbul geneli için 2006,2009 yılı gerçekleşen ve 2023 yılı tahmini yolculuk talepleri görülmektedir. Toplam yolculuk sayısının 2023 yılında 2006 yılına göre 1,67 katına çıkacağı, kişi başına yolculuk sayısının(yaya yolculuğu dahil) ise 1,74'ten 2,03'e çıkacağı tahmin edilmektedir. Nüfus ve yolculuk verileri İstanbul il sınırları ve Gebze ilçesini içermektedir.

Tablo 1.5 : İstanbul 2006, 2009 Yılı gerçekleşen ve 2023 Yılı günlük yolculuk talebi(Gebze dahil)

Yıl		Toplam
2006	Nüfus	12.009.007
	Yolculuk	20.924.133
	Yolculuk/kişi	1,74
2009	Nüfus	13.393.665
	Yolculuk	24.271.995
	Yolculuk/kişi	1,81
2023	Nüfus	17.217.056
	Yolculuk	35.027.482
	Yolculuk/kişi	2,03
2023/2006	Yolculuk	1,67

Kaynak : IUAP Çalışması, 2010

d-Marmaray Projesi İçin Mevcut Ulaştırma Tahmin Çalışmaları

1-Yolculuk tahminleri:

Son on beş yıl içerisinde, Marmaray Projesi şehir trafiği tahmini için üç yolculuk sayımı çalışması yapılmıştır:

1. Ulaştırma Bakanlığı (DLH) Çalışması (1997).
2. Gerçek, H., Demir, O. (2003), Marmaray Projesi Trafik Tahminleri.
3. Gerçek, H., Demir, O. (2004), Planlanmış Raylı Taşıma Projeleri ve 2025 yılı için güncellenmiş arazi-kullanım verileri ile Marmaray Projesi trafik tahminleri.

Ulaştırma Bakanlığının Ulaşım Talebi Tahmini Çalışmasının(1997–98) ana girdi ve çıktıları ile Gerçek, H., Demir, O.'in (2003) güncellenen çalışması Tablo 1.6'da özetlenmiştir.

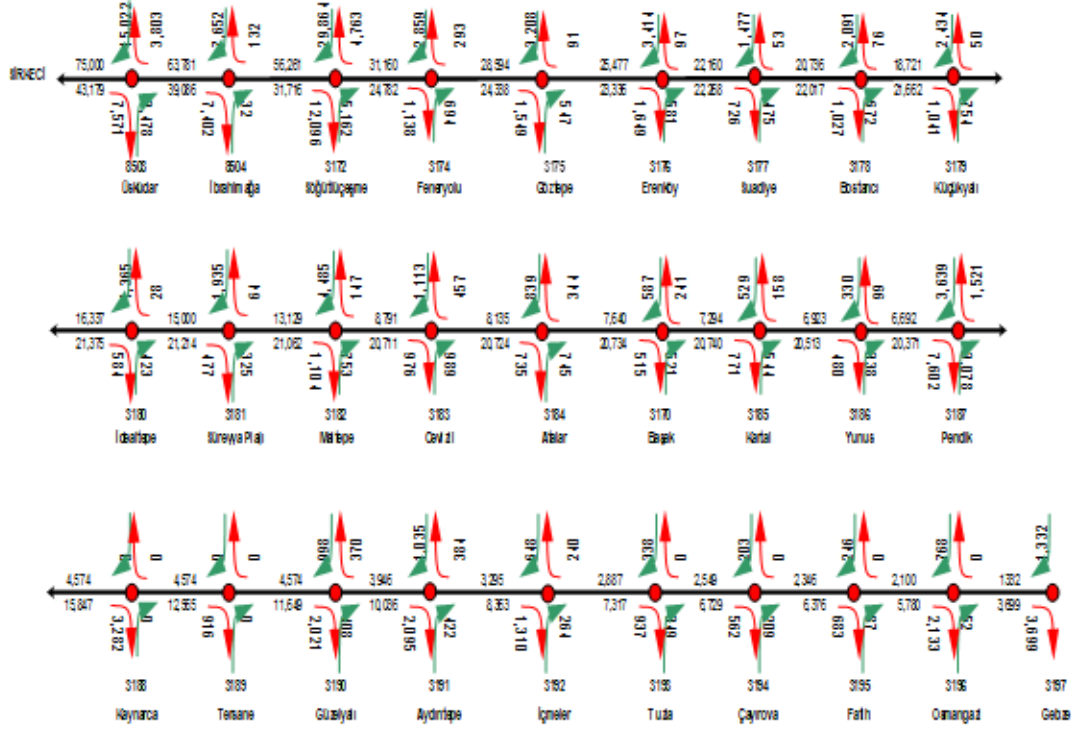
Tablo 1.6 : Ulaştırma çalışmaları tahminlerinin karşılaştırılması

	Çalışma	Ulaştırma Bakanlığı-DLH	IUAP (İstanbul Ulaşım Ana Planı) (Güncellenmiş)
	Yıl Ulaşım Modeli Bölge Sayısı	1997-98 Tranplan 177	2003 Tranplan 211
Nüfus Tahmini	Nüfus(2015) Çalışan Nüfus(2015) Öğrenciler(2015) Çalışan Nüfus Oranı(%) Öğrenci Oranı(%)	13.413.078 5.841.214 590.480 43.5 4.4	14.726.710 5.556.920 2.560.628 37.7 17.4
Seyahat	Seyahat Oranı Günlük Toplam Motorlu Seyahat Yoğun Saat Oranı(%)	1,11 14.888.517 9.5	1,23 18.113.853 10
Bilet Ücreti Sistemi	Yıllık Dönüşüm Faktörü(Yıl/Gün) Bilet Ücret Taban Fiyatı(\$) Bilet Ücreti Yapısı	330 0.6 Tek fiyat	320 0.6 Tek fiyat
2015 Yılı Trafik Talebi	Günlük Proje Trafiği(2015) Günlük BC Trafiği(2015) Günlük Yerel Trafik(2015) Proje Trafiği/Toplam Trafik Oranı(%) BC üzerinde Azami Yoğun Saat Yüğü	2.169.092 1.093.579 1.026.421 14.2 65.337	1.498.030 987.030 511.000 8.3 75.000
2025 Yılı Trafik Talebi	Günlük Trafik(2025) Trafik Artışı(2015-2025)(%)	2.423.393 14.3	1.685.860 12.5

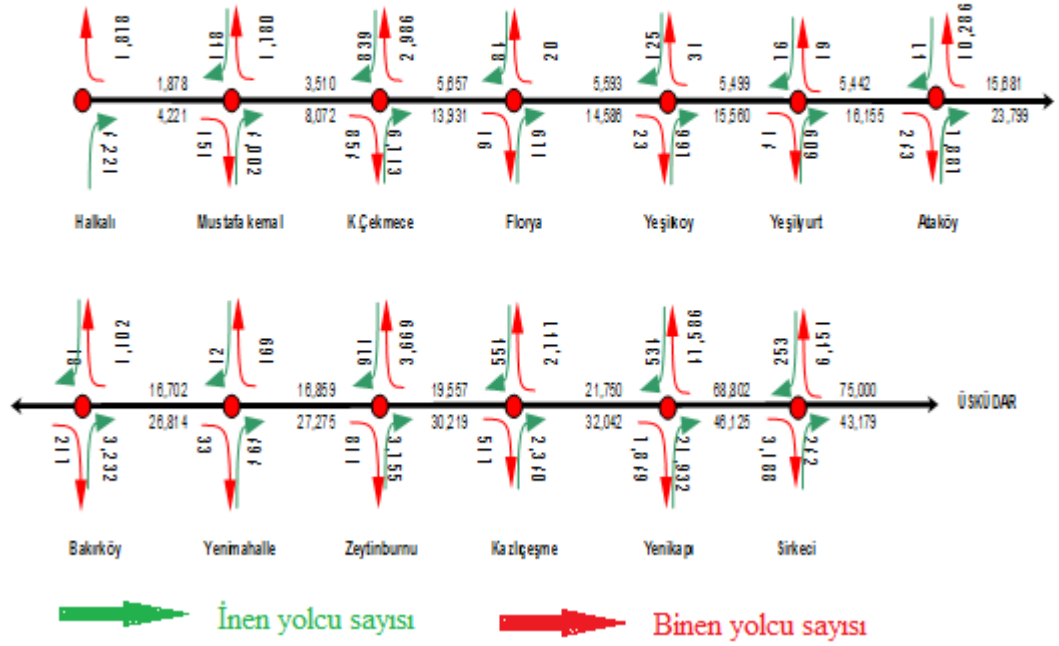
Kaynak: SAPI Çalışması s.3-1

Tablo 1.7 : İstanbul 2025 hedef yılı MARMARAY yolculuk talepleri

MARMARAY RAYLI SİSTEM HATTI(ANADOLU YAKASI) SABAH
ZİRVE SAAT YOLCULUKLARI(2025 YILI)



**MARMARAY RAYLI SİSTEM HATTI AVRUPA YAKASI SABAH
ZİRVE SAAT YOLCULUKLARI(2025 YILI)**



Kaynak: Gerçek ve Demir 2004

Tablo 1.8 : Marmaray olası ücret tarifeleri

Yılı	Tek Fiyatlı Tarife			BC* için Çift Tarife		
	BC(yolcu)	CR3(yolcu)	Toplam(yolcu)	BC(yolcu)	CR3(yolcu)	Toplam(yolcu)
Günlük Trafik						
2015	987.030	511.000	1.498.030	741.400	511.000	1.252.400
2023	1.150.892	611.668	1.762.560	1.150.892	435.964	1.586.856
Yıllık Trafik						
2015	315.849.600	163.520.000	479.369.600	237.248.000	163.520.000	400.768.000
2023	368.285.440	195.733.760	564.019.200	368.285.440	139.508.480	507.793.920

Kaynak: SAPI çalışması s. 3-10

*: BC trafik, Marmaray Projesinde boğazı geçen yolcuları belirtir.

Ayrıca Tablo 1.10'da belirtilen sayıda tren çalıştırılması ön görülmektedir. Öngörülen ana hat yolcu trenleriyle yukarıda belirtilen banliyö yolcularının dışında 2030 Yılı tahminlerine göre 12.835.375 anahat (YHT yolcuları dahil) yolcusu taşınacaktır.

2- Yük Tahminleri:

Marmaray Projesi için detaylı bir yük tahmini yapılmamıştır. Ancak aşağıda Sirkeci-Haydarpaşa arası TCDD'nin feribotlarla taşıdığı yük miktarı, vagon sayısı ve sefer sayısı yıllar itibariyle Tablo 1.9'da verilmiştir. Feribotlarla Yakalar arası yıllık ortalama 1.000.000 netton/yıl yk taşıması yapılırken, 2023-2030 Yılları projeksiyonunda Marmaray'ın işletmeye açılmasıyla birlikte bu kapasite, 10 kat artarak günlük 42 yük treni ile 10,7 milyon ton yük taşınmasının sağlanması n görülmektedir.

Marmaray Hatlarında işletilecek banliyö, anahat yolcu ve yk tren sayıları Tablo 1.10'da verilmiştir.

Tablo 1.9 : TCDD feribotları ile yakalararası taşınan yük miktarı

YILLAR	FERİBOT SEFER SAYISI	TOPLAM FERİBOT YÜKÜ	
		TOPLAM	
		VAGON	TON
1990	2.316	22.022	601.835
1995	2.924	31.416	899.932
2000	3.302	27.162	1.008.536
2005	3.392	24.019	995.559
2010	3.400	29.386	1.121.978
2011	3.547	29.740	1.195.334

Kaynak: TCDD 1.Bölge Yük Müdürlüğü, 2012

Tablo 1.10 : Marmaray Hatlarından işletilebilecek günlük tren sayıları

06.00-24.00 saatleri arasında	590 Marmaray banliyö treni
06.00-24.00 saatleri arasında	84 TCDD yolcu treni (Pik saatlerin dışında 14 saatte)
05.00-06.00/24.00-01.10 saatleri arasında	60 TCDD yolcu/yük treni
01.10-03.00 saatleri arasında	48 Uluslararası yolcu/yük treni
03.00-05.00 saatleri arasında	8 TCDD yk treni(Tp güzergahında, bakım esnasında tek hat işletmesine tabi yoldan geçecek)
GÜNLÜK TOPLAM	790 Tren

Kaynak: erene, Marmaray Kapasite Raporu 2006

2. MARMARAY PROJESİ GENEL BİLGİLERİ

2.1 PROJENİN ADI, SAFHALARI ve TANITIMI

Projenin adı Boğaz Demiryolu Geçidi, banliyö hatlarının yenilenmesi kısmı ise üçleme projesi adı ile anılırken, proje sorumlusunun DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü olmasından sonra projenin adı Marmaray Projesi olarak anılmaya başlanmıştır.

Halkalı'dan Gebze'ye kesintisiz ulaşım imkanı sağlayacak olan Marmaray Projesi 4 aşamadan oluşmaktadır:

- 1-Mühendislik ve Müşavirlik Hizmeti alım aşaması,
 - 2-Demiryolu Boğaz Tüp Geçiş Aşaması, Tüneller ve İstasyonlar İnşaatı (BC1-*Bosphorus Crossing-Boğaz Geçiş*),
 - 3-Gebze-Haydarpaşa, Sirkeci-Halkalı Banliyö Hatlarının İyileştirilmesi; İnşaat, Elektrik ve Mekanik Sistemler (eski adıyla CR1, yeni adıyla CR3-*Commuter Rail Track Component*)Aşaması Temini
 - 4-Demiryolu Araçları(CR2-*Commuter Rail Rolling Stock*) Aşaması
- Yukarıda belirtilen her bir aşama için ayrı ayrı ihale yapılmıştır.

Projenin BC1 kısmı; çift hatlı olmak üzere, 13,6 km.dir. 1,4 km.lik kısım batırma tüp tünel olup; kalan diğer kısım yaklaşma tünelleridir. BC1 kısmı batıdan doğuya kilometre bazında aşağıdaki gibi detaylanmaktadır:

- a)-Km 0+000 ile km 1+200 arasında aç-kapa yapıları
- b)-Km 3+695 ile km 4+080 arasında Yenikapı İstasyonu
- c)-Km 6+225 ile km 6+470 arasında Sirkeci Yeraltı İstasyonu
- d)-Km 7+423 ile km 8+794 arasında Batırma Tüp Tünel
- e)-Km 9+550 ile km 9+870 arasında Üsküdar İstasyonu
- f)-Km 13+420 ile km 13+860 arasında İbrahimağa İstasyonu ile son bulmaktadır.

Projenin CR3 adı verilen kısmı; Avrupa Yakasında Kazlıçeşme-Halkalı ile Asya Yakasında Söğütluçeşme-Gebze arası üç hatlı olarak istasyonlar, yolcu hizmet birimleri

ile beraber yeni demiryolu yapımı, Gebze-Halkalı arası tüm hattın elektro-mekanik sistemlerinin(sinyalizasyon ve elektrifikasyon sistemleri) imalini,

Projenin CR2 olarak adlandırılan kısmı; 24 adet 5 vagonlu, 30 adet 10 vagonlu, toplam 440 vagon olmak üzere 54 metro dizisi teminini kapsamaktadır.

Marmaray Projesinin hayata geçirilmesiyle; İstanbul Metropol bölgesi dahilinde tamamen iyileştirilmiş bir banliyö demiryolu sistemi oluşturulacak ve Boğaz Geçişi kapsamında inşa edilmekte olan (ikiz hat - T1 ve T2) tünellerle de, şehrin Avrupa ve Anadolu Yakası arasında kesintisiz ulaşım hizmeti sağlanacaktır. İyileştirilecek olan Banliyö Hattı sistemi şehirlerarası yolcu ve yük taşıma hizmetlerinde de kullanılacaktır.

İşletme döneminde Boğazın iki yakasındaki yüzeysel demiryolu kesitleri, 3 hatta çıkarılacak; T1 ve T2 hatları ağırlıklı olarak banliyö işletmeleri için ve T3 hattı bekleme ve geçiş hatları(saydingler) aracılığıyla çift yönlü şehirlerarası yolcu treni işletmeleri için kullanılacaktır. Yük trenleri, sadece banliyö işletmesinin yapılmadığı saatlerde (gece yarısından 05.00'e kadar) çalışacak, ancak her üç hatta da çalışmasına imkan tanınacak şekilde tasarlanacaktır.

Ancak, TCDD'nin mevcut banliyö işletmesinin giderek artan yolcu talebi dikkate alındığında, Yüklenici tarafından hazırlanacak hizmet tarifelerinin karma trafiğe imkan tanınması durumunda, acil durumlarda ve/veya kaçınılmaz bakım durumlarında şehirlerarası yolcu trenlerinin Boğaz'ın her iki yakasındaki hemzemin kesitlerde T1 ve/veya T2 hatlarını kullanmasına imkan sağlanacaktır.

Yukarıda belirtilen işletme şartlarında, Gebze ve Halkalı alanlarında ve aynı zamanda Boğaz geçişinin girişlerinde T3 ile T1 ve/veya T2 hatları arasında şehirlerarası trenlerin aktarılabilmesi için düzenleme yapılacaktır.

2.2 PROJENİN AMACI VE HEDEFİ

Bu proje(Marmaray Projesi)nin amacı, İstanbul'da 1984 yılından bu yana gerçekleştirilen, yapımı devam eden ve planlanan raylı sistemlerle “Boğaz Demiryolu Geçişi”ni entegre edecek; İstanbul mücavir alanı içerisinde entegre bir raylı toplu taşıma sistemi meydana getirmektir.

Marmaray Projesi ve diğer raylı sistem projelerinin entegrasyonu sayesinde aşağıdaki hedeflere ulaşılabacaktır:

- a)**-İstanbul Metrosu ile Yenikapı'da entegrasyon sağlanarak, Yenikapı, Taksim, Şişli, Levent, Ayazağa'ya yolcuların güvenilir, hızlı ve konforlu bir toplu taşıma sistemi ile seyahat etmesi sağlanacaktır.
- b)**-İnşaatı devam etmekte olan Kadıköy-Kartal Metro hattı, Üsküdar'da Üsküdar-Ümraniye Hattı, Yenikapı'da İstanbul Metro Hattı gibi diğer raylı sistemler ile entegrasyon sağlanacaktır.
- d)**-Kent ulaşımı içinde Raylı Sistemlerin payı artacaktır.
- e)**-En Önemlisi Avrupa ile Asya'yı demiryolu ile birbirine bağlayarak yakalar arasında yüksek kapasiteli toplu taşıma imkanı sunulacaktır.
- f)**-Tarihi ve kültürel çevrenin korunmasına katkı verecektir.
- g)**-Boğazın genel yapısında bir değişikliğe yol açılmayacak, deniz ekolojik yapısı korunacaktır.
- h)**-Marmaray Projesinin hizmete girmesi ile Gebze-Halkalı arasında 2-10 dakikada bir sefer yapılacak ve bir yönde saatte 75.000 yolcu taşıma kapasitesine ulaşılabacaktır.

i)-Gebze - Halkalı arası seyahat süresi 180 dakikadan 105 dakikaya, Bostancı - Bakırköy arası 37 dakikaya, Söğütlüçeşme ve Yenikapı arası 12 dakikaya, Üsküdar - Sirkeci arası 4 dakikaya inerek, yolculuk süresi kısılacaktır.

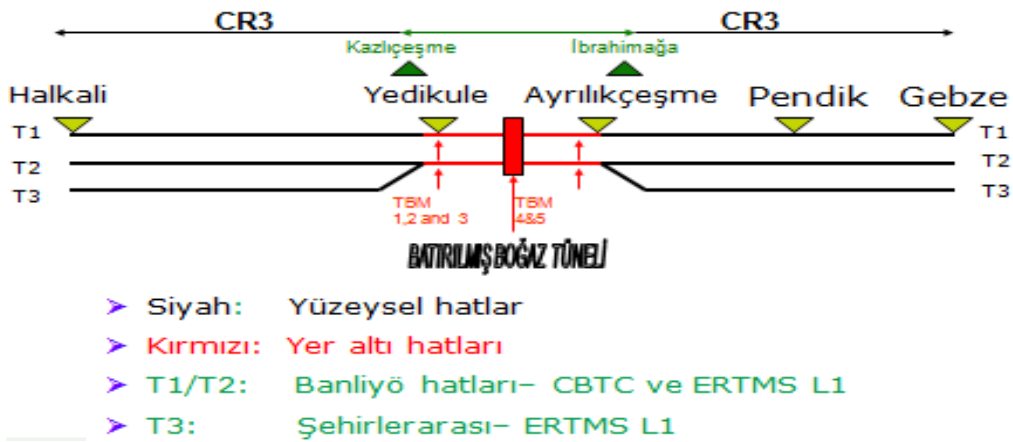
j)-Mevcut Boğaz Köprülerinin yükü hafifleyecektir.

k)-İş ve kültür merkezlerine kolay, rahat ve çabuk ulaşım sağlayarak kentin değişik noktalarını birbirlerine yaklaştıracak ve kentin ekonomik yaşamına da canlılık katacaktır.

2.3 PROJENİN GÜZERGAHI

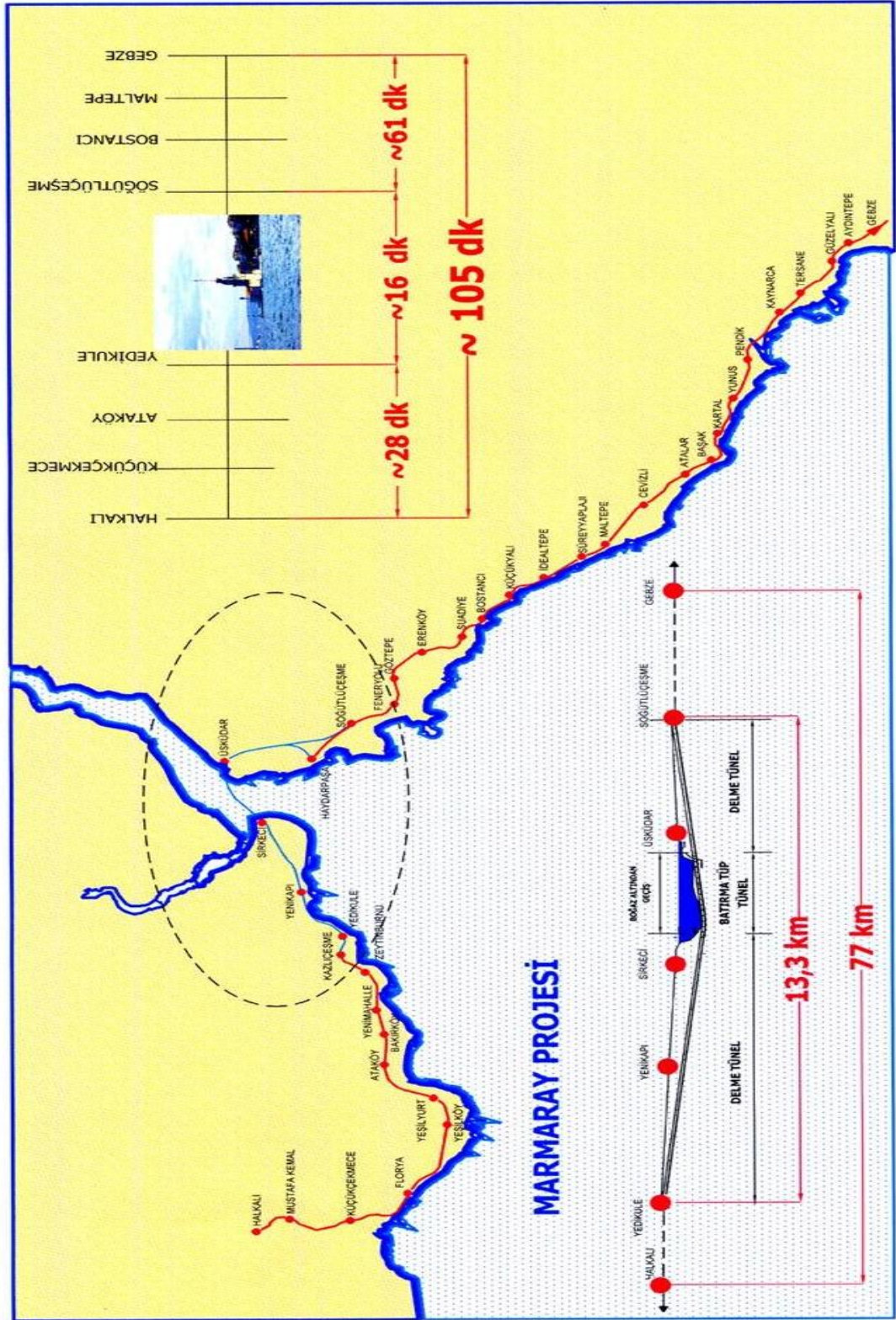
Proje Avrupa Yakasında Halkalı'dan Kazlıçeşme'ye kadar üç hatlı olarak banliyö hat ekseninde devam ederek mevcut Kazlıçeşme İstasyonundan itibaren iki hatlı olarak yaklaşma tünellerine girerek, Sirkeci'den sonra Gülhane civarında yaklaşma tünelleri batırma tüp ile buluşmakta, 1,4 km.lik batırma tüp boğaz tabanına yatırılarak Kız Kulesi civarında Asya Yakasındaki yaklaşma tünelleri ile buluşmaktadır. Asya Yakasında Kadıköy İbrahimağa'da yüzeye çıkıp, Söğütlüçeşme'den sonra tekrar mevcut banliyö güzergahını takip ederek üç hatlı olarak Gebze'ye kadar devam etmektedir. Projenin toplam uzunluğu, 76,3 km.dir(Şekil 2.1 ve 2.2).

Şekil 2.1 : Marmaray hat şeması



Kaynak: Dimetronik Eurasia Rail Fuarı sunumu, 2012

Şekil 2.2 : Marmaray Güzergahı



Kaynak: Avrasya, 2012

2.4 PROJENİN YÜRÜTÜLMESİNDEN SORUMLU OLAN KURULUŞLAR

Daha önceki adı Ulaştırma Bakanlığı olan Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı 26.09.2011 tarihli 655 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile yeniden yapılandırılmıştır:

Bu yeni yapılandırmaya göre projeden sorumlu kuruluşlar aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

2.4.1 Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü-Yatırımcı Kuruluş'un Tanıtımı

Projenin uygulanmasından sorumlu olan kuruluş, eski adıyla Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü(DLH) yeni adıyla Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'dür. Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'na karşı sorumludur. Bu Genel Müdürlüğün tarihi gelişimi özetle şöyledir:

1972 yılında "Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü", 1977 yılında; Demiryollar İnşaatı Genel Müdürlüğü, Limanlar İnşaatı Genel Müdürlüğü, Hava Meydanları ve Akaryakıt Tesisleri İnşaatı Genel Müdürlüğü olmak üzere üç ayrı Genel Müdürlüğe ayrılmıştır. 1983 yılında üç Genel Müdürlük birleştirilerek "Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü" adını almıştır.

Yapımcı Kuruluş "Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü" (DLH) ile işletmeciler kuruluşların tek bir bakanlık bünyesinde yer almasının yatırımların tespiti ve gerçekleştirilmesinde daha olumlu sonuçlar vereceği düşünülerek Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında 182 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamede değişiklik yapan 19.11.1986 tarih ve 3322 sayılı Kanunla Genel Müdürlük, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'ndan, Ulaştırma Bakanlığına devredilmiştir.

Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğünün görevleri Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında 655 Sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin 15. maddesinde belirtildiği şekliyle şunlardır:

- a) Devletçe yaptırılacak demiryolu altyapısı, limanlar, barınaklar, kıyı yapıları, hava meydanlarının plan ve projelerini hazırlamak veya hazırlatmak ve onaylamak.
- b) (a) bendinde belirtilen ulaştırma altyapılarının inşaatını yapmak veya yaptırmak, yapımı tamamlananları ilgili kuruluşlara devretmek.
- c) Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler, il özel idareleri, gerçek ve tüzel kişilerce yaptırılacak (a) bendinde yazılı ulaştırma altyapılarının proje ve şartnamelerini incelemek veya incelettirmek ve onaylamak.
- ç) Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler, il özel idarelerinin metro ve şehir içi raylı ulaşım sistemi kurma taleplerini değerlendirmek ve uygun olanlarını Bakanlar Kurulunun iznine sunmak.
- d) Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler ve il özel idareleri tarafından yaptırılacak metro ve şehir içi raylı ulaşım sistemlerinin proje ve şartnamelerini incelemek veya incelettirmek ve onaylamak.
- e) (a) bendinde yazılı ulaştırma altyapıları ile metro ve şehir içi raylı ulaşım sistemlerinin standartlarını ve bunlarla ilgili birim fiyatları belirlemek.
- f) Bakanlar Kurulunca yapımının üstlenilmesine karar verilen metro ve şehir içi raylı ulaşım sistemleri ve bunlarla ilgili tesislerin ilgili kuruluşlarla işbirliği yaparak plan, proje ve programlarını hazırlamak, hazırlatmak, incelemek, incelettirmek ve bunları yapmak veya yaptırmak.
- g) Deniz altından ulaşımı ve haberleşmeyi sağlayıcı altyapı projelerini yapım ve işletim modelleri de geliştirerek planlamak, bu altyapılarla ilgili proje ve şartnameleri hazırlamak, hazırlatmak, incelemek, incelettirmek ve onaylamak, yapmak veya yaptırmak; yapımı tamamlananları ilgili kuruluşlara devretmek ve işletme esaslarını belirlemek.

ğ) Denizleri, gölleri, nehirleri birbirine bağlayarak su yolu işlevi görecektir kanal ve benzeri altyapı projelerini yapım ve işletim modelleri de geliştirerek planlamak, bu altyapılarla ilgili proje ve şartnameleri hazırlamak, hazırlatmak, incelemek, incelettirmek ve onaylamak, yapmak veya yaptırmak; yapımı tamamlananları ilgili kuruluşlara devretmek ve işletme esaslarını belirlemek.

h) Denetim yapmak veya yaptırmak amacıyla gerekli her türlü fiziki ve teknik altyapı ve tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek, işlettirmek ve bunları denetlemek.

ı) Bakan tarafından verilen benzeri görevleri yapmak.

Genel Müdürlüğe bağlı taşra teşkilatında DLH Marmaray(İstanbul) Bölge Müdürlüğü yapılandırılarak, Marmaray Projesini yürütmek üzere görevlendirilmiştir.

2.4.2 Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi(TCDD) Genel Müdürlüğü-İşletmecisi Kuruluş'un Kısa Tarihçesi ve Tanıtımı

Türkiye'de ilk demiryolu, 1856 tarihinde bir İngiliz şirketine verilen imtiyazla, İzmir - Aydın arasında inşa edilmiş, 130 km. uzunluğundaki bu hattın yapımı 1866'da tamamlanabilmiştir.

İmtiyaz verilen başka bir İngiliz şirketi tarafından yapılan İzmir - (Kasaba) Turgutlu - Afyon hattı ile Manisa - Bandırma hattının 98 km.lik kısmı da 1865 yılında tamamlanarak işletmeye açılmış, hattın kalan bölümleri ise sonraki yıllarda tamamlanmıştır. 1869 yılında yapım imtiyazı Baron Hirsch'e verilen 2.000 km.lik şark demiryollarının milli sınırlar içinde kalan 336 km.lik İstanbul - Edirne ve Kırklareli - Alpullu kesiminin 1888'de bitirilerek işletmeye açılmasıyla da İstanbul Avrupa demiryollarına bağlanmıştır.

Anadolu'da yapımı tasarlanan demiryollarının devlet eliyle inşaatı düşünülmüş ve 1871 tarihinde çıkarılan bir irade ile Haydarpaşa - İzmit hattının yapımına başlanılmış ve emaneten üç bölümde yapılan 91 km.lik hat 1873 yılında bitirilmiştir. Ancak bundan sonra mali imkânsızlıklar nedeniyle yapımına devam edilemeyen Anadolu Demiryolları

ile Bağdat ve Cenup Demiryollarının yapımları Alman sermayesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde Cumhuriyet döneminde önce çeşitli yabancı şirketler tarafından inşa edilerek işletilen demiryollarının yaklaşık 4000 km.lik kısmı Cumhuriyetin ilânı ile çizilen milli sınırlar içerisinde kalmıştır. 24.5.1924 tarihinde çıkarılan 506 Sayılı Kanun'la bu hatlar millileştirilmiş ve "Anadolu-Bağdat Demiryolları Müdüriyeti Umumiyesi" kurulmuştur. Demiryollarının yapımı ve işletilmesinin bir arada yürütülmesi ve daha geniş çalışma imkanları verilmesini sağlamak amacıyla çıkarılan 31.5.1927 tarih ve 1042 Sayılı Kanun'la "Devlet Demiryolları ve Limanları İdare-i Umumiyesi" adını almıştır.

1953 yılına kadar katma bütçeli bir devlet idaresi şeklinde yönetilen Kuruluş, 29.7.1953 tarihinden itibaren 6186 Sayılı Kanun'la "Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD) adı altında Kamu İktisadi Devlet Teşekkülü haline getirilmiştir. 233 sayılı KHK(1985) ile "Kamu İktisadi Kuruluşu" hüviyetini almıştır.

Kuruluşun, ana statüsünde belirtilen ve ana başlıklar itibariyle :

Devletçe kendisine verilen demiryolları, liman, rıhtım ve iskeleleri işletmek, genişletmek ve yenilemek,

Kanun, tüzük, yönetmelikler ile kalkınma ve yıllık programlar çerçevesinde bağlı ortaklarını ve iştiraklerini yönlendirmek ve bunlar arasında koordinasyonu sağlamak,

Tamamlayıcı işler olarak gerektiğinde; Demiryolları taşımacılığını tamamlayıcı nitelikteki, feribot dahil her türlü deniz ve kara taşıma işlerini yapmak,

Çeken ve çekilen araç ve gereçler ile benzerlerini yapmak ve yaptırmak; görevlerinin gerektirdiği ambar, antrepo, depo ve benzeri tesisler ile yolcu ihtiyaçları için gerekli tesisleri kurup işletmek, Yurtiçinde ve dışında yapılmakta ve yapılacak olan, demiryolu inşaatlarını yalnız başına veya ortaklık halinde üstlenmek,

Faaliyet konulan ile ilgili olarak Bakanlar Kurulu tarafından verilen görevleri yapmakla yükümlü bulunmaktadır.

2.5 PROJENİN UYGULAMA DÖNEMİ

Projenin temeli 2004 Yılında atılmıştır. Temel atma sürecinde, 2005 yılında banliyö hatlarının kapatılması varsayımı ile proje bitiş zamanı 2010 yılıdır. İhale süreçleri, özellikle arkeolojik kazıların uzaması ve CR1 müteahhidinin Nisan 2010 da işi bırakması ile CR2 tedarik süreçlerindeki gecikme nedeniyle projenin uygulama dönemi aşılmıştır. Bugün itibariyle projenin tamamlanması Haziran 2015’de ön görülmektedir. Marmaray Projesi’nin tüm bölümlerine ait faaliyet tablosu Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 : Faaliyet tablosu

İşin Adı	İhale Tarihi	Sözleşme Tarihi	Yer Teslimi	İşin Süresi	Verilen Süre Uzatımı	Öngörülen Bitiş Tarihi
Müşavirlik Hizmeti	28.08.2000	13.12.2001	14.03.2002	83 Ay	33 Ay	28Ekim 2013
BC1	03.10.2003	06.05.2004	27.08.2004	56 Ay	54 Ay	28 Ekim 2013
CR1	15.02.2006	28.03.2007	21.06.2007	1447 gün	632 gün	19.07.2010 fesih
CR2	12.03.2008	10.11.2008	25.12.2008	1981 gün	verilmedi	29.05.2014
CR3	28.02.2011	26.10.2011	03.11.2011	1324 gün	verilmedi	19.06.2015

2.6 PROJENİN SABİT YATIRIM TUTARI

Sabit yatırım tutarı etüd giderleri, mühendislik ve proje giderleri, lisans, patent, arazi bedeli, arazi düzenlemesi, hazırlık yapıları, inşaat işleri giderlerinden oluşmaktadır. Marmaray Projenin tüm inşaat ve tedarik kalemleri ihale edilmiş olup, sözleşme bedelleri Tablo 2.2’de verilmektedir.

Tablo 2.2 : Marmaray Projesinin sözleşme bedelleri

Projenin Safhaları	Sözleşme Bedeli (Euro)
Müh.ve Müşavirlik Hizm.	116.275.257
BC1	1.461.867.111
CR1-fesih	128.944.583
CR2	585.038.104
CR3	1.042.079.084
Toplam	3.334.204.139

Kaynak: Avrasya Ortak Girişimi, 2012

Not: 100 JPY=2,2300 TL, 1 AVRO=2,3184 TL ve 1 DOLAR= 1,7354 TL olarak hesaplanmıştır(2012 Yatırım Programı Döviz Kurları).

2.7 PROJENİN İŞLETME SERMAYESİ HESABI İÇİN BAZI GİDER KALEMLERİ

İşletme sermayesi projeyi tümüyle ya da kısmen işletmek için gereken kaynaklardan oluşur. İstanbul Boğazı Tüp Tüneli için işletme ve bakım maliyeti BC inşaat maliyetinin % 2'si olarak (53.625.000 Euro) varsayılmaktadır. İşletme sermayesi bazı masraf kalemleri - 2030 Yılı için (Tablo 1.10'da belirtilen tren sayılarına göre yaklaşık olarak hesaplanmıştır):

1. Enerji giderleri / Aylık: 7.000.000 TL(27.000 Mw/Ay)
2. Personel giderleri / Aylık: 8.000.000 TL(2000 personel)

2.8 ÜRETİLECEK HİZMETLER

Projenin işletmeye alındığında, üretilecek hizmetler; yolcu ve yük taşımacılığıdır.

a-Yolcu Taşımacılığı

Marmaray Projesi ile Gebze'den Halkalı'ya 2023 Yılında; saatte tek yönde maksimum 75.000, günlük çift ücretli tarife uygulanması durumunda 1.586.856, tek ücretli tarifenin

uygulanması durumunda ise 1.762.560 kent içi yolcunun kesintisiz taşınması ön görülmektedir. Ayrıca şehirlerarası ve bölgesel tren işletimi de olacaktır.

b-Yük Taşımacılığı

Sirkeci'den Haydarpaşa'ya TCDD feribotu ile taşınan yük vagonları Marmarayla birlikte banliyö taşımacılığına ara verilecek olan saat 00.00'dan 05.00'e kadar yük taşımacılığı için kullanılarak kesintisiz taşınacaktır.

2.9 ÖNGÖRÜLEN FİNANSMAN KAYNAKLARI

Marmaray Projesi kapsamındaki ihaleler; Japon Uluslararası İşbirliği Bankası (JBIC), Avrupa Yatırım Bankası ve Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası tarafından kredilendirilmiş olup, Uluslararası Müşavirler Birliği (FIDIC)'nin "Tasarım-Satınalma-Yapım (EPC)" ihale yöntemiyle yapılmaktadır.

2.9.1 JBIC ve Finansman Ortakları

Japon Uluslararası İşbirliği Bankası (JBIC), Ekim 1999'da Japon İhracat-İthalat Bankası (JEXIM) ve Japon Denizaşırı Ekonomik İşbirliği Fonunun (OEFC) birleşmesi sonucunda kurulmuştur. JBIC, Japonya'nın dış ekonomik politikası ve ekonomik işbirliğinin arkasındaki itici güçtür ve yönetim politikası, Japonya ve Dünya ekonomisinin güçlü bir şekilde kalkınmasına katkıda bulunmaktadır.

JBIC kuruluşunun operasyonları, iki ana faaliyet alanına bölünmüştür. İlk ana faaliyet, Japon Şirketlerinin uluslararası projelere katılımını destekleyen ve uluslararası finansal düzenin istikrarını sağlayan Uluslararası Finansal Operasyonlardır.

Diğer ana faaliyet alanı, Uluslararası Ekonomik İşbirliği Operasyonlarıdır. Bu operasyonların rolü, Resmi Geliştirme Yardımının arkasındaki itici güç olmaktır. Marmaray Projesi, Resmi Geliştirme Yardımı kredileri ile finanse edilen projeler grubuna girmektedir. Bu krediler, Japon Resmi Geliştirme Yardımının önemli bir ayağını oluşturmaktadır. Özel Sektör Yatırım Finansmanı, gelişmekte olan ülkelerdeki

özel şirketlerin faaliyetlerini desteklemek için sunulur. Uluslararası Ekonomik İşbirliği Operasyonları, Resmi Geliştirme Yardımı kredileri ve Özel Sektör Yatırım Finansmanı aracılığıyla, gelişmekte olan ülkelerin ekonomileri ve toplumlarında sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesine yardımcı olur.

2.9.2 EIB-Avrupa Yatırım Bankası

Avrupa Birliği yatırımlarının finansman kuruluşu olan Avrupa Yatırım Bankası (EIB) 'nın görevi, Üye ülkelerin entegrasyonu, dengeli kalkınması, ekonomik ve sosyal bütünlüğünün korunmasına ve sürdürülmesine katkıda bulunmaktır.

Bu amaçla EIB, Birliğin amaçları çerçevesinde, büyük projelerin finansmanına yönelik olarak yüksek miktarda fon kaynaklarını piyasalar için çok uygun şartlarda temin etmektedir.

Birlik dışında ise EIB, Avrupa kalkınma yardımı ve işbirliği politikaları çerçevesinde düzenlenen anlaşmalara mali destek verir(<http://www.marmaray.com.tr> 2011).

2.9.3 Mühendislik ve Müşavirlik Hizmetleri ile Boğaz Tüp Geçiş İnşaatı(BC1) Kredi Temini

Başlangıçta Mühendislik ve Müşavirlik Hizmetleri için 3,371 Milyar Japon Yeni ve Boğaz Tüp Geçiş İnşaatı(BC1) için 9,093 Milyar Japon Yeni olmak üzere toplam 12,464 Milyar Japon Yeni Kredi Anlaşması, Hazine Müsteşarlığı ile Japon Uluslararası İşbirliği Bankası (*JBIC/Japan Bank for International Cooperation*) arasında 17.09.1999'da imzalanmıştır. Bu kredi anlaşması, rekabete dayanan ihale yöntemiyle seçilecek olan bir uluslararası müşavirler grubunun teminini de kapsamaktadır. Kredinin 98,7 milyar Japon Yenlik ikinci dilimi 18.02.2005 tarihinde imzalanan mutabakat ile sağlanmıştır. Her iki dilim kredilerde 7,5 faizli 10 yıl geri ödemesiz 40 yıl vadeli bir finansman sağlanmıştır. BC1 sözleşmesi için 2006 yılında JICA(Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı) ile ikinci bir kredi anlaşması imzalanmıştır.

2.9.4 Gebze-Haydarpaşa, Sirkeci-Halkalı Banliyö Hatlarının İyileştirilmesi; İnşaat, Elektrik ve Mekanik Sistemler İnşaatı(CR1/CR3) Kredi Temini

Gebze-Haydarpaşa, Sirkeci-Halkalı Banliyö Hatlarının İyileştirilmesi; İnşaat, Elektrik ve Mekanik Sistemler İnşaatı(CR1/CR3) işine ait kredinin 650 milyon Avroluk kısmı Avrupa Yatırım Bankası (EIB)'ndan, 217 milyon Avro tutarındaki kredi ise Avrupa Konseyi Kalkınma Bankasından(CEB) temin edilmiştir.

2.9.5 Demiryolu Araçları İçin(CR2), Kredi Temini

Yapılan yolculuk etüdüleri proje için 440 araca ihtiyaç bulunduğunu göstermiştir. 440 aracın temini için 400 Milyon Avro'luk kredi ihtiyacı, Hazine Müsteşarlığı ile Avrupa Yatırım Bankası (EIB) arasında imzalanan sözleşme ile 2006 yılında sağlanmıştır. Değişken faizli nitelikte olan bu kredinin geri ödemesi 8 yıl sonra başlayacak, 6 aylık dönemler halinde yapılacaktır. Buna ilaveten 2010 yılında Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası(CEB) ile de kredi anlaşması yapılarak 170,1 milyon Avro kredi temin edilmiştir.

Bu güne kadar projenin tüm kısımları için temin edilmiş toplam kredi miktarları:

JIBIC(JICA) Kredisi	: 1.459.752.381 Avro
EIB Kredisi(1+2)	: 1.050.000.000 Avro
<u>CEB Kredisi</u>	<u>: 500.000.000 Avro</u>
TOPLAM	: 3.009.752.381 Avro

(Kaynak: Avrasya Ortak Girişimi, 2012)

2.10 PROJENİN EKONOMİK ÖMRÜ

Projenin ekonomik ömrü yüz yıldır.

2.11 İŞLETMEYE VERİLECEK HUKUKİ ŞEKİL-İSTANBUL BOĞAZI DEMİRYOLU TÜP GEÇİT PROJESİ İLE İLGİLİ PROJE UYGULAMASI İÇİN ÖZEL YARDIM-(SAPI)

Projenin işletme döneminde; işletme, bakım ve yönetim sistemlerinin tesis edilmesi mecburi bir gereklilik olup, bu sistemin BC1 kısmının 29 Ekim 2013’de işleme alınacağı dikkate alındığında biran evvel işletmeciler kuruluşun belirlenmesi gerekmektedir.

Bu amaçla değişik çalışmalar yürütülmüştür.

Bu çalışmalardan birisi de DLH’nın talebi üzerine JBIC, “Proje Uygulaması için Özel Yardım” (bundan böyle “SAPI” olarak anılacaktır) olarak adlandırılan hibe niteliğindeki yardım programını uygulayarak inşaat sonrası sistemin kurulmasına katkı sağlamaya çalışılmıştır.

SAPI(*Special Assistance for Project Implementation, JBIC*) çalışmasının temel amacı; işletme ve bakım için uygulanabilir bir sistem önermek ve konu ile ilgili ulusal ve yerel seviyelerdeki kurumlar (TCDD, İBB, DLH) arasında bu sistemin örgütsel ve işletimsel çerçevesi konusunda bir uzlaşma formüle etmektir. Bu sayede, konu ile ilgili kurumlar gelecekte ne yapılacağı ve doğru karar vermek için neyin hazırlanmaya başlanacağı konusunda açık bir görüşe sahip olabileceklerdir.

Çalışma Ağustos 2006 ile Mart 2007 arasında dokuz aşamalı olarak yürütülmüştür.

SAPI çalışması kapsamında Karşılıklı fikirlerin ortaya konması için ilgili paydaşlarla görüşmelerde bulunmak üzere, DLH ile işbirliği içinde Marmaray Projesi için Proje Bilgilendirme Koordinasyon Çalışma Grubu oluşturulmuştur.

Projenin 13.6 km uzunluğundaki yer altı kısmının işletme, idare ve idamesi için spesifik emniyet ve güvenlik kaçınılmaz bir gerekliliktir. Kazalar, doğal afetler ve diğer olaylar gibi acil durumların üstesinden gelebilmek için kapasite oluşturulmalıdır. Bundan

başka, İstanbul Boğazı altından geçen denizaltı tünel yapısının idamesi için güvenliği baz alan özel bir tünel işletmeciliği tesis edilmelidir.

DLH inşaattan sorumlu kuruluşken, TCDD, altyapının sahibi olarak, işletme ve idamesinden sorumludur. Varlık/mülk yönetimi altyapı sahibinin meselelerinden birisidir. Öte yandan, demiryolları kapsamında yapılabilecek diğer işler, sürdürülebilir kalkınma ve yönetimi sağlamaya yönelik ek gelirler oluşturmak dünya genelinde yaygınlaşmıştır. Şehir içinde TCDD'nin sahip olduğu taşınmaz malların ticari ve iş geliştirme alanı olarak kullanılabilmesi için yasal revizyonlar gerekebilir.

Raylı sistem operasyonları, banliyö treni, şehirlerarası yolcu ve yük tren hizmetleri gibi üç demiryolu hizmeti türü ile birlikte karmaşıklaşacaktır; dolayısıyla da birlikte faaliyet gösterebilme ve entegre kapasite tahsisini sağlamak için paydaşlar arasında bir koordinasyon işlevinin varlığı, kullanıcılara etkili hizmet sunabilmek ve Projenin işletimi ve idamesi kilit önemi olan bir unsurdur.(SAPI çalışması,2007)

Marmarayı işletimi 5 başlık altında toplanmaktadır:

- a-Trafik Yönetimi ve Kapasite Tahsisi
- b-Demiryolu İşletme ve Yönetimi
- c- Altyapı Yönetimi ve İdamesi
- d- Emniyet ve Güvenlik Yönetimi
- e- Varlık Yönetimi

SAPI raporu kapsamında yapılan çalışmalarda işletmecilikle ilgili farklı alternatifler elde edilse de, önerilmekte olan iki yapı bulunmaktadır:

İlk seçenek, bir **resmi kamu makamı/makamları** kurulmasıdır. İkinci seçenek ise büyük olasılıkla kamuya ait **ticari şirket/şirketler** formatında özel bir birim kurmaktır.

i. Bir Kamu Makamının Kurulması

Bu yapının trafik yönetimi için kapsamlı bir hukuki dayanak ve güçlü bir kurumsal çerçeve sağlaması gerekmektedir. Bu bağlamda, T1/T2/T3, BC ve istasyonların yalnızca işletme ve bakımı için gözetim, teknik yardım ve eğitim konularında görevli geçici “*Marmaray Ulaştırma İdaresi A.Ş.*” olarak adlandırılabilen bir şirket kurulacaktır.

ii. Kamuya ait Şirket Kurulması

İkinci seçenek, İzmir’de TCDD ile İzmir Büyükşehir Belediyesi ortaklığında kurulmuş olan İZBAN A.Ş. örneğinde olduğu gibi görev ve sorumluluklar üstlenecek kamuya ait TCDD ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile müşterek bir ticari şirket kurulmasıdır. Bu seçeneğin avantajı ticaret kanunu uyarınca bu tür bir şirket kurulması için hukuki dayanak mevcut olduğu için kamuya ait bir şirketin kurulmasının daha kolay ve hızlı olmasıdır. Bu seçeneğin, aynı zamanda da önemli bir dezavantajı olacaktır; bu da merkezi hükümetin bazı görevlerinin ticari bir firmaya transfer edilmesine ilişkin hukuki sınırlamalardır.

Ancak bu çalışmanın akabinde yüzeysel hatların imali ile elektromekanik işlere ait CR kısmının ihalesi CR3 olarak yeniden yapılmış ve bu ihale dokümanlarında Marmaray’ın işletmecisi olarak TCDD tanımlanmıştır. 29 Ekim 2013’de (iyimser tahminlerle) işletmeciliğe başlanacağı dikkate alınarak işletmecilikle ilgili yapının biran evvel oluşturulup, çalışmalara derhal başlanması gerekmektedir.

3. PROJENİN TEKNİK YÖNÜ

3.1 PROJENİN TEKNİK TANIMI

Projenin teknolojik olarak en önemli yönü tünel ve tünel teknolojileridir. Tüneller yer altı sanat yapılarıdır. Bunun anlamı uygun ulaştırma yapıları aracılığı ile, arasında doğal engeller ve tehlikeler olan iki noktanın kesintisiz bir şekilde bağlantısını sağlamaktır. Tüneller dağlık arazi, denizler ve nehirler gibi doğal engelleri, güvenli ve elverişli ulaştırma sistemiyle, iklim şartlarından da etkilenmeyecek şekilde aşmaya yarar. Yolcu ve yüklerin her ikisinin de devamlı ve kesintisiz taşınması bir toplumun gelişimi ve sosyal refahı için gerekli bir durumdur. Sonuç olarak tünellerin faaliyet alanları sürdürülebilir ve güvenli olmalı, verimli bir biçimde kesintisiz uygun koşullu bir ulaştırma sağlamalıdır. Tünellerin çok gelişmiş toplumlarda günlük yaşamın önemli parçasını oluşturduğu ilkçağlardan beri bilinmektedir. Bu nedenle M.Ö. 200 yılından günümüze kadar tünelcilik büyük gelişmelere sahne olmuştur. Tüneller tarih boyunca her zaman kültürel açıdan gelişmiş toplumlarda inşa edilmiş ve bu toplumlar teknik ve ekonomik güce de sahip olmuşlardır.

Projenin yaklaşık 14 km.lik BC1 kısmı; elektromekanik işler hariç batırma, delme ve aç-kapa tünellerle beraber 4 istasyon ve diğer tüm inşaat işlerini kapsamaktadır. CR3 kısmı ise yüzeysel hatlar, istasyon yapıları, elektromekanik işleri kapsamaktadır. Projenin CR2 Kısmı ise Marmaray metro araçları alımını ihtiva etmektedir.

3.2 KULLANILAN TEKNOLOJİLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

3.2.1 Tünel Açma Yöntemleri

Tünel Açma Yöntemleri:

Tüneller genel olarak dört yöntemle açılırlar:

a-Aç - Kapa

b-Delme – Patlatma

c-Makine ile tünel açma

d-Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi(NATM)

3.2.1.1 Aç-Kapa tünel açma yöntemi

Genellikle metro tünellerinin güzergah itibariyle ana yolların altından geçirilebildiği yüzeye yakın kısımlarında, bazen de bir taşıt yolunun çığlardan korunması amacıyla yapılan çığ tünellerinde, kanalizasyon, içme suyu tünelleri ve yer altı geçitlerinin inşası açık havada yapılarak daha sonra üzerinin örtülmesi daha basit ve ekonomik bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemde önce kazı boşluğunun yanları betonarme kazık veya beton duvar perdesi ile desteklendikten sonra, yüzeyden hendek şeklinde kazılarak açılır.

Yer altı suları yüzeye yakınsa yer altı su seviyesi düşürülür veya su derin kuyulara drene edilir. Kenar ayakların örülmesinde hiçbir özellik yoktur. Tamamen açık havadaki duvar örme usullerine göre yapılır. Tavanın oluşturulmasında eğer yeryüzünden yeteri kadar derinlik varsa bir kemer oluşturulur. Bu kemer de açık havada oluşturulduğundan fazla güçlükle karşılaşılmaz. Eğer yeryüzünden yeteri kadar derinlik yoksa betonarme bir tavan oluşturulabilir. Yerleşim alanları içerisinde yapılan kazı çalışmaları gürültü ve trafiğin engellenmesi gibi zararları nedeniyle pek tercih sebebi değildir. Trafiğin gidişatını engellemek için seyyar köprüler kullanılabilir.

Aç-Kapa tünel açma yönteminin diğer yöntemlerden farkı tavanda tasman oluşmamasıdır. Bu nedenle çevredeki yapılara zarar vermeden geçilmesi mümkündür. Ayrıca diğer yöntemlerle yeteri kadar yapılamayan izolasyon işlemi bu yöntemle kolaylıkla yapılabilir. Bu yöntem en güzel örnek Üsküdar İstasyonu'dur(Şekil 3.1).

Şekil 3.1 : Üsküdar İstasyonu aç-kapa tüneli



Kaynak: <http://www.marmaray.com.tr>, 2011

3.2.1.2 Delme- Patlatma yöntemi

Modern mekanize tünel açımında ilk aşamada kayaç delinir. Kuyular ve delikler aynı zamanda kaya bulonları için de ayrı açılabilir. Bu aşamada jumbo (tünelde kaya bulonu yerleştirme ve diğer amaçlar için kullanılan üzerinde delici sondaj ekipmanının hareket edebildiği delici makine) da kullanmak mümkündür(Şekil 3.2). Açılan delikler önceden kararlaştırılmış cins ve miktarda patlayıcı ile doldurulur. Aynı aşamada kurulan ateşleme mekanizması ile patlatma yapılarak tamamlanır. Duman ve tozun dağılmasından sonra tavan tıraşlanarak pasa malzemesinin yardımıyla aynaya kadar ulaşılır. Pasa alınarak püskürtme beton aynaya kadar yapılır. Günümüzde delme patlatma yöntemi ile açılacak tünellerde bilgisayar kontrollü, hidrolik mekanizma ile delik açabilen jumbolar(Şekil 3.3) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır(Admış 2010).

Şekil 3.2 : Delici kazı makinesi



Kaynak: <http://www.marmaray.com.tr> 2011

Şekil 3.3 : Jumbo kazıcı makine



Kaynak: <http://www.marmaray.com.tr> 2011

3.2.1.3 Makine ile tünel açma yöntemi(TBM)

Tünel Kazı Makineleri- TBM (*Tunnel Boring Machine*) ile tünel kazısı, patlatmaya oranla daha az yıkıcı ve bozucu olduğundan daha az iksa isteyen daha duyarlı tünel koşulları sağlar (Şekil 3.4). İlk defa 1856 yılında kullanılmıştır. Gerçek anlamda tünel kazılarında ilk kullanılan tünel açma makinesi 1881 yılında İngiltere-Fransa arasında açılmaya başlanan Manş Denizi Tünelinde olmuştur. Kesici başlara sahip olan bu ilk makine bir kompresör aracılığıyla dönerek kazı yapabiliyordu. Aynı anda İngiltere ve Fransa sahilinde aynı tip iki makine ile killi tebeşirler içinde kazıya başlanmıştır. 2,1 metre çapında açılan tünelde toplam 1,9 km ilerlenmiştir. İngiliz sahilinde bir günde maksimum 24,7 m ilerlenirken ortalama olarak günde 15,4 m kazı yapılmıştır. 1882 yılında ekonomik, politik ve askeri nedenlerden dolayı Manş Denizi projesi durdurulmuştur. Projenin tekrar başlatılmasının gündeme geldiği 1958 yılında, 1882 yılında açılan desteksiz tünellerin sağlam kaldığı görülmüştür. İlk önce yumuşak kayalar için üretilen TBM'ler 1950'li yılların ortasında orta-çok sert kumtaşları ve kireç taşlarında kazı yapabilecek şekilde geliştirilmişlerdir. Günümüzde en sert kayalarda kazı yapabilen tam kesit makine ve yarım kesit veya kollu makine kullanılarak yapılabilmektedir(Admış 2010).

Şekil 3.4 : Marmaray Projesinde kullanılan TBM



Kaynak: <http://www.marmaray.com.tr> 2005

Şekil 3.5 : Bulamaç/Hidro karışık kalkan tünel makinesi



Kaynak: Zhao, J., Lozan Üniversitesi tünel ders notları, 2008, <http://mr.epfl.ch/page57658.html>

Kaynak: Zhao, J. 2008, Lozan Üniv. Ders Notları, <http://mr.epfl.ch/page57658.html> 2011

3.2.1.4 Yeni Avusturya tünel açma yöntemi / New Austrian Tunnelling Method (NATM)

Bu yöntem genelde ahşap iksa kullanılan “Eski Avusturya Yöntemi” ile pek uyum göstermemektedir. NATM’nin yirmiden fazla prensibi olup, esas ana kayanın ilk sağlamlığını korumak, dağı fazla kurcalamamak yükü dağa taşımak koruyucu zonu boşluk ve yakınında oluşturmak, deformasyonları ve gerilmeleri ölçümlerle denetlemek, sağlamlaştırma işlemlerini en kısa zamanda tamamlamak ve kazı kesitlerini olduğunca yuvarlak seçmektir. Kollu kazıcı makinelerinin kullanıldığı Şanlıurfa Tüneli bu yöntem ile açılmıştır. Kazıdan sonra püskürtme beton (7-8 cm), ankraj, tel kafes, çelik bağlar ve tekrar püskürtme beton(8 cm) uygulanmıştır. Bu metotta tünel zeminine uygun oranlarda donatı ve kaplama malzemesi kullanılır. Etkileşme ve kaplama basınçlarının yakından izlenmesi NATM’nin önemli bir kısmını oluşturur. Uygulama yavaş olmasına

rağmen tünel zemini deplasmanları ve iksa miktarları minimum seviyeye indirilerek, sonuçta ekonomik bir uygulama gerçekleştirilmiş olur.

Mukavemeti fazla olan iyi bir kayada, iksaya gerek yoktur. Devamlı bozulan koşullar için, başlangıçta 20-40 mm kalınlığında püskürtme beton uygulaması gerekir. Fay yakınlarında ve tünel zemininin sıkışma potansiyelinin mevcut olduğu zamanlar püskürtme beton tabakaları U şekilli kesite sahip esnek, hafif çelik kaburgalar ile daha da kuvvetlendirilir. Günümüzde artık çelik kaburgalar yerine, çelikten yapılmış olan kafes kirişler kullanılmaktadır. Bunlar ağırlık olarak daha hafif olup, kayaca daha kolay iliştilirler. Püskürtme beton uygulamasından sonra, donatılı beton kirişler oluşturulur. NATM, İlk önce Avusturya, Fransa, Almanya, İsviçre ve İtalya'da uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntemin dünyaya yayılımı hızlı olmuştur. İlk uygulamalardan biri olan Frankfurt Metrosu'nda tünel açımına 1969 yılında iç içe tabakalı kil, marn, tebeşir ve kum taşında başlamıştır. Bu yöntem Japonya'daki Seikan Tüneli'nde de başarı ile uygulanmıştır. Bir başka başarılı uygulama Mexiko City'deki Emisor Central kanalizasyon tüneline olmuştur.

NATM'de kullanılan desteğin esnek olmasının iki anlamı vardır. Mekanik olarak esnektir ve uygun bir membrane rolü oynayarak kaya sıkışması esnasında deforme olur. Bu tip iksa, çok yönlü olup, lokasyondan lokasyona değişecek iksa gereksinimlerine göre ayarlanması yapılabilir. Tek sistem alternatifi basittir ve daha az beceri, kontrol araştırma, izleme ve test etme gerektirir. Tünel zemini koşullarının üniform ve iyi bilindiği durumlarda küçük çaplı kısa tünellerde, bu sistem iyi sonuç verir. NATM, koşulların değişken olduğu ve iyi bilinmediği büyük çaplı uzun tünellerde daha iyi sonuç vermektedir. Tavan levhaları, makine ile kazılarak açılan tünellerin desteklenmesinde etkili sonuç verirler.

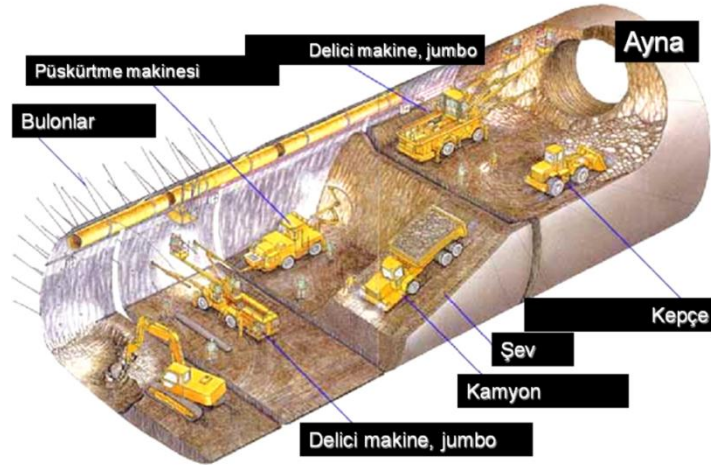
Kazı ve patlatma sırasında tünel içinin havalandırmasının iyi olması gerekir. Havalandırma boruları veya hortumlar, tavandan itibaren asılır ve tünelin ilerleme yönünde belli bir mesafeye kadar uzatılır. Araç tünellerinde de sürekli bir havalandırma sistemine gerek vardır. Genelde bu sistem tünel tabanında yol kaplamasının altına

yerleştirilir. Özellikle su altında yer alan tünellerde ekzos gazının etkisinden dolayı araçlar bir taraftan diğerine trenle taşınmaktadır. Örnek: İngiltere-Fransa arasında Manş denizi altında yapılan ve uzunluğu 53 km olan tüneldir.

İnşaat aşamaları:

- a-Kazı ve geçici destekleme,
 - b-Su geçirmezlik koruması,
 - c-Nihai kaplama betonu,
 - d-Yangın koruma sistemi
- olarak sıralanmaktadır.

Şekil 3.6 : NATM ile kazı ve geçici destekleme



Kaynak: Şahin 2004

3.2.2 Su Altı Tünel Uygulama Yöntemleri

Su altı tünel uygulama yöntemleri su altı batırma tüp tünel uygulaması ve su altı delme tünel uygulaması olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

3.2.2.1 Su altı batırma t p tünel uygulaması

Demiryollarında uygulanan eğimlerin küçük, yarıçapların ise büyük olması nedeni ile daha teknolojik,  rneğin Batırılmış Tünel diye adlandırılan (Immersed Tunnel) veya yeni geliştirilen Daldırılmış Yüzen Tüneller (SFT) gibi tünellerin uygulanmasını zorunlu kılmıştır. İlk demiryolu tünelinin 1826 da Fransa'da St.Entienne-Terre Noire hattı üzerinde açılmış olduğu iddia edilmektedir.

Marmaray Projesi erevesinde, İstanbul Boğazının geçilmesinde kullanılacak olan batırma t p tünel tekniği 19. yüzyılın sonlarından itibaren geliştirilmiştir. İnşa edilen ilk batırma t p tünel ise, 1894 yılında kanalizasyon amaçları için Kuzey Amerika'da inşa edilmiştir. Trafik amaçları için bu teknik kullanılarak yapılan ilk tüneller de Birleşik Devletlerde inşa edilmiştir. Bunlardan ilki, 1906-1910 yıllarında inşa edilen Michigan Merkezi Demiryolları tünelidir. Avrupa'da, bu tekniği ilk uygulayan  lke Hollanda olmuştur. Rotterdam'da inşa edilen Maas Tüneli 1942 yılında hizmete açılmıştır. Asya'da bu tekniği ilk uygulayan  lke Japonya olmuştur. Osaka'da inşa edilen iki tüplü karayolu tüneli (Aji Nehri Tüneli) 1944 yılında hizmete açılmıştır. Buna karşılık bu tünellerin sayısı, 1950'li yıllarda sağlam ve etkisi kanıtlanmış bir endüstriyel teknik geliştirilene kadar sınırlı düzeyde kalmıştır; bu tekniğin geliştirilmesinden sonra ise birçok ülkede geniş ölçekli projelerin yapımına başlanabilmiştir.

Bu düşünce yeni bir düşünce mi? Hayır, Batırılmış tünellerin (Immersed Tunnel) yaygın olarak kullanımı yaklaşık 100 yıldır devam etmektedir. Dünya çapında 150'nin üstünde batırılmış tünel(Immersed Tunnel) yapısı mevcuttur; bunların yaklaşık 100 tanesi karayolu ve demiryolu geçişi için projelendirilmiştir. Geri kalanlar ise su temini ve elektrik hattı tünelleridir. Alttaki  rneklelerde Batırılmış tünellerin (*Immersed Tunnel*) farklı uygulama şekilleri (şekil 3.7 ile 3.16 arası) gösterilmektedir.

Şekil 3.7 : Tüp imalatları



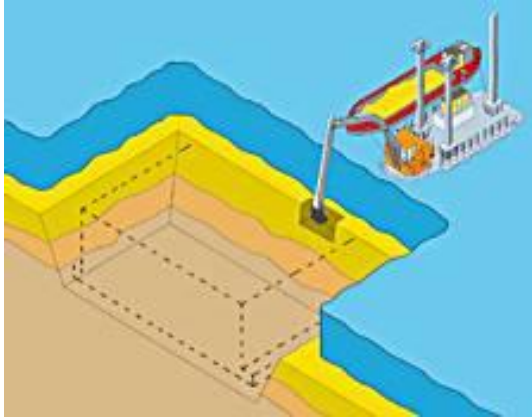
Şekil 3.8 : Tüp imalatı



Kaynak: <http://www.ita-aites.org/tritu/tritu.html> 2011

Tamamlandığı zaman batırılmış tünellerin (*Immersed Tunnel*) operasyonel olarak diğer hiçbir tünelden farkı yoktur. Bu yöntemin süreci şu şekilde izah edilebilir:

Şekil 3.9 : Taraklama



Şekil 3.10 : Taraklama çalışması



Kaynak: <http://www.ita-aites.org/tritu/tritu.html> 2011

İlk olarak su kanalının yatağı hendek şeklinde taraklanır. Bu sırada tünel elemanları kuru ortamda inşa edilir. Örneğin nakil dubaları üzerinde fabrikasyon şeklinde yapılan dökme kalıp havzalar gibi.

Elemanın yapımı tamamlandıktan sonra geçici olarak bulkheadler(çelik perdeler) ile contalanır. Her tünel elemanı genellikle yüzdürülerek tünel yapılacak sahaya getirilir ve bazen ani şekilde batırılır, Genelde vinçler yardımıyla su tabanına indirilir.

Şekil 3.11 : Yüzdürme işlemi



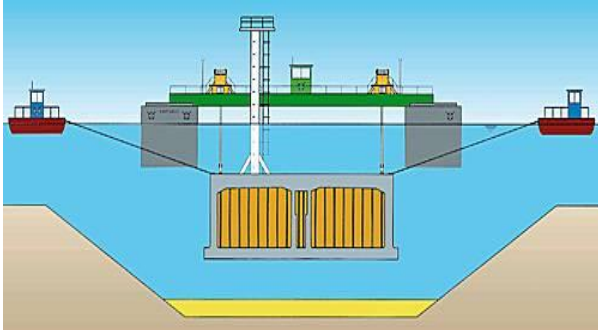
Kaynak: <http://www.ita-aites.org/tritu/tritu.html> 2011

Şekil 3.12 : Tüp tünel batırma işlemi



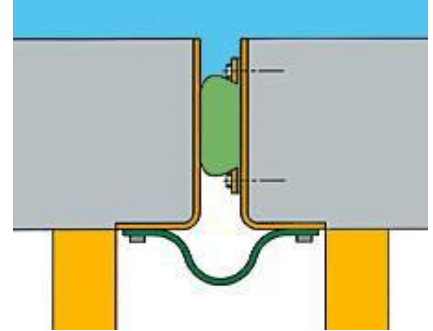
Tünel elemanı taranmış hendeğin dibine indirilir. Yeni eleman aynı bölgeye getirilip hendek dibine indirilir ve bir önce gelen elemanla su altında bağlanır. Bulkhead'ler üzerinde bulunan vanalar ile iki tüp arasında kalan su pompalanarak, dışarı atılır ve böylece aradaki boşluk basıncı atmosfer basıncına düşer ve dışarıda bulunan muazzam kuvvet nedeniyle, binlerce ton ağırlığındaki tüp biraz daha hareket ederek plastik contaların tam olarak su sızdırmaz bir hale gelmesini sağlar.

Şekil 3.13 : Deniz tabanına yerleştirme işlemi



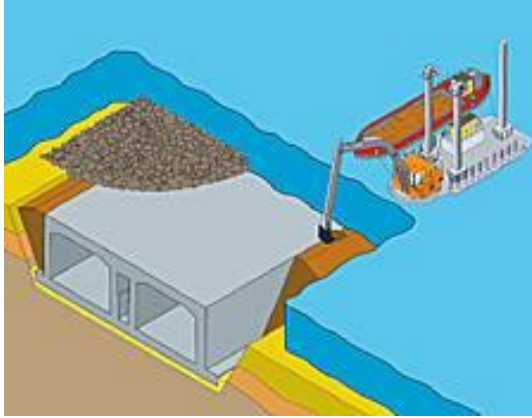
Kaynak: <http://www.ita-aites.org/tritu/tritu.html> 2011

Şekil 3.14 : Tüp birleşimi

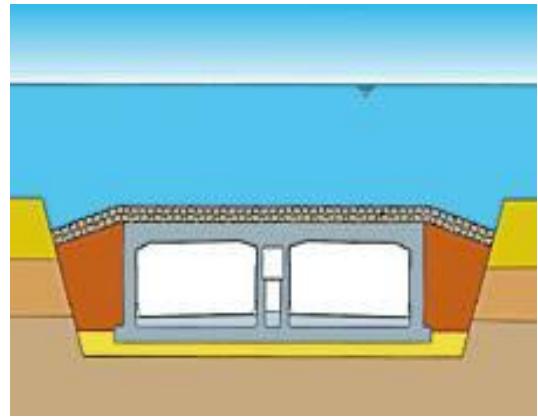


Yeni elemanın sonunda özgür kalan su basıncı iki eleman arasına yerleştirilen lastik contalar ile sıkıştırılarak eklemleri kapatılır.

Şekil 3.15 : Dolgu ile örtme işlemi



Şekil 3.16 : İşlemin tamamlanmış hali



Kaynak: <http://www.ita-aites.org/tritu/tritu.html> 2011

Dolgu materyali tünelin yanına ve üstüne yerleştirilir ve tünel hendeğe kalıcı olarak yerleştirilir tıpkı yer altı örneklerinde olduğu gibi. Uygun yerel koşullar batırılmış tünel için sağlandıktan sonra, yapısal yaklaşım tünel üstüne malzeme yığmak şeklinde inşa olabilir.

Batırılmış tünellerin algılanmasında bazen değişik problemlerle karşılaşılabilir. Yeni gelen bu teknoloji hali hazırda kullanılan deniz operasyonlarından teknolojik olarak daha zor algılanılabilir. Gerçekte ise, bu yeni teknik delme tünel tekniğinden daha az riskli ve yapım aşaması daha iyi kontrol altında tutulabilir. Bunun yanında deniz operasyonlarında bilinmeyen birçok özel zorluklarla karşılaşılabilir.

Delme tünellerden farklı olarak Batırılmış tünellerde operasyon sırasında daha az zorlukla karşılaşmakta ve işin ilerleyişinin kesilmesi riski daha az olmaktadır. Bu nedenle de batırılmış tüneller alışla gelmiş delme tünellerden daha hızlı inşa edilmektedir(<http://www.ita-aites.org/tritu/tritu.html> 2011).

Batırılmış Tünel yıllardır kullanılmakta olup, gelecekte de oluşacak tecrübeler ile elde edilecek düşük maliyeti, uygulama kolaylığı ve daha bir çok artısı nedeni ile önümüzdeki yıllarda da sığ suları alttan geçmede kullanılacaktır.

a)-Dünyadaki batırılmış ulaştırma tünellerinden örnekler

2030 Yılına Kadar Avrupa' daki Tünel Aktiviteleri: 2.100 km yeni tünel yapımı, 500 tünellerin yenilenmesi olarak ön görülmektedir. Tünelcilik, Avrupa' da önemli bir endüstri olup, yaklaşık yarım milyon insana iş imkanı sağlamaktadır(Arıoğlu 2010).

Dünyada 150 den fazla batırma tüp tünelleri bulunmaktadır. Bunlardan yaklaşık 100 adedi ulaştırma amaçlı, diğerleri ise su taşımacılığı için kullanılmaktadır. Aşağıda batırma tüp uygulamalarına bazı örnekler Tablo 3.1'de verilmektedir.

Tablo 3.1 : Dünya'nın en büyük batırılmış ulaştırma tünelleri

Tünel İsmi	Ülkesi	Hizmete Açılışı	Batırılmış Kısım /m	Genişlik /m	Şerit Sayısı	Max. Derinlik /m
Bay Area Rapid Transit	ABD	1970	5825	14,6	2	40,5
Hampton Road	ABD	1957	2091	11,3	2	37
Parana	Arjantin	1969	2367	10,8	2	32
Fort McHenry	ABD	1987	1646	50,4	8	31,7
Tama River	Japonya	1994	1550	39,9	6	30
Baltimore Harbor	ABD	1957	1920	21,3	4	30
Ted Williams T.	ABD	1994	1173	24,4	4	30
Tokyo Port Road	Japonya	1999	1329	32,2	4	29,2
Lafontaine	Kanada	1967	768	36,8	6	27,5
Eastern Harbor	Hong Kong	1989	1859	35	4	27
Osaka South Port	Japonya	2000	1025	35,2	4	27
Aktion-Preveza	Yunan Ad.	2000	900	12,6	2	26,5
Kawasaki Fairway	Japonya	2000	1181	39,7	6	26
Hemspor	Hollanda	1980	1475	21,4	3	26
Oakland-Alameda	ABD	1928	742	11,3	2	25,5
Western Harbour Crossing	Hong Kong	1997	1364	33,4	6	25,3
Sydney Harbour	Avustralya	1992	960	29,4	4	25
J F Kennedy	Belçika	1969	510	47,9	6	25
Detroit River	ABD/Kanada	1910	782	17	2	24,4
Niigata Port Road	Japonya	2000	850	28,6	4	23
Tokyo port	Japonya	1976	1035	37,4	6	23
Kobe Port	Japonya	2000	520	34,4	6	22,6
Maas	Hollanda	1943	584	24,8	4	22,5
Drogden	Danimarka/ İsviçre	1999	3510	42	4	22
Kawasaki Tunnel	Japonya	1981	840	31	4	22
Limfjord	Danimarka	1969	510	27,4	6	20,8
Detroit Windsor	ABD/Kanada	1930	669	10,6	2	18,5
Willemspoortunnel	Hollanda	1994	1014	28,8	4	17,5
Piet Hein	Hollanda	1997	1265	32	4	17
Tingstad	İsviçre	1968	454	29,9	6	16
Harlem River	ABD	1914	329	23,4	4	15,2
Drecht	Hollanda	1977	347	49	8	15
Guldborgsund	Danimarka	1988	460	20,6	4	13,8
Liljeholmsviken	İsviçre	1964	124	8,8	2	13

Kaynak : www.nccse/verksamh/produkte/pdf-filer/drogden2.pdf, 2011

3.2.2.2 Su altı delme tünel uygulaması

Demiryolları ve bir çok mühendislik uygulamalarındaki gelişmeler, tünellerdeki önemli gelişmeleri etkilemiştir. Avrupa'da ki tünel inşasına ait gelişmeler Amerika'yı da

etkileyerek 1818 yılında Pansylvania da Schuylkill kanalı üzerinde ilk tünele başlanmıştır. 1820 de biten bu tünel 5,49 m. genişliğinde 6,10 m. yüksekliğinde ve 250 m. uzunluğundaydı.

Bu gelişmeler ışığında mühendisler daha zor koşullar altında açılması gereken tünellerle ilgili çalışmalara başlamış ve bu noktada su altı tünellerinin ilk örnekleri inşa edilmiştir. Bu çalışmalardan ilki 1823-1843 yılları arasında Taymis Nehri altında açılan tünel oldu. Bu tünel, tünel açma yöntemlerinde önemli bir gelişmeye neden olmuştur. Fransız mühendis Brunel'in patentini aldığı Bukliye metodu ilk defa burada uygulanmıştır. Bu 4,20 ve 4,80 m. çaplarında bir ikiz tünel olup halen hizmettedir. (İngiltere / Londra / Greenwich).

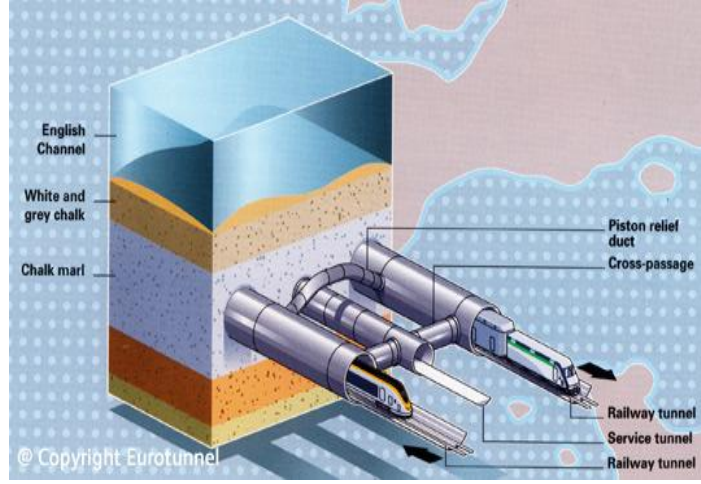
Brunel'in Taymis nehri altında ilk bukliyesini attığı devirde Lord Cohrane'da sulu zeminlerde kuyu ve galeri açmak için basınçlı havadan faydalanma yöntemine ait patentini 1830 tarihinde almış oldu. Fakat bu şekilde tünel açma ilk defa ancak 1839 da Hersent tarafından Chalannes-sur-Loire'da sonra da 1879 da Anverste uygulanmıştır.

Daha sonra, 1880 de, bir deniz altı tüneli açma hazırlığı olarak Manş denizi altında iki keşif galerisi açılmıştır. F.Beamont tarafından icat edilen basınçlı havalı makine 2,05 m. çaplı bir burgusu ile az sert ve homojen kalker zemini günde 21 m.'lik hızla delmeyi başarmıştır. Fakat büyük tünellerin çoğalışının görülmesi ancak demiryollarının gelişmesi ile beraber olmuştur(Bozkurt 1998).

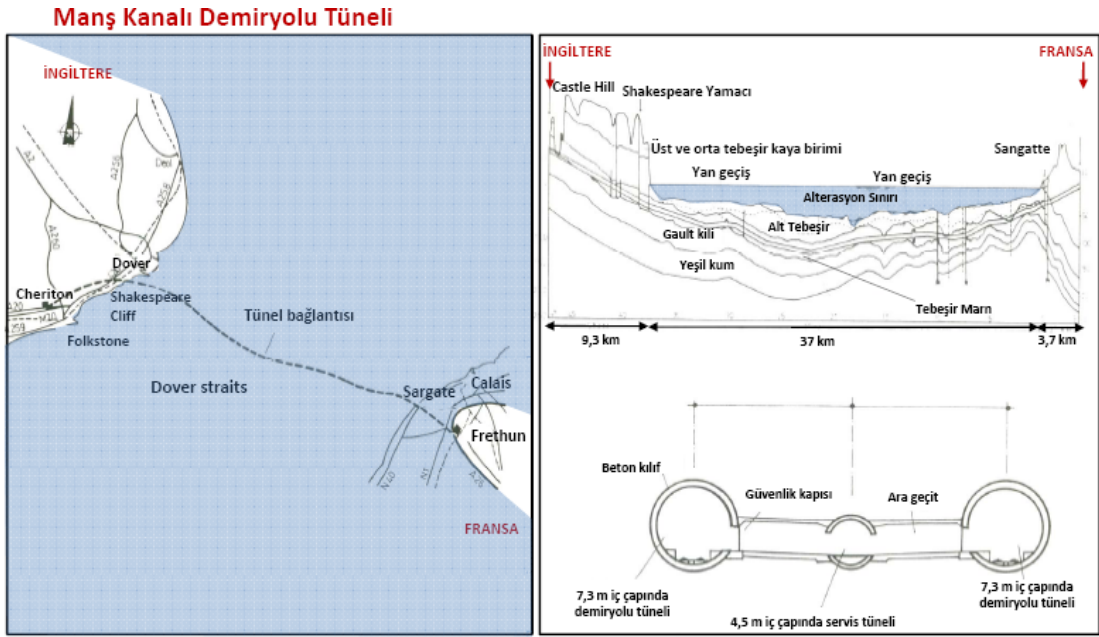
a)-Su Altı Kısmı En Uzun Denizaltı Demiryolu Tüneli - Manş Tüneli (Euro-Tunnel)

Avrupa Kıtasında Manş Denizi'nde Fransa'nın Calais ile İngiltere'nin Dover şehirlerini birbirine bağlayan 120 yıllık tasarım ömrüne sahip 37,5 km.si su altında bulunan 50,4 km. uzunlukta dünyanın en uzun denizaltı tünelidir. Avrupa'nın inşaat mühendisliği projeleri arasında en büyük proje olup, maliyeti 9 Milyar Sterlin' dir.

Şekil 3.17 : Fransa-İngiltere arasındaki Manş Demiryolu Tüneli(Eurotunnel)



Şekil 3.18 : Manş Demiryolu Tünel haritası



Kaynak: Kuesel, 1986; Toğrol ve Çinicioğlu, 1991

Manş Denizinin yumuşak kayalarından oluşan tabanında kolayca tünel açılabileceği düşünülerek, 1802 yılında Dover Boğazında iki kıyıyı birleştiren bir tünelin yapılması gündeme geldiğinde Napolyon beğenilen bu teklifi savaş yüzünden askıya aldı. Bu tür teklifler 19. yüzyılda defalarca gündeme gelmiştir. 1880'li yılların başlarında bazı özel kuruluşlar iki kıyı arasında bir demiryolu tüneli yapmak için kazılara başlayıp tünel

1.800 m.'ye ulaştığında İngiliz basınının, ülke güvenliği açısından projenin tehlikeli olduğu hakkındaki kampanyası yüzünden yapım durdurulmuştur.

1960'lı yılların ortalarında tünelin yapılması için Fransa ve İngiltere tekrar anlaşmışlarsa da yüksek maliyetleri öne süren İngiltere, her iki taraftan 2,4 km.lik kısmı kazılmış olan tünelin yapımını 1970'li yıllarda tekrar durdurmuştur. Manş Tüneli 1986'da tekrar gündeme geldiğinde proje Fransız ve İngiliz firmalarından meydana gelen bir konsorsiyum tarafından çok sayıda bankadan borç alınıp, hisse senedi çıkarılıp finanse edilerek 1987'de inşaat başlanmış, tünel açma işlemi her iki ülkenin aynı anda iki taraftan senkronize biçimde çalışması ile 1991'de tamamlanarak, 6 Mayıs 1994'de hizmete açılmıştır. Projeyi hayata geçirmek için 14.000 işçi ve mühendis yaklaşık yedi yıl boyunca çalışmışlardır. Bu tünel sayesinde iki ülke arasındaki ulaşım 160 km/h'lik hızla 20 dakikaya kadar düşmüştür.

Yapı üç tünelden oluşmaktadır. Bunlardan yanlarda bulunan iki tünel 17,6 m. çapındaki demiryolu tünelleridir. 4.8 m. çapında ortadaki tünel ise acil durumlar, bakım ve havalandırma amaçlı inşa edilmiştir. Tüneller deniz yatağının 45 m. altında inşa edilmiştir.

Şekil 3.19 : Fransa-İngiltere arasındaki Manş Tünelinde işletilen tren setleri



Kaynak: <http://www.supermeydan.net/forum/forum457/thread35992.html> 2011

Fransa ve İngiltere ortak yapımı olan tünelin diğer adı ise Avrupa ile köprü kurduğu için Euro-Tunnel olarak anılır.

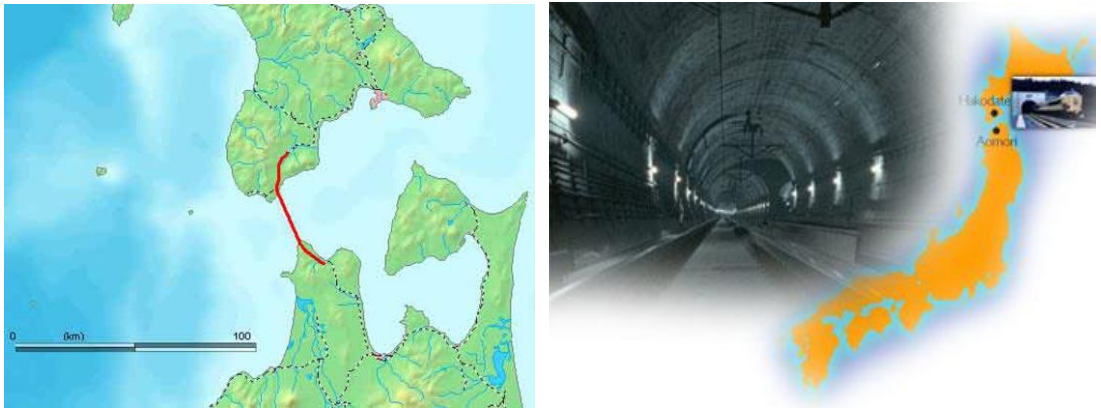
b)- En Uzun Denizaltı Demiryolu Tüneli - Seikan Tüneli

Japonya'da Tsugaru Boğazı'nda 1954 yılında beş yolcu gemisini batırarak 1.430 kişinin ölümüne neden olan tsunami sonucu boğaz için güvenilir bir geçit oluşturma arayışına gidilmiş ve en mükemmel çözümün tünel olduğuna karar verilmiştir. Bu olaydan yaklaşık on yıl sonra o zamana dek yapılmış en uzun ve en zorlu sualtı tünelinin hazırlık çalışmalarına, 1971 yılında ise inşaat yapımına başlanarak 1988 yılında hizmete açılmıştır.

Tsugaru Boğazı'nın yatağı boyunca uzanan Seikan Denizaltı Tüneli 53.85 km.lik uzunluğu ile halen 'dünyanın en uzun denizaltı tüneli' unvanını elinde tutuyor. Buna karşın tünelin denizaltında yer alan 23.3 km'lik bölümünün 'en uzun tünel' unvanı 1994 yılında 37.5 km'lik Euro tünelinin açılmasıyla elinden alınmıştır. Aynı zamanda en derin demiryolu hattına sahip olan tünel, 140 metre deniz yüksekliği, 100 metre de toprak altında olmak üzere deniz yüzeyinden 240 metre aşağıda bulunuyor. Tünelde iç yükseklik 7.85 metreyi bulurken, iç genişlik de 9.7 m civarında.

Boğaz Hokkaido'nun güney ucunu ülkenin kuzey ucunda yer alan Aomori Bölgesi'nden ayırıyor. Aslında tünel Aomori ile Hakodate şehirlerini birbirine bağlayan demiryolu ağının bir parçasıdır. (http://www.arkas.com.tr/pages/arkas_news/aralik_2001/haber5.html' dan derlenmiştir)

Şekil 3.20 : En uzun demiryolu tüneli-Japonya Seikan Tüneli(53.85 km)



Kaynak: <http://www.mailce.com/dunyanin-enleri-resimli.html> 2011

3.3 PROJE ÖNCESİ YAPILAN ETÜTLER

Proje uygulamasına başlanmadan önce değişik ve çeşitli etüt çalışmaları yapılmıştır. Bunlar fizibilite ve jeoteknik etüt çalışmalarıdır.

3.3.1 Fizibilite Etüt Çalışmaları

Boğaz geçişi kapsamında geniş kapsamlı ilk fizibilite etüdü çalışması 1985 yılında başlanmış, 1987’de tamamlanmıştır. Geniş kapsamlı ikinci fizibilite etüdü çalışması 1996 yılında yapılmıştır.

3.3.1.1 Boğaz Demiryolu Tüneli Geçişi fizibilite etüt ve avan proje çalışmaları (1985-1987 Yılları arası)

İstanbul Boğazı’nın bir demiryolu tüneli ile geçilmesine ilişkin gerçekleştirilen ilk bilimsel çalışma 1985-1987 yılları arasında Ulaştırma Bakanlığı tarafından uluslararası bir konsorsiyuma iki Amerikalı, üç Türk mühendislik firmasına (IRTC-Istanbul Rail Tunnel Consultants) yaptırılan “İstanbul Demiryolu Tüneli ve Metro Sistemi Fizibilite Etüdü ve Avan Projesi”dir.” IRTC adıyla oluşturulan ortaklık ile Aralık 1985’de sözleşme imzalanmış, 23 Ocak 1985’de projeye resmen başlanmıştır.

Uzun vadeli ulaşım planlaması, ağırlıklı olarak gelecekteki yolculuk taleplerine dayanmaktadır. Yolculuk talep tahmin işlemi, çalışma alanı içindeki mevcut yolculuk davranışları ve ulaşım yapısı özelliklerinin belirlenmesi ile başlar. Mevcut durum analizi, sayımlarla belirlenen gerçek karayolu ve toplu taşıma yolculuk sayılarının bilgisayar modeli ile benzetimi belirli bir düzeye geldiğinde tamamlanmış sayılır. Ulaşım planlaması talep tahmini benzetim model yazılımı olan TRANPLAN paket programı, İstanbul Metro ve Boğaz Demiryolu Tüneli Projesi Planlama ve Fizibilite çalışmalarında yolculuk talep tahmininin yapılması için seçilmiştir.

Çalışmalarda geliştirilen ilk alternatif, diğer alternatiflerin kıyaslandığı baz alternatiftir. Temel durumu yansıtan bu 1. Alternatif yapımı kesinleşmiş 23 km.lik mevcut hafif raylı toplu taşıma sistemi ile 2. Boğaz Köprüsünü de kapsamıştır. Birçok alternatif çözüm tartışılmıştır ve değerlendirme için baz alternatifin dışında sekiz alternatif seçilmiştir.

Bu alternatifler:

Boğaz Demiryolu Geçişi, Metro, Yaygın Hafif Raylı Sistem, Ekspres Otobüs ve vapur hatlarının çeşitli kombinasyonlarını kapsamaktadır. Her alternatif için 1995 ve 2005 yıllarına göre tahminler yapılmıştır.

Proje kapsamında; kentsel arazi kullanım özellikleri, sosyo-ekonomik yapı, ulaşım özellikleri, hava kirliliği, gürültü, su kaynakları, eko sistemler, tarihi ve ekolojik kaynaklar, görsel ve estetik kalite gibi etkenler değerlendirilerek İstanbul'un mevcut ve gelecekteki kentsel yapı ve ulaşım özellikleri bir ulaşım-bilgisayar modeli ile tespit edilmiş, Kent ölçeğinde farklı ulaşım sistemlerinin kombinasyonlarından oluşan 31 adet alternatif geliştirilmiş, yapılan ilk değerlendirme sonucu bunların sayısı 9'a indirilmiş ve bu 9 ulaşım ağı alternatifi; 2005 hedef yılı için belirlenen ulaşım talepleri, mali-ekonomik ölçütler, çevresel etkiler gibi pek çok açıdan değerlendirilerek, tek bir alternatifin seçilmesine yardımcı olmak amacıyla bir karşılaştırma matrisi hazırlanmıştır.

Yapılan çok yönlü alternatif değerlendirme çalışması sonucunda Topkapı-Levent Metrosu ve Boğaz Demiryolu Geçişi projelerini içeren alternatif kentin ve ülkenin ulaşım sistemlerine sağladıkları teknik, ekonomik ve toplumsal yararlar sebebiyle öncelik kazanmıştır.

3.3.1.2 Diğer fizibilite etüt çalışmaları

İstanbul'da mevcut banliyö işletmesi ve hatlarının iyileştirilerek Boğaz demiryolu tüneli ile bütünleştirilmesi projesi gündeme geldiğinde Ulaştırma Bakanlığı, Yüksel Proje

Uluslararası A.Ş.- Louis Berger Int. Inc -De Consult konsorsiyumuna 1996 yılında yeni bir ulaşım ve fizibilite etüdü hazırlatmıştır.

“Gebze-H.Paşa ve Sirkeci-Halkalı Banliyö Hatları İyileştirme Çalışması” kapsamında; 1995 Yılında onaylanan 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Planı’nda 2010 Yılı öngörülen arazi kullanım kararları ve plan öngörülere temel alınarak oluşturulan bir ulaşım bilgisayar modeli kullanılarak yolculuk taleplerinin belirlendiği Ulaşım Etüdü hazırlanmış ve projenin mali ve ekonomik değerlendirmelerini içeren fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir.

1997 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından İstanbul Teknik Üniversitesine hazırlatılan Ulaşım Ana Planı’nda Banliyö İyileştirme ve Boğaz Tüp Geçişi Projesi birinci öncelikli raylı sistem yatırımları arasında ön görülmüştür.

Fizibilite etüdü ve güzergahın yeniden güncellenmesi ile ilgili çalışmalar, 1997 yılında tamamlanmıştır(*Kaynak: Marmaray Projesi Raporu, Kasım 2008, DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü*).

3.3.2 Jeoteknik Etüt Çalışmaları

Kazıdan önce yapılan arazi çalışmalarının amacı, saha koşullarını güzergah boyunca belirleyerek bunların planlama, tasarım ve inşaat safhaları üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Bunlar;

- a)-Tünel güzergahı ve eğimi, boyut şekli, portal ve shaft lokasyonları,
- b)-İnşaat öncesinde, sırasında ve sonrasında tünel zemininin stabilitesinin sağlanması,
- c)-Kazı yöntemleri ve ilerleme hızı,
- d)-Emniyet, stabilite hızı, yer altı suyu akışı, çürütücü veya sıcak su kaynakları,
- e)-Patlayıcı veya toksik gazlarla karşılaşma riski,
- f)-Tünel açma esnasında üstte bulunan yapılara ve bölgesel yer altı suyu rejiminde

oluşacak çevresel etkiler.

Uzunluklarından dolayı, her bir kilometre göz önüne alındığında tüneller düşük araştırma bütçelerine sahiptirler. İyi bilinen, üniform yerlerde sığ tüneller için yapılan tahminler kesin sonuç verirken, iyi bilinmeyen dik ve değişken alanlarda gerçekçi sonuçlar elde etmek zordur. Sığ tüneller için ayrıca, çok daha kesin araştırma programı uygulanmalıdır. Çünkü, ince örtünün göçme riski fazladır. Daha derine inildikçe araştırmalar daha pahalı olurken, kesin bilgi elde etme olasılığı da azalır. Tasarım için en çok kullanılan “ gözlemsel yöntem “ iksa sitemleri ve kazı yöntemlerinin inşaat esnasında veya inşaat ilerledikçe düzenlenmesine esneklik sağlamaktadır. Fakat pratikte düzenlemeler sınırlıdır. Çünkü önem arz eden kararların hemen verilmesi gerekebilir. Örneğin, patlatma ile makine kazısı arasında ve beton püskürtme ile prekast beton kaplama arasında seçim yapma gibi(<http://www.madenciyim.com> 2011).

3.3.2.1 Ön jeoteknik etüt çalışmaları

Tünel güzergâhındaki ilk sondajlar 1985-1987 yıllarında Yenikapı-Söğütlüçeşme İstasyonları arasında kaya ve zemin koşullarında, karada 37 adet(1.394 m.) ve denizde 20 noktada (772 m.) zemin araştırma sondajı, kuyu içi ve laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Boğazdaki deniz sondajları zamanın teknolojisi kullanılarak katamaran tipi duba üzerinden deneyler, sismik ve batimetrik çalışmalar yapılarak tamamlanmıştır.

Şekil 3.21 : Boğazda sondaj çalışmaları, 1985



Kaynak: Şimşek 2004

3.3.2.2 2002 Yılı jeoteknik etüt çalışmaları

İkinci tur araştırma çalışmaları Yedikule ile Söğütlüçeşme arasında yapılmıştır. 25 Temmuz 2002 tarihinde jeoteknik etüt ve incelemeler başlatılmıştır. Bu tur çalışmada karada; 26 adet, toplam 1070 m sondaj, laboratuvar testleri, jeofizik araştırma yapılmıştır. Hollanda firması Fugro'ya ait deniz üzerinde çapa atmadan dinamik pozisyonda durabilen bir gemi üzerinden yapılan denizdeki çalışmalarda ise; 7 noktada, toplam 350 m sondaj (en derini deniz tabanından 85 m derine kadar inen), 2 sondajda deniz tabanından 10 m kaya içine kadar P-S logging test, Laboratuvar testleri (zemin, kaya ve çevre deneyleri), Ayrıca Boğaz'da tek kanallı jeofizik-sismik yansıma ve 23 Eylül 2002 tarihinde Batimetrik etütler(Şekil 3.22) başlatılarak, 2004 yılında tamamlanmış, mevcut zemin durumu ve buna bağlı zemin parametreleri belirlenerek deniz dibi haritası çıkarılmıştır(Şennazlı ve Şimşek vd. 2005).

Şekil 3.22 : Sondaj Gemisi, Fugro, 2003



Kaynak: Şimşek 2004

3.4 İNŞAAT İŞLERİ

Marmaray Projesi kapsamında inşaat çalışmaları esnasında çıkacak olan hafriyat malzemeleri ve kullanılacak inşaat malzemeleri Tablo 3.2’de, inşa edilecek bina ve atölye toplam alanı ve kullanılacak üst yapı malzemeleri Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.2 : Proje kapsamında çıkacak hafriyat ve kullanılacak malzeme miktarı

	BC1	CR3
Hafriyat	1.400.000 m ³	1.100.000 m ³
Beton	350.000 m ³	485.000 m ³
Demir donatı	30.000 ton	37.000 ton
Kalıp	400.000 m ²	
Su tutucu malzeme	70.000 m	
Su izolasyonu malzemesi	400.000 m ²	

Tablo 3.3 : Proje kapsamında yapılacak bina, atölye alanı ve kullanılacak üst yapı malzeme miktarı

Bina ve atölyeler		75.700 m ²
Ray	UIC-60-E1	423.850 m.
	UIC-49-E129	70.460 m.
Balast		1.000.000 ton
Travers		350.000 adet
Makas		270et

a)-Avrupa Yakası'nda 27 adet, Asya Yakası'nda 59 adet köprü (otoyol,yaya altgeçit,üstgeçitleri ve dere geçiş köprüleri) yıkılarak tekrar yapılacaktır.

b)-Avrupa Yakası'nda 15 adet, Asya Yakası'nda 24 adet köprü (otoyol,yaya altgeçit,üstgeçitleri ve dere geçiş köprüleri) yıkılacaktır.

c)-Avrupa Yakası'nda 15 adet, Asya Yakası'nda 7 adet köprü (otoyol,yaya altgeçit,üstgeçitleri ve dere geçiş köprüleri) korunacaktır.

d)-Avrupa Yakası'nda 3 adet, Asya Yakası'nda 11 adet yeni köprü (otoyol,yaya altgeçit,üstgeçitleri ve dere geçiş köprüleri) yapılacaktır.

e)-Proje bittiği zaman hat üzerinde toplam 122 adet köprü olacaktır.

f)-Hat üzerinde, Avrupa Yakası'nda 22, Asya Yakası'nda 39 adet menfez geçişi olacaktır.

g)-Hat üzerinde , Avrupa Yakası'nda yaklaşık 15 km, Asya Yakası'nda yaklaşık 25 km istinat duvarı olacaktır.

3.4.1 İnsan Gücü

Projenin işletme ana girdilerinden kullanılacak tahmini insan gücü miktarı:

BC1 Kapsamında yapılan arkeolojik kazı için çok büyük miktarda adam saat harcandığından bu projede harcanan ve harcanacak olan adam saatler hesaplanamamıştır.

CR2 Projesi kapsamındaki 440 aracın imali için tahminen 900.000 adam saat.

CR3 Projesi kapsamındaki imalatlar için tahminen 7.000.000 adam saat harcanacaktır.

İşletme dönemi insan gücü tahminen 2.000 kişi olacaktır.

4. YATIRIM VE YAPIM DÖNEMİ BİLGİLERİ

4.1 MÜHENDİSLİK ve MÜŞAVİRLİK HİZMETİ

Projenin hem boğaz geçişi batırma tüneli, hem de yaklaşma tünelleri ile banliyö hatlarının yenilenmesi kapsamında bir çok mühendislik disiplini bir arada bulunduran uluslararası ve teknoloji yoğun bir proje olması nedeniyle mühendislik ve müşavirlik hizmetinin alınması zorunlu olmuştur.

4.1.1 İhale Süreci

2000 İlkbaharında müşavirlerin ön yeterlilik süreci başlamıştır. 28 Ağustos 2000 tarihinde müşavirlerden teklifler alınmış, Mühendislik ve Müşavirlik Hizmetleri Sözleşmesi, 13 Aralık 2001'de Avrasya Ortak Girişimi(*Avrasyaconsult*) ile imzalanmıştır.

Avrasyaconsult, Türk ve Japon üç ortaktan oluşan uluslararası bir ekiptir ve bazı yerel Türk müşavirleri bu ekibe destek vermektedir:

- a)-Oriental Consultants - Japon Lider Şirket
- b)-Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. - Yerel Türk Ortak
- c)-Japan Railway Technical Service(JARTS) - Japon Uzman Ortak

Bu üç ortak, aşağıda belirtilen iki şirketle işbirliği içerisinde çalışan Ortak Girişimi oluşturmaktadır:

- a)-Terzibaşoğlu Müşavir Mühendislik Ltd. Şti. (TMM)
- b)-SİAL Yerbilimleri Etüd ve Müşavirlik Ltd. Şti.
- c)-ABD'den Parsons Brinckerhoff International, Inc. (PBI)

İşin süresi 83 ay olarak ön görülmüştür.(Tezin hazırlandığı tarih itibariyle 540+444 gün süre uzatımı verilmiştir.)

(13 Eylül 2008 tarihinde Japon ortaklardan Pacific Consultants International hisselerini diğer Japon ortak Oriental Cosultants Co. Ltd.ye devrederek Konsorsiyumun yapısı yukarıdaki gibi oluşmuştur.)

Seçilen müşavir olan Avrasya Ortak Girişimi, Mart 2002'de Proje için ihale dokümanlarını hazırlamıştır. İhaleler, uluslararası ve ulusal yüklenicilere ve/veya ortak girişimlere açık olarak gerçekleştirilmiştir.

Avrasya Ortak Girişimi, projeye ilgili Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü adına mühendislik ve müşavirlik hizmeti vermekle beraber, BC1, CR1/CR3 ve CR2 kısımları Tasarım-Satınalma-Yapım şeklinde ihale edildiği için, sözleşme imzalanan firmalar da aynı zamanda mühendislik hizmeti vermektedirler.

Konsorsiyum hakkında bilgiler EK A'da verilmektedir.

4.1.2 Hizmetin Kapsamı

Müşavir firma olan Avrasyaconsalt Projenin yürütülmesiyle ilgili işveren kuruluş olan Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğünü temsil etmekte olup, proje ile ilgili sorumluluğu bulunmaktadır. İnşaat ihaleleri tasarım-satın alma-yapım şeklinde ihale edildiğinden, firmalar yapılacak işleri önce projelendirmekte, daha sonra onaya sunmaktadır. İşveren kuruluş adına müşavir firma, tasarlanan projeyi onaylamakta ve işverenin son onayına sunmaktadır.

4.2 DEMİRYOLU BOĞAZ GEÇİŞİ, TÜNELLER ve İSTASYONLAR İNŞAATI (BC1- Boğaz Geçışı -*Bosphorus Crossing*)

4.2.1 Marmaray BC1 Güzergahı ve İnşaat Yapıları

Marmaray BC1 inşaatı TCDD'nin mevcut Kazlıçeşme İstasyonu civarında başlayıp Aksaray-Sirkeci ekseninde yeraltından devam ederek boğaz tabanından Anadolu Yakasında Üsküdar üzerinden geçerek Ayrılıkçeşme civarında son bulmaktadır. Güzergah Kazlıçeşme civarında bir hemzemin istasyon yapısıyla başlayarak Yedikule bölgesine kadar hemzemin, köprü ve U tipi inşaat yapılarıyla devam etmektedir. TBM segmentli tüneller Yedikule bölgesinde başlayıp Yenikapı aç-kapa yapısına kadar devam etmektedir. Yenikapı aç-kapa yapısı yaklaşık 700 m uzunluğundadır. Aksaray-Havaalanı ve Yenikapı-Taksim metro hatları için transfer yapılarını da kapsayan Yenikapı yeraltı istasyon yapısı bu bölümde yer almaktadır. Yenikapı aç-kapa yapısından itibaren Sarayburnu bölgesine kadar tarihi yarımadaı baştan sona birleştirecek olan inşaat yapısı yine segmentli ikiz tünel yapısıdır. Sirkeci bölgesinde delme tünel tekniği ile inşa edilmekte olan yeraltı istasyonu bulunmaktadır. Sirkeci yeraltı istasyonuna ulaşabilmek için Cağaloğlu civarında ve Sirkeci Gar sahası içerisinde yaya girişi yapıları bulunmaktadır. Bu iki giriş yapısı arasında istasyona dikey ulaşım yapıları yer almaktadır.

Şekil 4.1 : Marmaray BC1 Güzergahı

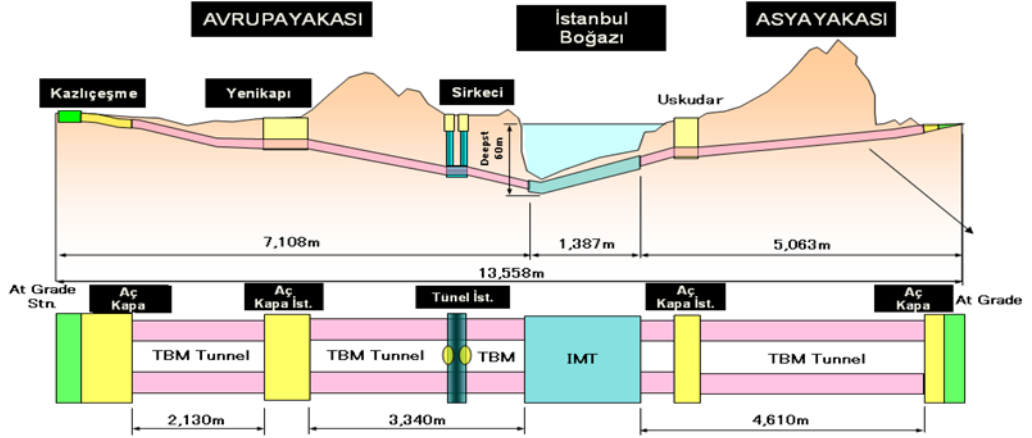


Kaynak: Taisei, 2005

Daha sonra güzergâh Sarayburnu civarında “Batırma Tüp” tekniği ile boğaz dibine yerleştirilmiş olan yapı elemanlarının Kızkulesi yakınından geçerek Anadolu Yakasına kadar yerleştirilmesiyle devam eden ve bu alanda yine segmentli ikiz tüneller Üsküdar Meydanında yerleştirilmiş olan aç-kapa diyafram duvar korumalı Üsküdar Yeraltı İstasyonu ile buluşmaktadır. Üsküdar İstasyonu yapısından itibaren inşaat sistemi makas tünel bölgesiyle devam etmektedir. Daha sonra yine segmentli ikiz tünellerle güzergah Bülbülderesi, Zeynep Kamil ve Karacaahmet güzergahını izleyerek Ayrılıkçeşme’de Nautilus önlerinde yeryüzüne çıkmaktadır. Bütün delme tünel bölgelerinde yaklaşık her 200 m.de bir, iki tünel arasında acil durumlar ve servis için yaya geçiş pasajları yer almaktadır. Daha sonra güzergah yarma-dolgu ve hemzemin yapılarıyla devam edecek ve Söğütlüçeşme öncesi Arap Mezarlığı civarında mevcut Haydarpaşa-Gebze TCDD hatlarıyla birleşmektedir(Şekil 4.1).(2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ – İstanbul, 23-25 Kasım 2005).

Sözleşme sırasında öngörülen iş süresi 56 ay olup proje başlangıcından günümüze kadar devam etmiş ve halen devam etmekte olan arkeolojik kazıların da etkisi ile bu süre uzamış, revize edilmiş haliyle 110 aya çıkmış durumda olup, süre 28.Ekim.2013 tarihinde sona erecektir.

Şekil 4.2 : BC1 Boğaz Geçişi ve delme yapılar (maximum eğim:%1.8)



Kaynak:Taisei,2005

Genel hatlarıyla BC1 kapsamında yapılacak işler: 76,3 km lik toplam Marmaray güzergahının, Batırma Tüp Tünelin de dahil olduğu 13.6 km'lik kısmı tamamıyla yeni bir yeraltı güzergahı olup, çift hatlı olarak BC1 Sözleşmesi altında icra edilmektedir. Bu iş kapsamında; batırma tüneller, delme ve aç-kapa tüneller, 3 yer altı(Yenikapı, Sirkeci, Üsküdar) ve 1 hemzemin(Kazlıçeşme) istasyonun üç havalandırma ve iki jeneratör binası inşaat işleri bulunmaktadır.

Kazlıçeşme İstasyonu ile Yedikule Havalandırma Binası arasındaki hemzemin kesimde köprü, dolgu ve yarma istinat yapıları, betonarme U kesit gibi yapılar mevcuttur.

Batırma Tüp Tünel: 1.387 m

TBM Tüneller: 9.360 m

NATM İstasyon ve Tüneller: Sirkeci İstasyonu, Makas ve Geçiş Tünelleri

Aç/Kapa Bölümler: Sirkeci İstasyonu(giriş), Yenikapı ve Üsküdar İstasyonları,

Yedikule-Yenikapı-Ayrılıkçeşme Havalandırma Binaları

Yerüstü Bölümler: Kazlıçeşme İstasyonu

Diğer Yapılar: Aç/Kapa Tüneller, İstinat Yapıları (Dolgu/Yarma), Betonarme U Kesit,

Köprüler, Jeneratör Binaları

Hat İşleri: Hemzemin ve Tüneliçi Demiryolu İnşaatı

Elektrik ve Mekanik İşler

İmalatlar esnasında banliyö işletmeciliğinin kesintiye uğramaması için mevcut demiryolu güzergahının deplase edilmesi.

Boğaz Geçişindeki batırılacak tüplerle ilgili tarasım kriterleri aşağıya çıkarılmıştır.

Tablo 4.1 : Tasarım kriterleri

Deprem Tasarımı	Mw = 7.5
Sıvılaşma	Önleyici Tedbirler
Akıntı Hızı	Kuzeyden Güneye(Üst) = Maks. 5 knots(2.5 m/s) Güneyden Kuzeye(Alt) = Maks. L = 1.5 knots
Boğazdaki Maksimum Su Derinliği	58 m
Yangına Karşı Dayanıklılık	100 Mw Yangın Enerjisine Göre Tasarım
Maksimum Araç Hızı	100 km/h
Tasarım Ömrü	100 yıl

4.2.2 BC1 İhale Süreci

Teknik tanıtımı daha önceki bölümlerde verilen Asya Yakası'nda İbrahimağa'dan başlayıp, Avrupa Yakası'nda Kazlıçeşme'de sona eren ve 13.6 km. uzunluğunda BC1 kapsamındaki; batırma tüplerin imalat ve montajı, yaklaşım tünelleri ve üç yer altı bir yerüstü istasyon imalatları ile elektromekanik sistemleri işleri için; ihale dökümanları 6 Haziran 2003 tarihinde ön yeterlilik almış firmalara gönderilmiş ve 3 Ekim 2003 tarihinde teklifler alınmıştır. Projenin işvereni Ulaştırma Bakanlığı, Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü (DLH) ile ihaleyi kazanarak projenin yüklenicisi olmaya hak kazanan TGN(Taisei, Gama, Nurol) Ortak Girişimi arasında 26 Mart 2004'te sözleşme imzalanmıştır. 17 Haziran 2004'de Üsküdar'da inşaata fiilen başlanmıştır(Şekil 4.3). 16 Temmuz 2004'de JBIC onayı ile sözleşme yürürlüğe girmiştir. 27 Ağustos 2004 tarihinde yer teslimi yapılarak, Ekim 2004 itibariyle BC1 yapım işlerine başlanmıştır.

TGN, Türkiye ve Japonya'da bulunan üç ortaktan oluşan uluslararası bir konsorsiyumdur ve bu konsorsiyum aşağıdaki şirketlerden oluşmaktadır:

a)-Taisei Corporation , Japonya'da bulunan lider ortak

b)-Gama Endüstri Tesisleri İmalat ve Montaj A.Ş, Türkiye'deki yerel ortak.

c)-Nurol İnşaat ve Ticaret A.Ş. Türkiye'deki yerel ortak.

Konsorsiyum hakkında detaylı bilgi EK-B'de verilmektedir.

Şekil 4.3 : Marmaray temel atma töreni, Üsküdar,2004



Konsorsiyum İş Dağılımı

İşlerin %75 lik kısmını yapmakta olan Taisei ile %25 lik kısmını yapmakta olan Türk firmaları Gama ve Nurol'un kendi aralarında oluşturdukları bir adi ortaklık çerçevesinde aşağıda sıralanan işleri yürütmektedirler.

1.387 metre uzunluğundaki Batırma Tüp, Ayrılıkçeşme-Üsküdar İstasyonu arasındaki ve daha sonraki İstasyon-Batırma Tüp arasındaki TBM Tüneller ile, Batırma Tüp-Yenikapı arasındaki Sirkeci İstasyonu dahil Tüneller Taisei Firması sorumluluğunda inşa edilmektedir.

Taisei kapsamındaki yapılar:

- 1- 1387 m uzunluğundaki Batırma Tüp İnşası
- 2- Ayrılıkçeşme-Batırma Tüp arası TBM tünelleri (Üsküdar İstasyonu hariç)
- 3- Batırma Tüp-Sirkeci İstasyonu arası TBM tünelleri
- 4- Sirkeci Derin Tünel İstasyonu
- 5- Sirkeci İstasyonu ile Giriş Yapıları Bağlantı Tünelleri
- 6- Sirkeci İstasyonu-Yenikapı arasındaki TBM Tüneller
- 7- Anadolu ve Avrupa Yakaları Makas Tünelleri

Aç-Kapa yöntemle inşa edilecek istasyon yapıları, havalandırma binaları, kutu kesit yapılar ile hemzemin alanlarda inşa edilecek U kesit, istinatlı yarma ve dolgu yapıları, Yedikule-Yenikapı arasındaki 2x2.600 m uzunluğundaki TBM tünelleri, 250 m uzunluğundaki manevra tüneli ve Ayrılıkçeşme Bölgesindeki yol ve kavşak düzenleme işleri Gama-Nurol Adi Ortaklığı sorumluluğunda yapılmaktadır.

Gama Nurol Adi Ortaklığı'nın sorumlu olduğu yapılar:

- 1- Ayrılıkçeşme Hemzemin Bölge (Demiryolu Köprüleri dahil)

- 2- Ayrılıkçeşme Havalandırma Binası
- 3- Üsküdar İstasyonu(Aç-Kapa ile yapılmakta)
- 4- Sirkeci İstasyonu Giriş Yapıları
- 5- Yenikapı Tüp İstasyonu(Aç-Kapa ile yapılmakta)
- 6- Namık Kemal Caddesi Tünel Geçişi
- 7- Yenikapı Havalandırma Binası
- 8- Yenikapı – Yedikule Arası TBM Tüneller
- 9- Yenikapı Manevra Tüneli
- 10- Yedikule Havalandırma Binası
- 11- Yedikule Kutu Kesit, U Kesit ve istinatlı Yarma Yapıları
- 12- Hemzemin Kesitler
- 13- Demiryolu Köprüleri
- 14- Kazlıçeşme Hemzemin İstasyon İnşaatı

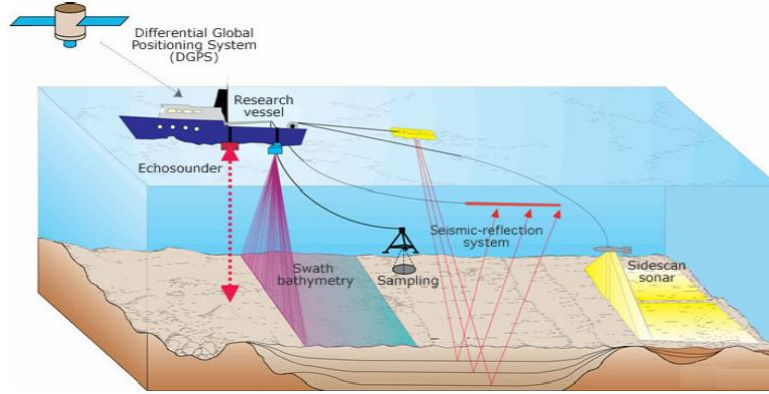
4.2.3 İhale Sonrası Jeoteknik Etüt Çalışmaları

Proje, tasarla ve yap (*Design and Built*) sözleşme şekli olarak ihale edildiğinden yüklenicinin yapması gereken minimum araştırma programı işveren sözleşmesinde belirtilmiş olup, bu kapsamda aşağıdaki nihai araştırma programı gerçekleştirilmiştir;

Karada; 120 adet, toplam 4.000 m sondaj (zeminden örselenmiş-örselenmemiş numune ve kayadan karot alınması dahil), yerinde arazi deneyleri(permeabilite, packer, pressiyometre), laboratuvar deneyleri, jeofizik araştırma, P-S logging (istasyonlarda).

Denizde ise; 9 noktada, toplam 450 m sondaj (sürekli CPT ve her 3 m’de bir örselenmiş-örselenmemiş numune ve kayadan karot alınması dahil), laboratuvar testleri (zemin, kaya deneyleri), deniz çalışmaları 2002 yılındaki gibi Fugro tarafından gerçekleştirilmiştir.

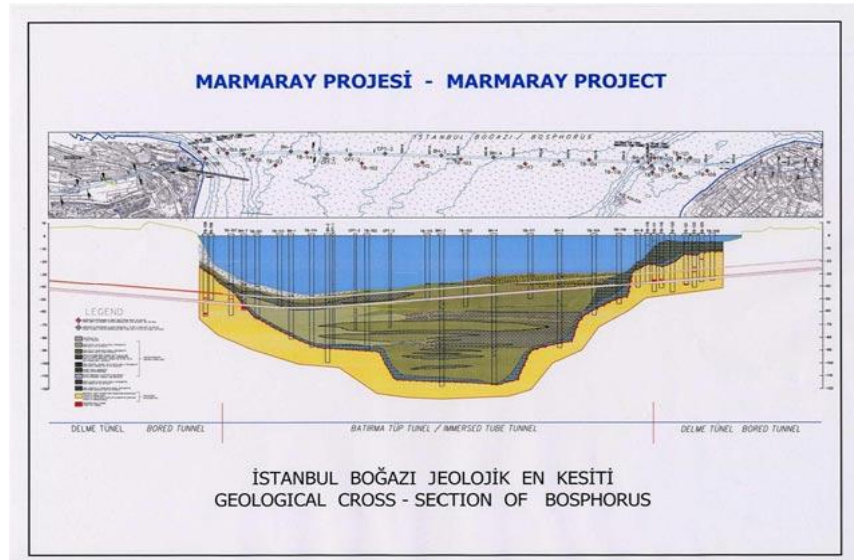
Şekil 4.4 : Bathymetric ölçüm(Deniz tabanı ölçümü)



Kaynak: Gulfofmaine,2011

Tüm bu jeoteknik çalışmalar sonucunda elde edilen verilerle aşağıda sunulan boğaz yer haritası çıkarılarak çalışmalar buna göre yapılmıştır.

Şekil 4.5 : Boğaz yer haritası



Kaynak: Avrasya Ortak Girişimi, 2005

1985-2004 Yılları arasında yapılan etütlerden elde edilen bilgiler doğrultusunda tüplerin geçeceği güzergahta 510 m. siltli kil, çok yumuşak ve yumuşak, kon mukavemet değeri 0.5 MPa. 780 m. siltli kum, gevşek ve sıkı, kon uç direnci 0.5 MPa ile 30 MPa arasında. 20 metresi ise iri kum, çakıl ve blok şeklinde olduğu tespit edilerek yüksek depremsellik etkileri de göz önünde tutularak yapılan sıvılaştırma analizleri sonuçlarına göre tünel güzergahı üzerinde belirlenen 460 m. uzunluğundaki bölgesinde gerek kazı ve kontrollü dolgu, gerekse sıkıştırma yöntemleri ile zemin iyileştirilmesi yapılmasına karar verilmiştir. Batırma tüneller, yüzer yapılar olarak inşa edilerek daha sonra önceden taranmış bir kanalın içine batırılıp üzerleri örtü tabakası ile kaplanmıştır(TGN, 2011).

4.2.4 Batırma Tüp Tünel İnşaatı

Batırma Tüp Tünel kısmı toplam 1.387 metre uzunluğundaki tüplerin boğaz tabanına yerleştirileceği alanda hendek açma çalışmaları, 11 adet tüpün imalatı ve boğaza yerleştirme işlemlerinden oluşmaktadır.

4.2.4.1 Deniz yatağı hendek tarama çalışmaları

Önce tüplerin batırılacağı güzergahta hendek açma çalışmaları yapılmıştır(Şekil 4.6). Taranan ve hendek açılan güzergaha dolgu malzemesi serilmiştir(Şekil 4.7).

Şekil 4.6 : Hendek açma çalışmaları



Kaynak: Taisei, 2005

Şekil 4.7 : Boğaz tabanına döşenen malzemeler



Kaynak: TGN, 2005

Şekil 4.8 : Su altı kamera görüntüsü(Dolgu malzemesi)



Kaynak: TGN, 2005

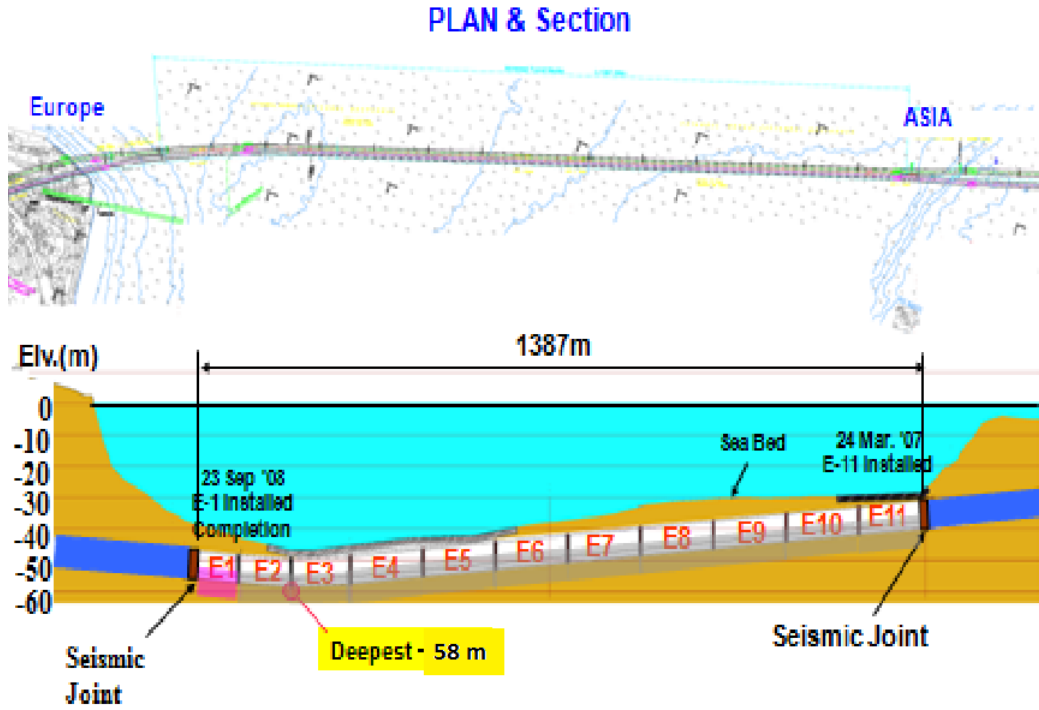
4.2.4.2 Batırma tüplerin imalatı

Batırma tüpler, esasen kontrol edilebilir uzunluklarda prefabrike olarak imal edilen tünel elemanlarından oluşturulurlar. Bu elemanların her biri, genellikle yaklaşık 100 m uzunluğundadır. Tüp tünel bitiminde bu elemanlar, tünelin son halini oluşturmak üzere,

suyun altında birbirlerine monte edilmektedirler. Her elemanın uç kısımlarında geçici olarak yerleştirilen bölme paneller bulunur. Bu paneller, elemanların içleri kuruyken yüzdürülmelerini sağlar. Fabrikasyon işlemi, kuru bir dok içinde tamamlanır veya elemanlar, bir gemi gibi denize indirilir. Daha sonra son montaj yerine yakın bir yerde yüzer parça halinde üretimleri tamamlanır.

Marmaray Batırma Tüp Tüneli iki gözlü 11 adet olup 1.387 metre uzunluğundadır(Şekil 4.9).

Şekil 4.9 : Tüp elemanlar



Kayn

ak: Taisei,2005

Tüp tünel elemanlarının sekizi 135 m., ikisi 98.5 m. ve biri 110 m. olmak üzere, 8.6 m. yüksekliğinde ve 15.3 m. genişliğindedir(Tablo 4.2).

Dünyadaki yüzden fazla değişik batırma tüp projeleri arasında 41 m. derinliğiyle ABD San Fransisco Bart Tüneli en derin tüp unvanına sahip iken, şekilde görüldüğü üzere 58 m derinliğe sahip Marmarayın Avrupa Yakasına yakın olan E3 no.lu tüpü ile Marmaray

Boğaz Geçişi dünyanın en derin batırma tüp tüneli unvanını eline geçirmiştir. Yüzeyde ve tabanda farklı istikametlerde olmak üzere 3m/sn.lik akım hızına sahip olan İstanbul Boğazı'nda inşa edilmesi dolayısı ile özel bir konuma da sahiptir.

E harfi ile tanımlanan 11 eleman sırasıyla Tuzla Tersanesinde yapılmaya, yapıldıktan sonra da mavnalarla çekilerek boğaza batırılmaya götürülmüştür.

Tablo 4.2 : Tüp elemanları ve uzunlukları

SEGMENT	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
Uzunluk (m)	98,5	98,5	110	135	135	135	135	135	135	135	135

11 adet batırma tüp elemanı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Marmaray Bölge Müdürlüğü'nün İstanbul-Tuzla Baş Mühendislik arazisi üzerinde karada inşa edilmiş iki adet kuru havuz içerisinde öncelikle tüplerin alt yarısı imal edilerek, daha sonra yüzdürülerek havuzlardan çıkarılıp yüzer vaziyette iken diğer üst yarısının imalatı yapılmıştır. Havuz içerisinde aynı anda iki adet tüp imalatı gerçekleştirilmiştir(Şekil 4.10 ve 4.11).

Tüplerin imalat prosesi aşağıda açıklanmaktadır:

1. 8.75 metre yükseklik ve 15,5 metre genişliğe sahip tünel inşası öncelikle kuru havuzda başlamaktadır.
2. Kuru havuzda yapımı biten eleman havuzdan çıkarılıp Ecem Sultan adlı gemiye çekilmektedir.
3. Yüzdürülen ve test işlemi gerçekleştirilen tünel elemanı betonun su ile geçirimsizlik kazanması için normal ıslak havuza alınmaktadır.

4. Tünel elemanının yapım ve dinlenme aşaması dolduktan sonra üzeri geçirimsiz membranla kaplanıp, içine batırma tüpleri yapılmaya başlanılmakta, içleri suyla doldurulup tünelin batması sağlanmaktadır, daha sonra su pompalarla boşaltılmaktadır.

5. İşlemi tamamıyla biten eleman çekilmeyi beklemek üzere başka bir bölüme alınmaktadır. Yerine kuru havuzda inşaatı biten elemanın yapımı dönüşümlü olarak gelmektedir.

6. Kuru ve ıslak havuzun toplam 4 adet eleman kapasitesi bulunmaktadır. Bekletme bölümü de dahil olmak üzere Tuzla Tersanesi toplam 6 adet eleman barındırma kapasitesine sahiptir(Özbay G. 2009).

Şekil 4.10 : Kuru havuzlarda batırma tüp tünel imalatı



Şekil 4.11 : Batırma tüp tünel imalatı

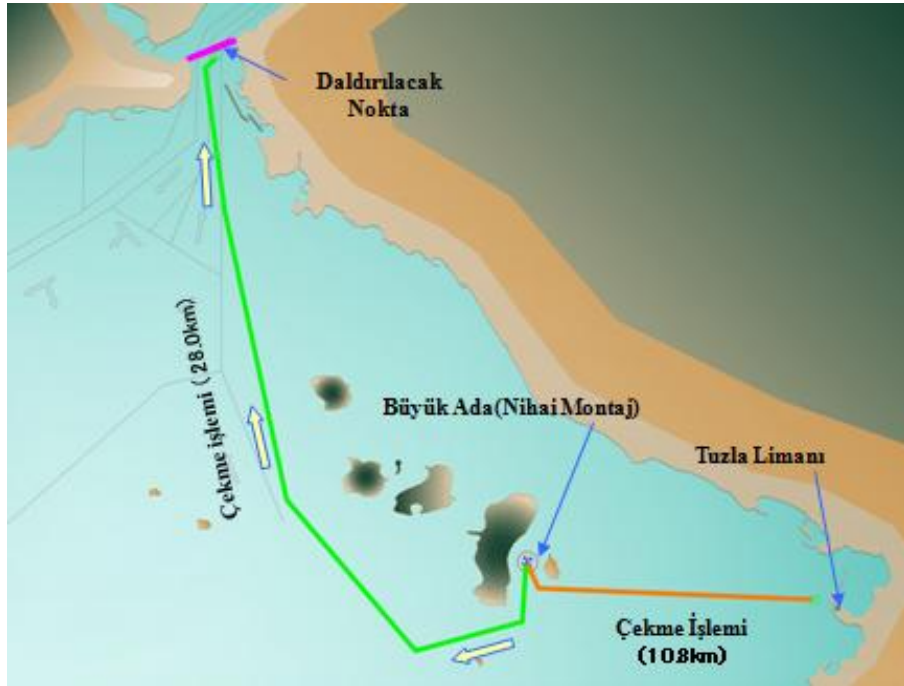


Kaynak: Taisei, 2005



Bir tüpün imalatı Tuzla'da tamamlandıktan sonra, İstanbul Boğazında gerçekleştirilecek olan batırma işlemi öncesi son imalat, kontrol ve testlerinin yapılması için tüpler katamaran vasıtası ile sırayla Büyükada açıklarına götürülmüş, yüzer vaziyette bekletilmiştir(Şekil 4.12).

Şekil 4.12 : Tüplerin son kontrol için Büyükada'ya çekilmeleri



Kaynak: TGN,2006

Gerekli ekipman yerleşimi ve kontrollerden sonra Boğazda batırma işlemi için uygun hava ve akıntı Şartları beklenmiştir. Batırma işleminin gerçekleşebilmesi için akıntı hızının 3.0 knot (yaklaşık 1.5m/s) yada daha az olması gerekmektedir(zgr 2008).

4.2.4.3 İmal edilen batırma tüplerin deniz tabanına yerleştirilmesi

Yerleştirme işleminde önce akıntı ölçümleri yapılmıştır.

4.2.4.3.1 Tüplerin Boğaza yerleştirilmesi için akıntı ölçümleri

Tüp elemanlarının boğazda batırma işleminin gerçekleşebilmesi için akıntı hızının hassas olarak tahmini çok önemlidir, çünkü batırma işlemi yukarıda da belirtildiği gibi 3.0 knot yada daha az hızdaki akıntı halinde mümkün olmaktadır. İstanbul Boğazı'nda ise Karadeniz'den Marmara'ya zaman zaman 2 m/s 'den fazla olan üst akıntı ile Marmara'dan Karadeniz'e olan alt akıntının hızlı değişiklik göstermesi tüplerin batırma operasyonunu olumsuz etkileyeceğinden, her bir tüpün batırma operasyonu için boğaza doğru çekilme işleminden batırmanın tamamlanmasına kadar gerekli yaklaşık iki günlük süre içerisindeki akıntıyı yüksek hassasiyetle tahmin etmek çok önemlidir. Bu amaçla, bu projede kullanılmak üzere akıntı tahmin sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, üç kısımdan oluşmuştur:

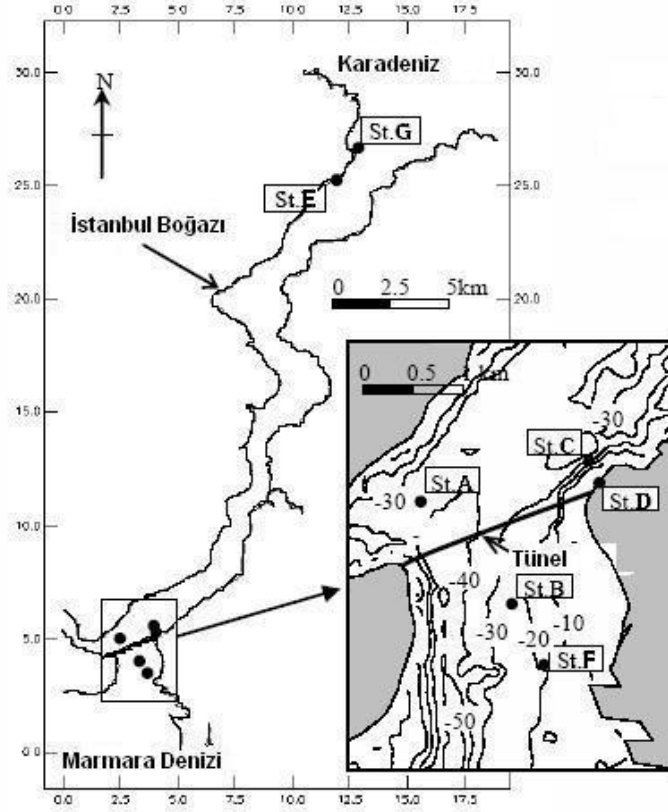
- 1) Akıntı durumu (akıntı hızı ve su yüksekliği) ile hava durumu verilerini (rüzgâr hızı, rüzgâr yönü ve atmosfer basıncı) gerçek zamanlı olarak elde eden sistem,
- 2) Yukarıda belirtilen verilere ve tüplerin batırılacağı lokasyondaki hava durumuna bağlı olarak belli bir zaman sonra akıntı durumunun nasıl olacağını ve nasıl değişim göstereceğinin hesaplandığı sistem,
- 3) Yapılan hesapların ve tahminlerin network üzerinden aktarımını sağlayan bilgi akış sistemi.

Bu üç sistemin hızlı ve yüksek hassasiyetle çalışması sonucu tüplerin boğazda batırılacağı lokasyona getirilmesi ve batırma işlemi için doğru karar verilebilmesi mümkün olmaktadır.

Yukarıda belirtilen gözlemlene ve ölçümler için İstanbul Boğazında istasyonlar kurulmuştur. Hava basıncı, rüzgâr hızları ve yönleri boğazın her iki ağzındaki F ve G meteoroloji istasyonlarında ölçülmektedir (Şekil 4.13). Su seviyeleri, meteoroloji istasyonlarına yakın yerlerdeki D ve E istasyonlarında ölçülmektedir. Akıntı yapısı ile

ilgili olarak düşey akıntı profilleri güzergah civarında bulunan A, B, ve C istasyonlarında gözlemlenmektedir(Özgür 2008).

Şekil 4.13 : Boğazdaki ölçüm istasyonları



Kaynak: Öztürk 2008

4.2.4.3.2 Tüplerin Boğaz tabanına yerleştirilmesi

Batırma tünel işleri için akıntı tahmini çok önemlidir. Yukarıda anlatılan akıntı ölçümleri sonucuna göre tespit edilen uygun hava ve akıntı şartları oluştuğunda tüp elemanı katamaran vasıtası ile Büyükada'dan hareket ederek Boğazdaki batırılacağı yere getirilmiştir. Tuzla fabrikasyon bölgesinden yaklaşık 40 km çekilen tünel elemanının konumu GPS kullanılarak belirlenmektedir.

Şekil 4.14 : Tüpün mavnalar yardımıyla çekilmesi ve batırılması



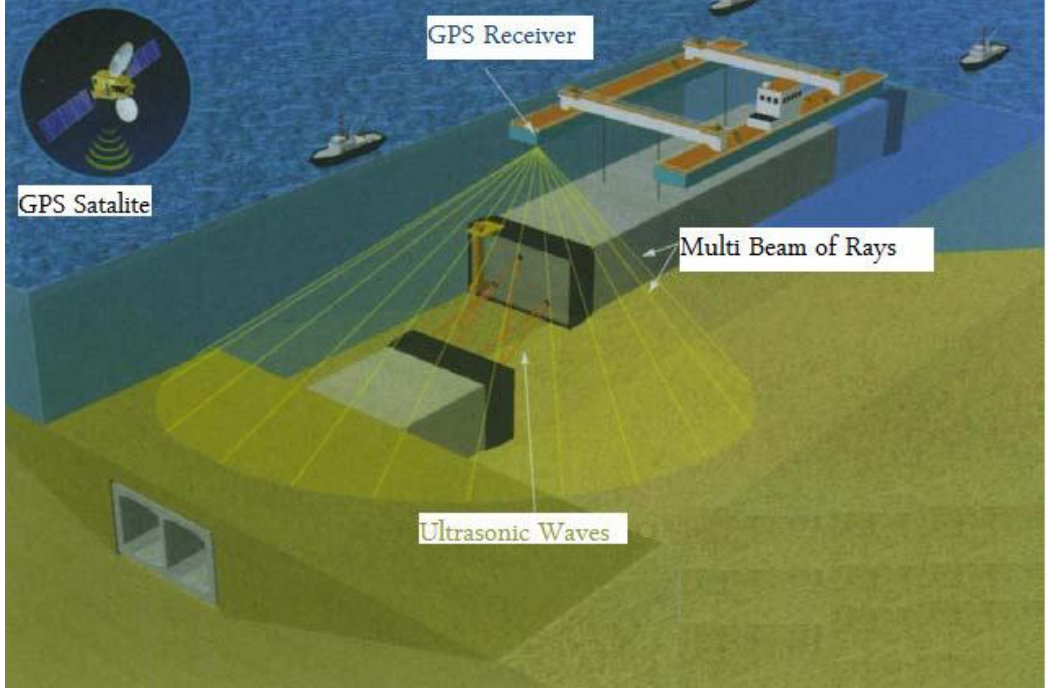
Kaynak: <http://www.marmaray.com.tr>, 2006

Uygun şartlar sağlandıktan sonra yaklaşık 18.000 ton ağırlığındaki eleman 15 metre dibe indirilerek birbirine zıt olarak akan alt ve üst akıntının dengeli duruma geldiği andan itibaren tüp 30 derece döndürülerek proje güzergahındaki konumunu 5 ‘er metrelik aşamalarla ve CPS yardımıyla alacaktır. İndirilen ilk tüp Asya yakasından E11 nolu eleman olup içi boş bir şekilde 24 Mart 2007 tarihinde deniz tabanına indirilmiş ve yaklaşık 6 saat süren işlemlerle içindeki tanklara su pompalanarak batırılmıştır. BC1 işi kapsamında imalatı tamamlanan son batırma tüp tünel elemanı ise E5 nolu eleman 01 Haziran 2008’de boğaza yerleştirilerek batırma işlemleri tamamlanmıştır.

Sıvılaşma riski olan Üsküdar tarafında bir deprem halinde oluşabilecek sıvılaşma etkisini önlemek amacı ile Compaction Grouting (CPG) denilen zemine çimento harcı enjekte edilerek zemini sıkıştırmak vasıtasıyla tüp altında kolonlar oluşturulmuştur. İki tüpün su altında birleştirilmesinde tüplerin konumları çok önemlidir ve oldukça hassas

ölçümlerle birleşme gerçekleşmek zorundadır. Bu amaçla GPS, Multi-Beam ve ultrasonik ölçüm sistemlerinden yararlanılmıştır(Şekil 4.15).

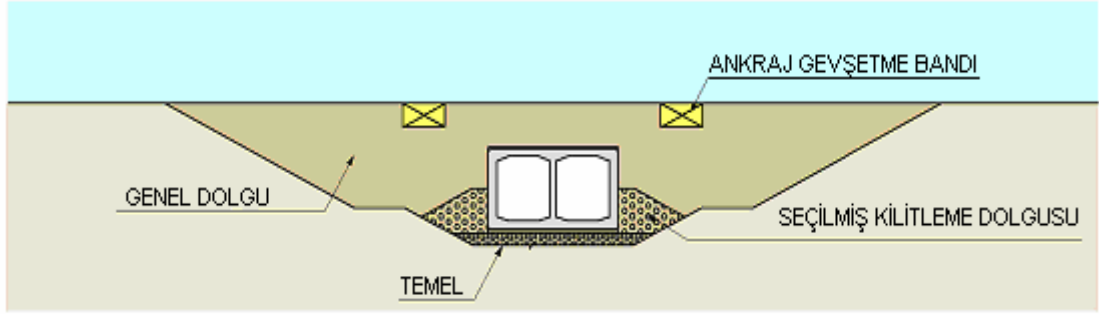
Şekil 4.15 : Tüpün batırılması, komşu tüpe montajı



Kaynak: TGN, 2005

İki tüp elemanı birbirine yaklaştığında önceden yerleşmiş olan tüp üzerinde bulunan kriko, yanaşmış olan yeni tüpü yakalayarak kendine çekmekte ve birleşme sağlanmaktadır. Daha sonra tüp elemanlarının yanlarına sabitleme için geri dolgu yapıldıktan sonra tüplerin içerisinden tüpün altındaki olası boşlukları doldurmak amacı ile özel bir grout (harç) enjekte edilmektedir. Bu işlemlerden sonra tüpün yanlarını ve üzerini tamamen örtecek şekilde genel geri dolgu malzemesi konulmuştur.

Şekil 4.16 : Yerleştirme sonrası batırma tüp elemanı en kesiti



Kaynak: TGN, 2004

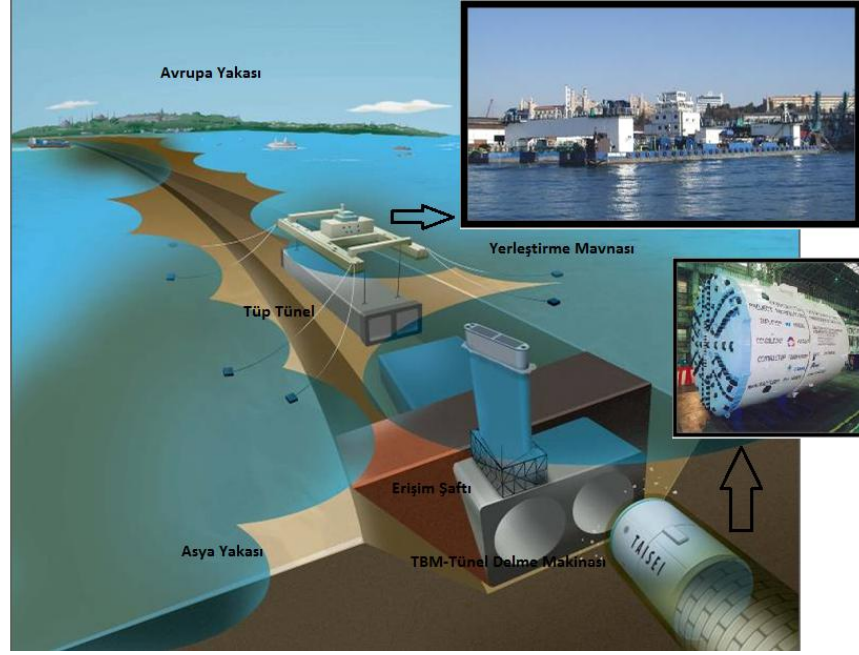
Tüplerin batırma işlemi ve batırıldıktan sonra tüp içerisine ulaşım için Kız kulesi yakınlarından yaklaşık 250 m uzunluğunda geçici iskele(şaft) inşa edilmiştir(Şekil 4.17). Tüpler ile TBM makinelerinin birleşmesi oldukça önemli bir aşamadır. Birleşme olacak bölgeye önceden Premiks Soil denilen özel bir zemin yerleştirilmiş ve TBM makineleri bu zemin içerisinden geçerek batırma tünelin Üsküdar ve Sirkeci uçlarında birleşmesi gerçekleştirilmiştir. Batırma tünelin Sirkeci ve Üsküdar uçlarında TBM le yapılan yaklaşma tüneli kazıları için birer adet sismik conta yerleştirilmiştir(Şekil 4.18-4.19)(Öztürk 2008).

Şekil 4.17 : Tüp tünele ulaşım şaftı,Üsküdar



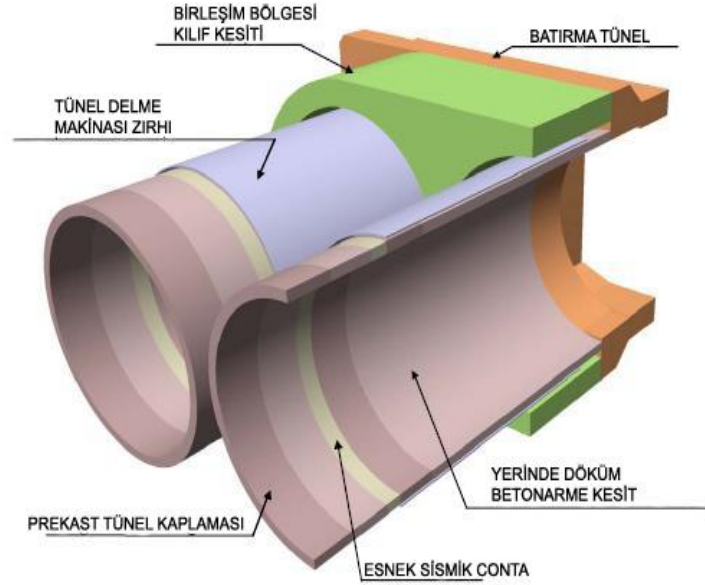
Kaynak: www.marmaray.com.tr, 2009

Şekil 4.18 : Tünel ile batırma tütün birleştirilmesi



Kaynak: TGN

Şekil 4.19 : Batırma Tüp Tünel ve Delme Tünel birleşme detayı



Kaynak: TGN, 2005

4.2.5 Yaklaşma(Delme ve Aç-Kapa) Tünel İnşaatları

Projenin yaklaşma tünelleri delme ve aç-kapa tünel açma yöntemleri ile inşa edilmektedir.

4.2.5.1 Delme tünel inşaatları

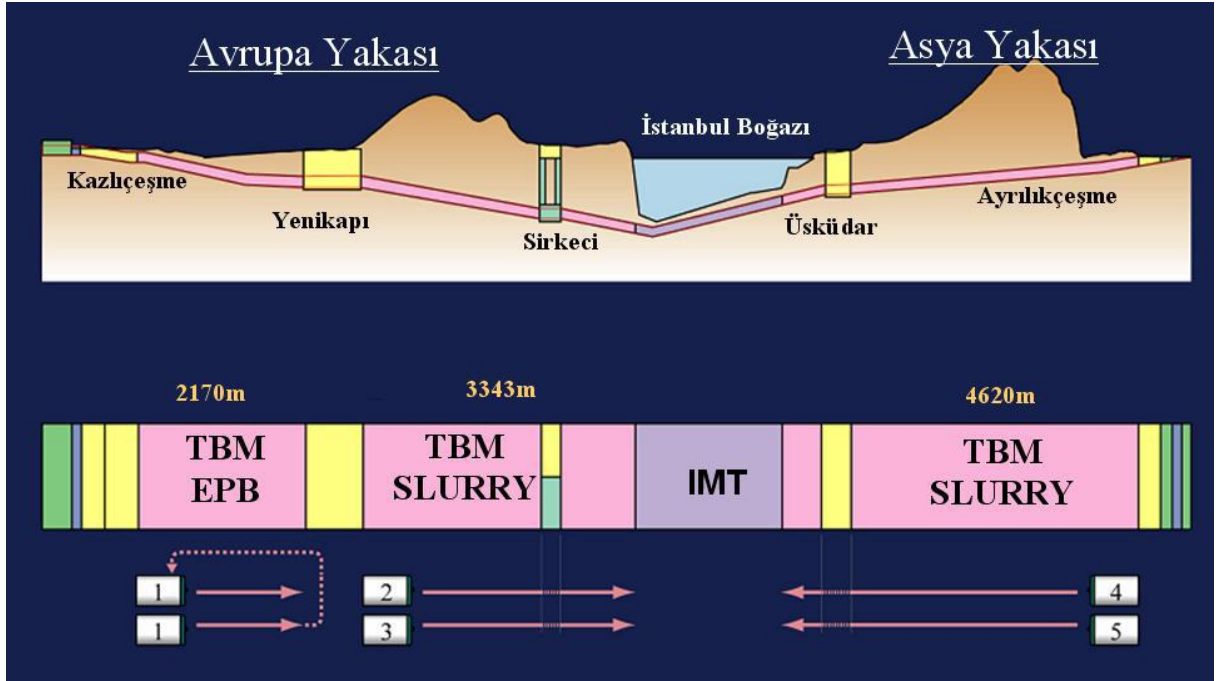
Delme tünel açma inşaatları:

- a)-Makineli tünel açma metodu(TBM) ile açılan tüneller,
- b)-NATM (Yeni Avusturya Tünel Açma Metodu) ile açılan tüneller,

4.2.5.1.1 Makineli tünel açma metodu(TBM) ile yapılan çalışmalar

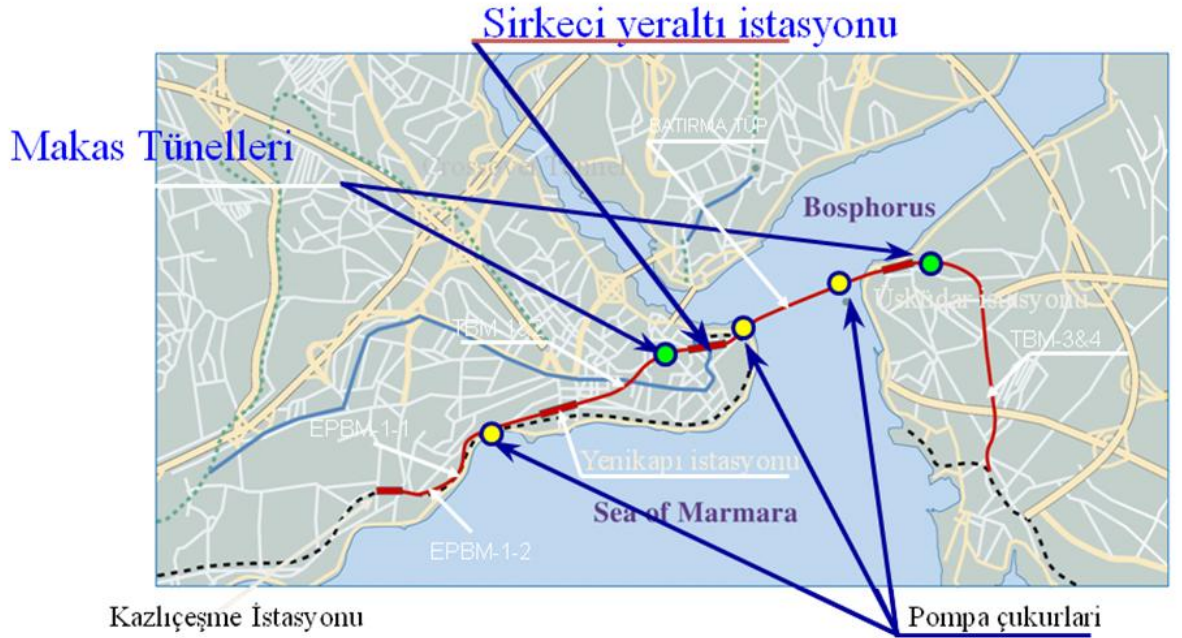
Güzergahın Asya Yakasında Ayrılıkçeşme-Üsküdar, Avrupa Yakasında Sirkeci-Yenikapı ve Yenikapı-Yedikule arasındaki tüneller toplamda 18.720 m. lik kesimi (iki hat toplamı) Makineli Tünel Açma Metodu ile yapılmaktadır. TBM(*Tunnel Boring Machine*) olarak adlandırılan tünel delme makinelerinin çapları yaklaşık 8 m.dir(Şekil 4.24). Tünellerin iç çapı 7 m.dir. TBM ile açılan tünelleri inşa etmek için, her biri yedi adet prekast segmandan oluşan yaklaşık olarak 13.000 adet ring kullanılacaktır. Bunlardan bir tanesi EPB (*Earth Pressure Balanced*) tipi, geri kalan dördü Slurry (çamur bulamacı) tipi olmak üzere Şekil 4.21'de gösterilen Projede 5 adet TBM makinesi tünel kazmaktadır. TBM'ler toplam 21.300 metrelik tünellerde 1.100.000 m³ lük kazı yaparak 800.000 m³ kaya, 300.000 m³ toprak çıkaracaktır. Ayrıca yapılan kazı alanında 260.500 m³ Betonarme beton, 22.000 ton donatı, 8.500 m³ geçici beton, 7.000 ton geçici donatı, 252.000 m³ nihai beton , 380.000 m. kalıp, 400.000 m² su izolasyonu, 70.000 m. su tutucu kullanılacaktır.

Şekil 4.20 : TBM ile açılacak tüneller ve TBM tipleri



Kaynak: Avrasya 2004 Sunumu

Şekil 4.21 : Güzergah planı

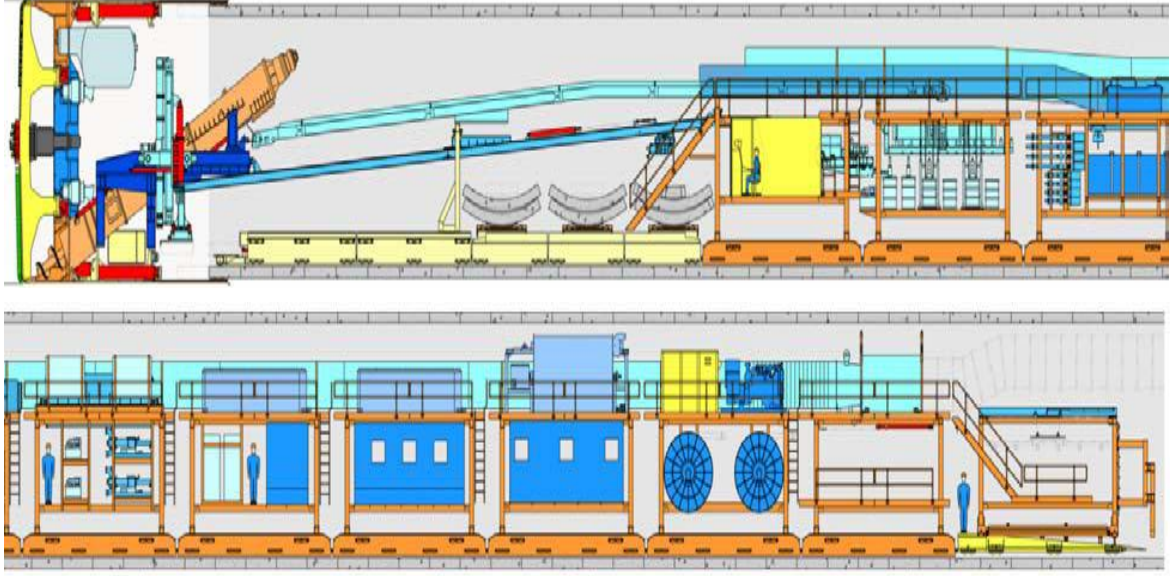


Geçiş tünelleri: En az her 200 m'de bir 43 adet

Kaynak: Şahin 2004

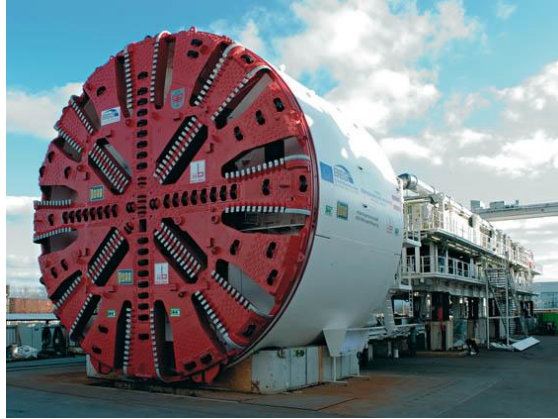
Kazı yapılacak yerde önce ayna oluşturulur. Ayna önünde montajı gerçekleştirilen TBM ler kazıya başlarlar.

Şekil 4.22 : Marmaray BC1 Tünellerinin yapımı için kullanılacak TBM planı



Kaynak: Lovat 2005

Şekil 4.23 : TBM



Kaynak: Lovat 2005

Slurry tipi tünel açma makineleri ile açılan tünellerde, kazılan malzeme çamur ile birlikte borular ve pompalar vasıtası ile tünel dışına taşınır ve tünel dışındaki tesislerde malzeme ile çamur birbirinden ayrılarak geri kazanılan killi malzeme tekrar kullanılır. EPB tipi tünel açma makineleri ile açılan tünellerde ise kazılan malzeme konveyör bantlar aracılığı ile tünel dışına taşınır. Marmaray Projesi kapsamındaki tünellerde

kullanılmakta olan prekast segmanlar, prekast fabrikasında üretilerek TBM sahasına taşınmaktadır. Stoklanan segmanlar, sırası ile TBM makinesinin kesici kafasının bulunduğu en uç kısma taşınarak(Şekil 4.24) sıra ile monte edilmektedir(Şekil 4.25).

Şekil 4.24 : Segmentlerin tünel içerisinde nakliyesi



Kaynak: Şahin 2004

Şekil 4.25 : Segment montajı



Kaynak: Şahin 2004

Daha sonra montajı biten ringlerin arkalarına (zemin ile segman arasındaki boşluğa) harç enjekte edilmek suretiyle boşluklar doldurularak işlem tamamlanmaktadır(Şekil 4.26).

Şekil 4.26 : Tünelin ringler takılarak bitmiş hali



Kaynak: Şahin 2004

TBM tünellerde yaklaşık her 200 m.'de bir karşı tünele geçmek için geçiş tünelleri bulunacaktır. NATM metodu ile açılan bu geçiş tünelleri için geçici çelik segmanlar kullanılmaktadır(Özgür 2008).

Ayrılıkçeşme ve Yedikule tünelleri delme işlemini gerçekleştirecek TBM'ler 21 Aralık 2006 tarihinde çalışmaya başlamıştır. Ayrılıkçeşme'den kazıya başlayan makine Üsküdar Makas Tüneli'ne Şubat 2009'da ulaşmıştır. Yenikapı'dan Sirkeci'ye doğru tünel kazma işlemi Eylül 2009'da başlamıştır.

Şekil 4.27 : Yedikule TBM çalışması



Şekil 4.28 : Ayrılıkçeşme TBM kazı çalışması,2007



Kaynak: Özbay 2009

4.2.5.1.2 NATM (Yeni Avusturya Tünel Açma) metodu ile açılan tüneller

13.6 Km.lik tünel güzergahı üzerinde TBM ile açılan tünellerde ortalama 200 m’de bir olmak üzere 600 m uzunluğundaki tüneller arası acil geçiş tünelleri ile biri Asya Yakasında diğeri Avrupa Yakasında bulunan 350 m uzunluğundaki iki adet makas tüneli, deniz seviyesinden yaklaşık 45 m. derinde bulunan kaya içerisindeki 1.500 m uzunluğundaki Sirkeci İstasyonu ve perona erişim tünelleri ile yaklaşık 90 m.lik pompa çukurları gibi yapılar NATM(Yeni Avusturya tünel metodu) ile inşa edilmektedir.(Şekil 4.29 ve 4.30)

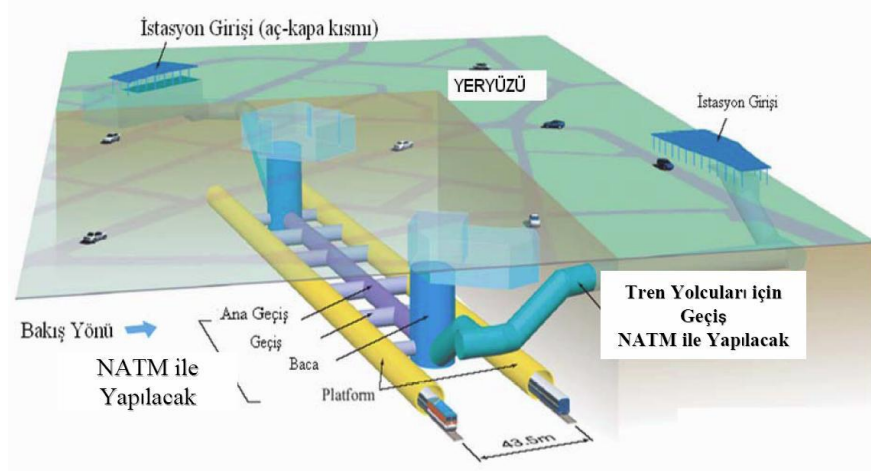
Şekil 4.29 : Kazı



Kaynak: Şahin 2004

Sirkeci İstasyonunun platform seviyesi NATM metodu ile açılmakta olup, mühendislik açısından oldukça önemli bir inşadır. Platform seviyesinin tamamı kaya içerisindedir. NATM tünellerinde öncelikle ilk kaplama yapılmakta, daha sonra kalıcı kaplama inşa edilmektedir.

Şekil 4.30 : Sirkeci İstasyonu 3 boyutlu bakış



Kaynak: TGN

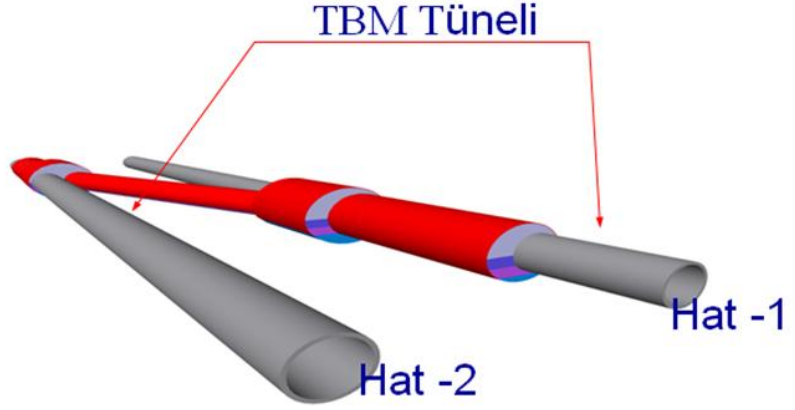
Hali hazırda inşası tamamlanmış olan Üsküdar (Asya Yakası) makas tünelinin eni 17 m, yüksekliği 15 m dir ve yaklaşık 200 m² lik en kesiti ile kaya içerisinde NATM metodu ile açılmış oldukça büyük bir makas tünelidir(Şekil 4.31 ve 4.32).

Şekil 4.31 : Üsküdar Makas Tüneli inşa halinde

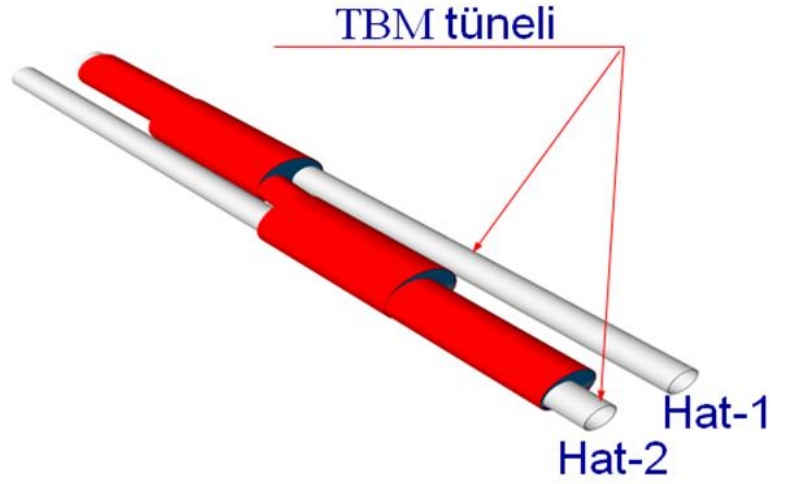


Şekil 4.32 : Projedeki NATM uygulama örneği(Makas tünelleri)

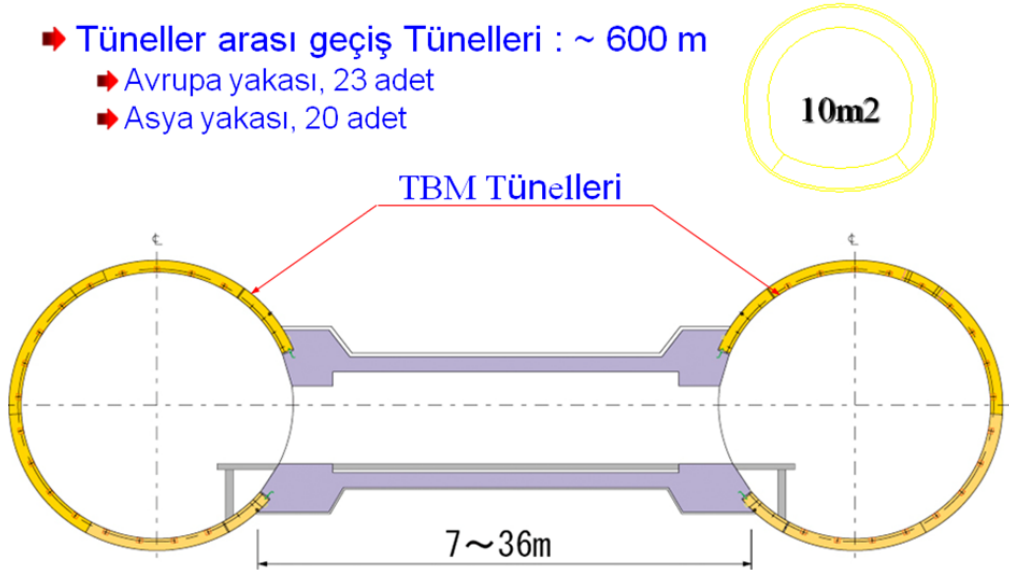
- ➔ Makas Tünelleri : 420 m
- ➔ Avrupayakası makas tüneli, 220 m



- ➔ Makas Tünelleri : 420 m
- ➔ Asya yakası makas tüneli, 200 m

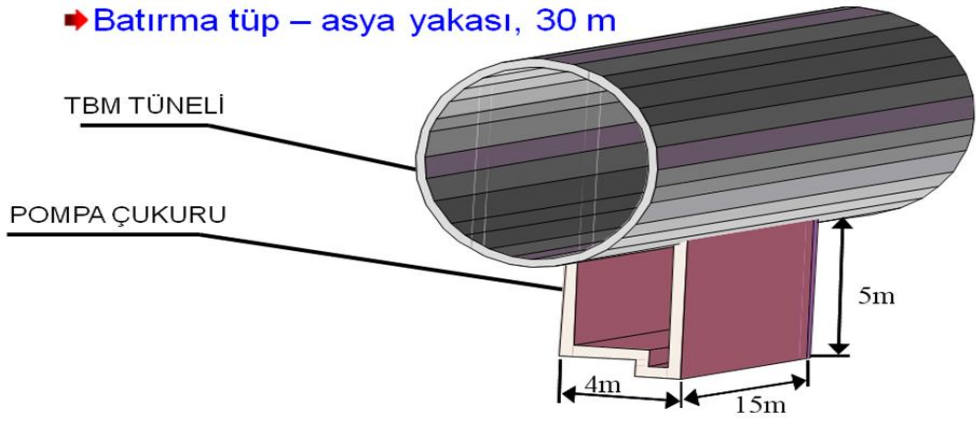


Şekil 4.33 : Tüneller arası geçiş tünelleri



Şekil 4.34 : Projedeki NATM uygulama örnekleri(Pompa çukurları)

- Pompa Çukurları : 45 m
- Yenikapı – Yedikule arası, 30 m
 - Batırma tüp - avrupa yakası, 30 m
 - Batırma tüp – asya yakası, 30 m

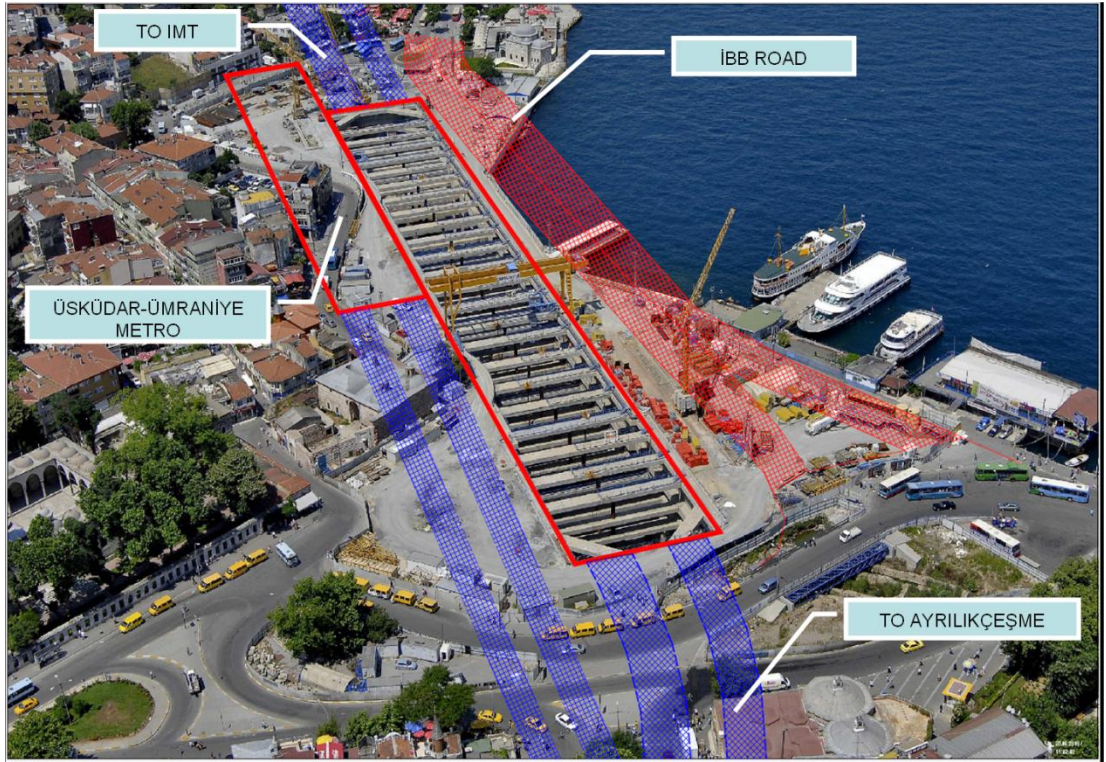


Kaynak: TGN, 2006

4.2.5.1.3 Aç-Kapa tünel inşaatı ve istasyon yapıları

Yenikapı ve Üsküdar İstasyonları aç-kapa teknikleri kullanılarak yeraltında inşa edilmektedir. İstanbul Boğazı Anadolu Yakası kıyısında bulunan Üsküdar İstasyonu, 278 m. uzunluğa, 32 m. genişliğe ve deniz seviyesine göre 30 m. derinliğe sahiptir ve aç-kapa tekniği ile inşa edilmektedir(Şekil 4.35 ve 4.36)

Şekil 4.35 : Aç-Kapa Tekniği ile inşa edilmekte olan Üsküdar İstasyonu



Kaynak: Avrasya Ortak Girişimi, 2011

Şekil 4.36 : Üsküdar İstasyonu ön projesi



Kaynak: TGN, 2006

Modern istasyon binaları, her 90 saniyede bir 10 vagonlu trenlerin geleceği zirve saatlerdeki trafik yoğunluğunu karşılayacak ve İstanbul'un tarihi yapısına uyum sağlayacak şekilde dizayn edilmektedir. İstasyon binalarında yapılacak olan elektromekanik işler, yüksek gerilim kabloları, trafo merkezleri, acil durum jeneratörleri, aydınlatma sistemleri, güvenlik sistemleri, su temin ve tahliye sistemleri, sıhhi tesisat sistemi, tünel havalandırma ve yangın kontrol sistemleri, yürüyen merdivenler, asansörler ve yürüyen bantları kapsamaktadır.

Şekil 4.37 : Yenikapı Transfer İstasyonu ön projesi



Kaynak: TGN, 2006

Şekil 4.38 : Yenikapı İstasyonu inşaat çalışması



Kaynak: TGN, 2011

Proje kapsamında inşa edilmekte olan istasyon yapıları Kazlıçeşme hemzemin istasyonu, Yenikapı tüp istasyonu(Şekil 4.37 ve 4.38), Sirkeci ve Üsküdar(Şekil 4.39 ve 4.40) istasyonlarıdır. Yenikapı İstasyonu kazıklı tahkimat ile hazırlanan kazı alanında, Üsküdar İstasyonu diyafram su geçirimsiz tahkimatla açılacak kazı alanında inşa edilmektedir. Sirkeci İstasyonu ise derin tünel inşaat yöntemiyle inşa edilmektedir. Sirkeci İstasyonu ulaşım yapıları ise aç-kapa ve derin tünel yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir.(Tablo 4.3)

Tablo 4.3 : Marmaray BC1 İstasyon yapıları

İSTASYONLAR	Uzunluk(m)	Özellikler
Kazlıçeşme	230	Hemzemin İstasyon
Yenikapı	260	Yer altı İst./Aç-Kapa kazı yöntemiyle yapılacaktır.
Sirkeci	250	Yer altı İst./Tünel açma yöntemiyle yapılacak.
Üsküdar	320	Yer altı İst./Aç-Kapa kazı yöntemiyle yapılacaktır.

4.2.6 Hat İşleri

Hat İşleri tasarımında yönetmelik ve standartlarda belirtilen gürültü ve titreşim kriterleri göz önüne alınmaktadır. Tasarımda özellikle gürültü ve titreşimi minimuma indirecek dünyanın çeşitli modern demiryolu tünelleri ve metrolarında kullanılan gelişmiş sistemler göz önünde bulundurulmaktadır. Marmaray Projesi'nin özelliği gereği, hattın ağır yük trenleri de geçecektir. Demiryolu üst yapısı aks başına 25 tonluk bir yükü taşıyacak şekilde tasarlanmıştır. Hemzemin hatlar balastlı, yeraltında kalan hatlar balastsız sistemdir.

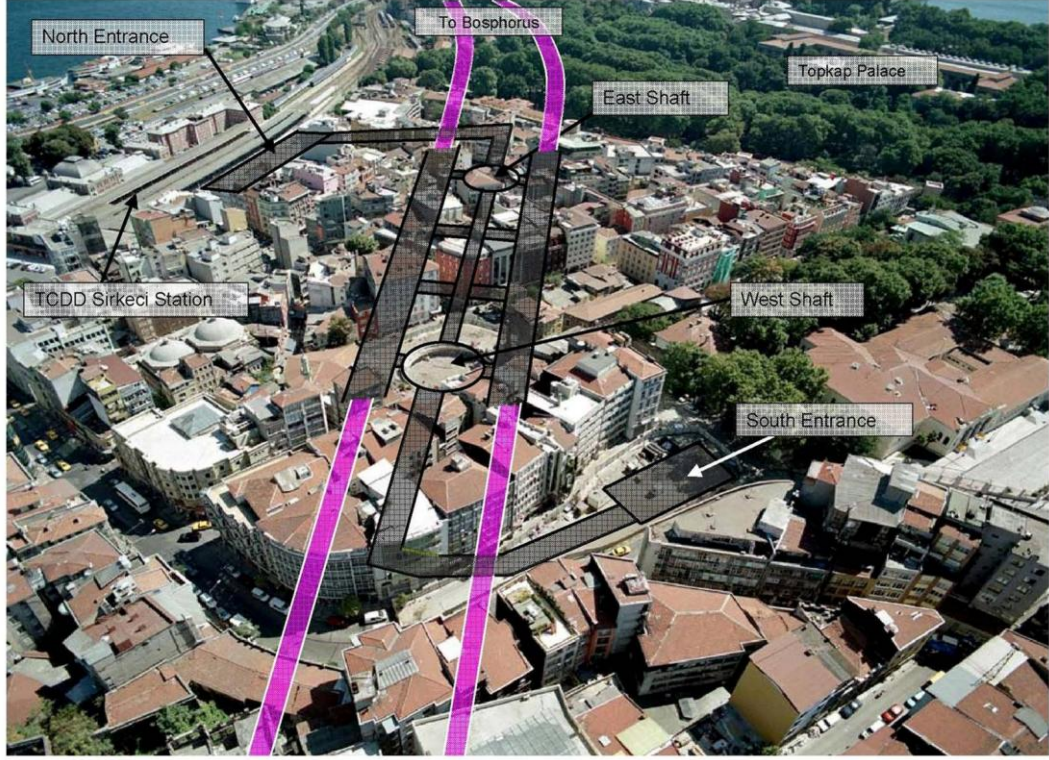
4.2.7 Elektrik-Mekanik ve Mimari İşler

Marmaray Projesi, 25 KVA-50 Hz AC sistem ile çalışacaktır. Elektrik/Mekanik işlerin tasarım ve inşasında genel olarak aşağıdaki işler yer almaktadır:

- a)-İstasyon ve tünel içi elektrik ve aydınlatma sistemi**
- b)-Tünel ve istasyon havalandırma sistemi**
- c)-Yangın tespit ve söndürme, duman kontrol sistemleri**
- d)-Drenaj ve atık su deşarj sistemi**
- e)-Dizel jeneratör binaları ve ekipmanları**
- f)-Asansörler, yürüyen merdivenler**
- g)-Topraklama, yıldırımdan koruma sistemleri**
- h)-Kontrol sistemi (SIMS)**

İstanbul gibi tarihi geçmişi ve zenginliği olan bir şehirde inşa edilmekte olan Marmaray Projesi kapsamındaki istasyon ve diğer yapıların mimarisi de oldukça önem taşımaktadır. İstasyonların tasarımında şehrin tarihi ve çevre ile uyumluluğu da göz önüne alınmıştır(Öztürk 2008).

Şekil 4.39 : Sirkeci İstasyonu



Kaynak: Avrasya Ortak Girişimi, 2011

Şekil 4.40 : Üsküdar İstasyonu



Kaynak: Belkaya 2006



Kaynak: Belkaya 2006

4.3 BANLIYÖ HATLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ - İNŞAAT, ELEKTRİK ve MEKANİK SİSTEMLER İNŞAATI (CR1/CR3)

4.3.1 İhale Süreci

8 Ekim 2004 tarihinde CR1 sözleşmesi ile ilgili olarak yükleniciler için ön yeterliliğe davet duyurusu yapılmıştır.

CR1 işi teklifleri 15 Şubat 2006 tarihinde alınmış olup en düşük teklifi veren Alstom-Marubeni-Doğuş(AMD) Grubu 24 Temmuz 2006 tarihinde sözleşme görüşmelerine çağrılmış, 28 Mart 2007 tarihinde sözleşme imzalanarak 21 Haziran 2007 itibariyle yer teslimi yapılmıştır. İşin tamamlanma süresi 1.147 gün olarak ön görülmüş, işin tamamlanma tarihi 07 Haziran 2011 olarak belirtilmesine rağmen AMD Konsorsiyumu Nisan 2010'da iş bırakarak Temmuz 2010'da sözleşme fesih edilmiştir. Fesih süreci ve yüklenicinin başvurusu üzerine başlayan Uluslararası Ticaret Odası (*International Chamber of Commerce-ICC*) Tahkim süreci devam etmektedir.

CR1 yüklenicisi bu süre içerisinde proje ile ilgili bir takım işler yapmış olup, bunlar aşağıda anlatılmıştır.

Söz konusu işin yeniden ihale süreci Sözleşme CR3 adı altında Temmuz 2010'da uluslararası ihale ilanının yayınlanması ile başlamış, yeterliliğe haiz firmaların 28 Şubat 2011'de teklifleri açılmış, OHL(Obrascon-Huarte-Lain) ve Dimetronic ortak girişimi ile 26 Ekim 2011'de sözleşme imzalanarak, 03 Kasım 2011'de yer teslimi yapılmıştır. Sözleşmede ön görüldüğü şekliyle Haydarpaşa-Gebze ile Sirkeci-Halkalı banliyö hatları kapatılana kadar işletmecilik aksatılmadan bir takım işler yapılacaktır. Ancak yer teslim tarihinden 411 gün sonra(18.12.2012'de) Pendik-Gebze, 503 gün sonra(20.03.2013'de) Halkalı-Kazlıçeşme, 595 gün sonra(20.06.2013'de) Pendik-Haydarpaşa banliyö hatları kapatılarak inşaat devam edecektir. 20.06.2015 tarihinde Halkalı-Gebze arasında deneme işletmesine başlanacaktır.

4.3.2 Ortak Girişim Hakkında Genel Bilgi

OHL Dimetronic JV-Ortak Girişim üyelerinin Marmaray Projesindeki ağırlıklı konuları aşağıda belirtilmiştir.

OHL (Obrascon-Huarte-Lain) -(Lider Firma):

a)-Tüm alt ve üst yapı imatları

b)-Depolar ve gare sahaları(Altyapı, üstyapı, bakım atölyeleri, atölye ekipmanları, idari binalar inşaat işleri)

c)- İstasyonlar

d)-Köprü ve diğer yapılar

e)-Hat döşeme

f)-Katener sistemleri(Boğaz Tünel Geçişi dahil)

g)-Cer gücü(Trafolar) sistemi imalat işleri

h)-İşletme kumanda merkezi(IC ve CR-OCC) inşaatı

DIMETRONIC:

a)-Sinyalizasyon sistemleri(Boğaz Tünel Geçişi dahil)

b)-Telekomünikasyon sistemleri (Boğaz Tünel Geçişi dahil)

c)-Telekomand (SCADA) sistemi(Boğaz Tünel Geçişi dahil)

d)-Otomatik ücret toplama sistemi (AFC) (Boğaz Tünel Geçişindeki istasyonlar dahil)

e)- İşletme ve kumanda merkezleri(IC ve CR-OCC) dizaynı, donanım ve montajı.

4.3.3 Fesih Edilen CR1 Sözleşmesi Kapsamında Yapılan İşler

CR1 Sözleşmesi kapsamında bazı işlere başlanmış ancak tamamlanmamıştır. Başlanan başlıca işler;

Gebze'deki dökme toprak işleri ve ilgili drenaj tesisleri, ana drenaj menfezi, depo alanındaki sıhhi atık su sistemi, yangınla mücadele su deposu tankı, bazı binalar, platform kazı iksa sistemi ve Hasan Deresi ıslah çalışmaları, Halkalı'daki idare ve personel binalarının bazı toprak iyileştirme işleri ve kazı iksa sistemi çalışmalarıdır. Km 44+257'deki Gebze Köprüsü, CR1 Sözleşmesi kapsamında tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Köprü kenar ayağının temelini inşaatına ve gelecekte yapılacak olan istinat duvarlarına hazırlık olarak inşaatın bir parçası olarak köprünün güney kenar ayağının doğusuna ve batısına geçici işler gergili kazıklı istinat duvarları inşa edilmiştir. Geçici işler CR1 Yüklenicisi tarafından geri doldurulmuştur. CR1 Sözleşmesi kapsamında köprünün kenar ayağı inşa edilmiş fakat her iki taraftaki istinat yapıları inşa edilmemiştir.

4.3.4 CR3 Projesi Kapsamı

Asya yakasında 43.4 km, Avrupa yakasında ise 19.6 km mevcut banliyö hatlarının iyileştirilmesi ve yüzeysel metroya dönüştürülmesi işi kapsamında;

i)-Mevcutta iki olan hat sayısı üçe çıkarılacak olup, sistem T1, T2 ve T3 olmak üzere 3 hattan oluşacaktır. T1 ve T2 hatlarında toplu taşıma araçları/metro dizileri çalışacak, T3 hattı ise şehirlerarası yük ve yolcu trenleri tarafından kullanılacaktır.

ii)-Toplam 36 istasyon yenilenerek, modern istasyonlar haline getirilecek ve bunlardan 7 tanesi de şehirlerarası trenler için aktarma istasyonuna dönüştürülecektir.(Korunacak tarihi yapı olarak belirlenmiş veya sökülüp başka bir yere yeniden yapılacak istasyon binaları ve diğer istasyon yapıları hariç olmak üzere, tüm istasyonlar yıkılacak ve yerine yenileri yapılacaktır.)

iii)-Söğütluçeşme İstasyonu iyileştirilerek korunacak ve Kızıltoprak, Soğuksu, Kanarya, Menekşe ve Coşkunoğulları istasyonları yıkılarak, yerine yenisi yapılmayacak.

iv)-Metro dizileri için depo ve 2 gare sahası, ana hat yolcu ve yük trenleri içinse 1 depo alanı inşa edilecektir. Halkalı CR Deposu/Gare Sahası, Maltepe CR Deposu, Halkalı ve Gebze Şehirlerarası Depoları/Gare Sahalarında Depo Kontrol Merkezleri (DCC) temin edilecektir, bunlar depoları/gare sahalarındaki tesislerin merkezi olarak izlenmesi ve kontrol edilmesi, bakım/gare gereklilikleri için trenlerin hareketlerinin kontrol edilmesi, ve giriş ve çıkışların başlıca Sinyal Kumanda Merkezi(OCC) ile koordine edilmesini temin edecektir.

v)-Metro ve şehirlerarası trenler için birbirinden bağımsız olarak birer adet işletme Kumanda Merkezi(OCC) Maltepe'de ve yedeği Halkalı'da inşa edilecektir.

vi)-Sistemin enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla 6 adet trafo merkezi kurulacaktır. Bunlar mevcut durumda olan Halkalı, Veliefendi, İdealtepe, Osmangazi trafolarının iyileştirilmesi ve Kadıköy-İbrahimağa ile Pendik'e yeni trafo merkezi tesisi şeklindedir.

vii)-BC1 Sözleşmesi çerçevesinde yapılacak olan hat işleri hariç olmak üzere, Asya yakasında Ayrılıkçeşme ile Gebze arasında ve Avrupa yakasında Kazlıçeşme ile Halkalı arasında tamamen işletime hazır olarak yeniden hizalanacak olan hat işleri ve hat yapısı dahil olmak üzere, mevcut hat işlerinin sökülmesi/ uzaklaştırılması.

viii)-CR2 araçlarına monte edilmek üzere ekipmanların temin edilmesi.

Bu iş aşağıdaki sistemlerden oluşacaktır:

i)-Sinyalizasyon Sistemi(Atatürk Havalimanı ve Sabiha Gökçen Havalimanı bağlantılarının tasarımı dahil ancak temini hariç olmak üzere, tamamen işletilebilir durumda bulunan bir CBTC sinyalizasyon sistemi ile Haydarpaşa ve Sirkeci bağlantılarının tasarımı dahil ancak temini hariç olmak üzere, tamamen işletilebilir durumda bulunan bir ETCS(Avrupa Tren Kontrol Sistemi) sinyalizasyon sistemi,

ii)-Haberleşme sistemi,

iii)-Çer gücü sistemi,

- iv)**-Havai katener sistemi,
- v)**-İsletme kumanda merkezi,
- vi)**-SCADA sistemi,
- vii)**-Otomatik ücret toplama sistemi (İstanbul'da mevcut AKBİL/İstanbul Kart uygulaması ücret toplama sistemi ile entegrasyon sağlanacak şekilde olacaktır.)
- viii)**-Kablolar (Bakır, Fiber Optik, v.b.),
- ix)**-Kapalı devre televizyon sistemi ve genel anons sistemi,
- x)**-Yangın tespit ve söndürme sistemi,
- xi)**-Yardımcı güç sistemi,
- xii)**-Aydınlatma sistemi,
- xiii)**-Jeneratör ve UPS sistemi,
- xiv)**-Havalandırma sistemi,
- xv)**-Asansörler ve yürüyen merdivenler,
- xvi)**-Basınçlı hava sistemi,
- xvii)**-Su temini, drenaj ve kanalizasyon sistemi,

Yerleşim bölgelerinde gerçekleşecek olan proje aynı anda inşaat, elektrifikasyon, sinyalizasyon, haberleşme vb. çok sayıda farklı ve ileri teknoloji gerektiren kalemlerin planlanması, birbiri ile uyumunu da içeren sistem tasarımını gerektirmektedir.

Hat üzerinde minimum kurp yarıçapı 300 metre, maksimum düşey hat eğimi anahat yolcu ve yük trenlerinin çalışmasına elverişli olacak şekilde % 1.8 olarak öngörülmüştür.

Proje hızı 100 km/saat olarak planlanırken, işletmede ulaşılabilecek ortalama hız ise 45 km/saat olarak tahmin edilmektedir. İstasyonların platform uzunluğu ise 10 araçtan oluşan metro dizisinin yolcu indirme ve bindirmesine uygun olacak şekilde 225 metre olarak projelendirilmektedir. Projenin Banliyö Hatlarının İyileştirilmesi (CR1/CR3) işi sırasında meydana gelebilecek en önemli etki gürültü ve toz yayıcı işlemlerdir. Gürültüyü ortadan kaldırmak amacıyla yeni düşük gürültü teknolojisi raylarda, araçlarda

vb. yapılarda uygulanacak, gerekli yerlerde ses perdeleri ve gürültüye dayanıklı pencereler kullanılacaktır. Kazlıçeşme ile Söğütlüçeşme arası 18 dakika olup, Gebze-Halkalı arası 105 dakika sürecektir. Hat üzerinde; 157 adet köprü, yaya alt-üst geçidi ve menfez yıkılarak yeniden yapılacak, 30 adet köprü korunacak ve 21 adet yeni köprü inşa edilecektir.

Öngörülen transfer istasyonları: Halkalı, Bakırköy, Söğütlüçeşme(mevcut), Bostancı, Maltepe, Pendik ve Gebze İstasyonlarıdır.(Avrasya Ortak Girişimi)

4.3.5 Mevcut Banliyö Hatlarının Kapatılması

İşlerin Kesimleri aşağıda belirtilmiştir:

Kesim 1: BC1 Kesimi (İbrahimağa – Kazlıçeşme);

Kesim 2: Halkalı İstasyonu ve yolcu ve yük anahat ile banliyö deposu;

Kesim 3: Gebze İstasyonu ve yolcu ve yük anahat depo alanı;

Kesim 4: Halkalı – Kazlıçeşme;

Kesim 5: Gebze – Pendik;

Kesim 6: Pendik – İbrahimağa;

Daha önce belirtildiği üzere banliyö işletmeciliği kademeli olarak kesintiye uğratılıp, inşaat devam edecek ve yeni sistem kademeli olarak tamamlanacaktır.

Bu kapsamda yer tesliminin yapıldığı 3 Kasım 2011 tarihinden başlamak üzere 411 gün sonra Gebze-Pendik, 505 gün sonra Halkalı-Kazlıçeşme, 595 gün sonra Pendik-H.Paşa hat kesiminde banliyö işletmeciliğine son verilerek inşaatlar devam edecektir.

Şehirlerarası trenler, yeni tesislerin inşası nedeniyle banliyö hatlarının kapalı kalacağı bu süre boyunca(hat kapatma süresi), Asya yakasında Gebze'ye kadar ve Avrupa yakasında Halkalı'ya kadar işletmecilik yapılacak ve trenler bu lokasyonlardan geriye

dönecektir. Bu nedenle CR3 Projesi kapsamı Gebze ve Halkalı'da anahat işletmeciliğinin yapılabilmesi için gerekli olan geçici tesisleri de kapsamaktadır.

İşletmeye ilk açılacak olan hat kısmı Kısım 1 ve Kısım 5, ve son olarak Kısım 4 ve 6 eş zamanlı olarak işletmeye açılacaktır.

Kısım 5 için, sadece Pendik'e kadar Yüksek Hızlı Tren işletmelerinin yapılabilmesi için gereken işler ve testler öncelikle tamamlanacak, ilk aşamada Kısım 5, Yüklenicinin bu kısım ile ilgili tüm CR(banliyö demiryolu hizmetleri) işlerini bitirmiş olup olmadığına bakılmaksızın sadece YHT anahat işletmesi için açılacaktır. Kısım 5 teki CR İşlerine ait testlerin komşu Kısım 6 İşlerine ait testler ile birlikte yapılması planlanmaktadır, Marmaray Projesi'nin tamamını işletmeye açmadan Kısım 5'in CR işletmesine açılması planlanmamaktadır.

4.3.6 CR3 Hat Tasarımı ve İşletmecilik Parametreleri

Hat tasarımı aşağıdaki yön bazlı tren sefer sayılarına bağlı kalınarak; işletmecilik hızları T3 üzerinde TCDD Şehirlerarası yolcu taşımacılığı işletmeciliği için saatte en fazla 100 km, yük taşımacılığı işletmeciliği için 60 km; ve T1 ve T2 üzerinde banliyö ve şehirlerarası yolcu işletimleri için saatte en fazla 80 km banliyö işletmesinin pik olmayan saatlerindeki banliyö trenlerinin sefer aralıkları, pik saatteki sefer aralıklarının yaklaşık iki katı olacak şekilde oluşturulacaktır(Tablo 4.4).

Tablo 4.4: 2025 Yılı pik saat işletmeciliği

Yer	Her bir yönde saat başına tren adedi
Halkalı- Ataköy	7
Ataköy- Yenikapı	14
Yenikapı- Söğütlüçeşme	28
Söğütlüçeşme- Pendik	14
Pendik – Gebze	7

Ataköy, Yenikapı, Söğütlüçeşme, Maltepe ve Pendik istasyonlarında çift yönlü cep hatları oluşturulacak(sayding); bu hatlar, aşırı filo kapasitesinin asgari düzeye

indirgenebilmesi ve etkin işletmeciliğin sağlanabilmesi amacıyla, trenler tarafından yapılacak olan kısa dönüşler için kullanılacak ve aynı zamanda geçici tren depolama olanağı da sunacaktır. T3 Hattı üzerindeki sefer aralığı kapasitesi, saatte tek yönde üç trenin hizmet sunabilmesini sağlayacaktır.

Tablo 4.5 : Tahmin edilen yolculuk talepleri

Yıl	Her bir yöndeki Tahmini saat başı pik yolcu talebi				
	HALKALI-ATAKÖY	ATAKÖY-YENKAPI	YENİKAPI-SÖĞÜTLÜÇEŞME	SÖĞÜTLÜÇEŞME-PENDİK	PENDİK-GEBZE
2015	13,500	27,000	63,000	26,500	13,500
2020	15,000	29,500	69,000	28,500	14,500
2025	16,500	32,000	75,000	31,500	16,000

Tablo 4.6 : CR3 genel parametreleri

Parametreler	Boyut
Gabari (Ray üst kotunun 14 mm altında)	1.435 mm
Maksimum tren hızı	100 km/s
Depo alanında ve gare sahalarında maksimum tren hızı	15 km/s
Maksimum dingil yükü	25 ton(S1950)
İşletimdeki demiryolu hattı için maksimum eğim	% 1.8
Atölye alanı için maksimum eğim	% 0.0
Gare Sahalarındaki hatlar için maksimum eğim	% 0.25
Tanımlama Çizimlerinde gösterilen bazı belirli yerler dışında, ana aktarma ve geri dönüş istasyonları ve geri dönüş hatları boyunca maksimum eğim	% 0.25
Tercih edilen minimum düşey karp yarıçapı (sürüş konforu kriterlerine bağlı olarak)	6.000 m
Minimum yatay karp yarıçapı	300 m
Anahatlar	90 m
CR Depo hatları	1.500 m
İstasyon platformları	150 m
IC Depo hatları (genel)	190 m
Halkalı IC Depo hatları	
Minimum Hat Aralığı	4 m

Tablo 4.7 : CR3 hat parametreleri

Parametreler	Standart Gabari
Maksimum dever	100 mm
Maksimum dever sapması	100 mm
Platform kenarının ray seviyesinden yüksekliği (CR platformları)	1,050 mm
Platform kenarının ray seviyesinden yüksekliği (IC platformları)	550 m
CR platformları için kapıların bulunduğu yerlerde Araç ile peron kenarı arasındaki boşluk (elastomerik kenar şeridi dahil olmak üzere)	80 mm

4.3.7 Yüzeysel Hatlardaki İstasyon ve Diğer Bina Yapım İşleri

Marmaray Projesi kapsamında yüzeysel hatlardaki İstasyonlarda, önceden belirlenen noktalarda, yapılan yolcu sayısı tahminlerine göre, istasyonun tasarım ömrü boyunca, yolcuların kontrollü ve güvenli bir şekilde zemin seviyesinden istasyona erişim sağlayabilecekleri ve istasyonlardan zemin seviyesine çıkabilecekleri, bilet satın alabilecekleri, trenler için bekleyebilecekleri ve trenlere inip binebilecekleri ve duruma bağlı olarak trenler arasında ve diğer ulaşım modları arasında geçiş yapabilecekleri halka açık tesisler ve yardımcı işletim ve idare tesisleri temin edilecektir.

Bu istasyonlar tipleri itibariyle aşağıdaki gibidir;

Tablo 4.8 : Marmaray İstasyonları ve tipleri

ASYA YAKASI			AVRUPA YAKASI		
	İstasyon Adı	Tipi		İstasyon Adı	Tipi
1	Söğütlüçeşme	Banliyö&Ş.Arası	1	Zeytinburnu	Banliyö
2	Feneryolu	Banliyö	2	Yenimahalle	Banliyö
3	Göztepe	Banliyö	3	Bakırköy	Banliyö&Ş.Arası
4	Erenköy	Banliyö	4	Ataköy	Banliyö
5	Suadiye	Banliyö	5	Yeşilyurt	Banliyö
6	Bostancı	Banliyö&Ş.Arası	6	Yeşilköy	Banliyö
7	Küçükyalı	Banliyö	7	Florya	Banliyö
8	İdealtepe	Banliyö	8	Küçükçekmece	Banliyö
9	Süreyyaplağı	Banliyö	9	Mustafa Kemal	Banliyö
10	Maltepe	Banliyö&Ş.Arası	10	Halkalı	Banliyö&Ş.Arası
11	Cevizli	Banliyö			
12	Atalar	Banliyö			
13	Başak	Banliyö			
14	Kartal	Banliyö			
15	Yunus	Banliyö			
16	Pendik	Banliyö&Ş.Arası			
17	Kaynarca	Banliyö			
18	Tersane	Banliyö			
19	Güzelyalı	Banliyö			
20	Aydıntepe	Banliyö			
21	İçmeler	Banliyö			
22	Tuzla	Banliyö			
23	Çayırova	Banliyö			
24	Fatih	Banliyö			
25	Osmangazi	Banliyö			
26	Gebze	Banliyö&Ş.Arası			

Söğütlüçeşme-Gebze ile Kazlıçeşme-Halkalı yüzeysel hatlarında bulunan Başak, Ataköy ve Mustafa Kemal istasyonları mevcut banliyö hatlarında bulunmayan yeni istasyonlar olacaktır. Ayrıca Kızıltoprak, Menekşe, Soğuksu ve Kanarya istasyonları

tamamen iptal olacak, yerine yenisi yapılmayacaktır. Söğütlüçeşme İstasyonu mevcut haliyle yenilenecek, anahat peronu 550 mm platforma sahip olacak şekilde düzenlenecektir(Tablo 4.8).

Proje güzergâhı üzerinde tarihi veya kullanım değeri olan ve bu nedenle yerlerinde muhafaza edilmeleri gereken birçok bina bulunmaktadır. Bu binalar; Kızıltoprak (Terk durumunda); Feneryolu, Göztepe, Erenköy; Suadiye, Bostancı, Maltepe, Kartal, Yunus, Pendik, Gebze, Yeşilköy, Bakırköy, Zeytinburnu tarihi binaları, Pendik altyapı ve İçmeler eski binalarıdır.

4.3.8 Marmaray Sinyalizasyon Sistemi

Marmaray Projesinin iyileştirme işlerinin bir parçası olarak, CR3 kapsamında yeniden düzenlenen ve genişletilen banliyö Hattı(T1 ve T2) ve şehirlerarası demiryolu ağı(T3) genelinde güvenli ve maliyet açısından etkili bir şekilde işletmeciliğin yapılmasını sağlamak amacıyla tamamen yeni bir sinyalizasyon sistemi kurulacaktır.

Sinyalizasyonla ilgili işler;

a)-CR2 yüklenicisi tarafından temin edilecek trenlerde tesis edilecek olan sabit CBTC sinyal sistemi ekipmanlarının tedariki dahil olmak üzere, Halkalı ile Gebze arasındaki demiryolu hattı boyunca tren hareketlerinin etkin ve güvenli kontrolü için eksiksiz bir sinyalizasyon ve kontrol sistemi(Haberleşme Bazlı Tren Kontrolü-CBTC) temin edilecektir;

b)-Yol kenarındaki ekipmanlar ile trendeki sabit ekipmanlar arasında ara-bağlantıların sağlanması,

c)-3. hat (T3) üzerindeki trafik ve 1. ve 2. hatlar (T1 ve T2) üzerindeki trafik, birbirinden ayrı olarak T3 hattı şehirlerarası kumanda merkezi vasıtasıyla, T1 ve T2 hatları banliyö kumanda merkezi vasıtasıyla işletilecektir. T1, T2, T3, şehirlerarası yolcu ve yük trenleri için karşılıklı olarak tam işletilebilirlik

koşullarını sağlayan ETCS(Avrupa Tren İşletim Sinyal Sistemi) 1. Düzey ATP hat boyu ekipmanı ile donatılacak ve bu iki sistem arasında IC(Şehirlerarası) trenlerinin ihtiyaca göre ve belirtildiği şekilde hat T1 ve/veya T2 ye aktarımının gerçekleştirilebilmesi için gereken travers hattı bölümleri, iletişim ve işletim kontrol merkezleriyle sağlanması,

d)-Banliyö(CR) trenlerinin kontrolü için Halkalı'dan Gebze'ye T1 ve T2 hatları üzerinde CBTC hareketli blok sisteminin temini,

e)-Maltepe'de kalıcı olacak şekilde şehirlerarası(IC-OSS) ve banliyö(CR-OCC) sinyal kumanda merkezleri ve Halkalı'da kalıcı ve yedek şehirlerarası ve banliyö sinyal kumanda(IC/CR-OCC) merkezlerinin kurulumu,

f)-T3 hattı, Halkalı'dan Yedikule'ye ve Gebze'den Haydarpaşa'ya kadar uzanacaktır. Halkalı'nın batısında ve Gebze'nin doğusunda bulunan kontrol altına alınmış bitişik arazilerle gerekli ara-bağlantıların sağlanması,

g)-Demiryolu sisteminin Pendik-Gebze arası hat kapatılmadan önce Yüklenici, Haydarpaşa-Pendik arasında şu anda işleyen banliyö trenleri ve Gebze-Arifiye arasında işleyen şehirlerarası trenlerinin işletilmesi ile ilgili kontrol fonksiyonlarının Pendik-Gebze arası hatlar kapatıldıktan sonra da devamını sağlamak için gerekli düzenlemeleri hayata geçirecektir. Gebze deposunda yeni bir yerel kontrol tesisi temin edilecek, gerekli fonksiyonların devam edebilmesi için kablo bağlantısı vasıtasıyla bu tesis ile mevcut Haydarpaşa sinyal kumanda merkezi arasında arayüz oluşturacaktır. Bu yerel kontrol merkezi ile Maltepe'de gelecekteki sinyal kumanda merkezi, Halkalı'da yedek sinyal kumanda merkezi tesisleri ve Gebze-Arifiye arası ana hatta ait kontrol merkezi arasında ara yüz oluşturulacaktır. Sonunda Gebze deposundaki bu yerel kontrol tesisi, TCDD'nin mutabakatı alınmak şartıyla, Gebze-Arifiye arası ana hatların işletimi ile ilgili yedek tesis olarak kullanılacaktır.

h)-Demiryolu sisteminin Halkalı-Kazlıçeşme arası hatlar kapatılmadan önce, Halkalı ana hat deposunda ana hat trenleri için yeni bir yerel kontrol merkezi (DCC) temin edilecektir. Halkalı ile Kapıkule (Bulgar Sınırı) arasındaki TCDD tren işletimini şu anda kontrol etmekte olan ve Halkalı-Kazlıçeşme kesitinin kapatılmasından önce ve kapatılması sırasında kontrol etmeye devam edecek olan mevcut Çerkezköy sinyal kumanda merkezinde gerekli tüm düzenlemeleri CR3 müteahhidi kuracaktır.

i)-Banliyö(CR) hatları T1 ve T2, Halkalı'daki ana hatlara(IC) doğru T3 hattına bağlantı ile bunun tersi durumunda banliyö ve şehirlerarası sinyal kumanda merkezleri ile Çerkezköy sinyal kumanda merkezleri arasındaki kontrollerin aktarılabilmesi için trenin zorunlu durduruluşuyla ilgili gerekli düzenlemeler yapılacaktır. Gerekli tüm düzenlemeler, tadilatlar ve montajlar, Halkalı'da ve Maltepe'de yapılacaktır.

j)-Sinyalizasyon sistemleriyle bağlantılı olarak öngörülen yedek parça, eğitim ve bakımla ilgili yükümlülükler,

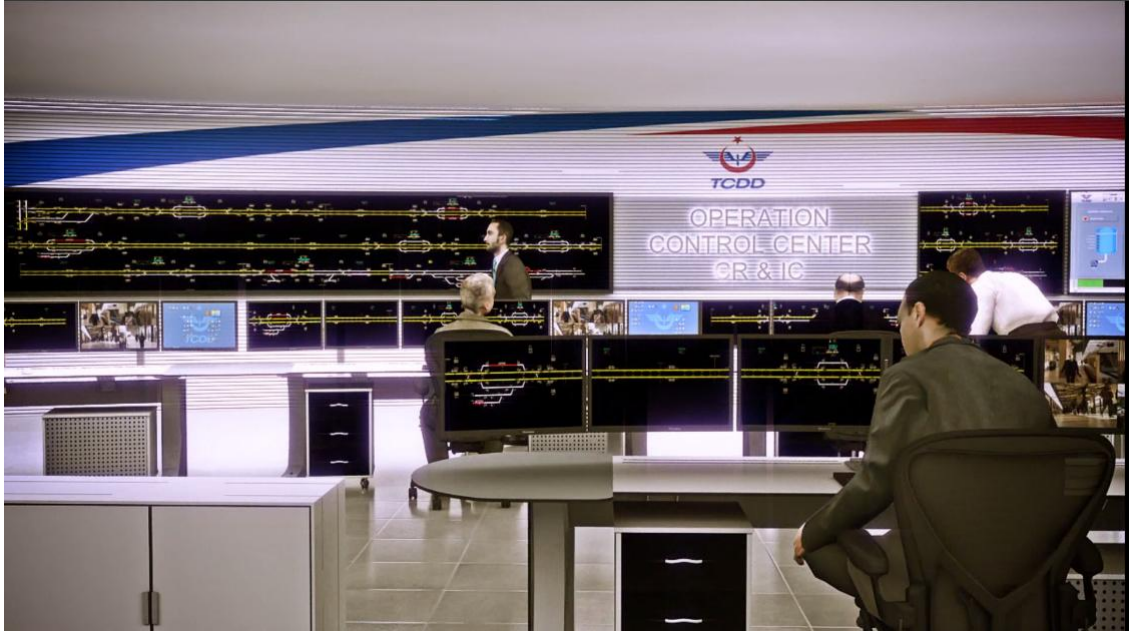
k)-Mevcut bütün telekomünikasyon sistemi malzemelerinin sökümü/değerlendirilmesi,

l)-Bu kısma ait sözleşme ayrıca iki yıl süreyle söz konusu ekipmanların bakımlarını da içermekte olup, bu süre bitiminde beş yıl daha uzatma opsiyonu sunulmaktadır.

hususlarını kapsamaktadır.

(Sözleşme CR3, İşveren Şartnameleri, Bölüm 1-20)

Şekil 4.41 : Marmaray CR ve IC kontrol merkezi tasarımı



Kaynak: Dimetronik 2012

4.4 DEMİRYOLU ARAÇLARI TEMİNİ(CR2-Commuter Rail Rolling Stock Component)

Proje ile ilgili 2025 yılı yolculuk talep tahmini analizlerine göre işletmecilik için 440 vagon ihtiyacı belirlenmiştir.

4.4.1 İhale Süreci

İhtiyaç duyulan 440 vagon dan oluşan araç alımına yönelik olarak, CR2 ön yeterlilik ihalesine 07 Haziran 2007 tarihinde çıkılmış, dosyaların incelenmesi 30 Eylül 2007 tarihinde tamamlanmış, 12 Mart 2008 tarihinde yeterliliği onaylanan isteklilerden 12 Haziran 2008 tarihinde teklifler alınarak, 10 Kasım 2008 tarihinde ihale sonuçlandırılmış, en uygun teklifi veren Hyundai Rotem Company Firması ile sözleşme imzalanmış, Aralık 2008'de işe başlanmıştır.

İmzalanan sözleşmede belirli bir oranda yerli üretim zorunluluğu olması nedeniyle, 140 vagon Hyundai-Rotem'in Güney Kore Fabrikasında, 300 vagon ise ileride bahsedilecek olan Adapazarı'nda kurulu bulunan Eurotem fabrikalarında üretilmektedir. Marmaray setlerinin teslimatları devam etmekte olup, TCDD'nin Haydarpaşa ve Edirne Gar yollarında geçici olarak depolanmaktadır.

İmalatçı hakkında bilgi EK-C'de verilmektedir.

4.4.2 CR2 Projesinin Kapsamı

CR2 Yüklenicinin tasarım, gerçekleştirme, bitirme ve bakım yükümlülükleri, BC1 ve CR3 Sözleşmeleri çerçevesinde temin edilecek olan sabit sistem ve ekipmanlarla entegre edilmiş yeni bir tren filosunun eksiksiz bir şekilde tasarımı, üretimi, teslimi, test edilmesi, işletmeye alınması, hizmete geçirilmesi ve belirlenmiş süre boyunca bakımını içermektedir.

- a)-34 adet 10 vagonlu, 20 adet 5 vagonlu olmak üzere, toplam 54 banliyö dizisi (440 demiryolu aracının) tasarımı ve imalatı;
- b)-Yeni demiryolu araçlarının sahaya teslimi, test edilmesi ve işletmeye alınması;
- c)-İşlerin Proje Yönetimi;
- d)-Sürücü Eğitim Simülatörü temini;
- e)-Tren işletmesindeki İşveren personelinin eğitimi;
- f)-Hat ve tesislerle ilgili olarak CR1/CR3 Yüklenicisi ile koordinasyon sağlanması;
- g)-Yedek parçalar, tüketim malzemeleri, özel aletlerin temini; ve ilgili dokümantasyon,
- h)-Trenlerin, teslimden sonra ve ticari hizmetteyken öngörülen bir süre boyunca CR3 müteahhidinin Halkalı ve Maltepe’de yapacağı depo sahalarında büyük çaplı bakım, Yenimahalle ve Pendik depo sahalarında ise küçük çaplı bakımları da kapsamaktadır.
- i)-Trendeki CBTC on-board sinyal ekipmanı, sabit ATC (Otomatik Tren Kontrol Sistemi / VOBC) sistemi, full duplex tren telsiz iletişim ekipmanları CR3 Yüklenicisi tarafından temin edilecek, CR2 Yüklenicisi monte edecektir.

4.4.3 Araç Tasarım Kriterleri

Araçlar aşağıda belirtilen kriterlere göre tasarlanarak imal edilmektedir:

- a)-Araçların tasarımı Doruk saatlerde 3 işletim güzergahı dikkate alınarak yapılacaktır:
 - i)-Halkalı-Gebze (her ikisinde bir son geri-dönüş bulunmaktadır)
 - ii)-Ataköy-Pendik (her ikisinde bir ara geri-dönüş bulunmaktadır), ve
 - iii)-Yenikapı-Söğütluçeşme (her ikisinde bir ara geri-dönüş bulunmaktadır).
- b)-Trenler, Yenikapı ve Söğütluçeşme’deki ara geri-dönüş tesislerini kullanarak 240 saniye dahilinde bir geri-dönüş manevrası yapabilecektir.

c)-Hyundai-Rotem Firması, işveren konumundaki Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü'nün temin edeceği İşletim Planını kullanarak, her bir hizmet aralığı için sistemin farklı kesimlerinde işletim simülasyon analizleri yapacak ve her bir tren konfigürasyonunun (maksimum 440 vagonluk filo esasına göre) Hizmet Verebilirlik gerekliliklerini teyit edecektir. Trenlerin istenilen sıklığı Tablo 4.9'da verilmiştir. İşletim günündeki hizmet düzeyleri Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.9 : 2025 Yılı işletim planı

Herbir hizmet aralığında tek yönde saatteki tren sıklığı					
Sabah ve Akşam Doruk Saatler 10-vagonlu tren		Doruk olmayan saatler 09.00-16.00 Karma 5 ve 10 vagonlu trenler		Doruk olmayan saatler 19.00-23.00 Karma 5 ve 10 vagonlu trenler	
Halkalı- Atakoy	5	Halkalı-Ataköy (5-vagonlu)	6	Halkalı-Gebze (5-vagonlu)	3
Ataköy- Yenikapı	11	Ataköy-Pendik (10-vagonlu)	6	Ataköy-Pendik (10-vagonlu)	6
Yenikapı-Söğütlüçeşme	26	Yenikapı-Söğütlüçeşme (10-vagonlu)	15		
Söğütlüçeşme-Pendik	11				
Pendik-Gebze	5	Pendik -Gebze (5-vagonlu)	6		

Tablo 4.10 : Hizmet düzeyleri

Hizmet Düzeyleri	İşletim saatleri	Yolcu Talebi
Başlanıç	05.00-06.00	Trenlerin sırayla işletmeye alınması kapasitesi
Sabah doruk geçiş aralığı	06.00-09.00	Doruk kapasite
Gün ortası geçiş aralığı	09.00-16.00	Doruk olmayan (%50 kapasite)
Akşam Doruk geçiş aralığı	16.00-19.00	Doruk kapasite
Gece Saatleri	19.00-23.00	Doruk olmayan (%30 kapasite)
Kapanış	2300-2400	Trenlerin sırayla işletmeden çıkması kapasitesi

d)-Banliyö Hattında öngörülen yolcu talebi artışı yıllara göre Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11 : Doruk hat kesimleri talep artışı

Yıl	Doruk Hat kesimleri Yolcu Talebi (tekyönde-saatte-yolcu adedi)– Sabah Doruk saatler(06.00 ile 09.00 saatleri arası)				
	HALKALI-ATAKÖY	ATAKÖY-YENİKAPI	YENİKAPI-SÖĞÜTLÜÇEŞME	SÖĞÜTLÜÇEŞME-PENDİK	PENDİK-GEBZE
2010	12500	24500	57000	23000	12000
2011	12500	25000	58500	24000	12000
2012	13000	25500	59500	24500	12500
2013	13000	26000	61000	25000	12500
2014	13500	26500	62000	25500	13000
2015	13500	27000	63000	26500	13500
2020	15000	29500	69000	28500	14500
2025	16500	32000	75000	31500	16000

e)-Doruk saatlerde hizmet verilebilirlik yüklenicinin işletim simülasyonu ile teyit edilen tren sayısını ve Yenimahalle ve Pendik gare sahalarının herbirinde beklemekte olan en az bir adet hazırda bekleyen 10 vagonlu işleme hazır treni içerecektir. Trenlerin bakımı doruk saat işletiminde filonun hizmet verebilme kapasitesini en yükseğe çıkartmak üzere programlanacaktır.

f)-Tüm vagonlarda her bir yanda 5 adet eşit aralıkla yerleştirilmiş yolcu kapıları olacak ve kabin kapıları dahil tüm tren konfigürasyonlarındaki bütün kapılar 225 m uzunluğundaki istasyon platformundan tamamen erişilebilir olacaklardır.

g)-10 vagonlu trenler her iki başta kumanda kabini olan 2 adet vagon ve 8 adet kumanda kabini olmayan vagon oluşacaktır. 5-vagonlu trenlerde ise her iki başta 2 adet kumanda kabini teçhizatlı vagon ile 3 adet kumanda kabinsiz vagon oluşacaktır.

h)- Aracın işletim hız sınırı en az 80 km/saat olacaktır. Test hızları, sırayla en az 95 km/saat ve 93 km/saat olacaktır.

ı)- Marmaray Proje Gebze ve Halkalı dahil olmak üzere 40 istasyon mevcuttur. Simülasyon amacı ile trenin istasyonda duraklama süreleri kapıların açılma ve kapanması, tüm sinyalizasyon ve araç kontrol sistemi gecikmeleri dahil şöyledir:

Söğütlüçeşme, İbrahimağa, Üsküdar, Sirkeci, ve Yenikapı İstasyonlarında 45 saniye, diğer 34 istasyonda 30 saniye

j)-Yolcu konforu kriterleri, aşağıda belirtilen koşulları kapsayacaktır:

- i).her oturan yolcu için 0.27 m² alan;
- ii).AW0 = bütün yolcular oturmaktadır ve ayakta yolcu yoktur;
- iii).AW1 = her bir m² alan için 4 ayakta yolcu (durgun işletim saatlerinde standart);
- iv).AW2 = her bir m² alan için 6 ayakta yolcu (yoğun işletim saatleri); ve
- v).AW3 = her bir m² alan için 8 ayakta yolcu (çok yoğun ve kalabalık saatler).

Yukarıda belirtilen yükleme koşullarına dayanılarak, 10 ve 5 vagonlu trenlerin kapasitesi, en azından aşağıda Tablo 4.12 ve 4.13’de gösterilen koşullara uygun olmalıdır.

Tablo 4.12 : 10-Vagonlu Marmaray araçları yolcu kapasitesi

Yükleme Koşulu	Oturan Yolcu	Ayakta Yolcu	Trendeki Toplam Yolcu
AW0	500	0	500
AW1	500	1880	2380
AW2	500	2540	3040
AW3	500	3760	4260

Not: 10 vagon AW2 kriterleri duraklama süresi olan 45 saniye için iniş binişlerin sağlanabilmesi için maksimum %90 doluluk oranı gerektirmektedir.

Tablo 4.13 : 5-Vagonlu Marmaray araçları yolcu kapasitesi

Yükleme Koşulu	Oturan Yolcu	Ayakta Yolcu	Trendeki Toplam Yolcu
AW0	250	0	250
AW1	250	930	1180
AW2	250	1260	1510
AW3	250	1870	2120

k)-Her vagona bir tekerlekli sandalyeye alan sağlayacak katlanan bir koltuk temin edilecek ve bu koltuk her bir vagona iniş-binişi kolaylaştırmak için aynı mevkiye yerleştirilecektir.

l)-Araç gövdesi, mekanik hızlandırıcılar kullanılmadan imal edilen, boyasız, kaynak yapılmış, paslanmaz boyasız çelikten oluşan bir dış yüzeye sahip olacaktır.

(Sözleşme CR2, İşveren'in Şartnameleri, Bölüm 4 – Demiryolu Araçları)

5. MARMARAY PROJESİNİN ÜÇ BOYUTLU ETKİSİ

Hızlı ve plansız kentleşme, büyük kentlerde yaşanan yüksek nüfus artışı ve motorlu taşıt sahipliğindeki artış; kent içi ulaşımda yaşanan fazla yakıt tüketimi, çevre kirlenmesi, kazalar ve trafik tıkanıklığı problemlerinin artarak devam etmesine sebep olmaktadır. Bu anlamda olumsuz etkileri çok az olan raylı sistemler, dünyada yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde mevcut demiryolu hatlarının rehabilitasyonunun yanında hem Yüksek Hızlı Trenler, hem de kent içi yatırımlarla beraber son dönemde raylı sistem yatırımları yaygınlaşmaktadır.

İstanbul'da yürütülmekte olan Marmaray Projesi hem yatırım tutarı, hem yakalar arası geçiş sağlayarak koridor bütünlüğü oluşturması bakımından aslında uluslararası bir projedir.

2012 Yılı başı itibariyle İstanbul kent içi raylı ulaşım sistemi ağı 146,5 km.dir. Son İstanbul Ulaşım Ana Planında yer alan kent içi raylı sistem hatlarına ilişkin 12 adet kısa vadeli (inşaatı devam edenlerle birlikte - 212 km), orta vadeli (131 km) ve 9 adet uzun vadeli (194 km) proje bulunmaktadır. İnşaat ve ihale aşamasındaki projeler kısa vadeli projeler; diğer projeler de orta ve uzun vadeli projeler kapsamındadır. Bu projeler şu an itibariyle İBB ve Ulaştırma, Haberleşme ve Denizcilik Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü tarafından yürütülecektir. 2023 yılı için mevcutlarla beraber İstanbul'da yaklaşık 600 kilometrelik inşaatı tamamlanmış bir raylı sistem ön görüşü mevcuttur.

Bu bölümde Marmaray Projesi'nin yerel, ulusal, uluslararası (ve kıtalararası) etkisi üç boyutlu olarak ele alınacaktır. Yerel etki daha detaylı olarak incelenecektir.

Projenin yerel etki bazında toplu taşımacılık, çevre, insan sağlığı, iş gücü, zaman tasarrufu, trafik kazaları, kent ekonomisi, arazi kullanımı yönleri ele alınmıştır. Ulusal etki bazında ikinci boyut olarak bir bütünlük oluşturması bakımından devam eden

Yüksek Hızlı Tren inşaatları, demiryolu sanayisi, boğaz güvenliği, mühendislik dallarındaki gelişime katkı, kültür mirası, ekonomiyle etkileşim ele alınmıştır. Son olarak bölgemizdeki ulaştırma koridorları, bazı demiryolu ve YHT yatırımları ve Boğaz güvenliği konularında proje ile etkileşim uluslararası ve kıtalararası üçüncü boyut olarak ele alınıp incelenmiştir.

a)- İstanbul'da yaklaşık 148 kilometrelik 11 raylı sistem hattı ile günlük ortalama 1.000.000 kent içi yolcu taşınmaktadır.

Bu hatlar:

1. Aksaray-Atatürk Havalimanı LRT	20 km.
2. Şişhane-Hacı Osman Metro	16,5 km
3. Kabataş-Zeytinburnu Tramvay Hattı	14 km
4. Zeytinburnu-Bağcılar	5,12 km
5. Beyoğlu Nostaljik Tramvay Hattı	1,6 km
6. Kadıköy-Moda Nostaljik Tramvay Hattı	2,6 km
7. Hacılar-Topkapı Tramvay Hattı	14,8 km
8. Sirkeci-Halkalı Banliyö Hattı	27,6 km
9. H.Paşa-Gebze Banliyö Hattı	44,17 km
10. Karaköy-Beyoğlu Tünel	0,7 km
11. Taksim-Kabataş Füniküler Hattı	0,60 km

Not: Yapımı tamamlanıp, test aşamasına getirilen 21,7 km.lik Kadıköy-Kartal Metro Hattı listeye dahil edilmemiştir.

b)- İstanbul'da inşaatı devam eden raylı sistem projelerinin toplam uzunluğu 50.05 km'dir:

1. Şişhane–Yenikapı Metro Hattı	3,55 km
2. Aksaray–Yenikapı Hafif Metro Bağlantı Hattı	0,7 km

3. Kartal-Kaynarca Metro Hattı	4,5 km
4. Bağcılar-İkitelli Metro Hattı	21,6 km
5. Otogar-Bağcılar-İkitelli Metro Hattı	5,8 km
6. Bağcılar-(Kirazlı)-Başakşehir-Olimpiyat köyü metrosu (projenin 11 istasyondan oluşan metro kısmıdır.)	15,8 km
7. Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı	20 km

5.1 MARMARAY PROJESİNİN YEREL ETKİSİ – BİRİNCİ BOYUT

Yukarıda da belirtildiği gibi Projenin yerel bazda toplu taşımacılığa, çevreye, insan sağlığına, iş gücüne, zaman tasarrufuna, trafik kazalarına, kent ekonomisine, arazi kullanımına etkileri, v.b. etkiler birinci boyut olarak ele alınmıştır.

5.1.1 Projenin Çevresel Etkileri

İstanbul'un kentsel yaşantısını sağlıklı olarak sürdürebilmesi, kentlilere çağdaş bir kent yaşamı ve kentsel ulaşım olanakları sunabilmesi, kentin doğal tarihi özelliklerinin korunması için yüksek kapasiteli, elektrik enerjisi kullanarak çevreyi kirletmeyen, bireysel ulaşım ve karayoluna bağımlılığı azaltan, yolları otopark alanına dönüştürmeyen kalıcı çözümlerin geliştirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir.

Marmaray Projesi gibi büyük altyapı projelerinin çevre üzerindeki etkileri değerlendirilirken, genel bir uygulama olarak, iki farklı dönemde oluşan etkiler değerlendirilir: Yapım süreci boyunca oluşan etkiler ve demiryolunun işleme açılmasından sonra oluşan etkilerdir.

Marmaray inşaatı aşamasında çevresel etki; inşaatın potansiyel hava kalitesi etkileri, inşaat ekipmanları ve araçların atıkları ile inşaat alanındaki tozları, boğaz hendek taraması esnasında denize ve deniz canlılarına etkilerini içermektedir.

5.1.1.1 Hava Kalitesi

Marmaray Projesi'nin etkileri, genellikle, Avrupa, Asya ve Birleşik Devletlerde son yıllarda gerçekleştirilmiş olan diğer modern projelere benzerlik göstermektedir. Genel olarak yapım sürecinde oluşan etkilerin olumsuzluğu söylenebilir; fakat bu olumsuzluklar, sistemin işleme açılmasından kısa bir süre sonra tamamen etkisiz hale gelmektedir. Buna karşılık projenin kullanım ömrünün geri kalan süresi boyunca oluşacak etkiler, "hiçbir şeyin yapılmaması" durumuyla, yani Marmaray Projesinin üstlenilmemesi halinde bugün içinde bulunacağımız durumla karşılaştırıldığında oldukça olumlu olacağı düşünülmektedir. Örneğin, Projenin gerçekleştirilmemesi durumunda ortaya çıkacak olan durumla karşılaştığımızda, Projenin bir sonucu olarak hava kirliliğinde oluşacak azalmanın yaklaşık olarak aşağıda belirtilen düzeylerde olacağı tahmin edilmektedir:

a)-Hava kirletici gazların miktarında (NHMC, CO, NOx, vb.), ilk 25 yıllık işletim dönemi boyunca, yıllık ortalama 29.000 ton/yıl düzeyinde azalma olacağı tahmin edilmektedir.

b)-Sera gazlarının miktarında – başta CO2 olmak üzere– ilk 25 yıllık işletim dönemi boyunca, yıllık ortalama 115.000 ton/yıl düzeyinde azalma olacağı tahmin edilmektedir.

(15.12.2004 tarihli DLH Sunumu,Fenerbahçe-İstanbul)

Tüm bu hava kirliliği çeşitleri, küresel ve bölgesel çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Metan dışı hidrokarbonlar ve karbon-oksitler, genel küresel ısınmaya olumsuz katkı sağlamaktadır ("sera etkisi" yaratmaktadır ve ayrıca CO, çok zehirli bir gaz olma özelliğini taşımaktadır); ve nitrojen oksitler, alerjik reaksiyonları ve astım hastalıkları bulunan insanlar için çok rahatsız edicidir. (http://www.marmaray.com/turkish/gen_environment.html 2011)

İnşaat aşamasında toz yayıcı işlemlerin çevreyi etkilememesi için;

- i)-Yükleme ve boşaltma öncesi malzemelerin ıslatılması,
- ii)-Malzemeler taşınırken kamyonların üstünün branda ile tamamen kapatılması
- iii)-Rüzgarın yönü ve hızı (meteorolojik veriler)
- iv)-Düşük yüksekliklerde yükleme,
- v)-Savurmadan boşaltma gibi

önlemler alınmıştır, alınmaktadır.

Hava kirliliği; havada yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek konsantrasyonda bulunmasıdır. Yapay kirletici grubuna giren ulaşım araçlarının neden olduğu hava kirliliğinin boyutları ve nedenleri incelendiğinde ulaştırmanın hava kirliliğine yol açan en önemli kaynaklar arasında olduğu görülmektedir. Bu kirlilik egzoz gazı olarak, karbüratör ve yakıt tanklarının doğurduğu buharlar yüzünden ortaya çıkan hava kirlenmesi olarak ve bu sektörlerdeki sanayi atıkları olarak karşımıza çıkmaktadır. Motorlu araçların çıkardığı egzoz gazı bulunulan ortama kurşun ve diğer zehirli maddeleri bırakmaktadır. Raylı ulaşım sistemlerinin hava kirliliğindeki payı, elektrik ve dizel çekiş gücü kullanımı nedeniyle % 5 iken karayollarının payı % 85 düzeyindedir. Aynı zamanda raylı ulaşım sistemlerinin arazi ve suların kirlenmesinde de payı azdır. Buna karşın, karayolu araçlarından çıkan yağlar, benzin istasyonlarındaki sıvı karbüranlardan oluşan değişik maddeler çevredeki arazi ve sulara zarar vermektedir. Bir elektrikli tren ile 42 km seyahatimiz sonucunda çevreye 1 kg karbondioksit yayılırken, aynı miktarda karbondioksit otobüsle 12 km'de, otomobil ve uçakla ise 7 km'de yayılmaktadır(Dengiz, Kutay ve Duman 1997).

Mevcut durumda Sirkeci-Haydarpaşa arasında yakalararası yük transferi de TCDD tarafından feribotlarla sağlanmaktadır. Son 10 yıllık ortalamaya göre yılda karşılıklı 3.300 sefer yaparak, yılda 1.000.000 ton yük, 500 ton/yıl yakıt harcayan feribotlarla yakalar arası taşınmaktadır. Marmaray işletmeciliği başladığı zaman yüklerde boğazdan tüp geçit vasıtasıyla kesintisiz geçiş sağlayacağından feribotlarla taşınmasına gerek kalmayacak, yılda 500 tonluk emisyon oluşmayacaktır.

5.1.1.2 Su Kalitesi

Hem inşaat döneminde hemde işletmecilik döneminde yer altı tatlı su akiferleri ve yer üstü tatlı su kaynaklarına olumsuz herhangi bir etki olmayacaktır.

İstanbul Boğazındaki deniz suyu akıntı düzeneği iki tabakalı akım biçimindedir. Üst tabakadaki akıntı yönü Marmara Denizi'ne(Güneye), alt tabakadaki akıntı yönü ise Karadeniz'e(Kuzeye) doğrudur. Tüp Tünel, deniz dibinde bir hendek içine yerleştirilerek inşaa edilmiştir. Hendeğin kazısı sırasında, yaklaşık 1.2 milyon m³ kazının % 5'i suya yayılarak, tortu çökeltme kalınlığı 2 cm civarında gerçekleşmiştir. Meydana gelen bulanıklık boğazdaki akıntı sayesinde kısa sürede giderek oksijen dengesi yeniden kurulabilmiştir.

Şekil 5.1 : Sirkeci-H.Paşa arası işletilmekte olan TCDD feribotu



Ayrıca Marmarayla beraber Sirkeci-Üsküdar-İbrahimağa arası seyir süresi kesintisiz 4-6 dakikaya inecektir. Mevcut durumda yakalararası geçişi temin eden Şehir Hatları vapur

ve Turyol, Dentur motor seferlerinde bir azalma olacak. Sadece turistik ve nostaljik sefer yapacak olmaları nedeniyle vapur ve motor emisyonlarında önemli oranda azalma olacaktır.

5.1.1.3 Gürültü ve titreşim

Ulaştırma sistemlerinde konforlu bir seyahat için gürültü üst düzeyi 65 dBA, tahammül bölgesi 65-75 dBA, rahatsızlık bölgesi ise 75-120 dBA olarak kabul edilmektedir. Gürültü insan sağlığı ile doğrudan ilgili olup, insan üzerinde olumsuz etkileri oldukça fazladır.

İnşaat aşamasında, tüp tünele yaklaşım tünellerinde çalışmakta olan iş makineleri zemin içerisinde çalışmaktadır. Tüp tünelin yerleştirildiği hendek kazısında tarak gemisi deniz ortamında çalışmıştır. Taranan malzemeyi taşıyan dubalar römorkör tarafından çekilmiştir. Bu sebeplerle, tüm çalışmalarda gürültü düzeyi “Gürültü Kontrol Yönetmeliği”nde şantiyeler için izin verilebilen sınır değer olan 75 dBA ‘nın altında, 63 dBA olarak ölçülmüştür. Tüm çalışmalar kabul edilen değerlerin altında gerçekleştirilmektedir.

İnşa halindeki Marmaray Projesi’nde yüklenici, tasarım standartlarının 04 Haziran 2010 tarihinde 27601 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Türk Gürültü ve Titreşim Yönetmeliklerindeki standartlara eşdeğer veya bu standartlardan daha üstün olmasını sağlamak bakımından yüzeysel hatta gürültü panelleri gibi gürültü azaltıcı tedbirler ve yöntemler uygulayacaktır. Aynı zamanda CR2 demiryolu araçlarının imalatları da ilgili gürültü yönetmelikleri kapsamında yürütülmektedir.

İşletmecilik aşamasında gürültü;

Mevcut Sirkeci-Halkalı ile Haydarpaşa-Gebze banliyö güzergahının tamamına yakın kısmı ihata altına alınmış olmakla beraber, bu ihatalar gürültü önleyici nitelikte değildir. Marmaray işletmeciliğinde banliyö sefer sayıları artsa bile, 13,6 km.lik kısmın yeraltında olması, yolların tamamen yenilenmesi, modern araçlarla ve hattın gürültü

bariyerleri ile perdelenmesi nedeniyle gürültü miktarı kabul edilebilir düzeyde olacaktır. Ayrıca trafikte daha az motorlu taşıt kullanılacağı ön görüşüyle enerji tasarrufu sağlanacak bu anlamda da daha az gürültü kirliliği oluşacaktır.

Sirkeci-Yedikule arası sur içi bölgede yapılacak tünel kazıları esnasındaki titreşimden kaynaklanan minimum düzeyde etki, yüzeydeki tarihi yapılar için söz konusu olabilmektedir. İşletmeciliğe geçilmesi esnasında titreşim açısından olumlu bir yarar da söz konusu olacaktır. Sirkeci-Yedikule arasındaki mevcut demiryolu hattının kara ve deniz surlarına olduğu gibi 6. Yüzyıl Bizans Kilisesi olan Küçükayasofya'nın duvarları ve temellerine olumsuz etkisi mevcuttur. Marmaray'la beraber Sirkeci-Yedikule arası yüzeyde işletmecilik yapılıp yapılmayacağı bilinmemekle beraber, yapılsa bile şu ankinden daha az sayıda tren işletilmesi düşünüleceğinden; Küçükayasofya'nın duvarlarında ve temellerindeki titreşimden kaynaklı olumsuz etki azalmış olacaktır(Zalgı N, 2004).

5.1.1.4 Flora

Türkiye, Avrupa-Akdeniz-İran coğrafik bölgelerinin birleştiği yerde olması, iklim farklılıkları, jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilikler ile 0-5000 m. arasında değişen yükseklikler nedeniyle çok zengin bir floraya sahiptir. Konumu itibariyle Güneybatı Asya ile Avrupa arasındaki yol üzerinde bulunmakla Asya bitkilerinin Güney Avrupa'ya yayılmasında geçit teşkil etmiş, çok sayıda tür ve cins için gen merkezi veya genetik farklılaşma alanı olup, pek çok kültür bitkisinin orijini veya anavatanıdır. Endemiklik açısından çok zengin olup 3.000 'den fazla tür bulunduğu tahmin edilmektedir.

“Marmaray Projesi”, halen kullanılan mevcut hat üzerinde gerçekleşeceği ve hat üzerinde endemik tür bulunmaması nedeniyle, Bern Sözleşmesi uyarınca koruma altına alınmış türler bulunmamaktadır(Zalgı N, 2004).

5.1.1.5 Fauna

“Marmaray Projesi”nin halen kullanılan mevcut hat üzerinde gerçekleştirilecek olması nedeniyle, mevcut hat üzerinde tespit edilen sürüngen, kuş, memeli ve amfibi gibi türlerin tamamı, özel yaşama koşullarına ihtiyaç duymayan ve antropojen etkilere uyum gösterebilmiş türlerdir. Bu sebeple aynı habitatlarda yaşayabileceklerdir.

Faunistik açıdan en önemli unsur, balıkların, Karadeniz ile Marmara Denizleri arasında yer alan “Boğaz”dan geçiş yaptıkları “Göç Dönemleri”dir. Göç dönemlerini kapsayan tarihlerle alakalı olarak Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı ile mutabakat sağlanarak tüp çalışmaları yürütülmüştür(Zalgı 2004).

5.1.1.6 Deprem

Tüp tünel, tespit edilmiş olan fay hattına 19 Km. mesafede yer almaktadır ve İstanbul’da beklenen depremin şiddeti 7.3 - 7.5 dir.

Boğaz Tüp Tüneli için servis magnitudü 8, proje magnitudü ise 9,3 olarak planlanmıştır. Bu etüdler, son yaşanan “Deprem”ler ışığında yeniden değerlendirilmiştir.

Batırma Tüp ve Delme Tüneller deprem esnasında insanlar için çok güvenli mekanlardır.

Tüm batırma tüp tüneller büyük çaplı depremlerden hasarsız olarak kurtulmuştur !

Batırma Tüp Tünellerin depreme dayanımının en iyi örnekleri: 1995 depremini gören Japonya Osaka Limanı’ndaki “Kobe” Batırma Tüp Tüneli ile 1989 depremini gören San Francisco’daki BART Batırma Tüp Tüneli’dir(Zalgı N, 2004).

5.1.1.7 Koruma alanları ve arkeolojik buluntu

İstanbul, dünya kültürel miras listesinde yer almaktadır. Doğal koruma alanları : Küçükçekmece Gölü, Tuzla Lagünü, Boğaziçi Koruma Alanı.

a1)-Küçükçekmece Gölü

Raylı Sistem hattına yaklaşık 1 km. uzaklıkta olup, tamamen yerleşim alanlarının içinde kalmıştır. Gölde kirlenmenin çok fazla olduğu gözlenmiştir. Kuşların konaklama yeridir. Yeni raylı sistem teknolojileri kullanılacağından çevreye etkileri mevcut sisteme göre daha az olacaktır.

a2)-Tuzla Lagünü

Tuzla Lagünü geçmişte yapılan hatalı uygulamalar sonucunda kurutulmuş olup, şimdi lagünün kazanımı için rehabilitasyon çalışmaları yapılmaktadır. Tuzla lagünü proje hattına minimum 1,5 km uzaklıktadır. Hattın lagüne olan uzaklığı nedeniyle olumsuz etkilerin olmayacağı düşünülmektedir.

a3)-Boğaziçi Koruma Alanı

Üç kıtanın kuşlarının göç yollarının birleştiği yerdir.

i)-TSK'ya ait olan ormanlık alan

ii)-Polonezköy doğal koruma alanı

iii)-Belgrad Ormanı göçmen kuşlar için konaklama alanıdır.

İnşaat aşamasında, yoğun olan boğaz trafiğinin yarattığı gürültüden daha fazla gürültü olmayacaktır.

İnşaat sonrasında ise tünelin yer altından geçmesi nedeniyle kuş göçlerine olumsuz etkisi olmayacaktır(Zalgı 2004).

b)-Arkeolojik Buluntular

Yeraltı tarihi varlıkları üzerindeki etkilerin en aza indirgenebilmesi için, Marmaray Projesi demiryolu güzergahının belirlenebilmesine yönelik ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapılmıştır. Projenin ihale öncesinde güzergâh üzerinde bulunan tarihi yapıların envanteri çıkarılmış ve güzergâhın konumu netleştirilmiştir.

Proje kapsamında İstanbul'un tarihine ışık tutacak şekilde Kadıköy-İbrahimağa ve Üsküdar, Avrupa yakasında ise Sirkeci, Yedikule ve Yenikapı bölgelerinde arkeolojik kazılar yapılmıştır.

Yenikapı'da banliyö transfer istasyonu haricinde planlanan bir adet şehirlerarası tren istasyonunun iptali, transfer İstasyonu'nun bir adet giriş-çıkış yapısının iptali, arkeolojik kazılardan dolayı doğrudan yaklaşık 50 milyon Amerikan Dolarlık maliyet ile projenin 5 yıllık gecikmesine neden olsa da, tarihi mirasa katkıları nedeniyle projeye yansıyan bu kayıplar göz ardı edilebilir niteliktedir.

Yenikapı'da batık Theodosius Limanı'nda arkeolojik kalıntılar bulunmuştur. Liman'da kazılar esnasında bu güne kadar 34 adet batık gemi kalıntısı, 177 farklı insana ait, iskeletler bulunmuştur. Bu iskeletlere ait çalışmalar sadece kimliklendirme üzerine değil, aynı zamanda demografik yapıları da incelenmiş, bunların içerisinde boy ve yaş ortalamaları, ölüm nedenleri ortaya çıkarılmıştır. 22.000 hayvana ait iskelette kayda alınmıştır(Şekil 5.2 ile 5.6 arası).

Şekil 5.2 : Yenikapı’da iptal edilen şehirlerarası istasyon alanındaki batık liman kenti



Şekil 5.3 : Yenikapı arkeolojik kazı çalışmaları



Kaynak: Hüseyin Belkaya sunumu, 2012

**Şekil 5.4 : Yenikapı’da çıkarılan altın Doğu Roma paraları (M.S. 491/518-
Anastasius)**



Kaynak: Hüseyin Belkaya sunumu 2012

Şekil 5.5 : Yenikapı kazılarında çıkarılan Roma ve Bizans eşyalar



Kaynak: Hüseyin Belkaya sunumu 2012

Şekil 5.6 : Yenikapı kazılarında çıkarılan batık gemi ve kalıntılar



Kaynak: Hüseyin Belkaya sunumu 2012

Üsküdar İstasyonu kazılarında Antik Khryso polis Kenti ortaya çıkarılmıştır. Üsküdar’da daha önce böyle bir kazı yapılmamıştı; çünkü bir kent merkezi olan Üsküdar’ın ortasındaki cadde kazı yapmak için elverişli değildi. Üsküdar Meydanı kazısı esnasında çıkarılan Roma dönemine ait mezarlık Şekil 5.7’de görülmektedir. Üsküdar’ın diğer bir adı olan “Scutari”, bir tahmine göre Grekçe “ham ya da tabaklanmış deri” anlamını taşıyan “Scitos”tan türemiştir. Deriden yapılan kalkanları taşıyan askerlere de “Scutarion” deniyordu. Scutari’de, yani Üsküdar’da, M.S. 2. yüzyıl Roma devri kışlaları bulunuyor. Roma İmparatorluğu’nun en büyük eyaleti Anadolu’ydu. Bütün Batı Anadolu’da Doğu’da olduğu gibi önemli kentler bulunuyordu. Burası da büyük bir olasılıkla Roma İmparatorluğu’nun eyalet kentlerinden biriydi.

Üsküdar kazılarında kandiller, Roma keramikleri ile çok erken döneme, M.Ö. 7-6-5. yüzyıla ait çanak çömlek parçaları bulunmuştur. Çanak çömlek parçaları efsanelerde olan M.Ö. 7. yüzyılda kurulan Khryso plois kentini gerçeğe dönüştürmüştür(Şehrazat 2008).

Şekil 5.7 : Üsküdar kazılarında çıkarılan mezarlık



Kaynak: Hüseyin Belkaya sunumu 2012.

Şekil 5.8 : 8.500 Yıl önceki ilk İstanbullu



Kaynak: Hüseyin Belkaya sunumu 2012.

Bu güne kadar yaklaşık 25 bin eser, kazı envanterine kaydedilmiştir. Çıkarılan eserler “gün ışığında İstanbul’un 8.000 yılı” adı altında İstanbul Arkeoloji Müzesi’nde açılan geçici sergide ziyaretçilerin hizmetine sunulmuştur.

5.1.1.8 Harici Maliyetler

Otomobille yapılan 1 km yolculuğun hava kirliliği, gürültü, sera etkisi, kazalar ve tıkanma nedeniyle topluma yüklediği dışsal maliyetlerin toplamı; AB standartlarına göre, 0.2 Euro olarak öngörülüyor. İstanbul'da otomobille yapılan yolculukların günlük dışsal maliyeti 6 milyon Euro olarak öngörülüyor.

Buna göre Marmaray Projesi hayata geçtiğinde sadece köprüler üzerindeki araçların % 10 azalacağı varsayımıyla 41.869 adet aracın(ortalama 10 km. seyir mesafesi ile 410.869 km günlük seyir) trafikten çıkacağı varsayımıyla; yıllık harici maliyet yaklaşık 30.000.000 Euro azalacaktır.(Zalgı 2004)

(Köprüler haricinde İstanbul trafiğinde azalacak araçlar dikkate alınmamıştır)

5.1.2 İstanbul Toplu Taşımacılığına Etki

Marmaray Projesi inşaatı esnasında banliyö hatlarının kapatılması, alt ve üst karayolu geçitlerinin etkilenmesi nedeniyle, trafiğe olan etkileri ile Marmaray Projesi'nin işletme döneminde, İstanbul toplu taşımacılık sistemine etkileri aşağıda açıklanacaktır.

a)-İnşaat Aşamasındaki Etki:

İnşaat aşamasında trafik sıkışıklığı üç yeni derin istasyonun inşa edilebilmesi esnasında, trafik akışı, başka yönlere aktarılmaktadır. Ancak sabah ve akşam saatlerinde trafik sıkışıklığı sorunlarıyla karşılaşılabilir.

Banliyö hatları kapatılarak yürütülecek inşaat aşamasında, demiryolu inşaat alanını kesen özellikle alt ve üst geçit inşaatlarındaki çalışmalarda karayolu trafiği de olumsuz etkilenecektir. Etkilenen istasyon alanlarındaki trafik akışının başka yönlere

saptırılmasıyla birlikte, bu süreler boyunca trafik sıkışıklığı sorunlarının ortaya çıkmasına yol açabilecektir. Yükleniciler, gereç ve malzemelerin büyük kamyonlar içerisinde yapım sahalarına taşınması ve buralardan uzaklaştırılması için, derin istasyonların yakınında bulunan karayolu sistemlerini kullanmak zorunda kalacaklardır. Bu faaliyetler, zaman zaman karayolu sistemlerinin kapasitesinde aşırı yüklenmeye neden olacaktır. Kesintilerin tamamen önlenmesi mümkün olmayacaktır(http://www.marmaray.com/turkish/gen_environment.html 2011).

Marmaray inşaatı nedeniyle Banliyö hatları kapatılarak Haydarpaşa-Gebze ve Sirkeci-Halkalı arası banliyö seferlerine 2,5 senelik süre ile ara verilecektir. 03 Kasım 2011 tarihinde CR3 müteahhidine yer teslimi yapılmış olup, hat kapama tarihleri Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1 : Banliyö Hattı kapama tarihleri

KAPANACAK HAT KESİMİ	(D) 3.Kasım.2011	TARİHİ
Gebze-Pendik	(D+411)Gün	18.12.2012
Halkalı-Kazlıçeşme	(D+503)Gün	20.03.2013
Pendik-İbrahimağa	(D+595)Gün	20.06.2013
İnşaatın Tamamlanması	(D+1.324)Gün	20.06.2015

b)-Banliyö Hatlarının kapalı kalacağı sürede yolcuların taşınması için yapılan çalışmalar:

Banliyö hizmetlerine ara verilecek 2,5 senelik bu süre zarfında ortaya çıkacak toplu ulaşım sorunlarının çözülmesi için İBB koordinesinde değişik çalışmalar yürütülmüştür.

2009’da İBB ve TCDD yetkililerinin katılımı ile oluşturulan bir çalışma grubu tarafından her iki yakadaki banliyö hattında yolcu hareketlerinin tespiti amacıyla 2.100

kişi ile anket çalışması yapılmış ve anket çalışması ile banliyö hatlarını kullanan yolcuların yolculuk yönleri tespit edilmiştir. Bu tespitler doğrultusunda oluşacak yolculuk taleplerinin İETT aracılığı ile karşılanması için mevcut İETT hatlarının revizyonu ve yeni kurulacak hatlar planlanmıştır.

1-Avrupa Yakası İle İlgili Çalışma

Sirkeci-Halkalı arası işletilmekte olan banliyö trenleri ile 2008 yılında taşınan yolcu sayıları Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2 : Sirkeci-Halkalı arası 2008/2011 Yılı banliyö yolcu sayıları

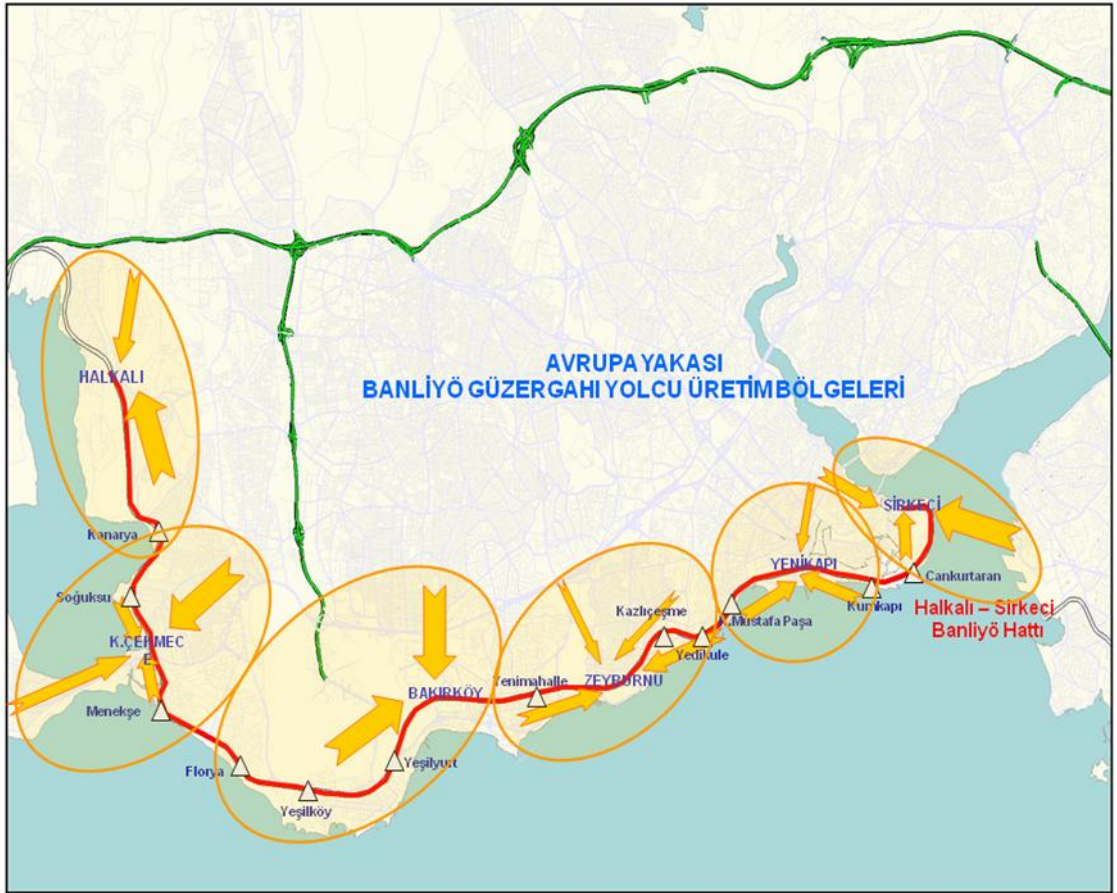
İSTASYON	2008		2011	
	GÜNLÜK ORTALAMA	YILLIK	GÜNLÜK ORTALAMA	YILLIK
Sirkeci	9.623	3.522.167	10.343	3.775.268
Cankurtaran	743	272.019	589	214.829
Kumkapı	3.464	1.267.988	5.732	2.092.028
Yenikapı	2.964	1.084.973	1.947	710.574
K.M.Paşa	3.422	1.252.412	2.319	846.299
Yedikule	1.211	443.143	2.939	1.072.806
Kazlıçeşme	2.682	981.559	1.752	639.382
Zeytinburnu	5.039	1.844.413	6.564	2.395.791
Yenimahalle	1.436	525.504	1.188	433.541
Bakırköy	9.843	3.602.693	10.197	3.721.823
Yeşilyurt	1.592	582.577	1.170	426.902
Yeşilköy	2.448	895.936	1.311	478.487
Florya	1.819	665.892	2.260	824.948
Menekşe	362	132.505	200	73.013
K.çekmece	5.834	2.135.192	9.432	3.442.552
Soğuksu	1.874	685.787	1.034	377.525
Kanarya	5.332	1.951.357	3.013	1.099.592
Halkalı	1.064	389.367	1.048	382.657
TOPLAM:	60.753	22.235.484	63.036	23.008.017

Avrupa Yakası Banliyö Güzergahı Yolcu Üretim Bölgeleri:

Banliyö hatları yolcu çekimlerine göre kademelenerek ana istasyonlar (üst kademe) ve tali istasyonlar şeklinde değerlendirilmiştir.

Ayrıca bu üst kademe bölgelerine yolcuların banliyö dışı araçlarla hangi bölgelerden geldiği tespit edilmiştir(Şekil 5.9 ve Tablo 5.10).

Şekil 5.9 : Avrupa Yakası Banliyö güzergahı yolcu üretim bölgeleri



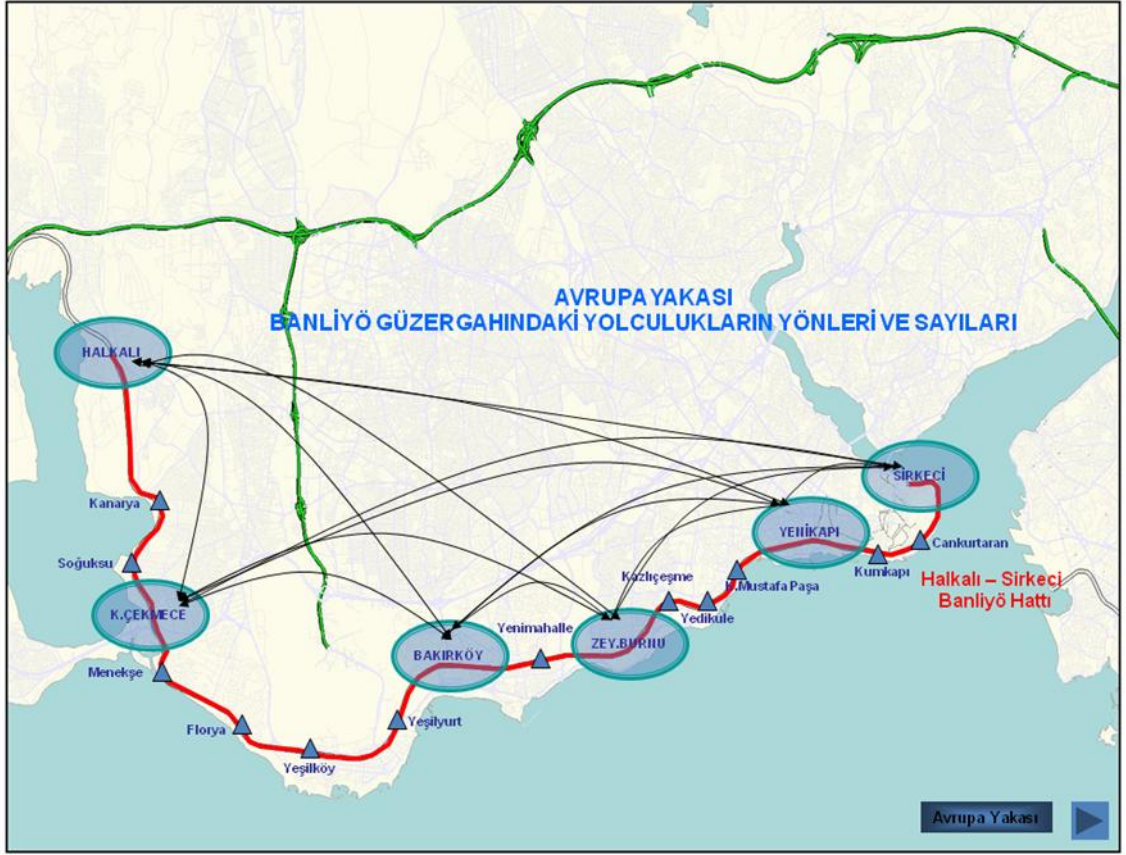
Tablo 5.3 : Sirkeci-Halkalı Banliyö güzergahı üretim bölgeleri yolcu sayısı

BANLİYÖ GÜZERGAHI YOLCU ÜRETİM BÖLGELERİ									
GRUP	Yerleşim Adı	Sabah		Akşam		Sabah		Akşam	
		Binen Yolcu	İnen Yolcu	Binen Yolcu	İnen Yolcu	Binen Yolcu	İnen Yolcu	Binen Yolcu	İnen Yolcu
Sirkeci	Sirkeci	77	2.191	3.130	2.981	655	2.964	6.421	4.478
	Cankurtaran	27	102	181	126				
	Kadıköy	551	671	3.110	1.371				
Yenikapı	Kumkapı	387	723	1.104	686	1.229	1.852	5.567	2.265
	Yenikapı	296	320	820	539				
	K.M.Paşa	361	267	1.342	663				
	Fatih	185	542	2.301	377				
Zeytinburnu	Yedikule	890	0	351	262	2.613	1.683	2.478	2.641
	Kazlıçeşme	320	443	720	537				
	Zeytinburnu	1.315	914	992	1.566				
	Yenimahalle	178	321	410	201				
	Bayrampaşa	0	5	5	75				
Bakırköy	Bakırköy	851	2.035	965	3.082	1.695	3.740	4.472	5.582
	Yeşilyurt	54	405	565	520				
	Yeşilköy	305	629	260	796				
	Florya	341	637	1.694	725				
	Bağcılar	144	34	988	459				
K.Çekmece	Menekşe	389	83	19	189	3.859	1.509	1.710	3.756
	K.Çekmece	2.095	748	758	2.347				
	Soğuksu	486	208	163	315				
	Büyükçekmece	889	470	770	905				
Halkalı	Kanarya	1.870	851	239	1.463	2.982	1.376	458	2.384
	Halkalı	1.112	525	219	921				
Toplam		13.123	13.124	21.106	21.106				

Avrupa Yakası Banliyö Güzergahındaki Yolculukların Yönleri ve Sayıları

Üst kademe bölgeler arasındaki yolculuk sayıları gösterilerek bölgeler arası yolcu sirkülasyonları sayıları(gidiş-dönüş) belirtilmiştir. Bu yolculuk rakamları ile banliyö sonrası yolculukların hangi yoğunlukta ve yönde olacağı görülmektedir(Şekil 5.3 ve Tablo 5.4).

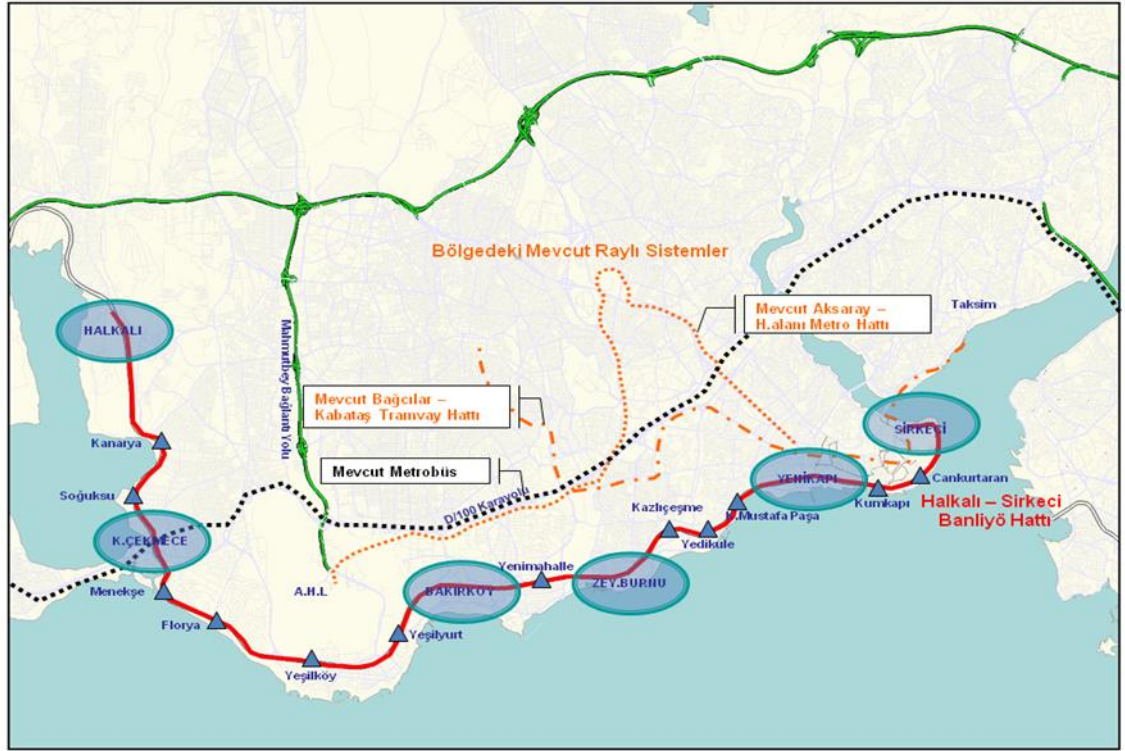
Şekil 5.10 : Avrupa Yakası banliyö güzergahındaki yolculukların yönleri ve sayıları



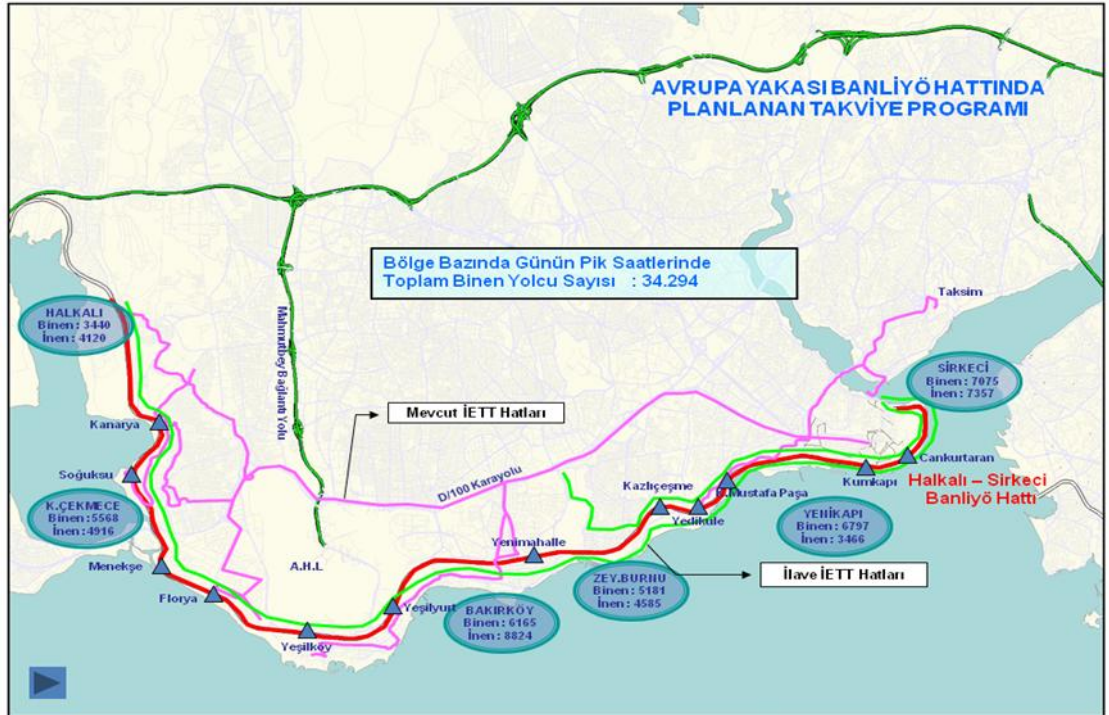
Tablo 5.4 : Sirkeci-Halkalı güzergahı yolculuk yönleri ve sayıları

BANLIYÖ GÜZERGAHINDAKİ YOLCULUKLARIN YÖNLERİ VE SAYILARI				BANLIYÖ GÜZERGAHINDAKİ YOLCULUKLARIN YÖNLERİ VE SAYILARI			
İSTASYON ADI		Sabah (06:00 / 10:00)	Akşam (16:00 / 20:00)	İSTASYON ADI		Sabah (06:00 / 10:00)	Akşam (16:00 / 20:00)
SİRKECİ	Yenikapı	105	1.156	Yenikapı	SİRKECİ	308	1.280
	Zeytinburnu	105	889	Zeytinburnu		730	620
	Bakırköy	236	2.054	Bakırköy		542	1.386
	K.Çekmece	111	1.348	K.Çekmece		1.080	462
	Halkalı	98	963	Halkalı		835	114
		655	6.410			3.495	3.862
YENİKAPI	Sirkeci	308	1.280	Sirkeci	YENİKAPI	308	899
	Zeytinburnu	185	779	Zeytinburnu		185	322
	Bakırköy	431	1.670	Bakırköy		431	715
	K.Çekmece	160	1.058	K.Çekmece		160	239
	Halkalı	148	779	Halkalı		148	59
		1.232	5.566			1.232	2.234
Z.BURNU	Sirkeci	730	620	Sirkeci	Z.BURNU	105	1.156
	Yenikapı	432	322	Yenikapı		185	779
	Bakırköy	838	743	Bakırköy		305	760
	K.Çekmece	378	496	K.Çekmece		540	274
	Halkalı	324	297	Halkalı		417	64
		2.702	2.478			1.552	3.033
BAKIRKÖY	Sirkeci	542	1.386	Sirkeci	BAKIRKÖY	236	2.054
	Yenikapı	322	715	Yenikapı		431	1.670
	Zeytinburnu	305	760	Zeytinburnu		838	743
	K.Çekmece	271	984	K.Çekmece		1.235	530
	Halkalı	254	626	Halkalı		954	133
		1.694	4.471			3.694	5.130
K.ÇEKMECE	Sirkeci	1.080	462	Sirkeci	K.ÇEKMECE	111	1.348
	Yenikapı	579	239	Yenikapı		160	1.058
	Zeytinburnu	540	274	Zeytinburnu		378	496
	Bakırköy	1.285	530	Bakırköy		271	984
	Halkalı	424	205	Halkalı		328	87
		3.908	1.710			1.248	3.973
HALKALI	Sirkeci	835	114	Sirkeci	HALKALI	98	963
	Yenikapı	447	59	Yenikapı		148	779
	Zeytinburnu	417	64	Zeytinburnu		324	297
	Bakırköy	954	133	Bakırköy		254	626
	K.Çekmece	328	87	K.Çekmece		424	205
		2.981	457			1.248	2.870
GENEL TOPLAM		13.172	21.092	GENEL TOPLAM		12.469	21.102

Şekil 5.11 : Avrupa Yakası Banliyö hattına yakın eksenlerdeki raylı sistemler



Şekil 5.12 : Avrupa Yakası Banliyö hattında planlanan takviye program



Tablo 5.5 : Sirkeci-Halkalı Hattına planlanan takviye İETT Otobüs ve sefer sayıları

MEVCUT HATLAR										
HALKALI - SİRKECİ BANLIYÖ HATTINA PLANLANAN TAKVİYE PROGRAMI										
SIRA NO	İSTASYON ADI	HAT NO	HATTIN ADI	MEVCUT ARAÇ	SEFER ADEDİ	TAŞINAN YOLCU SAYISI	İLAVE			TOPLAM ARAÇ
							İETT	ÖHO	YOLCU SAYISI	
1	HALKALI	98S	KONUTBİRLİK - BAKIRKÖY	8	56	7.880	10	5	14.775	23
2	KANARYA	89A	KANARYA - Z.BURNU METRO	6	40	4.386	10	7	12.427	23
3	SOĞUKSU	143	K.ÇEKMECE - Y.BOSNA METRO	3	11	1.152	6	-	2.304	9
4	FLORYA	73T	FLORYA - Y.BOSNA METRO	5	35	2.855	3	2	2.855	10
5	YEŞİLKÖY	72T	YEŞİLKÖY - TAKSİM	9	43	8.199	4	3	6.377	16
6	YEŞ.YURT	81	YEŞİLKÖY - EMİNÖNÜ	5	35	3.840	3	2	3.840	10
7	BAKIRKÖY	94A	BAKIRKÖY - BEYAZIT	9	73	6.615	4	4	5.880	17
8	YEDİKULE	80	YEDİKULE - EMİNÖNÜ	2	15	826	5	-	2.065	7
			TOPLAM	47	308	35.753	45	23	50.523	115

Tablo 5.6 : Sirkeci-Halkalı Hattına planlanan yeni İETT Otobüs ve sefer sayıları

İLAVE YENİ HATLAR										
HALKALI - SİRKECİ BANLIYÖ HATTINA PLANLANAN TAKVİYE PROGRAMI										
SIRA NO	İSTASYON ADI	HAT NO	HATTIN ADI	MEVCUT	SEFER ADEDİ	İLAVE			TOPLAM ARAÇ	
						İETT	ÖHO	YOLCU SAYISI		
1	K.ÇEKMECE MENEKŞE	143A	KÜÇÜKÇEKMECE - SİRKECİ	-	60	30	-	24.000	30	
2	ZEYTİNBURNU	93E	Z.BURNU - KAZLIÇEŞME - EMİNÖNÜ	-	60	5	5	8.000	10	
			TOPLAM			35	5	32.000	40	

Yukarıdaki tabloda görüleceği gibi mevcut 8 hattaki otobüslere 68 otobüs ilave edilerek sefer sayıları arttırılacak, ayrıca 2 yeni İETT otobüs hattı ile Küçükçekmece-Sirkeci için 30, Z.Burnu-Kazlıçeşme-Eminönü hattı için 10 olmak üzere, 40 yeni otobüse ihtiyaç duyulacaktır. Toplam ilave yeni otobüs sayısı 108 olarak hesaplanmıştır.

2-Asya Yakası Banliyö Bölgesi İle İlgili Çalışma:

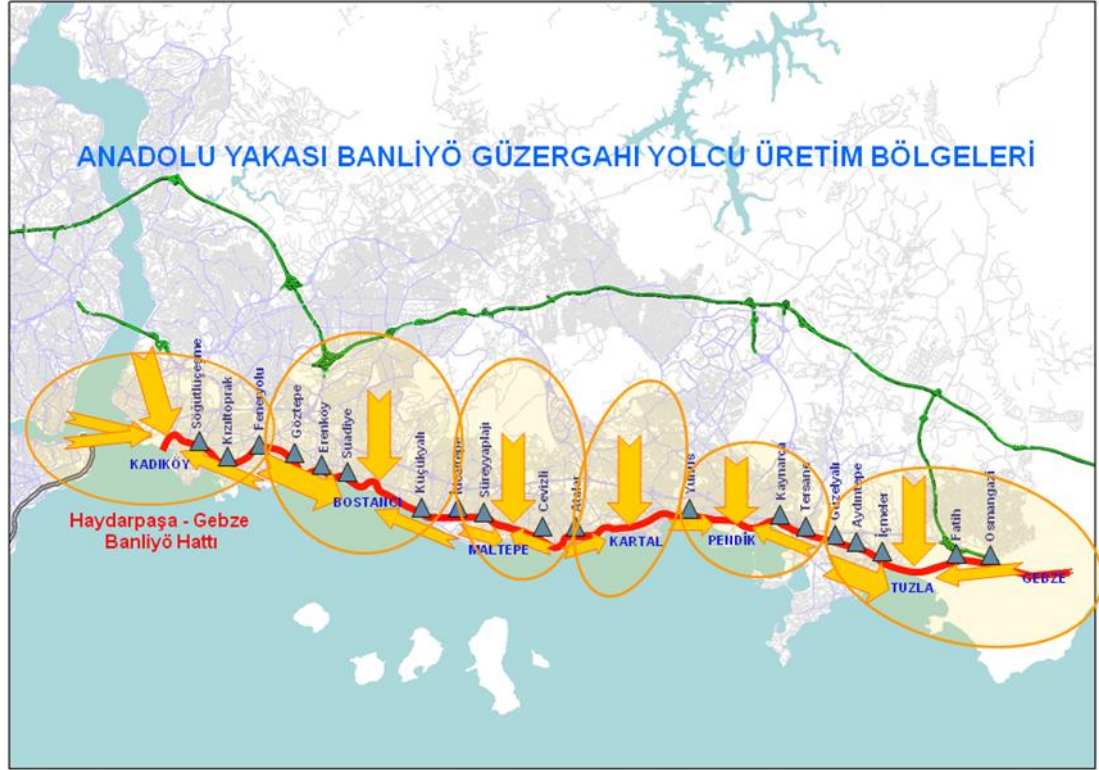
Haydarpaşa-Gebze arası işletilmekte olan banliyö trenleri ile 2008 yılında taşınan yolcu sayıları Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7 : Haydarpaşa-Gebze arası 2008/2011 Yılı Banliyö yolcu sayıları

İSTASYON	2008		2011	
	GÜNLÜK ORTALAMA	YILLIK	GÜNLÜK ORTALAMA	YILLIK
H.Paşa	8.930	3.259.397	8.937	3.261.983
S.Çeşme	2.958	1.079.709	9.618	3.510.414
K.Toprak	950	346.692	983	358.921
Feneryolu	1.949	711.487	2.232	814.769
Göztepe	1.861	679.281	2.228	813.353
Erenköy	2.274	829.983	2.708	988.515
Suadiye	2.013	734.783	2.742	1.000.762
Bostancı	2.914	1.063.681	3.580	1.306.633
Küçükyalı	1.582	577.497	2.194	800.682
İdealtepe	801	292.234	1.178	430.009
S. Plajı	1.147	418.763	1.713	625.365
Maltepe	2.724	994.169	3.546	1.294.410
Cevizli	1.972	719.793	2.387	871.272
Atalar	2.219	810.033	2.883	1.052.235
Kartal	4.002	1.460.609	4.720	1.722.801
Yunus	889	324.619	877	320.028
Pendik	6.862	2.504.463	7.427	2.710.769
Kaynarca	2.214	808.056	2.172	792.619
Tersane	656	239.309	809	295.112
Güzelyalı	1.769	645.679	1.862	679.709
Aydintepe	1.965	717.144	1.841	671.839
İçme	2.137	780.154	1.952	712.589
Tuzla	1.543	563.153	1.699	619.999
Fatih	1.316	480.479	1.533	559.667
Osmangazi	2.505	914.233	2.335	852.382
Gebze	5.133	1.873.670	5.262	1.920.489
TOPLAM	65.285	23.829.070	79.417	28.987.326

Banliyö hatları yolcu çekimlerine göre kademelenerek ana istasyonlar (üst kademe) ve tali istasyonlar şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca bu üst kademe bölgelerine yolcuların banliyö dışı araçlarla hangi bölgelerden geldiği tespit edilmiştir(Şekil 5.13 ve Tablo 5.8).

Şekil 5.13 : Avrupa Yakası Banliyö güzergahı yolcu üretim bölgeleri



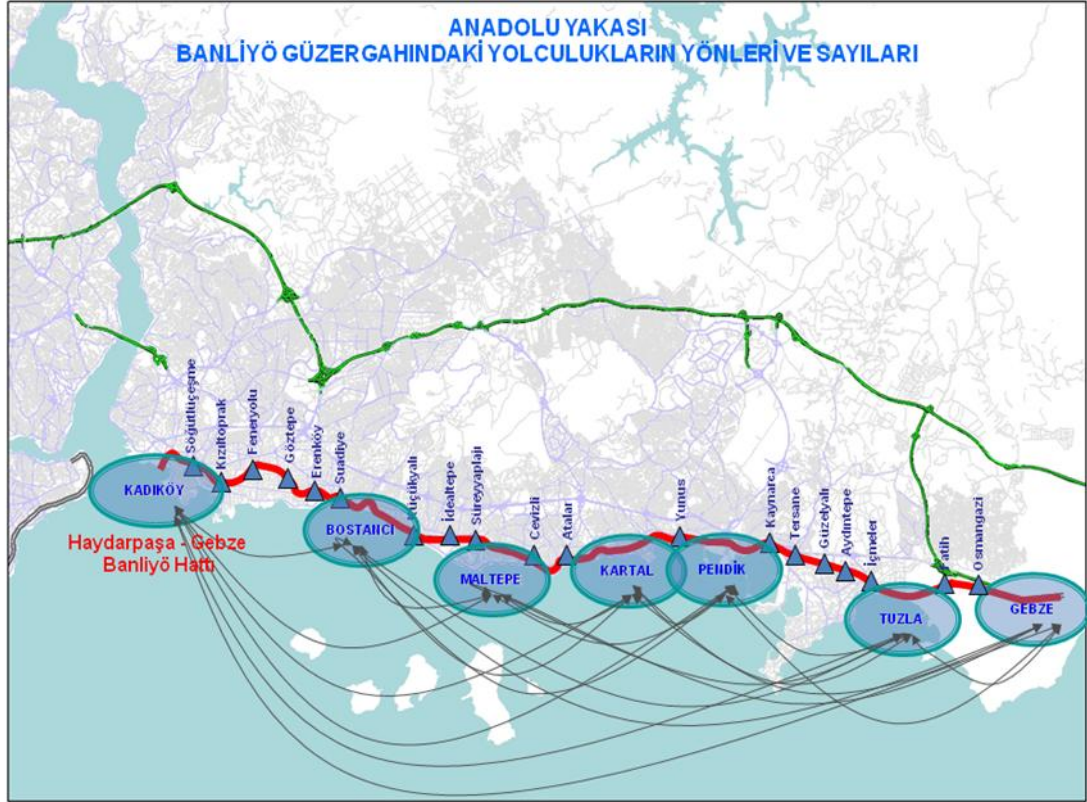
Tablo 5.8 : Haydarpaşa-Gebze Banliyö güzergahı üretim bölgeleri yolcu sayısı

BANLİYÖ GÜZERGAHI YOLCU ÜRETİM BÖLGELERİ									
GRUP	Yerleşim Adı	Sabah		Akşam		Sabah		Akşam	
		Binen Yolcu	İnen Yolcu	Binen Yolcu	İnen Yolcu	Binen Yolcu	İnen Yolcu	Binen Yolcu	İnen Yolcu
Kadıköy	Haydarpaşa	124	1.307	356	1.042	1.670	5.072	13.498	7.753
	Söğütlüçeşne	72	505	422	1.164				
	Kızıltorak	82	210	989	565				
	Feneryolu	157	438	1.538	499				
	Göztepe	125	331	582	797				
	Kadıköy	402	777	2.611	2.109				
	Eminönü	67	611	3.164	628				
	Karaköy	29	347	844	354				
Üsküdar	612	546	2.992	595					
Bostancı	Erenköy	470	494	1.747	1.431	1.606	1.807	3.988	3.901
	Suadiye	201	314	146	255				
	Bostancı	486	583	1.164	1.113				
	Küçükyalı	275	212	437	356				
	İdealtepe	101	111	32	422				
	Kozyatağı	57	77	418	288				
	Bakırköy	16	16	44	36				
Maltepe	Süreyyapları	101	37	418	27	1.265	873	2.089	1.456
	Maltepe	806	646	835	1.012				
	Cevizli	262	145	627	351				
	Maltepe-2	96	45	209	66				
Kartal	Atalar	423	235	17	1.017	1.451	865	418	3.505
	Kartal	1.028	630	401	2.488				
Pendik	Yunus	290	151	34	733	3.428	1.949	4.916	3.252
	Pendik	1.536	738	2.411	1.136				
	Kaynarca	544	107	719	778				
	Tersane	254	743	652	21				
	Kurtköy	804	210	1.100	584				
Tuzla	Güzelyalı	379	283	229	502	2.649	3.121	2.802	5.207
	İçmeler	268	908	153	1.015				
	Aydintepe	535	668	1.498	455				
	Tuzla	754	724	535	943				
	Fatih	259	204	321	629				
	Osmangazi	454	334	66	1.663				
Gebze	Gebze İstasyon	708	342	418	1.356	3.229	1.611	1.431	4.068
	Gebze	1.133	922	593	2.097				
	Darica	635	68	198	211				
	Eskihisar	309	109	24	211				
	Bayramoğlu	327	47	32	146				
	İzmit	117	123	166	47				
Toplam		15.298	15.298	29.142	29.142				

Üst kademe bölgeler arasındaki yolculuk sayıları gösterilerek bölgeler arası yolcu sirkülasyonları sayıları(gidiş-dönüş) belirtilmiştir. Bu yolculuk rakamları ile banliyö

sonrası yolculukların hangi yoğunlukta ve yönde olacağı görülmektedir(Şekil 5.14 ve Tablo 5.9).

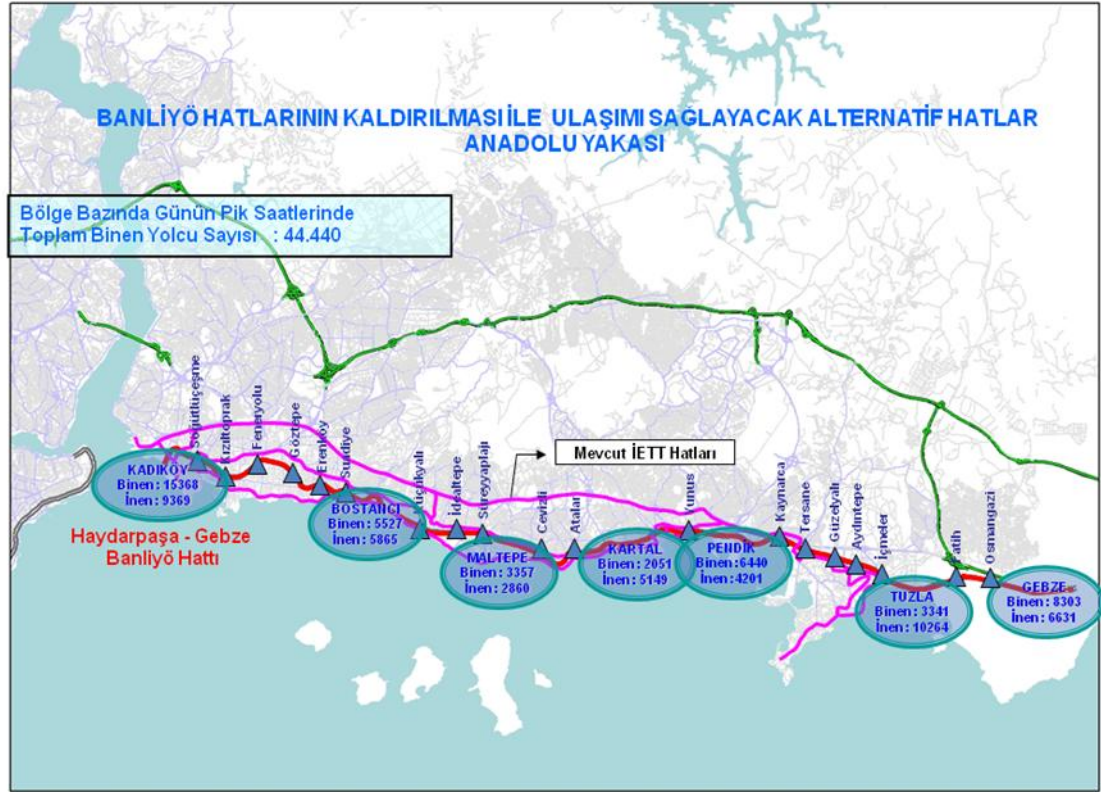
Şekil 5.14 : Anadolu Yakası Banliyö güzergahındaki yolculukların yönleri



Tablo 5.9 : Haydarpaşa-Gebze arası yolculukların yön ve sayıları

BANLIYÖ GÜZERGAHINDAKİ YOLCULUKLARIN YÖNLERİ VE SAYILARI				BANLIYÖ GÜZERGAHINDAKİ YOLCULUKLARIN YÖNLERİ VE SAYILARI			
İSTASYON ADI		Sabah (06:00 / 10:00)	Akşam (16:00 / 20:00)	İSTASYON ADI		Sabah (06:00 / 10:00)	Akşam (16:00 / 20:00)
KADIKÖY	Bostancı	270	1.986	Bostancı	KADIKÖY	530	1.187
	Maltepe	306	1.711	Maltepe		418	543
	Kartal	307	2.844	Kartal		464	134
	Pendik	269	2.502	Pendik		688	1.179
	Tuzla	492	4.681	Tuzla		2.586	1.640
		1.644	13.724			4.686	4.683
BOSTANCI	Kadıköy	530	1.182	Kadıköy	BOSTANCI	169	1.986
	Maltepe	145	228	Maltepe		165	293
	Kartal	145	591	Kartal		203	71
	Pendik	225	418	Pendik		367	611
	Tuzla	562	1.501	Tuzla		1.117	883
		1.607	3.920			2.021	3.844
MALTEPE	Kadıköy	418	543	Kadıköy	MALTEPE	106	711
	Bostancı	165	298	Bostancı		169	228
	Kartal	89	288	Kartal		102	25
	Pendik	165	230	Pendik		210	229
	Tuzla	430	731	Tuzla		764	316
		1.267	2.090			1.351	1.509
KARTAL	Kadıköy	646	134	Kadıköy	KARTAL	106	1.844
	Bostancı	203	71	Bostancı		145	591
	Maltepe	102	25	Maltepe		89	293
	Pendik	189	42	Pendik		236	496
	Tuzla	493	146	Tuzla		529	820
		1.633	418			1.105	4.044
PENDİK	Kadıköy	866	1.183	Kadıköy	PENDİK	169	1.302
	Bostancı	367	611	Bostancı		225	418
	Maltepe	210	229	Maltepe		165	230
	Kartal	236	496	Kartal		189	42
	Tuzla	945	1.297	Tuzla		882	579
		2.624	3.816			1.630	2.571
TUZLA	Kadıköy	832	547	Kadıköy	TUZLA	331	4.681
	Bostancı	372	294	Bostancı		387	1.501
	Maltepe	254	105	Maltepe		343	731
	Kartal	177	273	Kartal		374	146
	Pendik	294	193	Pendik		473	1.297
		1.929	1.412			1.908	8.356
GEBZE	Kadıköy	1.754	1.093	Kadıköy	GEBZE	261	492
	Bostancı	745	589	Bostancı		375	662
	Maltepe	510	211	Maltepe		287	530
	Kartal	352	547	Kartal		319	593
	Pendik	588	882	Pendik		630	1.045
Tuzla	646	386	Tuzla	725	712		
		4.595	3.708			2.597	4.034
GENEL TOPLAM		15.299	29.088	GENEL TOPLAM		15.298	29.041

Şekil 5.15 : Banliyö Hatlarının kapatılması ile ulaşımı sağlayacak alternatif hatlar-Anadolu Yakası



Tablo 5.10 : H.Paşa-Gebze Hattında planlanan ilave İETT Otobüs ve sefer sayıları

MEVCUT HATLAR										
H.PAŞA-GEBZE BANLİYÖ HATTINA PLANLANAN TAKVİYE PROGRAMI										
SIRA NO	İSTASYON ADI	HAT NO	HATTIN ADI	MEVCUT ARAÇ	SEFER ADEDİ	TAŞINAN YOLCU SAYISI	İLAVE			TOPLAM ARAÇ
							İETT	ÖHO	YOLCU SAYISI	
1	TUZLA	130	KADIKÖY - TUZLA	10	50	9.290	5	7	11.148	22
2		130A	KADIKÖY - TUZLA	11	49	6.666	9	5	8.484	25
3		E-7	KADIKÖY - TUZLA SAHİL	6	18	2.046	4	1	1.705	11
4		133T	TUZLA - BOSTANCI	7	30	3.220	6	2	3.680	15
5	PENDİK	17	PENDİK - KADIKÖY	31	103	23.901	15	5	15.420	51
6		16	PENDİK - KADIKÖY	5	24	3.215	2	2	2.572	9
7		16A	PENDİK - HAREM	15	73	10.845	5	5	7.230	25
8	KARTAL	21A	KARTAL - KADIKÖY	12	60	8.076	7	3	6.730	22
9	BOSTANCI	4	KADIKÖY - BOSTANCI	9	95	10.881	5	3	9.672	17
			TOPLAM	106	502	78.140	58	33	66.641	197

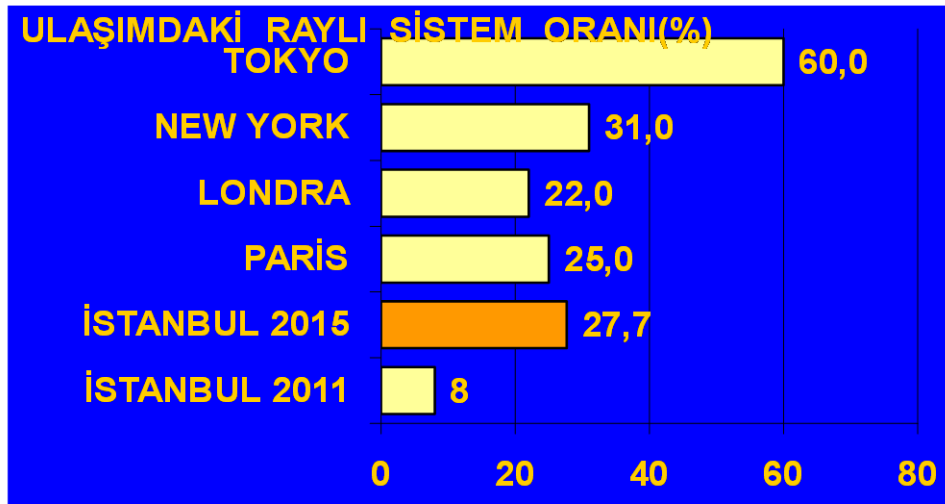
Yukarıdaki Tablo 5.10’da görüleceği gibi Asya Yakası için mevcut 9 hattaki otobüslere 91 otobüs ilave edilerek sefer sayıları arttırılacaktır.(Bu durum için Kadıköy-Kartal Metro Hattı dikkate alınmamıştır.)

c)-Marmaray Projesi işletme dönemi etkisi

MARMARAY projesinin hizmete girmesi ile Gebze-Halkalı arasında 2–10 dakikada bir sefer yapılacak ve her iki yakada bir saatte 75.000 yolcu taşınmış olacak, yolculuk süreleri kısılacaktır.

Yenikapı ve Üsküdar transfer istasyonları aracılığı ile bu istasyonlardaki yeni raylı sistemlerin de katkısı ile verimli bir entegrasyon oluşturulmuş olacaktır. En Önemlisi Avrupa ile Asya’yı demiryolu ile birbirine bağlayarak Asya ve Avrupa yakaları arasında yüksek kapasiteli toplu taşıma imkanı sağlanacaktır. Bu durum raylı sistemin payını arttıracaktır. İstanbul’da, toplu taşıma araçları ile yapılan günlük yolculuğun 2011 verilerine göre yaklaşık %8’i raylı sistemle yapılmaktadır. Marmaray Projesi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesinin diğer raylı sistem projelerinin tamamlanması ile, demiryolu ulaşımının İstanbul ulaşımındaki payının % 27,7’ye ulaşacağı tahmin edilmektedir(Şekil 5.16).

Şekil 5.16 : Marmaray’ın devreye girdiği durumda İstanbul’daki raylı sistemin araçlı yolculuklardaki payı ve dünya şehirleri ile mukayese



Kaynak: Gerçek ve Demir 2004(Not:İstanbul yolculukları 2012,2015 Yıllarına uyarlanmıştır.İstanbul harici şehirlerde raylı sistemlerde radikal değişimler söz konusu olmayıp, 2004 öncesi verileridir.)

5.1.3 Parklanmaya Etki

Marmarayla beraber trafikteki araç sayısının azalması beklentisi parklanmayı da olumlu yönde etkileyecektir.

Proje ile eş güdümlü olarak Marmaray istasyonlarında yerel yönetimlerce otopark projeleri de hayata geçirilmeye başlanmıştır.

Bu amaçla Marmaray Projesi ile büyük bir yer altı istasyonu inşa edilen Üsküdar Meydanı ve çevresini kapsayan tarihi semtteki trafik Üsküdar Meydan Projesi kapsamında tamamen yerin altına alınacak, büyük bir otopark Üsküdar'ın trafiğine soluk aldıracaktır. Üsküdar için yaya alanları düzenlenerek, Üsküdar- Ümraniye Metro Hattı ve Marmaray Hattı'nın Üsküdar İstasyonu'nda yaya entegrasyonu sağlanacaktır. Böylelikle Üsküdar'a büyük bir otopark kazandırılmış olacak.

Diğer yerel yönetimler de çalışmalarını sürdürmektedirler.

5.1.4 Köprü Sıkışıklığına Etki

Genel olarak 1995-2009 yılları arasında yaka geçişleri birbirine yakın değerde devam ederken, ekonomik krizlerin yaşandığı yıllarda olumsuz anlamda etkilenmeler olmuştur. Ancak diğer bir anlamda Boğaziçi köprüsünün yapımından itibaren 21 yıl sonra köprü belli bir doygunluğa gelmiş ve bu tarihten sonra ekonomik krizlerin yaşandığı yıllar istisna olmak kaydı ile köprüyü kullanan araç sayılarında kayda değer değişiklikler olmamıştır. Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nde araç sayısındaki değişim Boğaziçi Köprüsü'nde olduğu gibi açıldığı yılın bir sonraki yılında önemli bir araç geçişine imkan sağlamıştır. FSM köprüsünden geçen araç sayısı da 2006 yılından sonra belli bir doygunluğa erişmiş ve bu tarihten sonra genel olarak yakın değerlerde devam etmiştir. Boğaziçi Köprüsü ve FSM Köprüsü yoğun saatlerde tasarlanan kapasite tepe noktasına yaklaşmış gibi görünse de henüz doygunluk noktasına gelmemiştir. Bu durum kapasite

kullanımı ile ilgili trafik yönetimi uygulamalarının henüz gerektiği gibi yapılmıyor olmasından kaynaklanmaktadır.

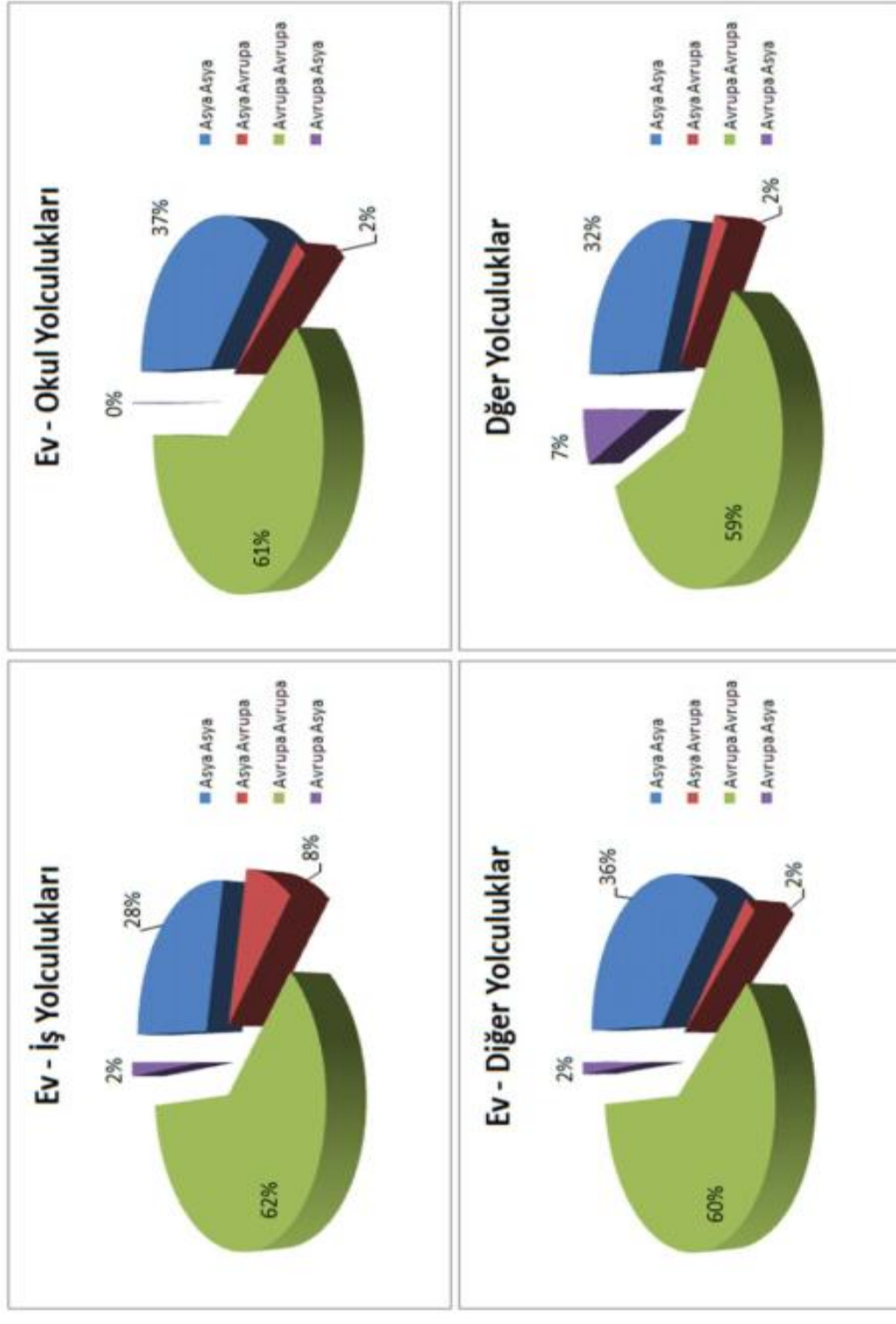
Boğaz geçişinde vapurlarla yapılan yolculuklar dışında yoğun yolculuk trafiği sabah zirve saatlerde 1. ve 2. köprü üzerinde yaşanmaktadır. Bu da köprülerdeki trafik sıkışıklığını artırmaktadır.

Boğaz Geçişinde Trafik Hacmi:

Sabah zirve saatlerinde Batı'ya doğru trafik hacmi daha yoğundur, akşamları ise bunun tersi yönde yoğunluk gözlenir. Bu durum Asya Yakasında oturanların iş ve okul amaçlı olarak sabah köprüden Avrupa Yakasına geçmeleri ve akşam zirve saatlerinde eve dönmelerinden kaynaklanmaktadır.

Avrupa ve Asya Yakaları arasındaki yolculuklar Şekil 5.17'de Avrupa ve Asya Yakaları arası seyahatlerin amacına göre payları gösterilmektedir. Yolculuklar Avrupa-Avrupa, Asya-Asya, Avrupa-Asya ve Asya-Avrupa arasındaki yolculuklar olarak 4 gruba ayrılmıştır. Ev-İş yolculuklarının Avrupa ve Asya içi oranı sırasıyla %62 ve %28'dir. Yakalar arası yolculuklar ise Avrupa'dan Asya'ya %8 ve Asya'dan Avrupa'ya %2 oranındadır. Diğer amaçlı seyahatler için de benzer oranlar gözlemlenmektedir. Özellikle, yakalar arası ev-okul ve ev-diğer yolculuk oranı azdır ve iki yakanın birbirinden bağımsız olduğu gözlenmektedir. Dört amaç arasında; ev-iş ve diğer (ev uçuşu olmayan) yolculukların birbirine benzerliği daha fazladır. Ev-iş yolculuklarında Asya'dan Avrupa'ya hareket daha yoğunken, diğer yolculuklarda ise Avrupa'dan Asya'ya olanlar daha yoğundur. Bunun sebebi iş ve ticari alanların çoğunlukla Avrupa yakasında, ikamet bölgelerinin ise Asya yakasında olmasıdır. Marmaray'la beraber bu alışkanlıkların zaman içerisinde değişeceği tahmin edilmektedir.

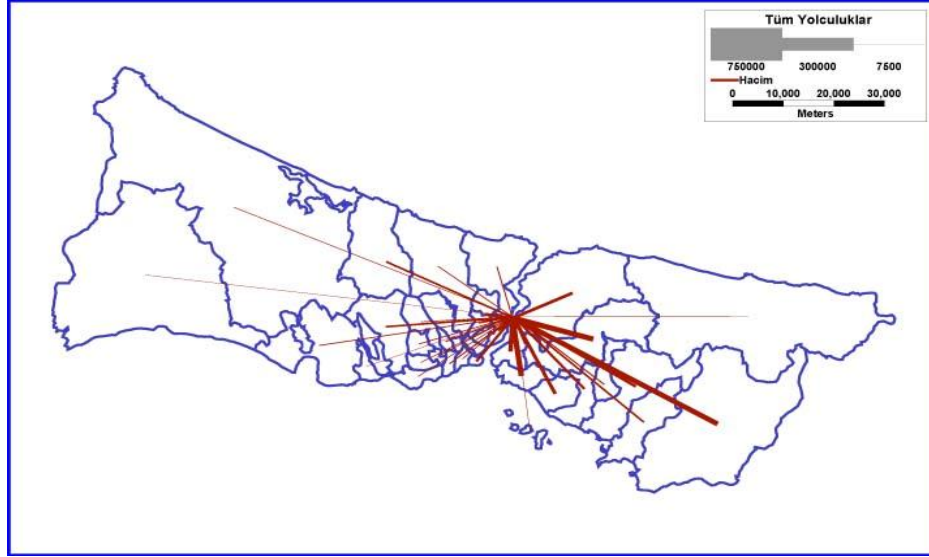
Şekil 5.17 : Avrupa ve Asya Yakaları arasındaki yolculukların dağılımı



Kaynak: İUAP Proje Ekibi, 2007

Şekil 5.18’de boğazı geçen günlük yolculukların dağılımı görülmektedir. Bu yolculukların çoğu boğaza yakın alanlardaki bağlantıları sağlayan kısa mesafeli yolculuklar olup boğaza yakın yerlerde sonlanmaktadır.

Şekil 5.18 : Boğazı geçen yolculukların günlük dağılımı (Bütün amaçlar)



Kaynak: İUAP Proje Ekibi, 2007

İstanbul fiziki olarak İstanbul Boğazı, Haliç, K.Çekmece ve B.Çekmece gölleri tarafından bölünmüştür. Trafik sıklığına en çok yaşandığı noktalar iki Boğaz köprüsü geçişinde ve bağlantı yollarındadır. Boğaz köprülerinde her sabah ve akşam zirve saatlerde yoğun trafik sıklığı gözlemlenmektedir. İlgili kurumlar köprülerde yaşanan trafik sıklığını azaltmak için zirve saatlerde trafiğin az olduğu yönden 1 şeridi trafiğin yoğun olduğu yöne açarak ilave kapasite yaratmaktadırlar. Böylelikle kısmi de olsa trafik sıklığı azaltılmaya çalışılmaktadır. Açılış yıllarından 2011 yılına kadar Boğaziçi ve FSM Köprülerinden günlük ortalama geçen araç sayıları Tablo 5.11’de gösterilmektedir.

Tablo 5.11 : Boğaziçi ve FSM Köprülerinden geçen günlük araç sayıları

YIL	YIL İÇERİSİNDEKİ ORTALAMA GÜNLÜK ARAÇ SAYISI		
	FATİH SULTAN MEHMET KÖPRÜSÜ	BOĞAZIÇI KÖPRÜSÜ(*)	TOPLAM
1973(**)		26.926	26.926
1974		32.521	32.521
1975		47.241	47.241
1976		64.192	64.192
1977		75.814	75.814
1978		76.736	76.736
1979		72.459	72.459
1980		75.941	75.941
1981		81.831	81.831
1982		94.019	94.019
1983		101.871	101.871
1984		102.911	102.911
1985		105.238	105.238
1986		123.107	123.107
1987		132.304	132.304
1988	16.732	139.306	156.038
1989	24.730	142.165	166.895
1990	45.539	140.270	185.809
1991	62.273	121.484	183.757
1992	63.655	144.000	207.655
1993	81.253	163.218	244.471
1994	85.361	162.274	247.635
1995	99.923	175.483	275.406
1996	120.705	178.175	298.880
1997	138.633	182.999	321.632
1998	155.798	177.998	333.796
1999	156.201	175.173	331.374
2000	171.438	184.961	356.399
2001	155.438	171.139	326.577
2002	151.167	173.938	325.105
2003	162.707	177.173	339.880
2004	182.295	178.594	360.889
2005	193.335	179.212	372.547
2006	201.737	172.705	374.442
2007	213.757	181.524	395.281
2008	209.237	183.885	393.122
2009	203.104	178.555	381.659
2010	216.871	185.627	402.498
2011	227.644	191.049	418.693

Kaynak:TCK 17. Bölge Müdürlüğü, 2012

(*) Geçen araç sayısı çift yönlü alınmıştır. (**) 1973 yılı 29 Ekim - 31 Aralık arası kapsamaktadır.

Mevcut durumda İstanbul genelinde seyahat edilen araç km ve araç süre değerleri Tablo 5.12.' de verilmektedir.

Tablo 5.12 : Seyahat edilen araç-km, araç-süre

	2009
İstanbul Toplamı Araç km	36.113.917
Yaka Geçişi Araç km	17.198.030
İstanbul Toplamı Araç Süre	59.082.686
Yaka Geçişi Araç Süre	28.652.151

Kaynak: İUAP Çalışması,2010

Bu araçların Boğaziçi Köprüsü'nde % 84'ü, Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nde ise % 67'si otomobildir. Boğazı geçen yolculukların yaklaşık % 46'sı (yaklaşık günde 500 bin yolculuk), araç trafiğinin % 76'sını oluşturan, otomobiller ile yapılmaktadır. Diğer bir deyimle köprüler, insanların taşınmasından çok araçların taşınmasına hizmet etmektedir.

İstanbul'un ulaşım problemi esas itibariyle üst yapıdaki gelişmelerden kaynaklanmaktadır. 10-15 yıllık ön görüleri, otomobil sayısının iki kat artacağını gösteriyor(İUAP 2011).

Marmaray'ın devreye girmesiyle beraber, yakalar arası geçiş yapan otomobil sahiplerinden Marmaray'ı tercih edecek olanların oranının % 10 olacağı ön görülmektedir. Bu da 2011 yılında köprü geçişi yapan araç sayıları dikkate alındığında 41.869 araç olarak tahmin edilmektedir.

Marmaray Projesi ile mevcut Boğaziçi ile Fatih Sultan Mehmet Köprülerindeki yük hafifleyecektir.

5.1.5 Diğer Hatlarla Entegrasyon Açısından Etki

Marmaray Projesi ile Avrupa Yakasında; İstanbul Metrosu ile Yenikapı’da entegrasyon sağlanarak, Yenikapı–Taksim–Şişli–4.Levent–Ayazağa hattının yanı sıra Esenler–Mahmutbey Hafif Raylı Sistemi ile Asya yakasında ise; Üsküdar–Ümraniye–Dudullu ile Kadıköy–Kartal raylı sistemleriyle entegre olacağı için yolcuların güvenilir, hızlı ve konforlu toplu taşıma sistemine kavuşması sağlanacaktır.

İUAP’da yapımı öngörülen başlıca raylı sistem projeleri arasında yer alan Yenikapı–Ayazağa, Yenikapı–Bağcılar metro hatları, Harem–Kartal (İBB tarafından Kadıköy–Kartal olarak değiştirildi) ve Üsküdar–Ümraniye hafif metro hatları Marmaray Projesi ile entegre olacak raylı sistem hatlarıdır. Ayrıca, halen Aksaray – Havaalanı arasında işletilen hafif metro hattı da Yenikapı’da Marmaray Projesi ile entegre olacaktır. Yenikapı, böylece, Marmaray Projesi ile yapımı süren Yenikapı – Ayazağa metro hattı, Yenikapı – Havaalanı hafif metro hattı ve deniz otobüsü hatlarının entegre olduğu İstanbul’un en önemli bir toplu taşıma aktarma merkezi olacaktır. Diğer taraftan yapımı planlanan Bakırköy–Beylikdüzü–Avcılar hafif raylı sistem hattı da Küçükçekmece İstasyonu’nda Marmaray Projesi ile entegre olacaktır. İstanbul’un Anadolu yakasında planlanan Kadıköy–Kartal raylı sistemi, İbrahimağa İstasyonunda; Üsküdar – Ümraniye raylı sistemi de Üsküdar İstasyonunda Marmaray Projesi ile birleşecektir.(Gerçek 2004)

5.1.6 İnsan Sağlığına Etki

Marmaray işletmeciliği başladığında önceki bölümlerde belirtildiği şekliyle, hava kirletici gazların miktarında ilk 25 yıllık işletim dönemi boyunca, yaklaşık 29,000 ton/yıl, sera gazlarının miktarında yaklaşık 115,000 ton/yıl düzeyinde azalma olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca trafikte geçen sürenin kısılması, yakalararası geçiş sürelerinin de azalacak olması insanlar üzerindeki stres yükünü hafifletecektir. Belirtilen bu hususlar insan sağlığına olumlu katkılar sağlayacaktır.

5.1.7 Zaman Tasarrufu ve İşgücüne Etki

Her gün 1 Milyon'dan fazla insanın yolculuk süresinin kısılacağı tahmin edilmektedir. Marmaray Demiryolu Projesi'nin güzergahı, İstanbul Boğaz Geçişi hariç olmak üzere, mevcut banliyö demiryolu hattının güzergahına benzerlik göstermektedir. Halkalı ile Kazlıçeşme ve Söğütlüçeşme ile Gebze arasındaki mevcut istasyonların çoğu bugünkü yerlerinde kalacak; fakat binalar revizyon ve onarımdan geçirilecek veya tamamen yeni binalar inşa edilecektir. Bunlara ek olarak, Yenikapı, Sirkeci ve Üsküdar'da yeni yeraltı istasyonları inşa edilecek ve demiryolu teknolojisi, modern sistemler ve demiryolu araçları kullanılarak iyileştirilecektir. Halkalı'dan Gebze'ye bir yolculuk, Sirkeci'den Haydarpaşa'ya feribotla geçiş dahil olmak üzere, tipik koşullar altında yaklaşık 185 dakika sürmektedir. İyileştirilmiş banliyö demiryolu sistemi hizmete açıldığında, bu yolculuk 105 dakika sürecektir. Bir başka ifadeyle yolcular, bu yolculuktan 75 dakika zaman kazanacaklardır.

Yukarıda belirtilen durum dahil olmak üzere, yolculuk süresi ile ilgili diğer örnekler, aşağıda liste halinde sunulmuştur:

- a)-Gebze ve Halkalı arası 185 yerine 105 dakika
- b)-Bostancı ve Bakırköy arası 110 yerine 37 dakika
- c)-Söğütlüçeşme ve Yenikapı arası 85 yerine 12 dakika
- d)-Üsküdar ve Sirkeci arası 35 yerine 4 dakika

Sistemin hizmete açılacağı 2015 yılı itibariyle elde edilecek olan toplam zaman tasarrufu, yaklaşık 25 milyon saat olacak ve sistemlerin kapasitesi tamamen kullanılabilir hale geldiğinde, elde edilecek zaman tasarrufu yılda yaklaşık 36 milyon saat veya tüm dünya genelinde her gün insanlar tarafından kazanılan yaklaşık 100.000 saat (11.4 yıl) olacağı tahmin edilmektedir(<http://www.marmaray.com.tr> 2011).

5.1.8 Trafik Kazalarına Etki

İstanbul trafik sorununa kalıcı bir çözüm getirilerek trafik kazaları en az seviyeye indirgenecektir. Yollardaki otomobil ve otobüs sayısı azalacak, karayolu araç trafiğini rahatlatmasının yanında, özel otomobil kullanıcılarına da hızlı bir ulaşım seçeneği sunacak olan Marmaray Projesi trafik kazalarının azalmasına katkı sağlayacaktır.

İstanbul İl Emniyet Müdürlüğü'nün 2011 Yılı aylara göre ölümlü ve yaralanmalı kaza istatistiği Tablo 5.13'de maddi hasarlı kaza istatistiği ise Tablo 5.14'de verilmiştir.

Tablo 5.13 : İstanbul İli ölümlü ve yaralanmalı kaza istatistiği

EMNİYET'İN AYLARA GÖRE ÖLÜMLÜ VE YARALANMALI KAZA İSTATİSTİKLERİ - 2011													
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
İSTANBUL	387	440	466	501	635	622	622	672	708	608	552	545	6.050

Kaynak: İBB verileri, 2012

Tablo 5.14 : İstanbul İli maddi hasarlı kaza istatistiği

TRAFİK SİGORTALARI BİLGİ MERKEZİ AYLARA GÖRE MADDİ HASARLI KAZA İSTATİSTİKLERİ - 2011													
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
İSTANBUL	26.592	25.030	26.795	26.276	27.951	27.530	24.547	26.087	27.365	28.328	25.440	23.773	315.714

Kaynak: İBB verileri, 2012

Marmaray'ın devreye girmesiyle beraber, yakalararası geçiş yapan otomobil sahiplerinden Marmaray'ı tercih edecek olanların oranının % 10 olacağı ön görüldüğünde, günlük boğazı geçen 41.869 adet aracın azalmasına tekabül etmektedir. İstanbul genelindeki toplam araç kilometrelerin yarısı yakalararası geçişe denk gelmektedir. Tablo 5.14'deki maddi hasarlı kazaların yarısının % 10'una denk gelen miktarda, yılda 15.785 adet kazanın azalacağı tahmin edilmektedir. Bu da İstanbul geneli kaza sayısı dikkate alındığında, Marmaray işletimi esnasında kaza sayısının % 5 azalacağı tahmin edilmektedir.

5.1.9 Kent Ekonomisine Etki

Marmaray iş ve kültür merkezlerine kolay, rahat ve çabuk ulaşım sağlayarak kentin değişik noktalarını birbirlerine yaklaştıracak ve kentin ekonomik yaşamına da canlılık katacaktır.

Örneğin Maltepe'den Yenikapı'ya ya da Bakırköy'e ulaşım hem kesintisiz hem de daha çabuklaşmış olacak, böylelikle farklı ekonomik ve kültürel faaliyetlere zemin hazırlayacaktır.

İstanbul'da 2023 Yılı yolculuk ön görülerine göre motorlu araçlarla günde 19.7 milyon yolculuk, Marmaray ile günde 1.7 - 1.8 milyon yolculuğun gerçekleşmesi beklenmektedir. (Gerçek 2004)

Ayrıca yakalararası yük sirkülasyonuna da katkı sağlayacak olması bakımından projenin bu yönde de ekonomik katkısı olacaktır.

5.1.10 Arazi Kullanımı Açısından Kente Etki

Özellikle motorlu araç trafiğini karşılayacak olan karayollarına oranla raylı sistemler daha az arazi kullanımı nedeniyle gelişmiş ülkelerde ulaştırma sektörü içinde süratle artan bir paya sahiptir.

Ayrıca, saatte tek yönde 60.000 yolcu taşımak için, 12 şeritli bir otoyol gerekirken, çift hatlı bir demiryolu yeterli olmaktadır. Üstelik, bu standarttaki otoyolun km maliyeti yaklaşık 12 milyon \$ iken, çift hatlı, elektrikli ve sinyalli, hızlı demiryolunun maliyeti sadece 6 milyon \$'dır. Öte yandan, demiryolunun teknik ömrü 30 yıl, karayolunun ise 10 yıldır.(Karaman 2007)

Tablo 5.15 : Anahat demiryolu ve otoyol arazi kullanımı karşılaştırması

Demiryolu (çift hatlı)	Otoyol (3 şeritli)
25 m.	75 m.
Her saat 2x12 tren	Her saat 2x4500 araç
2x666 yolcu/tren	2x1,7 yolcu/araç
2x8000 yolcu/saat	2x7650 yolcu/saat

Şekil 5.19 : Anahat demiryolu-karayolu arazi kullanımı



Kaynak: UIC

Yedikule-İbrahimağa arası tünel kesimi yeraltında olduğundan bu kesimde Yenikapı, Sirkeci ve Üsküdar istasyonu yolcu hizmet birimleri haricinde herhangi bir alan kullanımı söz konusu değildir. Kazlıçeşme-Halkalı ile Söğütlüçeşme-Gebze arası yüzeysel hattı ifade eden CR3 kısmı da mevcut banliyö hat kesiminde yürütüldüğü için burada da kısmi kamulaştırma haricinde ilave bir alan kullanımı söz konusu değildir.

Marmaray Projesi tüneller kesimini barındırması ve mevcut banliyö hattını kullanması nedeniyle ilave arazi kullanımını bakımından etkisi çok az bir projedir.

Bu projenin hayata geçirilmemesi durumunda, 3. Köprü'nün bir an önce mevcut 2. Köprüye yakın bir yere yapılması gerekecek, daha kuzeyden yapılması ihtimali mümkün olmayacaktır. Bu da kurulacak köprü ve yan yollarının arazi kullanımını bakımından çevreye vereceği zarar bakımından düşünülmesi gereken bir konudur.

EK-E'de özgün olarak türel dağılımda birim yolculuğun maliyetini hesaplama açısından arazi kullanımının önemini vurgulamak amacıyla 1000 m²'ye düşen taşınan yolcu sayısı (yolcu sayısı/1000 m²) boyutunda yeni bir parametre önerisi yapılmıştır. Bu parametreye göre İstanbul kent içi ulaşımında raylı sistem ve karayolu ulaşımının performansları karşılaştırılmıştır.

5.1.11 İstihdama Etki

Ulaşım projeleri, bölge ile ilgili politika kararlarının alınmasında potansiyel olarak önemli rol oynarlar ve etkileme güçleri de onların gelir ve istihdam çoğaltanına bağlıdır. Ayrıca toplu taşın yatırımları bölgedeki sanayi yapısının çeşitlendirilmesine de katkıda bulunabilir.

Ulaşım projelerinin, gelir çoğaltanı vasıtasıyla bölgesel gelir üzerindeki etkilerine ilave olarak, her ulaşım alternatifinin mahalli istihdam üzerindeki etkilerini de hesaplamak mümkündür. İnşaat aşamasında, her ulaşım alternatifiyle ilgili yatırım harcamaları, farklı istihdam etkileri yaratacaktır.

Şu an inşaat aşamasında olan Marmaray Projesinde de bir çok farklı meslek gruplarından 2.000'e yakın çalışan istihdam edilmektedir. Ayrıca işletmeciliğe başlanması ön görülen 2013 ve 2015 yıllarında da 2.000 çalışanın istihdam edileceği tahmin edilmektedir. Bu da Marmaray'ın olumlu etkilerindedir.

5.2 MARMARAY PROJESİNİN ULUSAL ETKİSİ – İKİNCİ BOYUT

İstanbul'un Türkiye ve dünyaya katma değeri fazla olan bir şehir olması nedeniyle, yerel etkinin hem ulusal hem de uluslar arası yansımaları, ulusal etkinin de hem yerel hem uluslar arası etkileri iç içe girmiş durumdadır. Bu anlamda ayrıştırılabilen ulusal etkilere aşağıda değinilmiştir.

5.2.1 Marmaray İçin Tekirdağ-Muratlı Demiryolu Hattı, Tekirdağ Limanı ve Tekirdağ-Derince, Tekirdağ-Bandırma Feri Taşımacılığı Açısından Etki

Marmaray Projesi'nin CR3 etabını içeren Söğütluçeşme'den Gebze'ye ve Kazlıçeşme'den Halkalı'ya kadar olan yüzeysel üç hattın imalatı esnasında daha önce de değinildiği gibi banliyö işletmeciliğine ara verilecektir. Demiryolları feribot taşımacılığı yapılarak yakalararası geçişi sağlanan yüklerin Derince-Tekirdağ arasında feribotlarla taşınması ön görülmektedir. Bu amaçla 2007 yılında temeli atılan 31 kilometrelik Muratlı-Tekirdağ arasındaki tek hatlı demiryolu 31 Ağustos 2010 tarihinde hizmete açılmıştır.

Trakya'dan Anadolu'ya transit yük taşımacılığı için alternatif güzergah olan Muratlı-Tekirdağ hattıyla beraber raylı sistemle taşınan yüklerin İstanbul'a uğramadan transit olarak Marmara Denizi'nden taşınması sağlanmış olacaktır.

5.2.2 Demiryolu Sanayisine Etki-EUROTEM A.Ş. Projesi

Türkiye'de teknolojisi bulunmayan her türlü elektrikli tren dizileri ve hafif raylı araçlar ile hızlı tren setleri ve hızlı tren yolcu vagonlarının üretimi konusunda faaliyet göstermek üzere Hyundai/Rotem ve yerli partneri ASAŞ ile TCDD arasında imzalanan bir ortak işbirliği anlaşması zemininde, Adapazarı'nda bulunan Türkiye Vagon Sanayi AŞ'nin 30.000 m² lik arazisi üzerinde üretim yapmak üzere, Eurotem Demiryolu

Araçları Sanayi ve Ticaret A.Ş, 04.07.2006 tarihinde kurularak, 2007 yılında faaliyete geçmiştir.

Şirketin, yerel sanayinin sunduğu imkânlar ile TCDD bağlı ortaklıkları ve diğer üretim birimlerinin kapasitelerinden; iş paylaşımı, üretim ortaklığı, direkt sipariş ve benzeri uygulamalar ile yararlanması; teknoloji girişi planlanmıştır.

Yabancı ortak Rotem, hızlı tren setleri dahil, şirketin üretim yelpazesinde yer alan her türlü aracın ülkemizde üretilmesini sağlayacak teknoloji transfer anlaşması çerçevesinde bilgi aktarımını taahhüt etmiştir. Bu çerçevede %35 oranında yerlilik temin edilecektir. 200'e yakın kişinin istihdamına imkân sağlanmıştır

Sonuç olarak; Yerli ve yabancı girişimciler ile bir kamu kuruluşunun ilk defa oluşturduğu ortak işbirliği şirketi başarıyla hayata geçirilerek, İstanbul Metrosuna ait bazı araçlar ile TCDD'nin siparişi olan banliyö trenlerinin belirlenen yerlilik oranlarına göre üretimleri gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede yerlilik temini zorunluluğu nedeniyle, ihale edilen Marmaray CR2 araçlarının 100 vagonu Hyundai/Rotem'in Güney Kore tesislerinde, 340 vagonu ise A.Pazarı/Eurotem Tesislerinde üretilmektedir. Üretim devam etmektedir.

Ülke Ekonomisi Açısından Faydaları:

Böylelikle; demiryolu araç imalat sektörünün gelişmesine ve yeni istihdam alanlarının oluşmasına katkı sağlanarak, yerli sanayi için ilave iş alanı oluşturulmaktadır. TCDD'nin Bağılı Ortaklıkları ve yerel sanayinin kapasite kullanım oranlarını artırarak, oluşacak rekabet ortamı ve üretim kapasitesi dikkate alındığında 10 yıl içerisinde yaklaşık 1 milyar dolarlık bir kaynağın da iç piyasada kalmasının sağlanacağı tahmin edilmektedir.

5.2.3 Ulusal Bazda Boğaz Trafikine Etki

Marmaray İşletmeciliğinde yakalararası geçişin 4 dakikaya düşmesiyle beraber, Boğazdaki gemi trafiği azalarak, Şehir Hatları vapurları ve deniz motorlarının genel

olarak nostalji taşımacılığı yapması beklenmektedir. Proje bu anlamda da Boğaz'ın güvenliğine katkı sağlayacaktır.

5.2.4 Disiplinler Arası Etkileşim ve Proje Yönetim Etkisi

Marmaray Projesi, genel olarak bir inşaat projesi, inşaat mühendisliği, inşaat disiplini işi olarak görünmekle birlikte proje uygulaması başladıktan sonra, başlangıçta öngörülmeyen disiplin ve mesleklerle kesişmeye, entegre olmaya başlamıştır.

Proje etüt ve ihale aşamalarından itibaren; İnşaat Mühendisliği, Mimarlık, Makine Mühendisliği, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Trafik Mühendisliği ağırlıklı bir proje çerçevesi görünümü çizmiştir.

Projenin deniz altındaki kesimi için; jeolojik yapısının incelenmesi, Jeoloji Mühendisliği dalı,

Deprem riskine karşılık; İnşaat Mühendisliği, jeofizik Mühendisliği dalı,

Çevreye etkileri açısından; su kalitesi, gürültü, flora(bitki çeşitliliği), fauna (proje alanındaki habitat da yaşayan balık canlılar vs.) Çevre Mühendisliği dalı,

Elektromekanik işler kapsamında Elektrik ve Elektronik Mühendisliği dalı,

olmak üzere proje farklı disiplinleri bünyesinde bulundurmıştır.

Proje güzergahı kazı alanındaki tarihi eserler ve buluntular nedeniyle, arkeolojiden su altına farklı bilim dallarına geçiş yapmıştır.

Mega proje sınıfında gösterilen Marmaray Projesi bir çok farklı daldaki Mühendislik ve Ana Bilim dalı meslek alanıyla, Mühendislikler-Meslekler projesine dönüşmüş

bulunmaktadır. Ayrıca projenin tasarlanarak devam ettirilmesi, dış kaynaklı finansman, çok uluslu çalışanlar, insan kaynakları, finansman yönetimi, risk yönetimi, süreç yönetimi, ara yüz yönetimi, hukuk yönetimi gibi uygulama sürecindeki etkileşimler ve sonuçları proje yönetimi açısından geleneksel yaklaşımdan çok farklı bir durum sergilemektedir. Bu farklılıklar hem disiplinlere, hem de ülkemize etkileri açısından olumlu kazanımlardır.

5.3 MARMARAY PROJESİNİN ULUSLAR ARASI ETKİSİ-ÜÇÜNCÜ BOYUT

Bu projeye örnek olarak sayabileceğimiz İngiltere-Fransa arasındaki Manş tüneli, İsveç- Danimarka arasındaki köprü, İsviçre’yi İtalya ve Fransa ile bağlayan tüneller ve önümüzdeki dönemde yapılması planlanan benzer projelerdir. Bu açıdan Türkiye’nin kuzeybatı, doğu, kuzeydoğu ve güneydoğusunda bu tür bağlantılar gerekebileceği gibi, hem de önemli limanların bulunduğu iller ve yakın çevresindeki bölgeler ile bunların yabancı ortaklarının yakın çevrelerinde birbirini tamamlayan entegre projelerin geliştirilmesi, uygulanması çok önemlidir(Erku G).

Marmaray Projesi bu anlamda Avrupa’daki yukarıda sayılan örnekleri gibi ulaşım koridorlarının temel argümanı olabilecek konumdadır.

AB’nin Trans-Avrupa Ulaştırma Ağlarının (TEN-T) Türkiye ile bütünleşmesini sağlaması başta olmak üzere Marmaray Projesi Kafkas ülkeleri, Orta Asya ve Ortadoğu ile bağlantıları güçlendiren bir projedir.

İstanbul, içinde bulunduğu coğrafya gereği Doğu Avrupa, Batı Asya, Orta Doğu ve Kuzey Afrika arasında bir geçiş bölgesi konumundadır. Asya ve Avrupa kıtalarını birbirine bağlayan önemli koridorların birçoğu İstanbul’dan geçmektedir. Avrupa ulaştırma politikaları arasında Orta Asya’ya ve Karadeniz’e açılan bir kapı olarak Marmara Bölgesi ve İstanbul İli önem taşımaktadır. Bu bağlamda Avrupa-Kafkasya-

Asya Ulaştırma Koridoru (TRACECA) Projesi'nin Türkiye açısından büyük önemi bulunmaktadır.

Marmaray Projesi ile Asya ve Avrupa Yakalarının raylı sistem ile kesintisiz birbirine bağlanıyor olması koridorlara projenin en büyük etkisini oluşturmaktadır.

5.3.1 Ulaşım İlgili Uluslar arası Oluşumlar ve Projeler

Projenin etkileşim içerisinde olduğu başlıklardan birisi de uluslar arası oluşumlar ve projelerdir.

a)-BM Avrupa Ekonomik Komisyonu (AEK) ve TER Projesi

AEK bünyesinde geliştirilen ve AB'de yürütülen çalışmalara da temel teşkil eden altyapı ulaşım şebekelerinden Uluslar arası Ana Demiryolu Hatları Avrupa Anlaşması (AGC) ile Uluslar arası Önemli Kombine Taşımacılık Hatları ve Bağlı Tesisleri Avrupa Anlaşması'na (AGTC) Türkiye taraftır. Bu anlaşmalardaki amaç; demiryolu hatlarının yapımı, altyapı standartlarının oluşturulması ve tesislerinin geliştirilmesinde eşgüdümü sağlamaktadır. Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (AEK) alt bölgesel işbirliği çalışmalarında yeralan TER (*Trans-European Railway*) projesi, demiryollarında uluslar arası işbirliğini geliştirme amacındadır. 1990 yılında başlatılan TER projesine 18 AEK üyesi ülke katılmaktadır. AEK'nın yeniden yapılandırılması veya reformu yönünde yapılan çalışmalarla, AEK üyesi birçok Doğu Avrupa ülkesinin AB'ye girmesi sonrasında, Kafkasya ve Orta Asya bölgeleri başta olmak üzere, daha verimli ve etkin sonuç alınabilecek geçiş özelliğine sahip ülkeler odaklanmıştır. Kafkasya ülkelerinin tamamının TER projesine katılımı ile projenin Orta Asya ülkelerine de genişlemesi gündeme gelmiştir.

b)-BM Asya-Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu (ESCAP)

İran'dan, Pasifik'te Cook Adalarına kadar bölgenin etki alanına girdiği ESCAP'a, Türkiye, 1996 yılında üye olmuştur. ESCAP, "Trans-Asya Demiryolu Şebekesi" adıyla üç koridoru belirlemiştir:

- i)-Trans-Asya Kuzey Koridoru,**
- ii)-Trans-Asya Orta Koridoru ("İpek Yolu") ve**
- iii)-Trans-Asya Güney Koridoru.**

Son iki koridorda Türkiye üzerinden geçmekte olup İstanbul ve Ankara bağlantılarıyla tanımlanmaktadır. Bugün, sadece Trans-Sibirya Koridoru (Moskova-Ekateringburg-Novosibirsk-Ulan Bator-Pekin) üzerinde Avrupa ile Uzak Doğu arasında ticari taşıma yapılmaktadır.

Trans-Asya Orta Koridoru (İstanbul-Almaata) üzerinde ECO (Ekonomik İşbirliği Teşkilatı) kararıyla Trans-Asya Orta koridorunda işletilmesi planlanan konteyner treni TCDD tarafından 20 Ocak 2002 tarihinde ilk deneme seferini gerçekleştirmiştir. Ayrıca, 28 Şubat-01 Mart 2009 tarihinde, Kerman-Zahedan hattının tamamlanması, Ülkemiz ve Pakistan arasında demiryolu taşımacılığının başlatılması ve bu hattın tanıtımı amacıyla İslamabad-Tahran-İstanbul arasında 14 Ağustos 2009 tarihinde bir deneme konteyner treni sefere konulması kararlaştırılmıştır. İstanbul-Almaata treni ile yapılan taşımalar, İran-Türkmenistan sınır Garı olan Sarakhs'a kadar, Avrupa ülkeleri, Türkiye ve İran'ın taraf olduğu Uluslar arası Demiryolu Taşımalarına ilişkin Sözleşme (COTIF) ve eki Demiryolu ile Uluslar arası Yük Taşıma Sözleşmesi çerçevesinde, Sarakhs'tan itibaren Türkmenistan, Özbekistan, Kırgızistan, Tacikistan ve Kazakistan'ın taraf olduğu Demiryolu İşbirliği Örgütü ve Uluslar arası Yük Taşıma Sözleşmesi çerçevesinde gerçekleştirilmektedir.

c)-Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü

Karadeniz Ekonomik İşbirliği (KEİ) etrafında örgütlenen ülkelerin, bölgede mevcut ulaştırma sisteminin uyumlaştırılması, iyileştirilmesi ve çok türlü (multi-modal) hale getirilmesi amacına yönelik çalışmaları bulunmaktadır. KEİ Dönem Başkanlığı görevini sürdürürken Türkiye'nin bu alandaki en son önerisi, Karadeniz'de bir "Çevre Ulaştırma Koridoru" olmuştur. Çevre Ulaştırma Koridoru, üye ülkeleri birbirine bağlayan ulaştırma alt yapısının geliştirilmesi, bu konudaki ulusal düzenlemelerin uyumlaştırılması, çevrenin korunması, uluslar arası projelerin izlenmesi için bir veri tabanı oluşturulması gibi kavramları içermektedir. TCDD, KEİ bünyesinde bölgede etkin bir taşımacılık sisteminin geliştirilmesi ve uyumlu hatlardan oluşan bir bölgesel ağı kurulması konusundaki faaliyetlere aktif olarak katılmaktadır.

d)-TEN-T (Trans European Networks)

AB'nin ekonomik rekabet, dengeli ve sürdürülebilir büyüme politikalarını desteklemek için uygulamaya konan bir programdır. Bu amaca ulaşabilmek için, AB içindeki ulusal ulaşım ağların operasyonel biçimde birbirine bağlanması gerekir. TEN-T programı toplam maliyetinin 400-500 milyar € olacağı tahmin edilmektedir. Bu miktarın bütçe ile karşılanması mümkün olmadığından, kamu-özel sektör-ortaklığı tipindeki yatırımlar teşvik edilmektedir. Böylece risklerin dağıtılması, borçlanma maliyetinin düşmesi ve şeffaf yönetim yapısına ulaşılması amaçlanmaktadır. Program çerçevesinde 1995-2006 yılları arasında yaklaşık 6,5 milyar € harcanmıştır. Bu fonun yaklaşık %55'i demiryolu için kullanılmıştır.

e)-TRACECA – Avrupa-Kafkasya-Asya Ulaşım Koridoru

Kısaca İpek Yolunun yeniden canlandırılması amacıyla çok modlu ulaşım için şekillendirilen ve geliştirilen bir doğu-batı koridorudur. Avrupa Birliği tarafından yürütülmektedir. Bu proje tarihi İpek Yolu üzerinde Almatı'dan başlayıp, Kırgızistan-

Özbekistan-Türkmenistan güzergahını kat eden kara ve demiryollarının, Hazar Denizi yoluyla ve Azerbaycan üzerinden Gürcistan'ın Poti ve Batum limanlarına bağlanması, denizyolu bağlantısıyla da Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan limanlarına geçerek Pan-Avrupa Koridorlarıyla irtibatlandırılması öngörülmektedir. TRACECA Koridoru kara, deniz ve demiryolu olmak üzere üç ulaşım türünü de kapsayan Pan Avrupa Ulaştırma Koridorlarını tamamlar nitelikte uluslar arası ulaşırma düzenlemesidir. 8 Eylül 1998 tarihinde, Türkiye, Ukrayna, Moldova, Romanya ve Bulgaristan' ın da katılımıyla toplam 12 ülkenin Devlet ve Hükümet Başkanları tarafından, Avrupa-Kafkasya-Asya Ulaşım Koridorunun Geliştirilmesi İçin “Çok-Tarafli Temel Anlaşma” imzalanmış olup, bu anlaşma TRACECA Programının uygulanmasına temel teşkil etmektedir. Türkmenistan Tacikistan-TRACECA Programına katılımcı olmakla birlikte, Çok-Tarafli Temel Anlaşma'ya taraf değildir. 2009 yılında İran da Çok-Tarafli Temel Anlaşma'yı imzalamış ve TRACECA üyesi olmuştur. 2000 yılında, Temel Anlaşmanın hükümlerini uygulamak ve tamamlamak için TRACECA Hükümetlerarası Komisyonu (IGC), 2001 yılında ise IGC'nin yürütme organı olarak görev yapan IGC TRACECA Daimi Sekreterliği Azerbaycan'ın baş kenti Bakü'de kurulmuştur. Daimi Sekreterliğin her üye ülkede daimi temsilcileri olan Ulusal Sekreterlikleri bulunmaktadır.

f)-TRACECA Programı'nın Demiryolu Ulaştırma Politikası:

Demiryolu ulaştırması TRACECA ülkelerinde ulaştırma sisteminin en kilit elementlerinden bir tanesidir. Demiryolu ulaştırması orta ve uzun mesafelerde(özellikle, denize kıyısı olmayan ülkelerde) kargo taşımacılığında yük trafiği miktarı ile, güvenilirliği, düzenliliği ve yük ve yolcu taşımacılığında yılın mevsim şartlarına, hava durumuna göre değişmeyen, asgari düzeyde çevreyi etkileyen (diğer ulaştırma modları ile karşılaştırıldığında) fazla kapasitesi ile ve de ulaştırma işleminin küçük güç yoğunluğu ile (hava taşımacılığında 6 kez, karayolu taşımacılığında 3 kez daha az güç tüketimi vardır) tartışmasız liderdir.

Demiryolu taşımacılığının avantajı, işlenmemiş maddeleri ve yarı işlenmiş ürünlerin taşımacılığı için çok önemli olan yük trafiğindeki ucuzluğudur.

Demiryolu altyapısı açısından, Bulgaristan, Romanya ve Türkiye demiryolu uzunluğu 1435 mm(AB standartlarına göre), diğer bütün TRACECA üye ülkelerinde demiryolu uzunluğu Ukrayna hariç 1520 mm'dir. TRACECA programındaki demiryolu projeleri, bölgesel demiryolu ağını da güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

TRACECA ülkeleri demiryollarının çok modlu ulaştırma zincirinde daha büyük ve daha aktif bir role sahip olması için aşağıdaki 3 ana amacı benimsemektedirler:

- i)-Demiryolu sistemlerinin verimliliğini ve finansal durumunu güçlendirmek için yapısal reformlar ortaya atılmakta;
- ii)-Altyapıda çok modlu ağı içindeki demiryolu sisteminin potansiyellerini geliştirmek için özenli planlanmış yatırımlar yapmak;
- iii)-TRACECA ülkeleri ve AB arasındaki uluslar arası demiryolu servislerinin verimliliğinin geliştirilmesi için demiryolu sistemindeki birlikte işlerliliğin teşvik edilmesi.

(<http://www.traceca.org.tr> 2011)

5.3.2 Bölgemizdeki Demiryolu Ulaştırma Koridorları

Pan-Avrupa 4. Ve 10. Koridorlar Ülkemizin bulunduğu bölgeden geçmektedir. Marmaray'la beraber kıta bağlantısının da sağlanmış olması bu koridorların önemini arttırmıştır. Bu koridorlara kısaca bakılacak olursa:

a)-Pan-Avrupa 4. Koridoru

Berlin-Prag-Budapeşte karayolu üzerinden, bir kolu Köstence'ye diğer kolu ise, Selanik ve İstanbul'a bağlanan 4. Koridor, Türkiye'nin güzergah ülkesi olarak yer aldığı tek Pan-Avrupa Ulaştırma Koridoru olması bakımından önem taşımaktadır. 4. Koridor, 1991 yılında Prag'ta, 1994 ve 1997'de Girit'te düzenlenen Pan-Avrupa Ulaştırma Konferansları sırasında ele alınan Pan-Avrupa ulaştırma altyapısının

geliştirilmesi kapsamında ortaya çıkmıştır. Proje, 3.640 km karayolu, 4.340 km demiryolu, 10 havalimanı ile 8 deniz ve nehir limanını kapsamaktadır.

b)-Pan-Avrupa 10. Koridoru

Eski Yugoslavya Cumhuriyetlerini Kuzey’de Avusturya, Güney’de ise Yunanistan’a bağlayan 10. Koridor, Salzburg, Ljubljana, Zagreb, Belgrad, Niş, Üsküp, Veles, Selanik güzergahını kat etmektedir. 10. Koridorun dört kolu vardır. Birinci kol Graz (Avusturya)-Zagreb (Hırvatistan), ikinci kol Budapeşte (Macaristan)-Belgrad (Yugoslavya), üçüncü kol Niş (Yugoslavya)-Sofya (4. Koridor ile İstanbul) dördüncü kol ise Veles (Makedonya)-Florina (Yunanistan) bağlantısını sağlamaktadır. 1994 yılında Girit’te Pan-Avrupa II. Ulaştırma Konferansı’nda tespit edilen dokuz öncelikli koridora ek olarak, 1997 yılında Helsinki’de Pan-Avrupa III. Ulaştırma Konferansı’nda kabul edilen en yeni ulaştırma koridorudur.

Şekil 5.20 : Avrupa Ulaşım Koridorları



Kaynak: http://www.novinite.com/view_news.php?id=133087 2011

5.3.3 Marmarayla Etkileşen Bazı Demiryolu Yatırımları

Marmaray Projesinin kıta geçişini temin etmesi nedeniyle projenin devamı niteliğindeki hızlı tren projeleri, Türkiye-Gürcistan-Azerbaycan(Kars-Ahılkelek-Tiflis-Bakü) Demiryolu Projesi önemli yer tutmaktadır.

5.3.3.1 Türkiye-Gürcistan-Azerbaycan (Kars-Ahılkelek-Tiflis-Bakü) Demiryolu Projesi

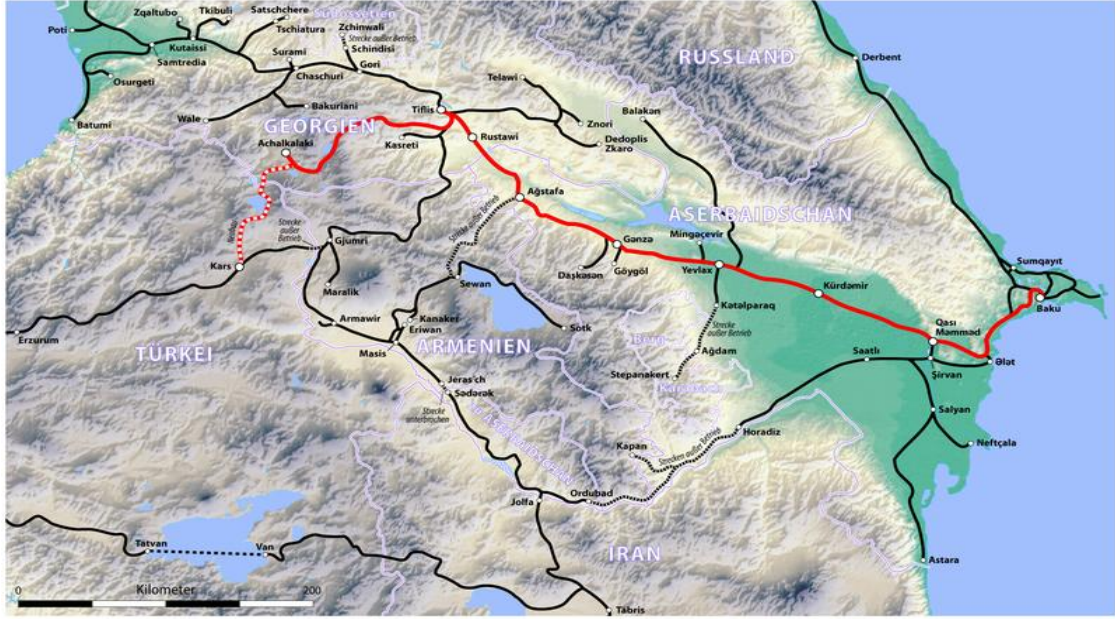
1993 yılında Azerbaycan ile Ermenistan arasında çıkan savaş nedeniyle kesik olan Türkiye ile Orta Asya devletleri arasındaki demiryolu bağlantısını tekrar sağlamak amacıyla demiryolu projesi geliştirilmiştir. Türkiye ile Azerbaycan arasında demiryolu bağlantısını sağlayacak olan Kars-Ahılkelek-Tiflis-Bakü Demiryolu Bağlantısı'nın hayata geçirilmesi amacıyla 14 Nisan 2005 tarihinde Türkiye-Azerbaycan Hükümetler arası Karma Ekonomik Komisyonu Üçüncü Dönem Toplantısı Protokolü imzalanmıştır. Protokole göre fizibilite çalışmasının 2005 yılı sonuna kadar, uygulama projesinin ise 2006 Temmuz sonuna kadar hazırlanması kararlaştırılmıştır. Bakü-Tiflis-Kars Yeni Demiryolu Bağlantısına İlişkin Anlaşma Ülkemiz ile Gürcistan Hükümeti ve Azerbaycan Cumhuriyeti Hükümeti arasında 7 Şubat 2007 tarihinde Tiflis'te imzalanmıştır.

Proje 20/09/2007 tarihinde ihale edilmiş olup, 02/05/2008 tarihinde işin sözleşmesi imzalanarak, 04.05.2008'de yer teslimi yapıp, 24 Temmuz 2008 tarihinde Türkiye tarafı inşaatının temeli atılmıştır(Şekil 5.21).

105 kilometrelik demiryolu hattının, Kars ile Gürcistan sınırı arasında kalan 76 kilometrelik kısmının yapımını Türkiye gerçekleştiriyor. Türkiye'nin yapımını gerçekleştireceği bölüm, çift altyapıya uygun, tek üst yapı olarak inşa edilirken, Gürcistan ise, Azerbaycan'dan aldığı 200 milyon dolarlık krediyle Türkiye sınırından Ahılkelek'e kadar olan yaklaşık 30 kilometre yeni bir hat inşa ederek var olan 160

kilometrelik demiryolunu rehabilite etmektedir. İnşaatın ülkemiz tarafı kısmında Ekim 2011 ayı itibariyle %92 oranında gerçekleşme sağlanmıştır. Gürcistan tarafındaki inşaat faaliyetleri devam etmektedir.

Şekil 5.21 : BTK Projesi



Kaynak: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Map_of_the_Kars-Akhalkalaki-Tbilisi-Baku_railway.png, 2011

5.3.3.2 Ülkemizdeki Yüksek Hızlı Tren Projeleri

Ülkemizde 2011 Yılı sonu itibariyle TCDD nin işletiminde olan ana hat uzunlukları Tablo 5.16’da verilmiştir:

Tablo 5.16 : Yıllar itibariyle Demiryolu ana hat uzunlukları

Cumhuriyet Öncesi Demiryolu Ağı	4.136 km.
Cumhuriyet’in İlk Yılları(1923-1950)	3.764 km.
1951’den 2002’ye Kadar	945 km.
2002-2011 Yılları Arası	1.630 km.
TOPLAM:	11.940 km.

TCDD tarafından tamamlanarak işletmecilik yapılan YHT Hatları:

- 1)-533 km.lik Ankara-İstanbul YHT hattının ilk etabını oluşturan Ankara-Eskişehir Etabı 13 Mart 2009'da yolcu taşımaya başlamıştır.
- 2)-212 km.lik Ankara-Konya YHT Hattı 24 Ağustos 2011'de yolcu taşımaya başlamıştır.

2015 Yılına kadar TCDD tarafından tamamlanması planlanan YHT Hatları:

- 1)-Ankara-İstanbul YHT Hattının 2. Etabı olan İnönü-Köseköy ile Köseköy-Gebze arasında inşaat çalışmaları devam etmekte olup, 2015 Yılına kadar tamamlanması planlanmıştır.
- 2)-405 km.lik Ankara-Sivas YHT Projesi inşaatı devam etmektedir.
- 3)-124 km.lik Bilecik-Bursa Yüksek Hızlı Tren Projesi ihalesi yapılarak sözleşmesi imzalanmıştır.
- 4)-Gaziantep-Halep YHT Hattı.

2017 Yılına kadar TCDD tarafından tamamlanması planlanan YHT Hatları:

- 1)-624 km.lik Ankara-İzmir YHT hattı,
- 2)-235 km.lik Sivas-Erzincan Hattı

2019 Yılına kadar TCDD tarafından tamamlanması planlanan YHT Hatları:

- 1)-Erzincan-Erzurum-Kars YHT Projesi,

2021 Yılına kadar TCDD tarafından tamamlanması planlanan YHT Hatları:

- 1)-Yerköy-Kayseri YHT Projesi.

2023 Yılına kadar TCDD tarafından tamamlanması planlanan YHT Hatları:

- 1)-Eskişehir-Kütahya-Afyon-Antalya YHT Projesi,
- 2)-Konya-Manavgat-Antalya/Alanya YHT Projesi,
- 3)-İzmir-Balıkesir-Bursa YHT Projesi,
- 4)-Sivas-Malatya-Elazığ-Diyarbakır YHT Projesi,
- 5)-Trabzon-Erzincan YHT Projesi,
- 6)-Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu YHT Projesi.

Ayrıca Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğünce projelendirilen

- 1)-Halkalı-Kapıkule Hızlı Demiryolu Projesi de mevcuttur.

2023 Yılı itibariyle ülkemiz demiryolu ağı Şekil 5.22'deki haritadaki gibi olacaktır.

Şekil 5.22 : Ülkemiz demiryollarının 2023 Yılı projeksiyonu

2023 yılına kadar yaklaşık 10.000 km YHT ve 4.000 km konvansiyonel hat yapılarak, toplam demiryolu ağının 25.940 km'ye yükseltilmesi hedeflenmiştir.



Kaynak:TCDD verileri, 2011

Şekil 5.23 : TCDD tarafından kullanılan YHT Setleri



5.3.4 Marmaray'ın Ülkemizdeki Demiryolu Yatırımları İle Birlikte Ulaşım Koridorlarına Etkisi

Tüm bu ülkemizdeki yatırımlar, uluslararası oluşum ve koridorlar dikkate alındığında; İşletilmekte olan, inşası ve projesi devam eden Ankara-İstanbul, Ankara-Sivas, Ankara-Konya, Ankara-Bursa Yüksek Hızlı Tren, Kars-Tiflis Demiryolu Projeleri gibi projeler değerlendirildiğinde, Avrupa'dan Ortadoğu ve Kafkasya'ya kesintisiz, hızlı, ekonomik bir demiryolu bağlantısı Türkiye üzerinden Marmaray Projesi ile sağlanacaktır.

Avrupa Ülkelerinin, Çin ve Rusya gibi ülkelerle rekabet edebilmesi için bölgeyle arasında güvenli, hızlı, ekonomik ve en kısa demiryolu güzergâhının oluşturulması ile bu güzergahın verimli bir biçimde işletilebilmesi gerekecektir. Bu anlamda oluşturulacak güzergâhta Avrupa ile Asya'yı birbirine bağlayacak olan Marmaray Projesinin alternatifi yoktur.

İngiltere-Fransa arasındaki Manş Tüneli gibi, İsveç Danimarka arasındaki köprü gibi, İsviçre'yi İtalya ve Fransa ile bağlayan tüneller gibi Marmaray Boğaz Demiryolu Tüneli'de Kıta Avrupası ile Asya'yı birbirine bağlamaktadır.

Asya ile Avrupa kıtaları arasında stratejik öneme sahip olan ülkemizin öncelikle sağlıklı bir ulaşım sistemi kurması kaçınılmazdır. Aksi takdirde, köprü olma işlevini kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır. Çünkü, özellikle küreselleşen dünya koşullarında ulaşım politikaları evrensel ölçekte belirlenmekte, uluslararası ulaşım koridorları oluşturulmakta, bu koridorlar ile özellikle dünyanın süper gücü olma yönünde ilerleyen Çin'e enerji, büyük pazar merkezlerinin yer aldığı Ortaasya, Uzakdoğu, Ortadoğu'ya ulaşmayı hedeflemektedir. Uyum sürecinde olduğumuz Avrupa Birliği politikaları da bu yöndedir. AB, ulaşımın demiryolu ve denizyoluna kaydırılması kararı alırken, karayolu sistemine kısıtlamalar getirmekte, uluslararası demiryolu koridorları kurmaktadır(Karaman 2007).

Yük taşımaları demiryollarında gelişme potansiyeli en yüksek iş alanıdır. Almanya-Türkiye arasındaki yaklaşık 2200 kilometrelik uzun taşıma parkurunun getirdiği doğal avantaj ve Avrupa'da TIR filolarının karşılaştığı zorluklar nedeniyle büyük ithalatçı firmalar uluslararası demiryolu alternatifini seçmeye başlamıştır.

Londra'dan Çin'e kesintisiz demiryolu ulaşımını sağlayacak "Demir İpek Yolu"nun geçeceği ülkemizdeki hızlı ve konvansiyonel demiryolu projeleri ile Marmaray ve BTK Demiryolu Projeleri doğuda Çin ile Kazakistan'ı Avrupa'ya bağlayacaktır(Şekil 5.24). Böylece Avrupa'yla Orta Asya arasındaki yük taşımacılığı büyük oranda demiryoluna kayacaktır. Rusya ile Türkiye arasında da bir ulaşım koridoru haline gelebilecek olan BTK hattı, hem Azerbaycan, Nahçıvan ve Türkiye'yi birleştirecek hem de Asya ile Avrupa arasında Marmarayla beraber ulaşım koridoru rolünü üstlenecektir. Batı Kazakistan'daki Aktau Limanı'nı Çin'le birleştiren Dostık- Aktau demiryoluda tamamlandıktan sonra, bu hat üzerinden Kafkaslara ve Avrupa'ya, Kazakistan ve Çin yüklerinin taşınması sağlanacak. Bu nedenle, projeye ilgi duyan Pekin de, Rus topraklarını by-pass ederek mallarını Güney Kafkasya ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya ulaştırmayı planlıyor. Bu durumda Marmaray-YHT hatları-BTK Demiryolu gerçekten 'Demir İpek Yolu'na dönüşmüş olacaktır.

Şekil 5.24 : Demir İpek Yolu haritası



Kaynak: TCDD Genel Müdürü Süleyman Karaman Sunumu, 2011

Şekil 5.25 : Gelecekteki Marmaray Üsküdar İstasyonu



Kaynak: Hüseyin BELKAYA Sunumu, 2012

6. SONUÇ

Marmaray Projesi, daima tarihte yer alacak asrın projesidir. Marmaray Projesi aslında bir İstanbul Projesi değildir. Bakü-Tiflis-Kars Demiryolu Projesi ile beraber doğuda Çin ile batıda Londra'yı birbirine bağlayan modern bir demir ipek yolu projesi olması, kıtaları birbirine bağlaması nedeniyle aynı zamanda uluslararası, kıtalararası bir projedir. Marmaray Projesi işletmeciliği ile beraber her iki dakikada bir tren seferleri ile tek yönde saatte 75.000 yolcu taşınacak, İstanbul kentiçi ulaşımında raylı sistemin payı % 8'den % 28'e çıkacaktır. Üsküdar-Sirkeci arası 4 dakikaya, Söğütluçeşme-Yenikapı arası 12 dakikaya, Bostancı-Bakırköy arası 37 dakikaya, Gebze-Halkalı arası 105 dakikaya iniyor. Proje gelecekte bir takım etkilere sebep olacaktır. Bu etkilerin ne olacağı belirlendikten sonra Projenin banliyö işletmeciliği devam ederken yapılan inşa çalışmaları, mevcut banliyö hatları kapatıldıktan sonraki çalışmalar ve hatlarda kısmen yada tamamen işletmeciliğe başlandığı zaman bu etkilerden tedbir alınması gereken hususlarla ilgili çözüm önerileri üretilmelidir.

Banliyö hatları kapatıldığında günlük ortalamalara göre Asya Yakasında 80.000, Avrupa Yakasında 70.000 yolculuk yapılmaktadır. Bu yolculukların tamamına yakını karayolu toplu taşıma araçlarına kayacaktır. Bu konudaki yapılması gerekenler şimdiden planlanmalı ve sık sık güncellenmelidir.

Marmaray Projesi işletmecilik yönteminin gecikmeden hemen şimdi belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen işletmecilik yöntemine göre çalışmalara başlanmalı, zaman içerisinde işletmecilik hizmet alımlarıyla ilgili taslak şartname hazırlıklarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca şu an CR3 Yüzeysel Hattın inşası tasarla yap yöntemi ile yapılacak olması nedeniyle, işletmeci gözüyle de düşünceler ifade edilmelidir.

Arkeolojik kazılarla beraber 2.500 yıllık bir geçmişe sahip olduğu sanılan İstanbul'un 8.500 yıllık bir geçmişe sahip olduğu belgelenmiştir.

Marmaray'ın devreye girmesiyle beraber, yakalararası geçiş yapan otomobil sahiplerinden Marmaray'ı tercih edecek olanların oranının % 10 olacağı n görülmektedir. Bu da 2011 yılında köprü geçişi yapan araç sayıları dikkate alındığında 41.869 araç olarak tahmin edilmektedir. Atmosfere yılda yaklaşık 144 ton zehirli gaz karışmayacaktır. Enerji tasarrufuna katkı sağlanacaktır.

Ayrıca trafikte geçen sürenin kısalması, yakalararası geçiş sürelerinin de azalacak olması insanlar üzerindeki stres yükünü hafifletecektir. Belirtilen bu hususlar insan sağlığına olumlu katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Çevre Düzeni Planı Raporu 2009 ve TUIK,2011

İUAP (2010), İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı Çalışması

Zhao, J.(2008), Lozan Üniv. Ders Notları, <http://lmr.epfl.ch/page57658.html> 2011
<http://www.ita-aites.org/tritu/tritu.html> 2011

Arıoğlu E., Y.T.Ü. Prof Dr. Ergin Arıoğlu, İnşaat Mühendisliği Bölümü Tünel Dersi 1.
Bölüm Genişletilmiş Genel Giriş Ders Notları s. 4

Bozkurt M. 1998, İTÜ Matbaası, Tüneller Ders Notları, 2. Baskı

Kuesel, (1986); Toğrol ve Çinicioğlu, 1991

Diğer Yayınlar

<http://www.marmaray.com.tr> [Erişim tarihi: 30.12.2011]

http://tr.wikipedia.org/wiki/Marmaray_2012 [Erişim tarihi: 12.12.2011]

http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0stanbul#cite_note-anadoluist [Erişim tarihi:12.12.2011]

http://www.arkas.com.tr/pages/arkas_news/aralik_2001/haber5.html
[Erişim tarihi: 11.12.2011]

<http://www.mailce.com/dunyanin-enleri-resimli.html> 2011 [Erişim tarihi: 18.12.2011]

<http://www.madenciyim.com> [Erişim tarihi: 06.01.2011]

<http://www.madenciyim.com/forums/showthread.php?473-T%FCneller-T%FCnel-A%E7%FDm-Teknikleri-T%FCnel-A%E7%FDm%FDnda-Kullan%FDlan-Makineler-Kullan%FDld%FD%F0%FD-Yerlr,2011> [Erişim tarihi: 05.01.2012]

Dimetronik Eurasia Rail Fuarı sunumu, 2012

Şimşek O., 2004,Orhan Şimşek Aralık,2004 Sunumu

Şahin H.,2004, 15 Aralık 2004 Sunumu

Zalgı N. 2004, Marmaray Projesi ve Çevresel Etkileri Sunumu, Fenerbahçe

Erkut G. Prof.Dr. Gülden ERKUT- İTÜ. Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü, Bölge Planlama Anabilim Dalı Başkanı Türkiye’de Yerel, Bölgesel ve Ulusal Kalkınmada Demiryollarından Beklenen Roller, Makale

Şehrazat 2008, Dr. Şehrazat Karagöz , Osmanlı Bankası Arşiv ve Araştırma Merkezi'nde yapılan konuşma metni

Karaman 2007, TCDD Genel Müdürü Süleyman Karaman, Mesleki Yeterlilikler ve Ray Teknolojisi Uluslararası Sempozyumu, 05.04.2007, Karabük)

Şennazlı N. ve Şimşek O. vd., 2005, Marmaray Projesi, Demiryolu Boğaz Geçişi, Tüneller ve İstasyonlar İnşaatı– Sözleşme BC1 Marmaray Project, Railway Bosphorus Tube Crossing, Tunnels and Stations – Contract BC1 Niyazi Şennazlı, Orhan Şimşek Avrasya JV, SialYerbilimleri Etüd ve Müşavirlik Ltd, İstanbul Sinan Biberoglu, Ömer Olgunöz Taisei Gama Nurol JV, İstanbul

Admış C. S. 2010, Marmaray Seminer Projesi, S.D.Ü.

Özgür Ö., 2008 Türk-Japon İnşaat Mühendisleri Birinci Ortak Çalışma Sempozyumu, 5 Haziran 2008, Marmaray Projesi(BC1)-Batırma Tünel, Diğer Tüneller ve İstasyonlar-İstanbul).

Dengiz, B., Kutay, F. ve Duman, İ., 1997 "Türkiye'de ve Avrupa Birliği ülkelerinde demiryolları", 2. Ulusal Demiryolu Kongresi, İstanbul, ss. 31-42

Özbay G. (2009), Marmaray Projesi Mühendislik Jeolojisi Özellikleri, *Yüksek Lisans Tezi*

Çerençe (2006) M. Marmarayda İşletilebilecek Tren Sayısı Hesabı Raporu.

Gerçek ve Demir 2004, Prof. Dr. Haluk Gerçek, Orhan Demir Marmaray talep tahmin çalışması,

TCDD İstatistik Yıllığı 2006-2010

TCDD Stratejik Plan 2010-2014

TCDD Faaliyet Raporu 2010

Boğaz Demiryolu Tüneli Geçişi ve İstanbul Metro-su Fizibilite Etütleri ve Avan Projeleri,1985

İstanbul Ulaşım Ana Plan Çalışmaları, 2010

İstanbul Boğaz Demiryolu Tüp Geçit Projesi İle İlgili Proje Uygulaması İçin Özel Yardım(SAPI) Sonuç Raporu, 2007

EKLER

EK-A

Mühendislik ve Müşavirlik Hizmetini yürüten konsorsiyumun Üyeleri Japon Lider Şirket Oriental Consultants, Yerel Türk Ortak olan Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. ve Japon Uzman Ortak Japan Railway Technical Service(JARTS) hakkındaki bilgiler aşağıda verilmiştir:

i)-Oriental Consultants(Lider Şirket)

Şirket; yeni demiryolu hattı, depo geliştirme, mevcut hatların rehabilitasyonu gibi uygulama projelerinden oluşan toplam hat uzunluğu 55.000 kilometreyi bulan 1.800'den fazla demiryolu projelerini üstlenmiştir.

Ayrıca, demiryolu ve toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ve yönetimi, kurumsal, örgütsel ve yasal yönleriyle ilgili uzman analizleri ve danışmanlık hizmetleri sunmaktadır.

Oriental Cosultants Delhi Metro Projesi ve Ankara Metro Raylı Sistem Projesi, Hindistan Havaalanı Demiryolu Bağlantı Projesi, Sofya Metrosu Eklenti Projesi, Tayland, Filipinler Metro, Manila Hafif Raylı Sistem Projelerini yürütmüş durumdadır.

ii)-Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. (Yerel Türk Ortak)

Ulaşım etütleri, karayolları, otoyollar, demiryolları, hava meydanları, tramvay, hafif raylı sistem, metrolar, köprü ve viyadükler, tüneller, kavşaklar gibi konularda mühendislik, danışmanlık ve kontrollük hizmetleri veren şirket bugüne kadar raylı sistemler konusunda aşağıda belirtilen projeleri yürütmüştür:

-Sofya Metrosu Genişletme Projesi Kısım 1 Uygulama Projeleri

-Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, D100 İzmit Kentiçi Geçişi Düzenlemesi, Kablo Askılı Yaya Üstgeçitleri Uygulama Projeleri

-Antalya Raylı Sistem 1. Aşama Uygulama Projeleri Temini

- Eskişehir - Köseköy Demiryolu - Uygulama Projesi
- İstanbul, Demiryolu Boğaz Tüp Geçişi (Marmaray) – Müşavirlik Hizmetleri
- İzmir Hafif Raylı Sistemi II. Aşama - Avan Proje
- İstanbul Metrosu, Taksim-Yenikapı Kesimi - Mühendislik ve İnşaat Kontrollük Hizmetleri
- İstanbul Metrosu, Taksim - 4.Levent Kesimi - Mühendislik ve İnşaat Kontrollük Hizmetleri

iii)-Japan Railway Technical Service(JARTS)-(Uzman Ortak)

Demiryolu yapımı için teknik yardım sağlamak ve çeşitli demiryolları teknolojilerinin geliştirilmesi amacıyla Japonya Ulaştırma Bakanlığı'nın önderliğinde Japon Ulusal Demiryolları(bugünkü JR/Japon Railway) bünyesinde Eylül 1965'de kurulmuştur. Deniz aşırı ülkelerden gelen talepleri karşılamak için oluşturulan; JR Grubu, JRJT(Japonya Demiryolu İnşaat, Ulaştırma ve Teknoloji Ajansı), Tokyo Metro Ltd. Şti. ve diğer demiryolları kuruluşları ile işbirliği içerisinde demiryolu şirketlerine uzmanlık hizmeti veren bir oluşumdur.

1992 yılında Güney Kore'deki KTX setleriyle hizmet veren Seul-Pusan Yüksek Hızlı Tren Projesinin başlaması ile, Asya'da hızlı trenlere rağbet artmıştır. JARTS Çin'de yüksek hızlı demiryolu yapımı için teknik işbirliği sağlamış ve aynı zamanda Tayvan Yüksek Hızlı Tren Projesi için Japon Konsorsiyumuna teknik destek vermektedir.

15 Mart 2002 tarihinde Müşavirlik Hizmetleri başlatılarak proje inşaatları için ihale dokümanları hazırlanmaya başlanmıştır.

EK-B

Boğaz Geçişini ihtiva eden BC1 projesini yürüten yüklenici Taisei-Gama-Nurol Ortak Girişimi TGN, Türkiye ve Japonya'da bulunan üç ortaktan oluşan uluslararası bir konsorsiyumdur ve bu konsorsiyum aşağıdaki şirketlerden oluşmaktadır:

i)-Taisei Corporation , Japonya'da bulunan lider ortak

ii)-Gama Endüstri Tesisleri İmalat ve Montaj A.Ş., Türkiye'deki yerel ortak.

iii)-Nurol İnşaat ve Ticaret A.Ş. Türkiye'deki yerel ortak.

i)-Taisei Corporation

1837 yılında Okura Kihachiro tarafından kurulan şirket 1873 yılında Taisei adıyla faaliyete başlamış; 1946 yılında ise Taisei Corporation adını almıştır. Şirket 1927 yılında Japonya'nın ilk metrosu, 1968 yılında yeni bir İmparatorluk Sarayı ve 1989 yılında Yokohama Bay Köprüsünü tamamlamıştır. Kuruluşundan bu yana, Japonya ve denizaşırı ülkelerde birçok önemli projeye imza atmıştır. Tayland Mega Köprüsü ve Vietnam Can Tho Köprüsü ve Filipinler Iloilo Uluslararası Havaalanı inşaatlarını yürütmüştür. Taisei, Seul, Taipei, Kaohsiung, Filipinler, Myanmar, Kuala Lumpur, Jakarta, Hindistan, Türkiye, Abu Dabi, Frankfurt, ABD, ve Peru'da inşaat çalışmaları devam etmektedir.

ii)-Gama Endüstri Tesisleri İmalat ve Montaj A.Ş

1959 yılında GAMA İnşaat Limited Şirketi adıyla faaliyete başlayan şirket, 1970 yılından sonra, faaliyetlerini GAMA Endüstri Tesisleri İmalat ve Montaj A.Ş. (GAMA Endüstri) adıyla yürütmüştür. GAMA Endüstri o tarihten bu yana sektörde büyük atılımlar yapmış, yurt içi ve yurt dışında 300'den fazla büyük çaplı projeyi başarıyla tamamlayarak Türkiye'nin önde gelen firmalarından birisi olmuştur.

Termik santraller, rafineriler, petrokimya tesisleri, hidroelektrik santraller, su ve pis su arıtma tesisleri, çimento fabrikaları, boru hatları gibi endüstriyel tesislerin anahtar teslimi inşaatı ile mekanik, elektrik ve enstrümantasyon montaj işleri yanında, yüksek binalar, iş ve alışveriş merkezleri, konutlar, turizm tesisleri, sosyal ve kültürel tesisler, sağlık tesisleri, barajlar, metro sistemleri, altyapı tesislerinin inşaatında uzmanlaşan GAMA Endüstri 1970’li yıllardan itibaren İran, Irak, Ürdün, Birleşik Arap Emirlikleri, Suudi Arabistan, Malezya, Rusya, Türkmenistan, Özbekistan, Azerbaycan, Libya, Katar, Kazakistan, Bulgaristan ve Yemen’de birçok projeye imza atmıştır.

Türkiye’nin ilk yüksek basınçlı boru hattının (400 atü test basınçlı 2x63 km Murgul - Hopa Konsantre Bakır Boru Hattı), ilk denizaltı boru hattı geçişinin (İstanbul Boğazi geçişi), ilk Kül Barajının (Soma-B Termik Santralı Kül Barajları), ilk Baca Gazı Arıtma Tesisinin (Çayırhan Termik Santralı Baca Gazı Arıtma Tesisleri), ilk metro sisteminin (Ankara Metrosu), ilk büyük Yap-İşlet –Devret Projesinin (Birecik Barajı ve Hidroelektrik Santralı) yapımı GAMA Endüstri tarafından gerçekleştirilmiştir (Kaynak:[http://: www.gama.com.tr](http://www.gama.com.tr),2011).

iii)-Nurol İnşaat ve Ticaret A.Ş.

Nurol Holding Şirketler Topluluğu’nun(“NUROL GRUBU”) temelleri 60’lı yıllarda Ankara merkezli olarak atılmış, ulusal ve uluslararası düzeyde inşaat sektöründe faaliyetler yürütmektedir.

NUROL Fizibilite çalışmalarından yüksek teknoloji gereksinimli anahtar teslim endüstriyel tesis projelerine kadar her türlü müteahhitlik hizmetleri vermektedir.

5.000’i aşkın teknik ve idari personeli, değeri 100 milyon ABD Doları’nı aşan makine-ekipman parkına sahip bulunmaktadır.

1980-1990 döneminde NUROL, uluslararası platformlardaki faaliyetlerini, “Anahtar Teslimi” projeleri ile petrol üreticisi ülkelere; özellikle Suudi Arabistan Krallığı’na kaydırmıştır. Türkiye’de Ayaş Demiryolu Tünelinde olmak üzere Yeni Avusturya Tünel Metodu’nun(NATM) ilk uygulayıcısıdır.

1990 yılından itibaren ise, NUROL uluslararası faaliyetlerini, %50 hisse payı ile sahibi bulunduğu MENSEL A.Ş. alt şirketi aracılığıyla Rusya Federasyonu ve Bağımsız Devletler Topluluğu üyesi ülkelere yöneltmiştir.

Abu Dhabi’de Deniz Geçiş Köprüsü ve Otel inşaatları, Cezayir’de baraj inşaat çalışmaları, Türkiye’de Bahçeşehir Uydu Kenti (İstanbul) başta olmak üzere şirketin tamamladığı birçok konut inşaatı mevcuttur. İstanbul Metrosu 1. Aşama 1. Kısım projesini tamamlamıştır.

150 km uzunluğunda, TEM’in Türkiye’deki son bölümü olan Toprakkale-İskenderun Otoyolu’nu ve Türkiye’nin en uzun karayolu tünelini içeren, Karadeniz Sahil Yolu, Bolaman-Perşembe Bölünmüş Yolu; yine TEM dahilinde olan Adana-Pozantı Otoyolu Kemerhisar-Eminlik Kesimi projelerini tamamlamıştır(<http://www.nurolinsaat.com.tr>,2011).

EK-C

440 adet Marmaray araçları imalatçısı Hyundai Rotem Company ile ilgili bilgi aşağıda verilmektedir:

Hyundai Rotem Company

Şirket 1964 yılında demiryolu araç üretimine başlamıştır. Elektrikli tren setleri, yüksek hızlı trenler, hafif raylı araçlar, lokomotif, yolcu vagonları gibi her türlü demiryolu taşıtları üreten şirket, bünyesinde 3.800 personel bulundurmaktadır. Hyundai-Rotem'in demiryolu araçlarının üretildiği Güney Kore'nin Changwon şehrindeki yerleşkesinde aynı zamanda KTX yüksek hızlı tren setleri ve ana muhabere tank üretimi de yapılmaktadır.

Demiryolu sanayi için yeni ürünler geliştirmek amacıyla Ar-Ge faaliyetlerine de ağırlık veren Hyundai Rotem, sinyalizasyon, tahrik sistemleri ve sistem mühendisliği konularında da çalışmalar yürütmektedir.

1976 Yılında Korail Demiryollarına ilk elektrikli tren seti 1979 yılında ise ilk dizel lokomotif üretilmiştir. 1984 yılında ana muhabere tankı, 1988 yılında ise maglev demiryolu aracı geliştirilmiştir. 1996 yılında Filipinler için hafif raylı araç siparişi alınmıştır.

1998 yılında KTX Yüksek Hızlı Tren Set imalatına başlanmıştır. 2002 de şirket Rotem olarak yeniden adlandırılmış, 2002 de dünyanın en iyi yeni nesil ürünleri unvanına sahip olmuştur. 2008'de Marmaray araçları ile TCDD için DMU(Dizel set) ve EMU(Elektrikli Tren Seti) setler üretilerek teslim edilmiştir. 2007 yılında şirket Hyundai Rotem Company olarak yeniden adlandırılmıştır.

Alt Yüklenici-Eurotem A.Ŗ.

TCDD'nin iŖtiraki olarak 30 Ocak 2006 tarihli Yüksek Planlama Kurulu kararı ile Adapazarı'nda kurulan EUROTEM A.Ŗ.'nin amacı; baŖta hızlı tren setleri olmak üzere yüksek teknolojili EMU(Elektrikli tren seti) retmektir.

EUROTEM A.Ŗ. Ortakları aŖağıdaki Ŗekilde oluŖmuŖtur:

- i)-Hyundai-ROTEM ve Hyundai Corporation/G.Kore,**
- ii)-ASAŖ Otomotiv İnaaat Sanayi ve Ticaret A.Ŗ.,**
- iii)-HACO MŖavirlik İnaaat ve Ticaret Ltd. Ŗirketi ile**
- iv)-TCDD**

Mart 2006' da Ortak İŖbirlięi AnlaŖması imzalanarak Temmuz 2006'da Ŗirket kuruluŖu gerekleŖtirilmiŖtir.

Fabrika 30.000 m² açık alan, 9.760 m² kapalı alana sahiptir.

Eurotem A.Ŗ. Nisan 2008'de araç üretimine baŖlamıŖtır.

Eylül 2008'de ilk İBB metro araçları üretimi ile Kasım 2008'de ilk TCDD EMU aracı üretimi tamamlanmıŖtır. Ocak 2009'da üretilen ilk İBB metro aracı sefere baŖlamıŖtır.

Eurotem Fabrikası, Adapazarı



Masan(G.Kore) Limanı'nda vagonların gemiye yüklenmesi Haziran,2011



Marmaray CR2 (Commuter Rail 2) – EMU Tren Seti



EK-D

11 NİSAN 2012 TARİHİ İTİBARI İLE MARMARAY PROJESİ FİZİKİ VE NAKDİ GERÇEKLEŞMESİ										
Kırmızı renkle gösterilen rakamlar sözleşmesinde belirtilen para birimi üzerinden yapılan ödemeyi ifade etmektedir.								100 JPY= 2,2300 TL 1 AVRO= 2,3184 TL 1 DOLAR= 1,7354 TL		
SÖZLEŞME	SÖZLEŞME BEDELİ				BUGÜNE KADAR ÖDENEN				NAKDİ %	FİZİKİ %
	JPY	AVRO	DOLAR	TL	JPY	AVRO	DOLAR	TL		
MÜŞ (jpy)	12.208.901.938	117.433.796	156.885.164	272.258.513	9.391.182.473	90.330.991	120.677.290	209.423.369	76,90	76,92
BC1(jpy)	153.496.046.658	1.476.432.816	1.972.433.929	3.422.961.840	121.468.053.504	1.168.365.076	1.560.872.187	2.708.737.593	79,10	72,42
CR1(avro)	13.405.610.817	128.944.583	172.262.949	298.945.121	12.739.745.960	122.539.827	163.706.543	284.096.335	95,00	15,74
CR3(avro)	108.338.840.733	1.042.079.084	1.392.160.971	2.415.956.148	7.339.293.071	70.594.477	94.310.381	163.666.235	6,80	2,70
CR2(avro)	60.822.974.902	585.038.104	781.579.083	1.356.352.340	30.714.856.121	295.437.065	394.687.848	684.941.291	50,50	43,28
Ara Toplam	348.272.375.048	3.349.928.383	4.475.322.096	7.766.473.962	181.653.131.129	1.747.267.436	2.334.254.249	4.050.864.823	52,20	44,73
2012 Yılı Yatırım Programı Döviz Kurları kullanılmıştır.										

Kaynak: AYGM, 2012

EK-E

Demiryolu/Karayolu Arazi Kullanımı Karşılaştırması Model Parametresi

İSTANBUL RAYLI SİSTEM HAT BİLGİLERİ VE 2010 YILI YOLCULUKLARI(*)

HATLAR	Hat Sayısı	Tek Hat Uz. (m)	Hat Bant Gen. (m)	ALAN(**) (m ²)	TAŞINAN ORTALAMA YOLCU SAYISI		
					YILLIK	GÜNLÜK (***)	
AKSARAY-HAVALİMANI	LRT	2	19.950	25	498.750	69.877.628	220.163
ŞİŞHANE - HACIOSMAN	Metro	2	16.500	25	412.500	62.507.918	196.943
KABATAŞ - BAĞCILAR	Tramvay	2	18.500	25	462.500	85.576.995	269.626
BAĞCILAR - ZEYTİNBURNU	Tramvay					11.167.270	35.184
HABİBLER - TOPKAPI TRAMVAY	Tramvay	2	14.800	25	370.000	30.274.165	95.384
H.PAŞA-GEBZE	Banliyö	2	44.175	25	1.104.375	26.409.431	83.208
SİRKECİ-HALKALI	Banliyö	2	27.631	25	690.775	22.268.006	70.159
KABATAŞ-TAKSİM	Funikülerler		594	25	14.850	8.398.394	26.460
MARMARAY İLAVE			4.500	25	112.500	365.000.000	1.000.000
TOPLAM:		146.650			3.666.250	681.479.807	1.997.127

Kaynak: TCDD ve Ulaşım A.Ş. Verileri

(*) : Tünel ve Nostaljik Tramvay hatları dikkate alınmamıştır.

(**) : Kapladığı alan bakımından çift hatlı raylı sistem bandı 25 metre olarak alınmıştır.

(***): Günlük yolculuk sayısı; pik saat yolculukları gün boyunca aynı oranda gerçekleşmiş gibi hesaplanmıştır. Hesaplama günlük reel toplam yolculuğun 1,15 katı alınmıştır.

Alan kullanımı bakımından raylı sistemlerin İstanbul'da 1000 m²'ye düşen taşınan günlük bazda yaklaşık yolcu sayısı: **545 yolcu/1000m² olarak hesaplanmıştır.**

**İSTANBUL OTOYOL İLE DEVLET KARAYOLU BİLGİLERİ VE 2010 YILI
YOLCULUKLARI**

İSTANBUL İL SINIKLARI İÇERİSİNDEKİ OTOYOLLAR VE DEVLET YOLLARI
YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK TRAFİK(Y.O.G.T.) DEĞERLERİ

KESİM ADI	DİLM NO	UZUNLUK (m)	YOLUN YAKLAŞIK BANT GENİŞLİĞİ (m)	KAPLADIĞI ALAN* (m ²)	TOPLAM Y.O.G.T	TAŞINAN ORTALAMA YOLCU SAVİŞİ(GÜNLÜK)*
HADIMKÖY - AVCILAR	OTOYOL	6.000	75	450.000	71.503	121.555
AVCILAR - İSPARTAKULE	OTOYOL	1.000	75	75.000	130.808	222.374
SPARTAKULE - MAH MUTBEY	OTOYOL	13.100	75	982.500	135.445	230.257
F. S. MEHMET KÖPRÜSÜ	OTOYOL	1.000	75	75.000	220.633	375.076
BOĞAZIÇI KÖPRÜSÜ	OTOYOL	1.000	75	75.000	185.277	314.971
ÇAMLIÇA - SAMANDIRA	OTOYOL	7.900	75	592.500	138.112	234.790
SAMANDIRA - KURTİKÖY	OTOYOL	12.100	75	907.500	105.695	179.682
KURTİKÖY - ŞEKERPINARI	OTOYOL	9.400	75	705.000	79.430	135.031
ŞEKERPINARI - GEBZE	OTOYOL	10.200	75	765.000	56.818	96.591
MAH MUTBEY BATI-MAH MUTBEY DOĞU	OTOYOL	2.700	75	202.500	164.300	279.310
MAH MUTBEY DOĞU-METRİS	OTOYOL	3.500	75	262.500	158.421	269.316
METRİS-HASDAL	OTOYOL	8.600	75	645.000	181.280	308.176
HASDAL-LEVENT	OTOYOL	5.400	75	405.000	207.739	353.156
LEVENT-FSM KÖPRÜ	OTOYOL	1.500	75	112.500	186.199	316.538
FSM KÖPRÜ-KAVACIK	OTOYOL	4.800	75	360.000	207.637	352.983
KAVACIK-ŞİLE AYR.	OTOYOL	7.400	75	555.000	193.498	328.947
ŞİLE AYR.-ÇAMLIÇA	OTOYOL	3.900	75	292.500	154.171	262.091
İSTANBUL020-05-DEVLET YOLU	1	18.000	50	900.000	1.080	1.836
İSTANBUL020-05-DEVLET YOLU	2	26.000	50	1.300.000	2.949	5.013
İSTANBUL020-06-DEVLET YOLU	1	26.000	50	1.300.000	770	1.309
İSTANBUL020-06-DEVLET YOLU	2	23.000	50	1.150.000	4.741	8.060
İSTANBUL020-06-DEVLET YOLU	3	9.000	50	450.000	37.456	63.675
İSTANBUL020-07-DEVLET YOLU	1	19.000	50	950.000	5.488	9.330
İSTANBUL020-07-DEVLET YOLU	2	9.000	50	450.000	16.903	28.735
İSTANBUL020-07-DEVLET YOLU	3	16.000	50	800.000	7.979	13.564
İSTANBUL020-07-DEVLET YOLU	4	14.000	50	700.000	7.976	13.559
İSTANBUL020-08-DEVLET YOLU	1	19.000	50	950.000	933	1.586
İSTANBUL020-08-DEVLET YOLU	2	28.000	50	1.400.000	933	1.586
İSTANBUL100-04-DEVLET YOLU	1	11.000	50	550.000	11.739	19.956
İSTANBUL100-04-DEVLET YOLU	2	12.000	50	600.000	20.806	35.370
İSTANBUL100-04-DEVLET YOLU	3	11.000	50	550.000	26.097	44.365
İSTANBUL100-04-DEVLET YOLU	4	8.000	50	400.000	24.634	41.878
İSTANBUL100-04-DEVLET YOLU	5	10.000	50	500.000	30.885	52.505
İSTANBUL100-05-DEVLET YOLU	1	11.000	50	550.000	105.000	178.500
İSTANBUL100-05-DEVLET YOLU	2	14.000	50	700.000	146.000	248.200
İSTANBUL100-05-DEVLET YOLU	3	15.000	50	750.000	166.000	282.200
İSTANBUL100-05-DEVLET YOLU	4	5.000	50	250.000	185.000	314.500
TOPLAM:			TOPLAM:	22.662.500	3.580.335	5.746.570

*: Araç başına ortalama 1,7 kişi alınmıştır.

** : Kapladığı alan bakımından otoyol bant genişliği 75 metre, devlet yolları 50 metre olarak alınmıştır.

Alan kullanımı bakımından karayolunun İstanbul'da 1000 m²'ye düşen karayolu ile taşınan günlük bazda yaklaşık yolcu sayısı: **253 yolcu/1000m² olarak hesaplanmıştır.**

Yukarıda İstanbul için demiryolu ve karayoluna ait hesaplanan değerler incelendiğinde arazi/alan kullanımı bakımından demiryolunun karayoluna göre yaklaşık 2,15 kat daha fazla ekonomik olduğu görülmektedir.

İSTANBUL İLİ OTOYOL VE DEVLET YOLLARI HARİTASI



ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı** : Metin AKBAŞ
- Doğum Yeri ve Yılı** : Akçakale, 1971
- Yabancı Dili** : İngilizce
- İlkokul** : Pozantı Atatürk İlkokulu,1977-1981
- Ortaokul** : Pozantı Ortaokulu, 1981-1984
- Ortaöğretim** : Demiryolu Endüstri Meslek Lisesi, Tesisler Bölümü, 1984-1987
- Lisans** : Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği, 1988-1992
- Yüksek Lisans** : Bahçeşehir Üniv., Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, 2010-.....
- Enstitü Adı** : Fen Bilimleri Enstitüsü
- Program Adı** : Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi
- Yayınlar** : (Makale)Ulaştırma ve Haberleşmede İleri Teknoloji Dönemi Başlıyor, Mimar ve Mühendis Dergisi, 50. sayı, 2009
(Makale) Haritada Daima Yer Alacak Bir Proje-Marmaray Projesi, Mimar ve Mühendis Dergisi, 62. sayı, 2011
- Çalışma Hayatı** :
- | | |
|------------------------|--|
| Mart 2010 - | TCDD 1. Bölge Müdür Yardımcısı |
| Mart 2004-Mart 2010 | TCDD Sirkeci Banliyö Servis Müdürü |
| Eylül 1996-Mart 2010 | TCDD Trakya Kesimi Telekomünikasyon Bölge Mühendisi |
| Temmuz 1995-Eylül 1996 | TCDD Trakya Kesimi Yüksek Frekans ve Sinyal Kabloları Döşeme Projesi Kontrol Mühendisliği. |
| Temmuz 1992-Eylül 1996 | TCDD Trakya Telekomünikasyon Sorumlu Müh. |
| Ekim 1988-Temmuz 1992 | TCDD Sirkeci Haberleşme Şef. |
| Temmuz 1987-Ekim 1988 | TCDD Diyarbakır Haberleşme Şef. |