

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

**CORS-TR SİSTEMİNİN
ULAŞIM HİZMETLERİNDE KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet BÜLBÜL

**Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği
Programı : Geomatik**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Turgut UZEL

EYLÜL 2011

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

**CORS-TR SİSTEMİNİN
ULAŞIM HİZMETLERİNDE KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet BÜLBÜL

0809081031

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19.03.2012
Tezin Savunulduğu Tarih : 08.03.2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Turgut UZEL

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Halil ERKAYA

Doç. Dr. Engin GÜLAL

EYLÜL 2011

ÖNSÖZ

Öncelikle ifade etmeliyim ki; Yüksek Lisans çalışmalarım esnasında CORS-TR sisteminin yapımına şahit olmamdan ve içinde bulunmaktan dolayı büyük mutluluk yaşamaktayım. Bu nedenle Ulusal CORS Sisteminin kurulması çalışmalarında emeği geçen ve destek veren İKÜ, İTÜ, YTÜ, TKGM, HGK, TÜBİTAK'ta görevli tüm akademisyen ve araştırmacılara her şeyden önce bir mühendis olarak şükranlarımı sunarım.

Bu tez çalışmamla İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde görev yaptığım onbeş yıllık dönemde yapım faaliyetlerinde bulunduğum ikiyüze yakın şantiyede CORS-TR 'ye olan ihtiyacı fiilen yaşamış biri olarak, sistemin yaşantımıza ve bilimsel çalışmalara yapacağı katkının yanında tüm ülkemizdeki imar ve mühendislik çalışmalarına yapacağı büyük faydayı ortaya çıkarmayı amaçlamaktayım.

CORS-TR daha erken bir dönemde oluşturulmuş olsa idi mevcut çalışmaların tamamında hem çalışma süreci kısılacak hem de hata oranları çok çok azalacak; ayrıca yapım maliyetleri düşerek zaman ve ekonomik açıdan büyük tasarruf sağlanacaktı. Bu sayede ülkemizin kalkınma hızı artacak, örneğin yıllardır yapılan ve sürekli yenilenmesi gerekli olan kadastro çalışmalarının ve mükerrer harcamaların önüne geçilecekti.

CORS-TR'nin hizmete başladığı 2009 yılından itibaren ülke genelinde imar ve mühendislik yatırımları yapan tüm kurumlar için arazi çalışmaları, proje üretimi ve arazi uygulamaları ile çok yönlü veri aktarımının artık daha hızlı, hatasız ve çok daha ekonomik olacağı şüphe götürmez bir gerçektir.

Yüksek lisans ve tez çalışmam süresince yanımda olan ve her türlü desteği veren başta tez danışmanım Prof. Dr. Turgut Uzel'e olmak üzere Prof. Dr. Kamil Eren'e, Prof. Dr. Cem Gazioğlu'na, Doç. Dr. Engin Gülal'a, Y. Doç. Dr. Gürsel Güzel'e ve Dr. Ahmet Yücel Ürüşan'a;

Derslerim ve çalışmalarım sürecinde moral ve motivasyon açısından desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen başta eşim Nevin Akpınar Bülbül ve oğlum İsmail Emir Bülbül olmak üzere tüm ailem ve arkadaşlarıma;

Kısacası bugünlere gelmemi sağlayan herkese sonsuz teşekkür eder ve şükranlarımı sunarım.

Eylül 2011

Müh. Ahmet BÜLBÜL

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|----|
| ÖNSÖZ | 1 |
| İÇİNDEKİLER | 2 |
| KISALTMALAR | 4 |
| ŞEKİLLER | 5 |
| TABLolar | 8 |
| | |
| 1. GİRİŞ | 9 |
| | |
| 2. UYDULAR YARDIMIYLA KONUM BELİRLEME | 12 |
| | |
| 3. CORS-TR | 19 |
| 3.1 Cors-Tr Projesi | 19 |
| 3.2 Datum Dönüşümü | 23 |
| 3.3 Cors-Tr'nin Sağladıkları | 25 |
| | |
| 4. İSTANBUL'UN ULAŞIM SİSTEMİ & SORUNLARIN ÇÖZÜMÜNDE CORS – TR'NİN KULLANIMI | 30 |
| 4.1 İstanbul'un Konumu ve Ulaşım Açısından Nüfus Yoğunluğu | 31 |
| 4.2 İstanbul'un Nüfusu ve Nüfusun Ulaşım Etkisi | 32 |
| 4.3 İstanbul İli Ulaştırma Sistemlerinin İrdelenmesi | 36 |
| 4.3.1 Ulaştırmanın Tanımı ve Mevcut Ulaştırma Sistemleri | 36 |
| 4.3.2 Karayolu Ulaşım Sistemi | 37 |
| 4.3.3 Raylı Ulaşım Sistemi..... | 39 |
| 4.3.3.1 Marmaray Projesi | 41 |
| 4.3.4 Denizyolu Ulaşım Sistemi | 50 |
| | |
| 5. GNSS SİSTEMİ İLE ARAÇ TAKİBİ | 52 |
| | |
| 6. CORS-TR'NİN ULAŞIM HİZMETLERİNDE KULLANIMI | 54 |
| 6.1 Cors-Tr'nin Raylı Sistem İnşaatı ve Marmaray Projesinde Kullanımı | 54 |
| 6.2 Cors-Tr'nin Karayolu, Kavşak ve Tünel İnşaatları Projesinde Kullanımı..... | 56 |
| 6.3 Cors-Tr'nin Metrobus İnşaatı Projesinde Kullanımı..... | 61 |
| 6.4 CORS-TR Araç Takibi ve Koordinasyonu İşlerinde Kullanımı (İETT için)..... | 65 |
| 6.5 CORS-TR Araç Takibi ve Koordinasyonu İşlerinde Kullanımı (İDO için) | 67 |
| 6.6 CORS-TR Araç Takibi ve Koordinasyonu İşlerinde Kullanımı (Marmaray – Yüksek Hızlı Tren YHT için)..... | 67 |

| | |
|---|-----------|
| 6.7 CORS-TR Araç Takibi ve Koordinasyonu İşlerinde Kullanımı (İstanbul Boğazından Gemi Geçiş Kontrolü - GTYBS için)..... | 69 |
| 7. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 75 |
| KAYNAKLAR..... | 78 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 81 |

KISALTMALAR

| | |
|---------|--|
| CORS | : Continuously Operating GPS Reference Stations System - Sürekli Gözlem Yapan Referans İstasyonları |
| CORS-TR | : Continuously Operating GPS Reference Stations System - Turkey Sürekli Gözlem Yapan Referans İstasyonları -Türkiye |
| GPS | : Global Positioning System |
| GNSS | : Global Navigasyon Satellite System |
| NAVSTAR | : Navigation System with Time and Ranging |
| RADAR | : Radio Detection and Ranging |
| GRS | : Ground Referance System |
| SAM | : Sayısal Arazi Modeli |
| İKÜ | : İstanbul Kültür Üniversitesi |
| TKGM | : Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü |
| HGK | : Harita Genel Komutanlığı |
| RTK | : Real Time Kinematik (Gerçek Zamanlı Ölçüm) |
| GIS | : Geographic Information System (Coğrafi Bilgi Sistemi) |
| EDGE | : Küresel Mobil Haberleşme Sistemi İçin Geliştirilmiş Veri Hızları |
| ADSL | : Bakımsız Sayısal Abone Hattı |
| MAC | : Ana Yardımcı İstasyonlar Yöntemi |
| VRS | : Sanal Referans İstasyonları Yöntemi |
| FKP | : Düz Düzeltme Parametreleri |
| DGPS | : Diferansiyel Küresel Konumlandırma Sistemi |
| GAMIT | : GPS Analysis Massachusetts Institute of Technology |
| GIPSY | : GPS-Kızılötesi Konum Belirleme Sistemi |
| ITRF | : Uluslararası Yersel Referans Sistemi |
| CBS | : Coğrafi Bilgi Sistemi |
| KBS | : Kent Bilgi Sistemi |
| TUBİTAK | : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu |

ŞEKİLLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Bölüm 2 | |
| Şekil 2. 1 : | 12 |
| Şekil 2. 2 : | 13 |
| Şekil 2. 3 : GPS'in Ayakları | 13 |
| Şekil 2. 4 : GPS Uydularının Yörüngeleri | 14 |
| Şekil 2. 5 : Gps Kontrol İstasyonlarının Konumları | 15 |
| Şekil 2. 6 : Kontrol Ayağının İşlevleri | 15 |
| Şekil 2. 7 : Alıcı (Kullanıcı) | 16 |
| Şekil 2. 8 : GPS Kodları ve Gecikme Süresi | 17 |
| Şekil 2. 9 : İyonosferik ve Troposferik Etkiler | 17 |
| Şekil 2. 10 : Diferansiyel GPS | 18 |
| | |
| Bölüm 3 | |
| Şekil 3. 1 : Klasik RTK Yaklaşımı (5, 7.5 ve 10 km) | 19 |
| Şekil 3. 2 : Aktif Cors Yaklaşımı (40, 45 ve 50 km) | 19 |
| Şekil 3. 3 : CORS-TR İstasyonlarının Konumları (147 İst., 80-100 Km Mes.) | 20 |
| Şekil 3. 4 : Aktif Cors Konfigürasyonu | 22 |
| Şekil 3. 5 : Uydular, Sabit Referans İstasyonları Kontrol Merkezi | 22 |
| | |
| Şekil 3. 6 : Referans İstasyonları, ve Kontrol Verileri Kontrol Merkezine İletir. | 22 |
| Şekil 3. 7 : Gezici, Kendi Konum Bilgisini Kontrol Merkezine Bildirir. | 25 |
| | |
| Şekil 3. 8 : Kontrol Merkezi Her Gezici İçin VRS Konumunu Üretir. | 25 |
| Şekil 3. 9 : Konumlama Uygulamaları | 27 |
| Şekil 3. 10 : Avrasya Levhasına Göre Hız Vektörleri | 29 |
| | |
| Bölüm 4 | |
| Şekil 4. 1 : Eşyükselti Eğrili Harita | 31 |
| Şekil 4. 2 : İstanbul Coğrafyasının Şematik Anlatımı | 32 |
| Şekil 4. 3 : İstanbul'da 1950'de Yapılaşma | 33 |
| Şekil 4. 4 : İstanbul'da 1965'de Yapılaşma | 33 |
| Şekil 4. 5 : İstanbul'da 1985'de Yapılaşma | 34 |
| Şekil 4. 6 : İstanbul'un 2002'deki Yapılaşması | 34 |
| Şekil 4. 7 : İstanbul'un Sanayi Alanlarının Gelişmesine Bağlı Gelişimi | 35 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4. 8 : Otoyol ve Boğaz Geç. Makro Formun Şekillenmesinde Etkileri | 36 |
| Şekil 4. 9 : Karayolu Ağının Bugünkü Durumu | 38 |
| Şekil 4. 10 : İlçelere Göre Karayolu Ağı | 39 |
| Şekil 4. 11 : Mevcut Raylı Sistem Hatları | 40 |
| Şekil 4. 12 : Yapımı Devam Eden Raylı Sistem Hatları | 41 |
| Şekil 4. 13 : Proje Kapsamında 440 Adet Demiryolu Aracı Temin Edilecek | 42 |
| Şekil 4. 14 : Açılacak Tünellerle Birleşimi | 42 |
| Şekil 4. 15 : Geçici İskele ve Erişim Şaft | 42 |
| Şekil 4. 16 : 1860’da S. Preault Tarafından Tasarlanan Boğaz Sualtı Geçiş Projesi | 43 |
| Şekil 4. 17 : Boğazda Yapılan Kazı Çalışması | 44 |
| Şekil 4. 18 : Batırma Tüp Tünele Düşey Erişimi Sağlayan Şaft | 45 |
| Şekil 4. 19 : Tüp Tünel Plan ve Güzergah Kesiti | 46 |
| Şekil 4. 20 : Kadıköy Ayrılıkçeşme Tünel Portalı | 46 |
| Şekil 4. 21 : Tünel Açma Makinasının 11 Metrelik Ön Kısmı | 47 |
| Şekil 4. 22 : TBM İlerleme Düzenleri | 47 |
| Şekil 4. 23 : Sirkeci Yeraltı İstasyonu | 48 |
| Şekil 4. 24 : NATM ile İnşaa Edilen Üsküdar Makas Tüneli | 48 |
| Şekil 4. 25 : Marmaray İstasyonu | 49 |
| Şekil 4. 26: Kent İçi Deniz Toplu Taşıma Hatları | 51 |

Bölüm 6

| | |
|---|----|
| Şekil 6. 1 : Boğazda Yapılan Kazı Çalışması | 54 |
| Şekil 6. 2 : Marmaray Tünel Batırma Planı | 55 |
| Şekil 6. 3 : Marmaray Projesi Kara, Tünel ve Deniz Altı Batırma Tünel Güzergahı” | 55 |
| Şekil 6. 4 : “ Kağıthane-Piyalepaşa & Bomonti-Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tünelleri İnşaatı ” Tünel İçi Muhtelif Kazı Karşılaşmaları Anı | 57 |
| Şekil 6. 5 : “ Kağıthane - Piyalepaşa Gidiş-Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ”Tünel Kağıthane Çıkış Aynası ve Kağıthane Kavşağı İnşaatı | 57 |
| Şekil 6. 6 : “ Kağıthane – Piyalepaşa Gidiş-Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ”Tünel Piyalepaşa Çıkış Aynası ve Piyalepaşa Kavşağı İnşaatı | 58 |
| Şekil 6. 7 : “ Bomonti - Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ” Tünel Bomonti Çıkış Aynası ve Bomonti Kavşağı İnşaatı | 58 |
| Şekil 6. 8 : “ Bomonti - Dolmabahçe Gidiş – Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ” Tünel Dolmabahçe Çıkış Aynası ve Dolmabahçe Kavşağı İnşaatı | 59 |
| Şekil 6. 9 : “ Kağıthane-Piyalepaşa & Bomonti-Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tünelleri İnşaatı ” Karayolu Tünelleri ve Çıkış Ağızları Kavşak Bitmiş Resimleri 2010 | 59 |

| | |
|--|----|
| Şekil 6. 10 : “ Kağıthane-Piyalepaşa & Bomonti-Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tünelleri İnşaatı ” Dolmabahçe T1 Sol Tüp Deformasyon Takip Formu | 60 |
| Şekil 6. 11 : “Avcılar - Söğütluçeşme Metrobus Hattı İnşaat Anı Resimleri” | 62 |
| Şekil 6. 12 : “Avcılar – Kadıköy Söğütluçeşme Metrobus Hattı” | 63 |
| Şekil 6. 13 : “Avcılar-Topkapı Metrobus Hattı” Ara Dönüş Noktası | 64 |
| Şekil 6. 14 : “Avcılar-Topkapı Metrobus Hattı” Haliç Köprüsü Geçişi | 64 |
| Şekil 6. 15 : İETT Araç Takip Sistemi Yolcu Bilgilendirme Ekranı | 65 |
| Şekil 6. 16 : İETT Araç Takip Sistemi Çalışma Diyagramı | 66 |
| Şekil 6. 17 : İETT Araç Takip ve Durak Bilgi Sistemi | 66 |
| Şekil 6. 18 : YHT Araç Takibi ve Bilgilendirme Sistem Noktaları | 67 |
| Şekil 6. 19 : YHT Resimleri ve Planlanan Hat Güzergahları | 68 |
| Şekil 6. 20 : Cors-Tr Araç Takibi ve Koordinasyon Diyagramı | 68 |
| Şekil 6. 21 : Cors-Tr Araç Takibi ve Karşılıklı Koordinasyonu İle Karşılıklı Haberleşmenin Sağlanması | 69 |
| Şekil 6. 22 : Gemi Trafik ve Yönetim Bilgi Sistemi (GTYBS) | 73 |

TABLolar

Sayfa

Bölüm 2

| | |
|---|----|
| Tablo 2. 1 : GPS Konum Hataları ve Etkileri | 18 |
|---|----|

Bölüm 3

| | |
|--|----|
| Tablo 3. 1 : Datum Dönüşümünde Kullanılan Ortak Noktalar | 24 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Tablo 3. 2 : Datum Dönüşümü Kullanılan Teknikler - Hesaplarla İlgili İstatistikler | 25 |
|--|----|

Bölüm 4

| | |
|--|----|
| Tablo 4. 1 : Ulaşım İle İlgili Temel İstatistikler | 37 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Tablo 4. 2 : Karayolu Toplu Taşımacılık Türel Dağılımı | 38 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Tablo 4. 3 : Türlerine Göre Raylı Sistemlerin Dağılımı | 40 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Tablo 4. 4 : Türlerine Göre Denizyolu Ulaşımı Dağılımı | 50 |
|--|----|

Bölüm 6

| | |
|---|----|
| Tablo 6. 1 : TKM, TGİ Mevkileri ve Kule Yükseklikleri | 71 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Tablo 6. 2 : Diğer GTYBS Birimleri Mevkileri | 71 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Tablo 6. 3 : GTYBS Meteoroloji İstasyonları Mevkileri | 72 |
|---|----|

1. GİRİŞ

İstanbul'un nüfusunun sürekli olarak artması, ulaşım sorunlarının da büyümesine neden olmaktadır. Her yıl binlerce ulaşım aracının trafiğe çıkmasıyla, ulaşımı herkesi ilgilendiren bir sorun haline almıştır. Özellikle kentiçi ulaşım sorunları, İstanbul gibi yerleşim yerlerinde hayati derecede önem kazanmıştır.

Kent ulaşım sistemi, canlı organizmaların dolaşım sistemine benzetilebilir. Bu sistemdeki aksamalar ekonomik ve sosyal hayatı da olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, özellikle kent içi karayolu ulaşımının sağlıklı bir yapıya kavuşturulması zorunlu bir ihtiyaçtır. Kara ulaşımında pekçok nedenden kaynaklanan sorunlar vardır. Bunlar, trafik sıkışıklığı, altyapı yetersizliği, kavşak yetersizliği, trafik sinyalizasyonundaki teknoloji yetersizliği vs olarak sıralanabilir. Bu sorunlara yeni teknolojiler kullanılarak çözüm önerileri getirilebilir. GNSS ve CBS, bu sorunun çözümünü sağlayabilecek teknolojilerdir.

İstanbul şehir içi ulaşımında, karayolu ulaşımı toplam ulaşım içerisinde % 89'luk bir paya sahiptir. Buna karşılık, mevcut yol kapasitelerinin ve yollardaki hizmet düzeyinin, giderek artan ulaşım talebini karşılamaya yetmediği de açıktır. Bu durumun bir sonucu olarak, kent içi karayollarında yaşanan sıkışıklıklar ve trafik kazaları gün geçtikçe artmaktadır. Bu ölçekte büyük şehirlerde ulaşım ve ulaşım ile ilgili pekçok konuda yeni teknolojiler kullanılarak, yeni uygulamalar geliştirilmiş ve getirilmeye çalışılmaktadır.

Bu bağlamda toplu taşıma araçlarında dijital sisteme geçilmesi ve GNSS/GPS uygulamalarıyla; radyo, TV ve internet üzerinden trafik bilgisi yayımlanabilir, dijital bilgi panolu otobüs ve duraklar, trafik durumuna göre alternatif güzergahlara yönlendirilebilir. Araç hakkında ise, aracın; güzergahı, sürücüsü, bakım ve onarım bilgileri, yakıt tüketimleri, çalışma programı ve raporları bilgi olarak çözüm sürecine dahil edilebilir.

Derlenen bu bilgiler değerlendirilerek trafik bilgilerinin dinamik olarak elde edilmesi, trafik kaza analizleri, envanter çalışmaları, ulaştırma planlaması, kavşakların kontrolü, CBS ile GPS entegrasyonu ve bunların yönetimi etkin olarak yapılabilir. Bilgisayar teknolojisi ve yapay zeka (ITS) tekniklerinin gelişmesi ile ulaşım problemlerinin çözümüne yönelik uygulamalar ve akademik çalışmaların son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır. Trafik kontrol probleminin çözümüne yönelik yapay zeka tekniklerinin kullanımı da güncellenmektedir.

Kara ulaşımı ve GPS destekli ulaşım sistemlerinde ve gerçek zamanlı (real time) konum bilgisine ihtiyaç duyulan alanlarda, GNSS ile konum belirleme geniş uygulama alanları bulmuştur. GNSS, kullanıcılar için sağladığı hız, doğruluk ve güvenilirlik sayesinde hareketli objelerin konumlandırılmasında vazgeçilmez bir araç haline almıştır. GNSS teknolojisinin günümüzdeki uygulamaları bilimsel alanlarda geniş bir bölgeyi kapsamaktadır. Topoğrafya, jeodezi, hidrografi, fotogrametri, navigasyon vb. uygulamalar aktif olarak kullanım alanlarıdır. Bu uygulamalar 3 ana kategoride inceleyebiliriz.

- a. Araç filosu yönetimi ve GPS kullanarak görüntüleme.
- b. Bilgilerin toplanması ve taşımacılık altyapı tesislerinin haritalanması.
- c. Olay yönetimi ve gözetimi. (PEHLİVAN H. et al.,2005)

Bu konuda “ GNSS ile neden araç takibi yapılır? ” sorunun cevabını belirlemek konunun daha iyi kavranmasını sağlayacaktır.

- a. **Zamandan Kazandırır:** Araçları 7 gün 24 saat sürekli takip ederek iş dışı seyahatleri engeller. İşe başlama ve bitirme zamanlarını raporlar ve iş akışını optimize eder. Sürücülerle, nerede oldukları konusunda yapılan gereksiz telefon görüşmelerini ortadan kaldırır. Böylece iş gücünden önemli oranda tasarruf sağlar ve zaman kazandırır.
- b. **Yakıttan Kazandırır:** Araçların iş dışı kullanımının önüne geçerek; rölantide gereksiz yere çalışmalarını, ani hızlanmaları, yavaşlamaları, savrulmaları ve hız yapılmasını kontrol ederek kötü araç kullanımını engeller. Böylece yakıttan önemli oranda tasarruf sağlar.
- c. **Araç Bakım ve Kullanım Maliyetlerini Azaltır:** Araçların kötü kullanımını ve iş dışı seyahatler nedeniyle gereksiz yere fazla km yapılmasını engellenmesinin yanı sıra; özel yazılımlar ile araçların bakım, servis, onarım gibi faaliyetlerini de takip eder. Böylece araçların yıpranma süresini uzatarak bakım ve kullanım maliyetlerinde tasarruf sağlar.
- d. **Kontrolü Artırır:** 7 gün 24 saat takip ve detaylı raporlamalar sayesinde araçlar ve sürücüler üzerindeki kontrolü ve denetimi artırır. Araçların çalınması veya kaybolması durumunda kolayca bulunmasını sağlar.
- e. **Trafik Kurallarına Uyulmasını ve Güvenli Sürüşü Sağlar:** Araçların kötü kullanılmasını ve hız yapılmasını engelleyerek trafik kurallarına uyulmasını sağlar. Olası kaza veya acil durumunda alarm gönderir. Böylece kaza riskini düşürür, trafik cezalarını azaltır, acil durumlarda ise anında müdahale imkanı sağlar.
- f. **İnsanların Ulaşım ve Erişim Saatlerini Karşılıklı olarak Bilmeleri Zaman ve Para Tasarrufu Sağlar:** İnsanların çalışma esnasında zamanlarını programlamaları vakit kaybını önleyerek işgücü kaybının önüne geçebilir ve böylece ekonomik kayıplar en aza indirilerek yaşam kalitesi artırılır.

Araçlara konan mobil veri cihazları, GNSS uydularından aldıkları konum bilgilerini ve bağlı sensörlerden gelen sıcaklık ve benzeri telemetrik bilgileri GSM/GPRS şebekesi üzerinden hizmet veren şirketin kontrol ve iletişim merkezine aktarırlar. Gelen bilgiler özel yazılımlar sayesinde derlenir ve şirket sunucuları üzerindeki veri bankasına kaydedilir. Müşteriler araç takip ve filo yönetim yazılımları sayesinde araçlarını on-line veya geçmişe yönelik olarak izleyebilir, araçlardan gelen bilgileri görebilir, araçların alarm ve program durumlarını değiştirebilirler. Sistem isteğe bağlı olarak tüm sistem, kontrol ve iletişim merkezi de dahil olmak üzere, müşteri tarafına da kurulabilmektedir.

Kısaca; GNSS uydu takip yöntemi ile elde edilen konum, hız vb. bilgilerin uygulamaya bağlı olarak araca monte edilen diğer sensör bilgileri ile birlikte GSM/GPRS üzerinden bir merkeze iletilmesi ve kullanıcılara tamamen internet tabanlı olarak sunulması esasına dayanarak çalışır. Geliştirilen yeni nesil araç takip ve filo yönetim sistemi ile müşterilerin ve tabiki kamunun filolarını kontrol altına alma, yakıt maliyetlerinde önemli tasarruf sağlama, operasyon verimliliklerini arttırarak rekabette öne geçme olanağı sağlamaktadır.

Ulaşım sorunları son yıllarda belediyelerin öncelikleri arasında yerini almış ve hemen hemen her şehirde özel ve radikal değişimler planlanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar iki ana başlık altında toplamak mümkündür.

1. Alternatif ulaşım akslarının (örneğin çevre yolları gibi) planlanması ve yapımı.
2. Şehirdeki ulaşım sorunlarının çözümüne yönelik planlarda, toplu taşımanın yerinin en öncelikli ve üst sırada düşünülmesidir. Toplu taşıma konusunda yapılacak her geliştirme, şehir ulaşımındaki diğer tüm unsurları etkileyecektir. Bu nedenle şehirdeki ulaşımın iyi yönde değişiminin başlangıcı; Toplu Ulaşımın modernizasyonundan, şehrin yaşayanları ile barışık, tutarlı, konforlu, tercih edilir olmasından geçmektedir. Toplu taşımanın modernizasyonunda, araçların gelişmişliği kadar, şehirde yaşayan insanların toplu taşımayı kullanırken doğrudan

ya da dolaylı olarak kullanacakları teknolojik altyapı hizmetleri de büyük rol oynayacaktır.

Bu bilgiler ışığında bahsedilen hem inşaat çalışmasının en hızlı ve yüksek doğrulukta yapımının sağlanması hemde toplu taşıma başta olmak üzere tüm trafik teknolojik altyapısının kurulması çalışmasında CORS (Continuously Operating Reference stations System) teknoloji altyapısının ve uygulamalarının kullanılması sistemlerin hızlı şekilde işletmeye alınması ve aktif olarak gerçek zamanlı ve hatasız çalışması için tüm kurumlara büyük fırsat ve avantaj sağlayacaktır.

Türkiye için son derecede önemli olan CORS-TR projesi; İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) öğretim üyeleri tarafından tasarlanmış ve proje, İKÜ yürütücü olarak Harita Genel Komutanlığı (HGK) ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlükleri (TKGM) ortak müşteri sıfatıyla TÜBİTAK'a sunulmuştur. TÜBİTAK, bilimsel değerlendirmeler sonucunda 18 Nisan 2006 tarihinde bu ulusal nitelikli ve kısaca CORS-TR olarak adlandırılan "Ağ ilkesiyle çalışan gerçek zamanlı kinematik (RTK) prensipli sabit GNSS istasyonlarının kurulması ve hücrel dönüşüm parametrelerinin belirlenmesine ilişkin araştırma ve uygulama projesi" ni 1007 Kod No ile destekleme kararı almıştır. TKGM ve HGK'nın müşteri sıfatı ile katıldığı Türkiye'nin CORS ağı oluşturulma projesine (yani CORS-TR Projesine); TÜBİTAK, İKÜ, HGK ve TKGM arasında 8 Mayıs 2006 tarihinde imzalanan sözleşme ile resmen başlanılmıştır.

Halen ülkemizde yeterince bilinmediğinden gerektiği kadar kullanılmayan ve halkın kullanımına da açık olan sistem 8 Aralık 2008 tarihinde 31 aylık çalışma sonucunda tamamlanarak hizmete alınmıştır. CORS-TR "146 adet sabit referans istasyonu" ile Türkiye ve K.K.T.C'in her yerinde çalışmaya başlamıştır. Bu çalışma sonucunda ileri teknoloji ürünü ölçüm cihazları üreten tüm şirketler, CORS-TR'ye dayalı konum belirleme ölçümleri yapacak gezici GNSS aletlerini geliştirmişlerdir. CORS-TR Sistemi sayesinde kullanıcılar 24 saat boyunca tüm ülke genelinde gerçek zamanda 1-2 santimetre veya sonradan hesaplarla (post-processing) milimetreler mertebesinde koordinatlarını belirleyebilmektedirler. Böylece koordinatlar, karada, denizde ve havada; çok daha hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak hesaplanabilmekte; ulusal bir standart ve formatta üretilebilmektedir. Böylece klasik nirengi ve poligonlar bir daha kullanılmayacak duruma düşmüş olup bu yüz yıla yakın kullanılmakta olan bu sistemler tarihe karışmak üzeredir. Sistem; bakanlıklardan belediyelere ve özel firmalara kadar çok geniş bir kitle tarafından 24 saat kesintisiz kullanılabilir.

Jeodezik ölçmeler, harita ölçmeleri, GIS, planlama ve çevre uygulamaları; baraj ve köprüler gibi büyük mühendislik yapılarının inşası ve yapısal güvenlikleri bakımından izlenmesi; duyarlı navigasyon ve araç izleme, hassas tarım; iş makinası konumlama ve projeleri, proje ve altyapı ölçmeleri ile proje uygulamaları; e-devlet, e-belediye, e-ticaret uygulamaları, diğer coğrafi bilgi projeleri, sistemin hizmet alanlarına örnek olarak verilebilir. CORS-TR sayesinde ülke genelinde elde edilecek çok duyarlı koordinatlar, bilimsel çalışmalar ve araştırmalar için en önemli verilerden birisini oluşturmaktadır. (EREN, UZEL et al, 2008)

2. UYDULAR YARDIMIYLA KONUM BELİRLEME

İnsanoğlu varoluşundan itibaren nerede bulunduğunu ve istediği yere nasıl gideceğini düşünmüştür. Şekil 2.11 Zamanımızda bunlar, yapay uydu teknikleriyle sağlanmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilen bu uydu sistemine, Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS = Global Positioning System) denmektedir.



Şekil 2.1

1973 yılında ABD Savunma Bakanlığı, dünyanın her yerinde ve zamanda;

- Her türlü hava koşulunda
- Global(ortak) bir koordinat sisteminde
- Yüksek duyarlıkta
- Ekonomik olarak
- Anında

sürekli konum, hız ve zaman belirlenmesine olanak veren bir sistem geliştirmeye karar vermiştir. Başlangıçta NAVSTAR olarak anılan sistem aslında bir radyo navigasyon sistemidir.

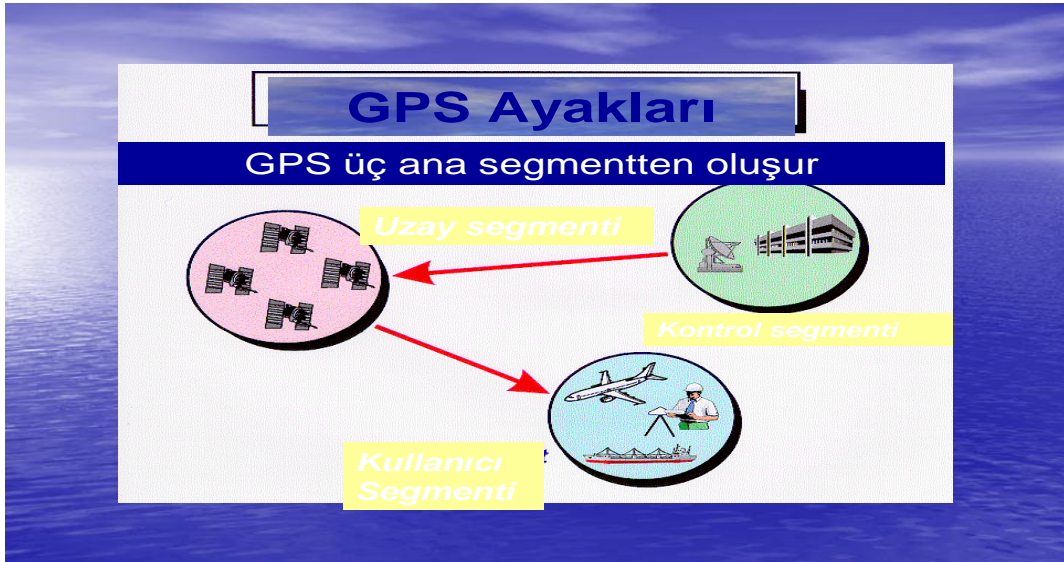
1977 yılında sistemin ilk uyduları uzaya fırlatılarak yörüngelerine oturtulmuştur. Sistem, GPS (Global Positioning System) adıyla 1985 yılında tamamen hizmete girmiştir. GPS’da dünya üzerindeki her noktanın, WGS84 Datumu’nda tanımlanmış üniform ve ünük (tek, unique) adresi vardır. Şekil 2. 2



Şekil 2.2

Sistem;

- Karada, denizde ve havada navigasyon,
- Akıllı araç takibi,
- Arama kurtarma,
- Haritalama,
- Coğrafi bilgi sistemi tasarlama,
- Ölçme vb. uygulamalarda etkin olarak kullanılmaktadır.

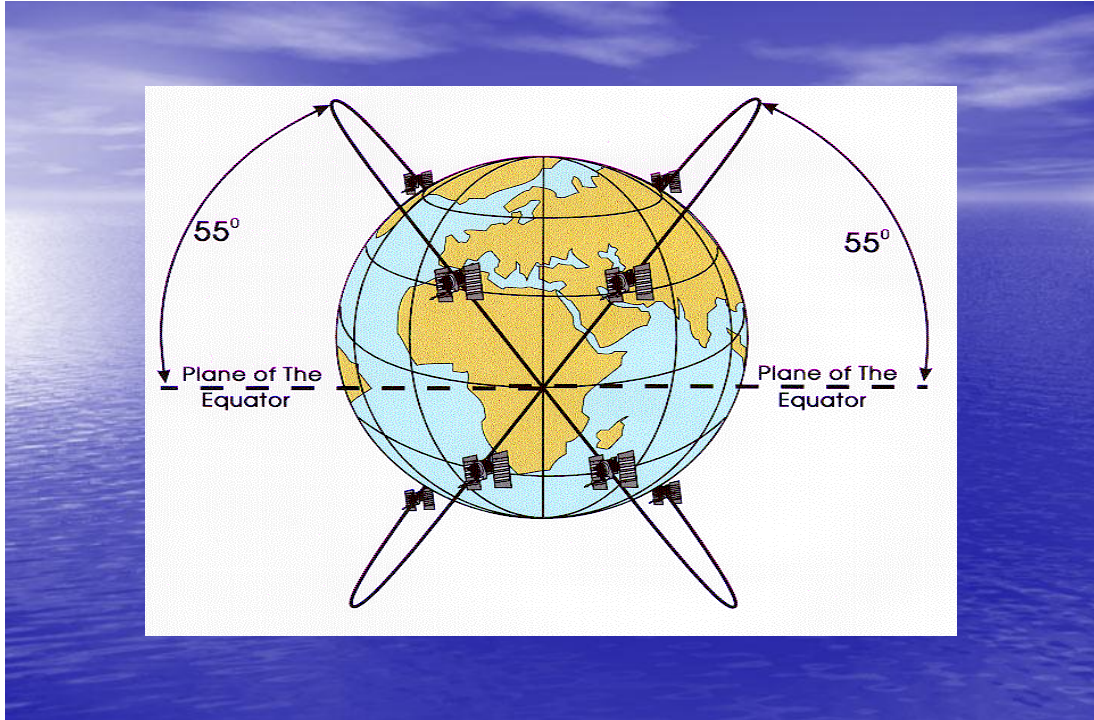


Şekil 2.3 GPS'in Ayakları

GPS, üç ayaktan oluşmaktadır. Bunlar;

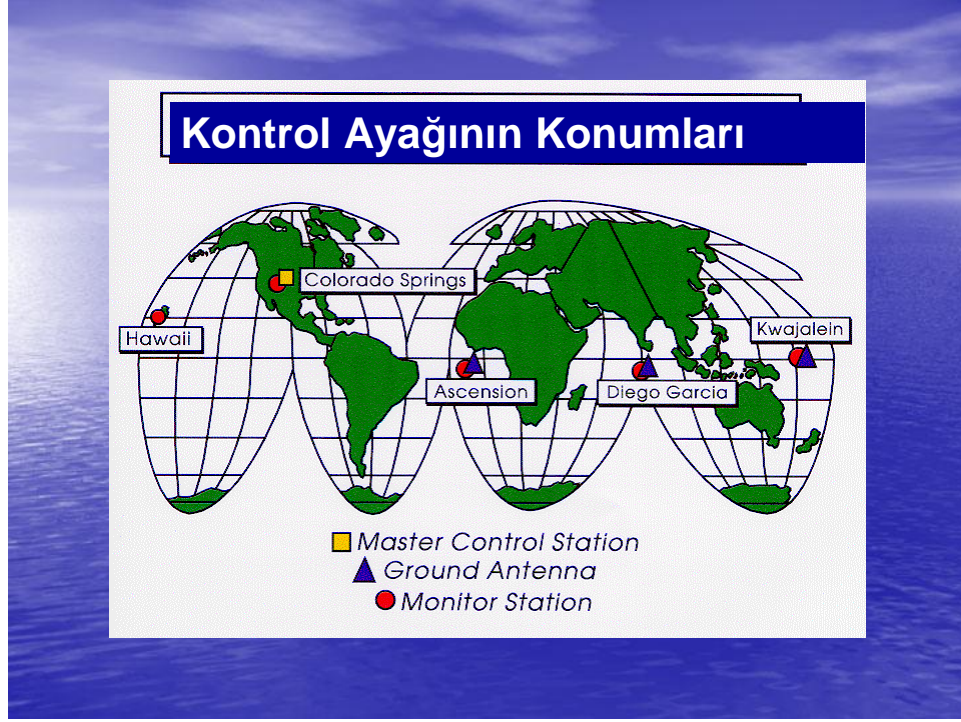
- Uzay ayağı,
- Kontrol ayağı,
- Kullanıcı ayağı'dır. Şekil 2. 3

Uzay ayağı, yaklaşık 20250 km yukarıdaki yörüngelerinde dönen 21'i operasyonel, 3'ü yedek 24 yapay uydudan oluşmaktadır. Uyduların ağırlıkları 900 kg kadardır. Her uyduda Cesium saatleri ve bilgisayar vardır. Bunların işletim enerjisi yaklaşık 5 m uzunluğundaki iki güneş panelinden sağlamaktadır. Ömürleri 7,5 yıl kadardır. Yaklaşık 20250 km yüksekte dönen bu uyduların periyodları 12 saattir. Yani her uydu dünyanın çevresini günde iki kez turlamaktadır. Uydular, ekvator düzlemiyle 55° açı yapan 6 yörünge düzleminde dönmektedirler. Her yörüngede 4 uydu vardır. Şekil 2. 4

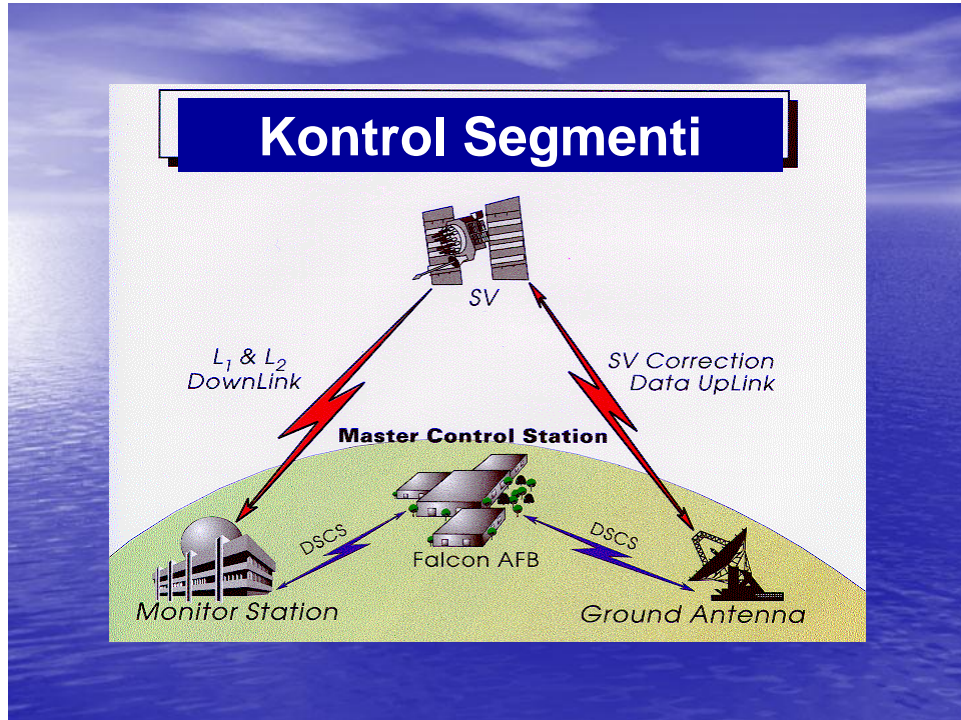


Şekil 2.4 GPS Uydularının Yörüngeleri

Kontrol ayağı, konumları Şekil 2. 3'te gösterilen bir ana (master) kontrol istasyonu ile dört yer anteni ve izleme istasyonundan oluşur, Şekil 5. Yer antenleriyle alınan sinyaller, Colorado Springs (ABD)'de konuşlandırılan master istasyona gönderilir. Gelen sinyaller değerlendirilerek her uydunun 0-12 ve 12-24 saatleri arasındaki yörüngeleri ve saat düzeltmeleri hesaplanarak izleme istasyonlarına gönderilir. Gelen bu bilgiler, yer antenleri vasıtasıyla ilgili uydulara gönderilir. Her uydu, aldıkları bu üzeltmiş zaman ve yörünge bilgilerini 0-12 ve 12-24 saatleri arasında yayımlar. Şekil 2. 5

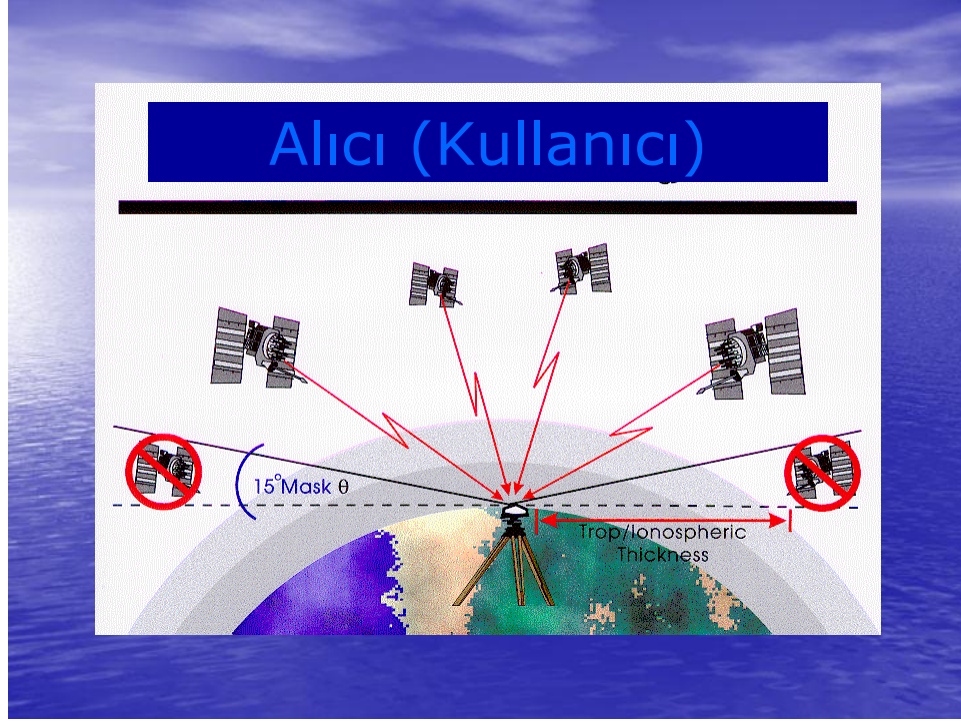


Şekil 2.5 Gps Kontrol İstasyonlarının Konumları



Şekil 2.6 Kontrol Ayağının İşlevleri

Alıcı (Kullanıcı), uydulardan gönderilen bu bilgileri alarak kendi konumunu belirler.



Şekil 2.7 GPS Alıcı (Kullanıcı)

GPS'te ölçülen sadece uydu ile alıcı arasındaki uzunluktur. Bunun için sinyalin uydudan gönderildiği zaman ile alıcıya ulaştığı zaman belirlenir. Uydudan t_0 anında gönderilen bir sinyal, dünya üzerindeki alıcıya t_1 zamanında gelir. Uydu ile alıcı arasındaki uzaklık,

$$S_A^i = v.(t_1 - t_0) \quad (2.1)$$

formülüyle ifade edilebilir. Burada v gönderilen elektromanyetik dalganın hızıdır, (yaklaşık 300 000 km/s). Bu uzunluk, uydunun sinyali gönderdiği andaki koordinatları (X,Y,Z) ve alıcının koordinatları (x,y,z) olarak gösterilirse:

$$S_A^i = v.(t_1 - t_0) = ((X - x)^2 + (Y - y)^2 + (Z - z)^2)^{1/2} + dt \quad (2.2)$$

yazılabilir. Her uydunun yörüngesi (X,Y,Z) bilindiğinden bu formüldeki bilinmeyenler, alıcının koordinat değerleri (x,y,z) ile alıcı saat hatası dt dir. Yani bu denklemde 4 bilinmeyen vardır. Böyle bir sistemin çözülmesi için en az 4 denkleme ihtiyaç vardır. Yani en az 4 uydudan sinyal alınması gerekir.

Her uydu, iki frekans üzerinden sinyal gönderir. Bunlar;

- 1575,42 MHz frekanslı L1 taşıyıcı sinyali,
- 1227,60 MHz frekanslı L2 taşıyıcı sinyali

olarak isimlendirilir. PRN (Pseudo-Random Noise) olarak adlandırılan bu süperempoze sinyaller, her uydu için farklıdır. Bu sinyaller;

- C/A Code (Coarse Acquisition Code)

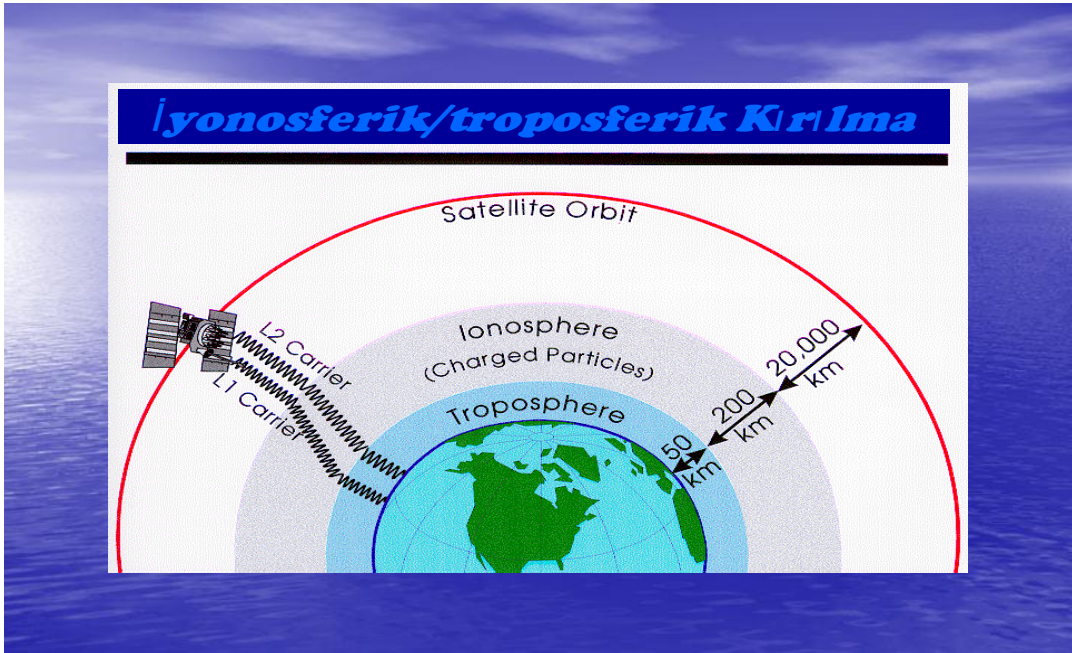
- P-Code (Precise Code) olarak tanımlanır.

Her kod bir anahtardır. Bir alıcı, her uydunun kendi kodunu bilir; Her kodun benzerini üretir ve uydudan gönderilen kodun gecikme zamanını ölçer. Şekil 2. 8



Şekil 2.8 GPS Kodları ve Gecikme Süresi

Uydudan gönderilen bir elektromanyetik dalga, sırasıyla yaklaşık 20.000 km lik boşluktan, 200 km'lik şarjlı partiküllerin bulunduğu iyonosfer tabakasından ve 50 km'lik troposfer tabakasından geçerek alıcıya ulaşır. Dalga, iyonosferik ve troposferik etkilerde bu tabakalarda kırılır ve hızı azalır. Şekil 2. 9. Bu etkiler nedeniyle gecikme hataları oluşur.



Şekil 2.9 İyonosferik ve Troposferik Etkiler

Genel GPS hataları ve etkileri Tablo 2. 1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1 GPS Konum Hataları ve Etkileri

| HATA TÜRÜ | MUTLAK | BAĞIL | ETKİ |
|------------------------------|--------|---------------|-----------|
| Gürültü (Cızırtı) (Kod) | 500mm | 500mm | Tesadüfi |
| Gürültü (Cızırtı) (Taşıyıcı) | 0.5mm | 0.5mm | Tesadüfi |
| Yansımalar (Kod) | <10 m | <10 m | Sistemik |
| Yansımalar (Taşıyıcı) | <10 mm | <10 mm | Sistemik |
| Uydu yörüngesi | 20m | 1ppm | Ölçek |
| Troposfer (0-15km) | <30 m | <10 mm | Yükseklik |
| İyonosfer (70-1000km) | <100 m | <50 ppm | Ölçek |
| | | | |
| Günümüzde ulaşılabilen | | 10 mm+1-3 ppm | |
| Sanal kavram | | 10 mm+ 0 ppm | |

Kısa zamanda daha doğru konumlama bilgileri elde etmek için diferansiyel düzeltme yapılır. Şekil 2. 10. Buna Diferansiyel GPS (DGPS) denir. Bu yöntemde iki alıcı kullanılır. Bunlardan biri koordinatları bilinen bir noktaya konur, diğeri ise koordinatları belirlenecek noktaya konur. Böyle bir yönetimin etki alanı 8-10 km yarıçaplı bir dairedir.



Şekil 2.10 Diferansiyel GPS

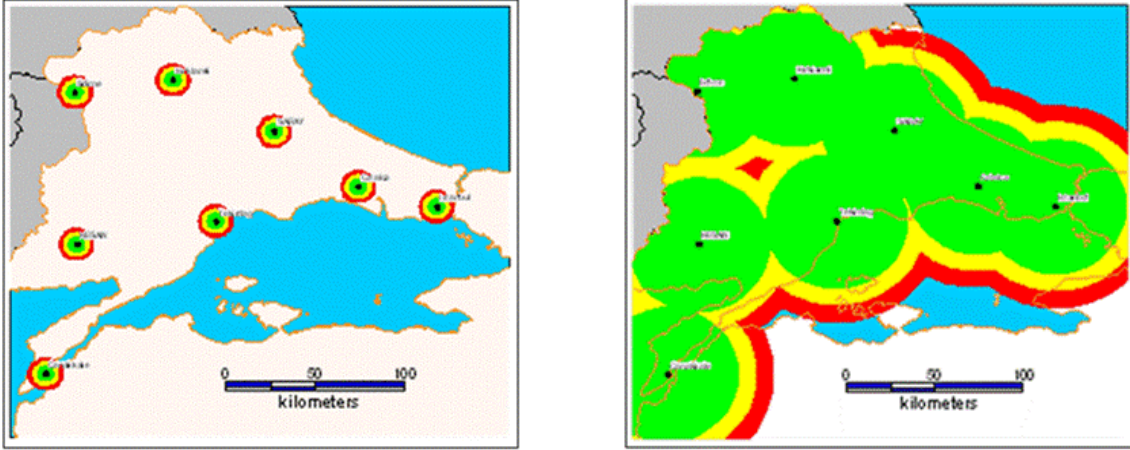
(Şekil 1-10 FRENCH G.T., Understanding The GPS 2005’den alınmıştır.)

Günümüzde Amerika’nın GPS sisteminden başka Rusya’nın GLONASS, Avrupa Birliği’nin Galileo, Çin’in COMPASS/Beidou, Hindistan’ın IRNSS ve Japonya’nın QZSS isimli sistemleri vardır. Bunların tümü, GNSS (Global Navigation Satellite Systems) olarak isimlendirilmektedir.

3. CORS-TR

3.1. CORS-TR PROJESİ

Yukarıda da değinildiği gibi kısa zamanda daha duyarlıklı konum belirleme yöntemi DGPS'tir. DGPS ile konum belirleme, sabit istasyondan en fazla 8-10 km yarıçapındaki bir alanda yapılabilmektedir. Şekil 3.1 Oysa sabit istasyonlardan oluşan bir ağ kurulursa etki alanı, çok daha geniş olmaktadır. Şekil 3.2

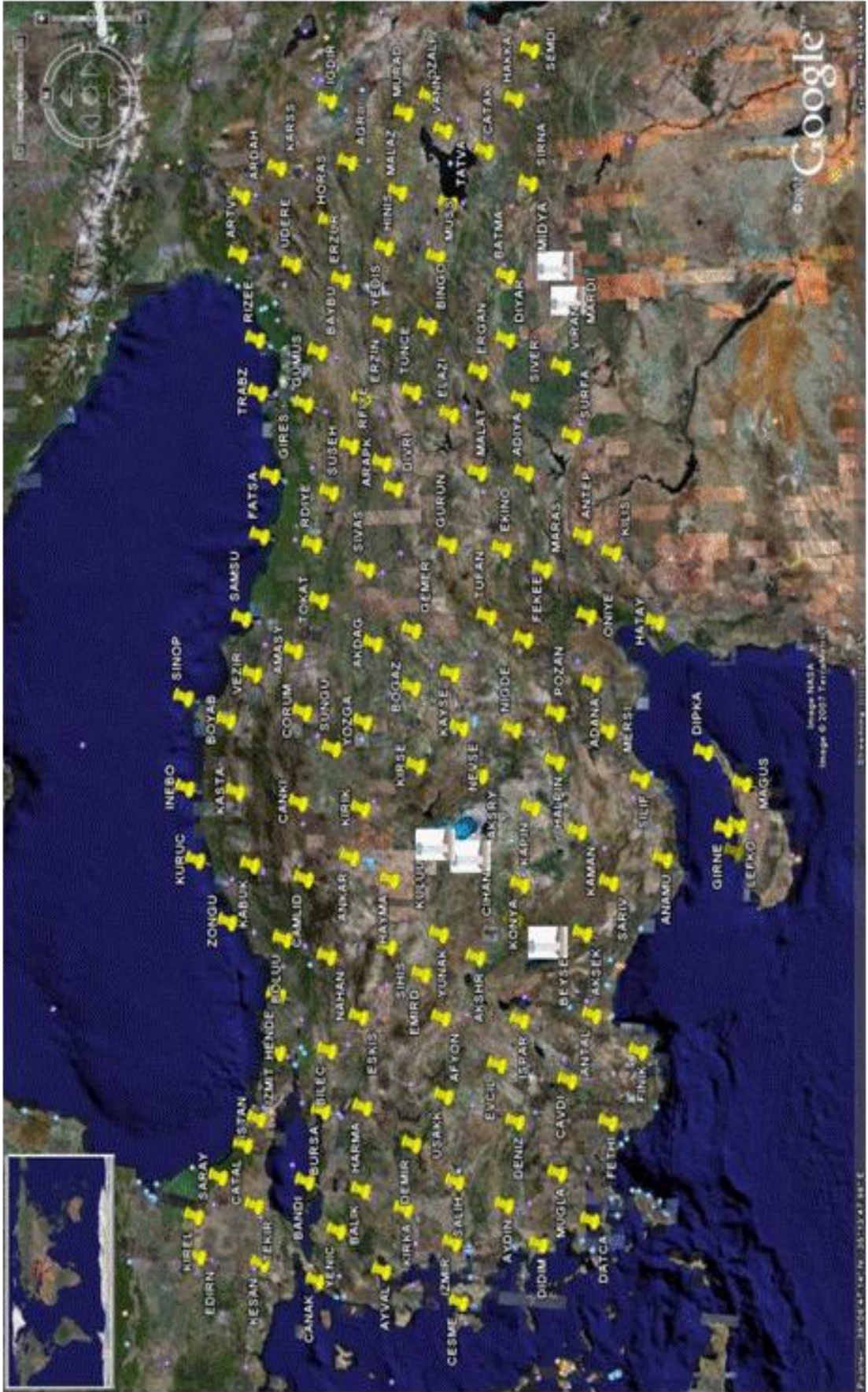


Şekil 3.1 Klasik RTK Yaklaşımı (5, 7.5 ve 10 km) Şekil 3.2 Aktif Cors Yaklaşımı (40, 50 km)

İstanbul Kültür Üniversitesi'nin iki öğretim üyesi, ülkemizin bu sorununa çözüm bulmak amacıyla kaynak araştırmaya başlamıştır. Bu arada TÜBİTAK, "Ülkemizin rekabet gücünü ve refahını artırmak ve sürekli kılmak için toplumun her kesimi ve ilgili kurumlarla işbirliği içinde, ulusal önceliklerimiz doğrultusunda bilim ve teknoloji politikaları geliştirmek, bunları gerçekleştirecek altyapı ve araçları oluşturmaya katkı sağlamak, araştırma ve geliştirme faaliyetlerini desteklemek ve yürütmek, bilim ve teknoloji kültürü oluşturmada öncü rol oynamak" olarak tanımladığı misyonu çerçevesinde, kamu kurumlarının araştırma çalışmaları ile çözümlenemeyecek sorunlarını ele alan projeleri desteklemek amacıyla 10 Mart 2005 tarihli Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu kararı ile yeni bir program başlatmıştır. İKÜ, bu konuda en fazla gereksinimi olan Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nü de yanına alarak hazırladığı "Ulusal CORS sisteminin kurulması ve Hücresel Datum Dönüşümü" isimli projesine destek bulmak amacıyla bu programa başvurmuştur. Sonradan Harita Genel Komutanlığı da müşterek müşteri sıfatıyla projeye katılmıştır. Proje, TÜBİTAK'ın yaklaşık 7,5 milyon TL desteğiyle 8.12.2008 tarihinde başlamış, 8.5.2009 tarihinde tamamlanarak çalışır halde, bundan sonraki işletimi için müşterek müşteriler olarak TKGM ve HGK'a devredilmiştir. Sistem, halen kusursuz olarak hizmet vermektedir.

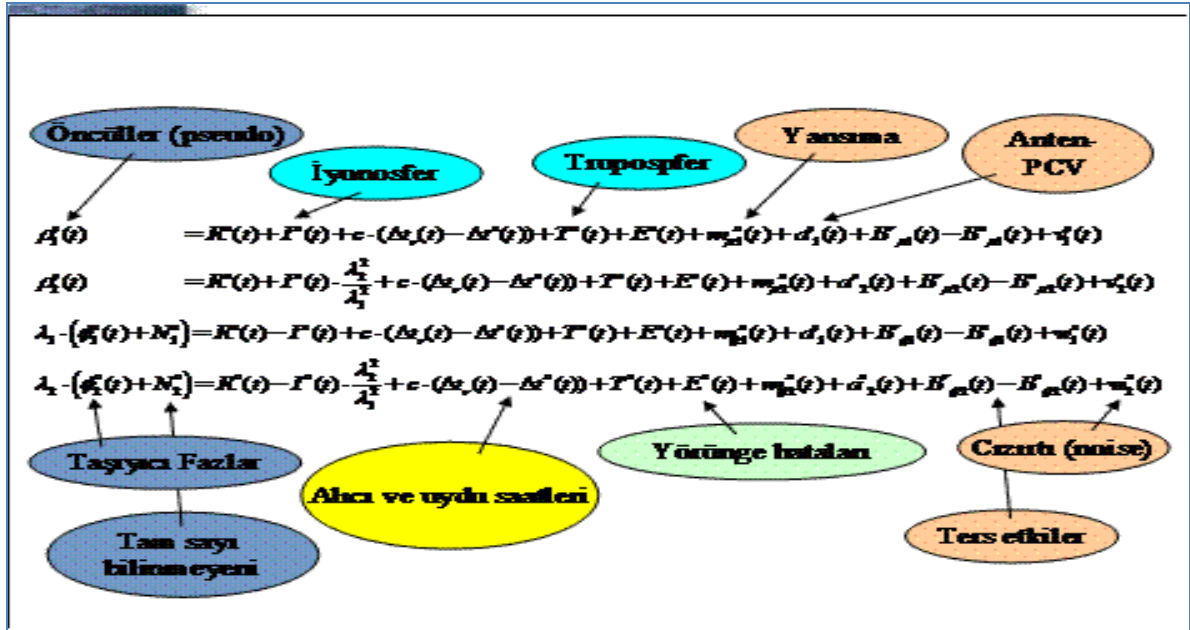
CORS-TR olarak isimlendirilen sistem, Türkiye'nin her yerinde her gün 24 saat santimetreler duyarlığında konum belirleme olanağı sağlamaktadır.

CORS-TR, Şekil 3.11'te görüldüğü gibi 147 sabit GPS referans istasyonundan oluşmaktadır.



Şekil 3.3 CORS-TR İstasyonlarının Konumları (147 İstasyon, 80-100 Km Mesafelerde)

Sürekli olarak uydulardan gelen sinyalleri alan bu istasyonların koordinatları, (TKGM'deki ana kontrol merkezinde) hesaplanır ve kendilerine bildirilir. 1 saniye içerisinde yapılan bu işlem her defasında,



denkleminin çözümlenmesini içerir. Örneğin 12 uydudan iki frekans üzerinden veri alan n=150 noktalı bir Kalman filtresi durum vektörü;

| | | |
|---------------------|-------|---------|
| İyonosferik etki | nxm | = 1.800 |
| Troposferik gecikme | nx3 | = 300 |
| Efemeris hataları | mx6 | = 72 |
| Alıcı saat hataları | n | = 150 |
| Uydü saat hataları | m | = 12 |
| Belirsizlikler | nxmx2 | = 3.600 |

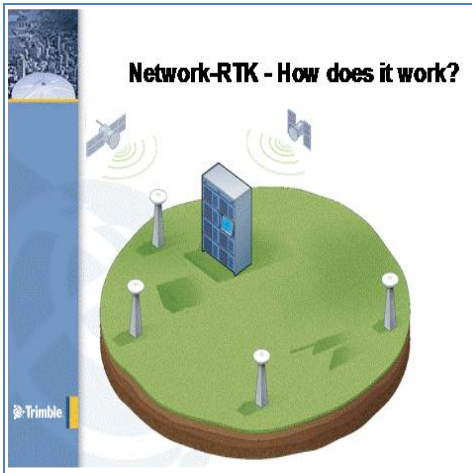
olmak üzere 5.934 bilinmeyenlidir. Bu denli büyük bir denklem takımının çözümünde merkezleştirilmiş (centralized) filtre yerine birleşik (federated) filtre kullanılarak CPU işlem zamanı kısaltılır. Sabit referans istasyonlarının konum inceliği birkaç mm mertebesindedir. (EREN, UZEL et al, 2008)

Her sabit referans istasyonu ana kontrol merkezinde hesaplanarak bildirilen koordinat değerlerini, o anda ölçtüğü koordinat değerleriyle karşılaştırır. Aradaki farkları, düzeltme değerleri olarak yayımlar. Uygulayıcı, ise ölçtüğü koordinat değerlerinden bu düzeltme değerlerini çıkartarak anlık konumlarını birkaç santimetre duyarlıkla belirler. Şekil 3.12

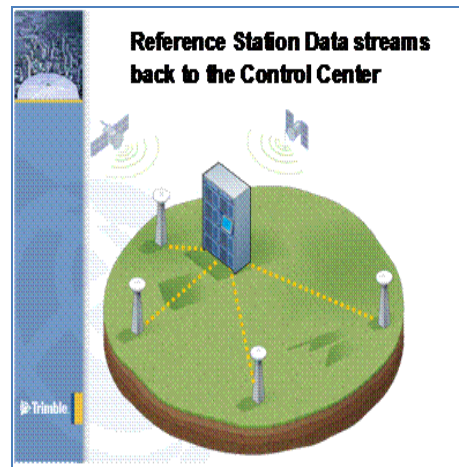


Şekil 3.4 Aktif Cors Konfigurasyonu

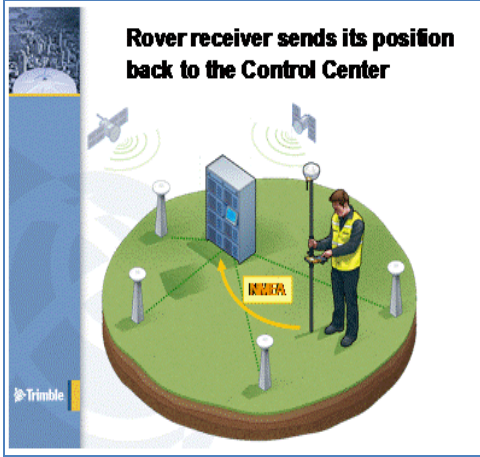
CORS-TR, dünyada yaygın olarak kullanılan FKP, VRS ve MAC tekniğiyle de çalışabilir. Örnek olarak RTK'nın işleyişi Şekil 3. 5 - 3. 6'da gösterilmektedir. (EREN, UZEL et al, 2008)



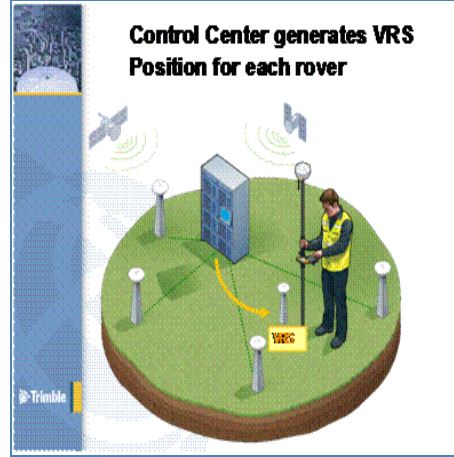
Şekil 3.5 Uydular, Sabit Referans İstasyonları Kontrol Merkezi



Şekil 3.6 Referans İstasyonları, ve Kontrol Verileri Kontrol Merkezine İletir



Şekil 3.7 Gezici, Kendi Konum Bilgisini Kontrol Merkezine Bildirir



Şekil 3.8 Kontrol Merkezi Her Gezici İçin VRS Konumunu Üretir

3.2. DATUM DÖNÜŞÜMÜ

Yıllardır çözüm bekleyen ulusal datum dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi, bu proje ile çözüme kavuşmuştur. Geçmişte ulusal nitelikteki haritalar ve harita bilgileri ED50 datumunda üretilmiştir. Ülkemizde ED50 datumundan ITRFyy datumuna geçiş 2001 yılında gerçekleşmiştir. Coğrafi verilerin entegrasyonu için ED50 datumundaki 600,000 üzerindeki haritanın ve harita bilgilerinin ITRFyy datumuna aktarılması gerekmektedir. Söz konusu aktarmayı yapabilmek için dm duyarlılıkta hücresel dönüşüm parametrelerine gereksinim bulunmaktadır. Zorunlu olan bu dönüşüm parametrelerini hesaplayabilmek için proje kapsamında incelemeler ve araştırmalar yapılmış ve yaklaşık 10 km aralıklarda ED50 jeodezik noktalarında ITRFyy koordinatlarının belirlenmesi kararlaştırılmıştır. Önce kurumlardan “2000 sonrası yapılan projelerde” ölçülen ED50 noktaları derlenmiş ve böylece 3468 ortak nokta bulunmuştur. (EREN, UZEL et al, 2008)

TUTGA-99A; üç boyutlu jeosentrik ITRF96 koordinat sisteminde GRS-80 elipsoidine göre tanımlı; ED-50 ise uluslararası elipsoid ve jeosentrik olmayan üç boyutlu koordinat sistemine sahiptir ve elipsoid ve koordinat sistemleri (datum) arasında kayıklık, dönüklük ve ölçek farklılığı ile elipsoid boyutlarından kaynaklanan farklar mevcuttur.

TUTGA-99A ve ED-50 koordinat sistemleri arasındaki dönüşümde, her iki sistemde ortak noktaların koordinatları arasındaki farkların, geometrik ve fiziksel nedenlerden kaynaklandığı öngörülerek bu iki sistem arasındaki dönüşümün, önce ortak noktalarda enlem ve boylam farklarının;

$$d\phi = \phi_{TUTGA99A} - \phi_{ED50}$$

$$d\lambda = \lambda_{TUTGA99A} - \lambda_{ED50}$$

Kriging yöntemi ile gridlenmesi ve daha sonra bu grid veriden yararlanılarak herhangi bir noktada farkların enterpolasyonu alınmak üzere aşamalı yapılması düşünülmüştür. (DEWHURST et al, 1990)

TUTGA-99A ve ED-50 arasındaki dönüşümü modellemek için kaba hatalardan arındırılmış koordinatları bilinen ve “Şekil 38” de verilen toplam 6324 noktadan dublike olan ve düzeltmeleri 1.5 m’yi geçen ölçüler hatalı olarak değerlendirilerek ayıklanmış ve verilen 4024 nokta kullanılmıştır. Datum noktasında kullanılan ortak noktalarla ilgili bilgiler “ Tablo 3. 1” de gösterilmiştir. (EREN, UZEL et al, 2008)

Tablo 3.1 Datum Dönüşümünde Kullanılan Ortak Noktalar

| NO | AÇIKLAMA | SAYI |
|---|-------------------------------------|-------------|
| Derlenen ortak noktalar | | |
| 1 | TKGM orijinal ortak nokta sayısı | 3986 |
| 2 | HGK orijinal ortak nokta sayısı | 815 |
| 3 | IBB orijinal ortak nokta sayısı | 122 |
| 4 | CORS-TR Ölçüleri ortak nokta sayısı | 1401 |
| | | 6324 |
| Editleme (duplikasyon ve kaba hata) sonrası ortak noktalar | | |
| 1 | TKGM Noktaları | 2217 |
| 2 | HGK Noktaları | 663 |
| 3 | IBB Noktaları | 118 |
| 4 | CORS-TR Ölçüleri Ortak Nokta Sayısı | 1026 |
| | | 4024 |

Yukarıda bahsedilen 4024 ortak nokta kullanılarak aşağıdaki değişik matematik modellerle datum dönüşüm hesapları yapılmıştır;

- *Helmert transformasyonu,*
- *Multiple regresyon (multiple regression),*
- *Kriging,*
- *Delaunay üçgenleri,*
- *Minimum eğrilik yüzeyi (Minimum curvature surface).*

Datum dönüşümü sonucunda elde edilen istatistikler Tablo 3. 3’te verilmektedir. Anılan tablodan görülebileceği gibi Minimum Eğrilik Düzeyi ile Kriging yöntemleri en iyi sonucu vermektedir. Enlemde 0.18 m ve boylamda 0.20 m düzeltme ile Kriging, Minimum Eğrilik Düzeyinden de daha iyi sonuç verdiği için CORS-TR Datum Dönüşümü için bu yöntemin kullanılmasına karar verilmiştir. Yukarıda geliştirilen Minimum Eğrilik Yüzeyi ve Kriging dönüşüm hesapları ülke genelinde kullanılabilmesi için kodlanmış ve TRCON Paketi geliştirilmiştir. Datum Dönüşümü ile ilgili olarak detaylı bir rapor olan “**CORS-TR Datum Dönüşüm Raporu**” bir kitapçık halinde hazırlanmış; proje kapsamında TÜBİTAK ve Müşteri Kurumlara sunulmuştur. (EREN, UZEL et al, 2008)

Tablo 3.2 Datum Dönüşümü Kullanılan Teknikler-Hesaplarla İlgili İstatistikler

| | Helmert Enlem Düzeltmesi | Helmert Boylam Düzeltmesi | Multireg Enlem Düzeltmesi | Multireg Boylam Düzeltmesi | Kriging Enlem Düzeltmesi | Kriging Boylam Düzeltmesi | Min Curv Enlem Düzeltmesi | Min Curv Boylam Düzeltmesi |
|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Min (") | 0.1187 | -0.0913 | -0.0568 | -0.0832 | -0.0358 | -0.0794 | -0.0513 | -0.0757 |
| Max (") | 0.1155 | 0.1255 | 0.0569 | 0.0939 | 0.0460 | 0.0569 | 0.0452 | 0.0609 |
| RMS (") | 0.0288 | 0.0311 | 0.0124 | 0.0172 | 0.0058 | 0.0082 | 0.0061 | 0.0087 |
| RMS (m) | 0.89 | 0.75 | 0.30 | 0.41 | 0.18 | 0.20 | 0.15 | 0.27 |

3.3. CORS-TR’İN SAĞLADIKLARI

CORS-TR, ülkemizde yepyeni uygulamalara öncülük edecek ve sağladığı gerçek konum değerleriyle altlık oluşturacaktır. Bunlardan bazıları;

- * Deprem erken uyarı sistemleri ARGE çalışmaları,
- * Depremlerin önceden saptanması ARGE çalışmaları,
- * Geoidin daha hassas belirlenmesi,
- * İyonosfer araştırmaları,
- * Troposfer araştırmaları ve hassas meteorolojik tahminler,
- * Küresel afet bilgilerine gerçek veri sağlama,
- * Bölgesel afetlerin belirlenmesi ve afet yönetim sistemleri oluşturma;
Sel, yamaç kayması, deprem, çığ düşmesi, fırtına (afet) yönetim sistemleri,
- * Kıyı kenar çizgilerinin belirlenmesi,
- * Deniz ulaşımı, yönlendirme ve takip sistemleri,
- * Kara ulaşımı, yönlendirme ve takip sistemleri,
- * Hava ulaşımı, yönlendirme ve takip sistemleri,
- * Kullanıcısız araç sistemleri ARGE,
- * Deniz yapıları (marine structures) proje ve uygulamaları,

- * Gemi yaklaşımı için deniz tabanı taraması (İskandil),
- * Deniz, göl, nehir kirliliğinin belirlenmesi ve temizlemesinde hassas konumlama,
- * Büyük barajların sürekli gözetimi ve merkezi erken uyarı sistemleri tasarımı,
- * Hassas tarım,
- * İnsansız tarım,
- * Uzaktan algılama için hassas konum belirleme,
- * Fotogrametri için hassas konum belirleme,
- * Arkeoloji için hassas konum belirleme,
- * Mühendislik projeleri ölçüm ve uygulamaları, vd.'dir. (EREN, UZEL et al, 2008)

CORS-TR Sistemi sayesinde kullanıcılar 24 saat boyunca tüm ülke genelinde gerçek zamanda santimetreler veya sonradan hesaplarla (post-processing) milimetreler mertebesinde koordinatlarını belirleyebilmektedirler. Böylece koordinatlar, karada, denizde ve havada;

- ❖ *Çok daha hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak hesaplanabilmekte,*
- ❖ *Ulusal bir standart ve formatta üretilebilmektedir. Böylece klasik nirengi ve poligonlar bir daha kullanılmayacak ve tarihe karımak üzeredir.*

Sistem; bakanlıklardan belediyelere ve özel firmalara kadar çok geniş bir kitle tarafından 24 saat kesintisiz kullanılabilir. Jeodezik ölçmeler, harita ölçmeleri, GIS, planlama ve çevre uygulamaları; baraj ve köprüler gibi büyük mühendislik yapılarının inşası ve yapısal güvenlikleri bakımından izlenmesi; duyarlı navigasyon ve araç izleme, hassas tarım; iş makinası konumlama ve projeleri, proje ve altyapı ölçmeleri ile proje uygulamaları; e-devlet, e-belediye, e-ticaret uygulamaları, diğer coğrafi bilgi projeleri, sistemin hizmet alanlarına örnek olarak verilebilir. (EREN, UZEL et al, 2008)

CORS-TR sayesinde ülke genelinde elde edilecek çok duyarlı koordinatlar, bilimsel çalışmalar ve araştırmalar için en önemli verilerden birisini oluşturmaktadır. Böylesine hassas verilerin kullanılacağı bazı alanlar şunlardır:

- * *Deprem mühendisliği, jeofizik ve sismoloji araştırma ve uygulama çalışmaları,*
- * *Depremlerin önceden bilinmesi ve erken uyarı araştırma ve uygulama çalışmaları,*
- * *Deformasyon ve plaka hareketlerinin izlenmesi,*
- * *Meteorolojik çalışmalar (Troposfer ve iyonosfer modellenmesi, meteorolojik tahminler, vd.*



Şekil 3.9 Konumlama Uygulamaları

Aktif CORS yaklaşımı son derece önemlidir. Çünkü aşağıda özet olarak belirtilen avantajları sağlamaktadır:

- *40 – 50 km baz uzunluklarına kadar gezici alıcılarda çözüm,*
- *Ulusal koordinat sisteminde (ITRFyy) otomatik çözüm,*
- *Sistemik hataların giderilmesi;*
 - *Klasik yaklaşımda 1 metreye kadar çıkan hatalar*
 - *CORS yaklaşımında $< 1 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$*
- *Arazi ölçü sürelerinin önemli ölçüde azalması,*
- *Daha uzun mesafelerde RTK ölçülerinin mümkün olması;*
 - *Standart RTK $< 5 - 10 \text{ km}$*
 - *CORS ile $< \sim 40 - 50 \text{ km}$*
- *RTK ölçülerinin daha güvenli olması.*

Aktif CORS hem mevcut GPS alıcılarını hem de yeni GNSS alıcılarını daha verimli kullanmaya; gayet hızlı, ekonomik ve sağlıklı koordinatlar üretmeye olanak verecek bir sistem olarak değerlendirilebilir. Daha önce de belirtildiği gibi CORS-TR Ağ yaklaşımı sayesinde statik ve RTK konum belirlemeler, bir-iki dakikaya hatta saniyelere inmektedir. RTK ölçüleri halinde bile referans istasyonundan 50 km uzaklığa kadar çözüm sağlanabilmektedir. Böylesine kolay ve ekonomik belirlenen noktalar ise pahalı tesisler yerine gayet pratik ve ucuz malzemelerle arazide işaretlenebilmektedir. (EREN, UZEL et al, 2008)

Ülke genelinde kullanıcılar karada, havada ve denizde;

- * GPS veya GNSS alıcıları ile kontrol merkezine bağlanarak RTK yöntemiyle saniyeler içinde ; “cm” mertebesinde koordinatlar belirlenebilmektedir.
- * Navigasyon alıcıları ile kontrol merkezi RTCM yayınları sayesinde RDGPS yöntemiyle gerçek zamanda “dm” mertebesinde koordinat belirleyebilmektedirler.

Böylece sistem ülke genelinde;

- Tüm coğrafi bilgi teknolojilerine altlık oluşturacaktır. (Jeodezik nokta ölçüleri, topoğrafik ölçüler; kadastro ölçüleri, mühendislik ölçmeleri, demiryolları, karayolları vd. altyapı mühendisliğinde planlama, projelendirme ve uygulama projeleri; planlama ve imar ölçüleri; hidrografik ölçüler; çevre, e-devlet, e-belediye, e-ticaret uygulamaları kapsamında yersel ölçüler, planlamalar, projendirmeler ve uygulamalar, vd.)
- Binlerce GPS / GNSS alıcısının kendi referans istasyonuna gereksinim olmaksızın gözlem yapabilmesine olanak vermektedir.

Jeodezik kontrol noktalarında yer tesisi yapma zorunluluğunu büyük ölçüde kaldırmıştır. (EREN, UZEL et al, 2008)

Buradaki uygulamadan TKGM ve HGK başta olmak üzere kamu kurumları, tüm belediyeler, binlerce harita firması, altyapı ve mühendislik firmaları vd. yararlanmaktadır. Sistemin diğer kullanıcılarından bazıları şunlardır. :

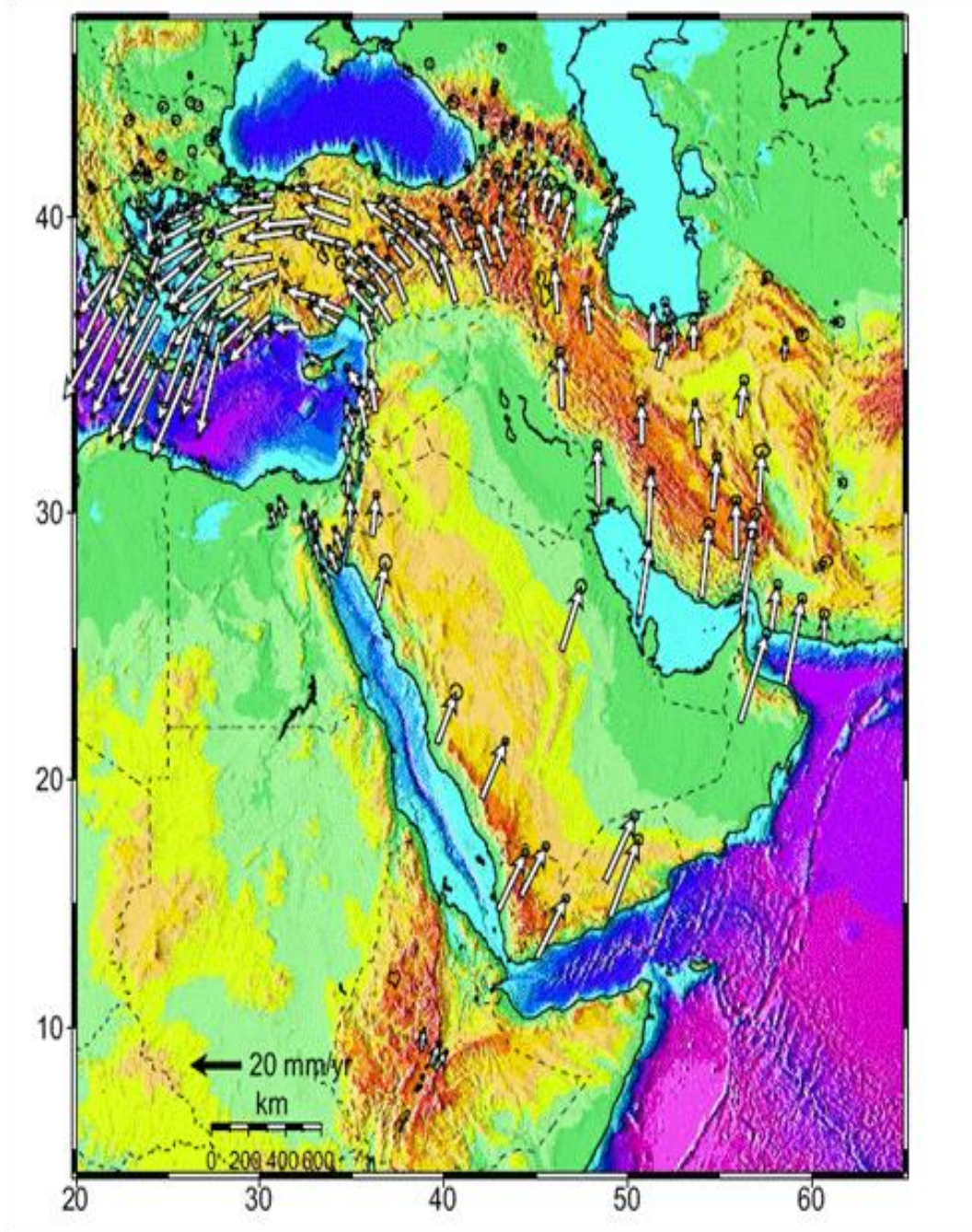
Büyük yada küçük tüm Belediyeler, Üniversiteler, Milli Savunma Bakanlığı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Tarım, Orman ve Çevre Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, Enerji Bakanlığı, İller Bankası, Afet İşleri Genel Müdürlüğü (deformasyon / deplasman belirlemesi), Deniz Müsteşarlığı, TCK, TCDD, DSİ, TEAŞ / TEDAŞ, GAP İdaresi, Askeri Kuruluşlar, BOTAŞ, vd.

Belediyeler sistemin önemli kullanıcılarından birisidir. Bu kuruluşlar halihazır ve plankote harita yapımında, imar planı yapım ve uygulamalarında, aplikasyon çalışmalarında, altyapı ve diğer mühendislik çalışmalarında, kamulaştırmada, ulaşımda vd. bir çok uygulamada sistemi daha etkin olarak kullanacaktır. Sistemin diğer en önemli kullanıcıları, doğal olarak projenin ortak müşterileri olan TKGM ve HGK' dır. (EREN, UZEL et al, 2008)

CORS-TR sayesinde ülke genelinde elde edilecek çok duyarlı koordinatlar, bilimsel çalışmalar ve araştırmalar için en önemli verilerden birisini oluşturmaktadır. Böylesine hassas verilerin kullanılabilceği bazı alanlar şunlardır;

- *Deprem mühendisliği, jeofizik ve sismoloji çalışmaları,*
- *Depremlerin önceden bilinmesi ve erken uyarı çalışmaları,*
- *Deformasyon ve plaka hareketlerinin izlenmesi,*
- *Meteorolojik çalışmalar (troposfer ve iyonosferin modellenmesi; daha hassas meteorolojik tahminler, vb.)*

Bilindiği gibi Türkiye bir deprem ülkesidir. Kuzey Anadolu Fay Hattı boyunca 1939 tarihinden bu güne kadar dokuzdan fazla büyük deprem olmuştur. Avrasya plakasına göre Arap plakasının kuzey yönünde ve Anadolu plakasının da batı yönünde deplasmanı söz konusudur. (Şekil 3.10) Plaka hareketleri ve deformasyonları şimdiye kadar yerel ağlarda değişik periyotlarda yapılmaktaydı. Bundan sonra CORS-TR kullanılarak Türkiye genelinde mm'ler mertebesinde plaka hareketleri izlenebilecektir. Yalnız bu katkı bile deprem mühendisliği çalışmalarında bir devrim niteliğindedir. (EREN, UZEL et al, 2008)



Şekil 3.10 Avrasya Levhasına Göre Hız Vektörleri

4. İSTANBUL'UN ULAŞIM SİSTEMİ VE SORUNLARININ ÇÖZÜMÜNDE CORS-TR'NİN KULLANIMI

CORS-TR, yukarıda da değinildiği gibi Mayıs 2009 tarihinden beri Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde her gün 24 saat kesintisiz olarak hizmet vermektedir. Bu nedenle tüm karayolları, denizyolları ve raylı ulaşım sistemlerine ait projelerin tasarımında ve uygulamasında etkinlikle kullanılmaktadır. Sistemin sağladığı doğruluk, hız ve ekonomi yadsınamayacak kadar büyüktür.

Tez çalışmasında CORS-TR'nin ulaşım hizmetlerinde kullanımının da trafikte en çok sorunun yaşandığı en karışık ve en kozmopolit kentimiz olan İstanbul İli'nin irdelenmesi tercih edilmiştir. Bu anlamda İstanbul'un bugünkü durumuna gelişini ve şu anki durumunu incelemekte fayda bulunmaktadır.

Topografik olarak eğimli bir arazi yapısına sahip eski İstanbul yedi tepe üzerine kurulmuştur. İçinde eşsiz bir doğal güzellik ve üç bin yıllık tarihi geçmişi barındıran bu kent, özellikle 2. Dünya Savaşı'ndan sonra oluşan konjektür, uygulanan hatalı ekonomik ve politik kararlar nedeniyle kırsaldan şehirlere yoğun göç nedeniyle büyük nüfus artışına uğramıştır. Ülkeler arası transit geçiş yolu üzerinde bulunması ve ulaşım ağının, lojistik altyapıya uygun olması, sanayinin İstanbul'da yoğunlaşmasının başlıca nedeni olmuştur. Bu da Anadolu'da İstanbul'a yoğun göçe sebebiyet vermiştir. Zaman içerisinde nüfusun hızlı çoğalması karşısında, altyapı çok kısa bir süre içerisinde yetersiz duruma gelmiştir. Yerel yönetimlerin gerek teknik yetersizlik gerekse de politik yaklaşımlarla planlama çalışmalarına ağırlık vermemeleri, vatandaşların konut ihtiyaçlarını farklı şekillerde gidermeleri sonucunu doğurmuş, kaçak veya gecekonduların yapılaşması plansız çarpık bir kent ortaya çıkarmıştır. Plansız yapılaşmayla birlikte çarpık bir karayolu ulaştırma sistemi de meydana gelmiştir. Yeterli altyapısı olmayan, kent içi hareketlilik bilgileri ve kapasite kullanım oranları hesaplanmadan kendiliğinden ortaya çıkan karayolu sistemleri hızla artan nüfus yoğunluğuna yetmemiş ve mevcut yollar kapasitelerinin üzerinde hizmet vermeye zorlanmışlardır. Bu da beraberinde trafikte uzun kuyruklanmalara, yolculuk sürelerinin uzamasına, harcanan yakıt ve zaman nedeniyle ekonomik kayıplara ve havaya salınan atık karbon gazlarının oluşturduğu çevre kirliliğine yol açmıştır.

İstanbul'un bu çarpık yapılaşması, planlı yeni karayolu projelerinin hayata geçirilememesinin veya var olan sistemlerin iyileştirilmesinin önünde büyük bir engel oluşturmaktadır. Bu engellerden en büyüğü, eğimli arazi yapısı nedeniyle ana ulaşım akslarının birbiri ile entegre edilmesinin pahalı olmasıdır. Ulaşım seçeneklerinin belli yerlerden geçme zorunluluğu ve bu yerlerde meydana gelen yapılaşma yüzünden gerekli kamulaştırma maliyetlerinin inşaat maliyetlerinin çok üzerinde olması da karayolu ulaştırma sistemlerinin kolsyca yapılmasına engel olmaktadır.

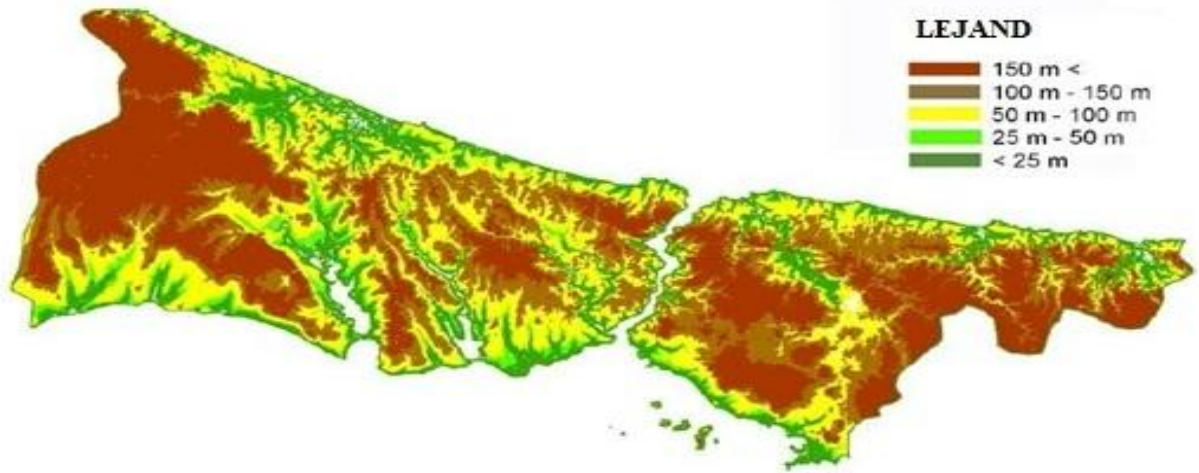
Bir diğer konu da plansız büyüyen kentin sonradan oluşturulan uygulama imar planlarının hayata geçirilememesidir. 3194 sayılı İmar Kanunu 18. Maddesi arsa ve arazi düzenlemeleri konusunu içermekte, bu maddeye dayanarak yapılan imar uygulamalarında sosyal donatı alanları ve yollar için ayrılan alanlara tahsis edilmek üzere özel mülkiyete konu taşınmazlarda meydana gelen değer artışlarına karşılık parselin yüzde kırk oranındaki kısmının bedelsiz terk edileceğini hükme bağlamaktadır. Yerel yönetimlerce yapılacak arsa ve arazi düzenlemeleri sonucunda yüzde kırk oranındaki kesinti kamulaştırma maliyetlerinin çok büyük oranda düşmesini sağlayacaktır. Ancak bu maddeye dayanarak arsa ve arazi düzenlemesi

yapılması çarpık yapılaşma nedeniyle çok zor olmakta ve yapılan uygulamalarda çoğunlukla mahkemeler tarafından iptal edilmektedir.

4.1. İSTANBUL’UN KONUMU VE ULAŞIM AÇISINDAN NÜFUS YOĞUNLUĞU

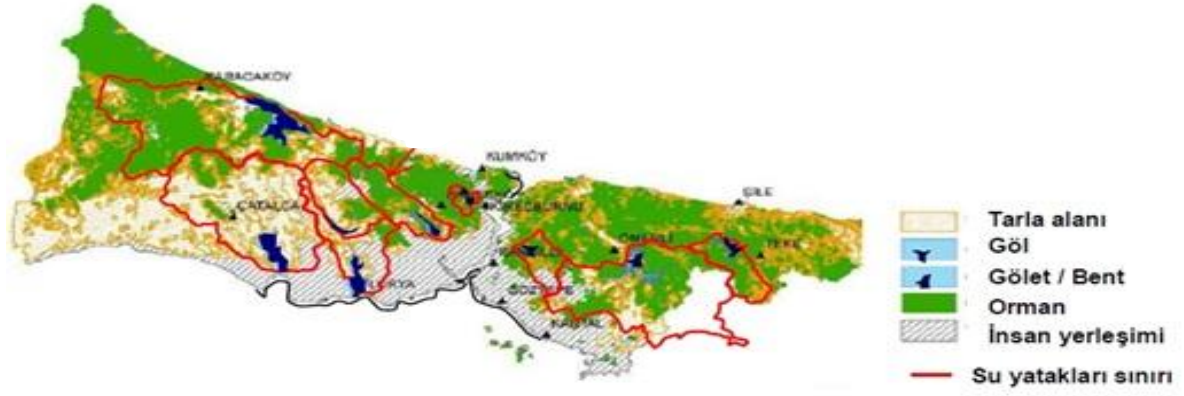
Emsalsiz bir coğrafi konuma, tarihi geçmişe, büyük kültürel ve ekonomik potansiyele sahip olan İstanbul, her bakımdan ülkemizin ve dünyanın en önemli ve güzel şehirlerinden birisidir. Böylesine ayrıcalıklı bir coğrafyaya; tarihi ve kültürel birikime, eşsiz doğal güzelliklere sahip olan İstanbul’un bu değerleri, maruz kaldığı gelişme baskısı ve plansız gelişme sonucu büyük oranda tahrip olmuştur. Asya ile Avrupa’yı birbirine bağlayan kavşak noktasında olması, uluslar arası transit karayolu, deniz yolu ve demiryolu gibi ulaştırma sistemleri altyapısına uygun konumda bulunması İstanbul’u tarih boyunca bir çekim merkezi yapmış, sanayinin ve ticaretin kalbi durumuna getirmiştir. Ancak bu çekim coğrafi konumu ile ters orantılı olarak gelişmiştir.

İstanbul’da yerleşim alanı olarak kullanılabilir yerlerin sayısı Şekil 4.1’de görüldüğü gibi oldukça azdır. Marmara Denizi sahil kesimlerinde yoğunlaşan az eğimli yerleşim alanları kuzeye doğru gidildikçe yerini orman alanları ile kaplı yükseltilere bırakmaktadır. Eğimli arazi yapısının oluşturduğu yükseltiler, kuzey-güney doğrultusunda dere yataklarının meydana getirdiği vadilerle kesilmektedir. Bu özelliği nedeniyle nüfus daha düz olan sahil kesimlerinde yoğunlaşmıştır. Sahil kesiminde bulunan bu yoğunluk ve coğrafi yapı, karayolu ulaşım akslarının birbiri ile entegrasyonunda büyük zorluklar çıkarmakta ulaşım seçeneklerini daralmaktadır, (İBB Ent. Toplu Taşıma Master Plan Çalışmaları Raporu, et al, 2009)



Şekil 4.1 Eşyükseleti Eğrili Harita

Şekil 4.1’de İstanbul coğrafyasının şematik anlatımında görüldüğü gibi yerleşim alanları güneyde Marmara sahili ve İstanbul Boğazı çevresinde yoğunlaşmakta, kuzeye doğru ise orman alanları, su kaynakları ve tarım alanları ile kaplı yerleşime uygun olmayan (kısmen koruma altında olan yerler) kesimler bulunmaktadır.



Şekil 4.2 İstanbul Coğrafyasının Şematik Anlatımı

4.2. İSTANBUL'UN NÜFUSU VE ULAŞIMA ETKİSİ

İstanbul 1950'li yıllardan sonra hızlanan büyüme süreciyle, çok azı planlı alanlarda ama büyük kısmı plansız alanlarda yasa dışı yapılanma sonucunda oluşan çarpık bir kentleşmeye maruz kalmıştır. İstanbul'un yasa dışı ve kontrolsüz gelişmesi, temelde, kentin çekim gücünün ülke ve bölge ölçekli politikalarla dengelenememesine dayanmaktadır. İstanbul üzerinde oluşan aşırı talebin yerel yönetimlerce de planlanamaması, kentin kontrolsüz bir biçimde büyümesi sonucunu doğurmuştur.

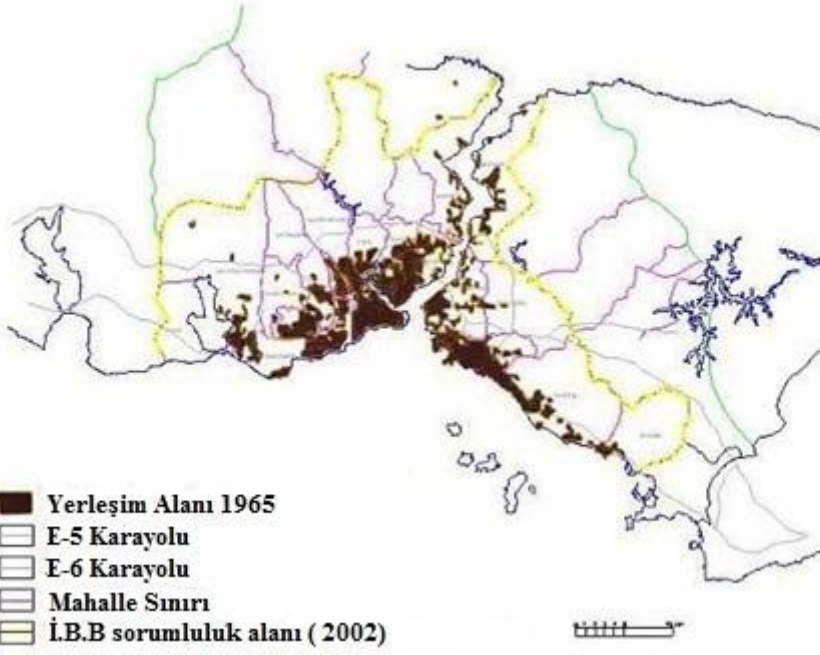
Sürdürülebilir ve planlı gelişmenin önündeki en önemli engel olarak görülen söz konusu süreç bugün de devam etmekte olup; gerek ülke ölçekli, gerek bölge ölçekli dinamikler İstanbul'u şekillendirmektedir.

İstanbul'da özellikle 1950'ler ile birlikte önemli değişimler görülmektedir. 1950-1980 döneminde İstanbul'un gelişiminde etkin olan en önemli unsur sanayi olmuştur Sanayi, anılan dönemde ana ulaşım aksları boyunca gelişerek kentin üst ölçekte yapısını, hem yerleşik alanın uzandığı sınırlar açısından hem de iç düzen açısından önemli ölçüde değiştirmiştir. Yine bu dönem içinde sanayi Anadolu Yakası'nda D-100 (E-5) boyunca gelişerek Gebze'ye kadar uzanırken, Avrupa Yakası'nda özellikle Zeytinburnu ve kuzeyinden hareketle TEM'e doğru bir gelişme göstermiş ve göller arasında kalan bölgede de Atatürk Havaalanı kuzeyine doğru gelişimini sürdürmüştür.

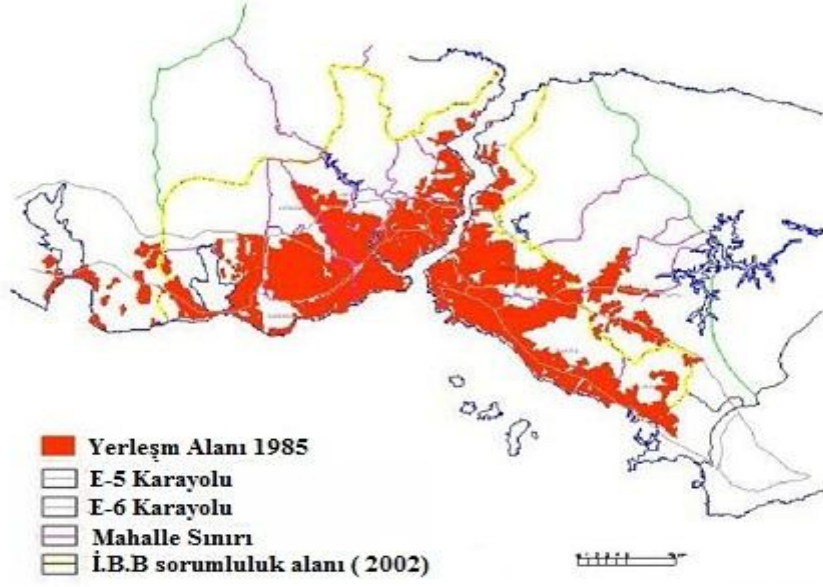
Söz konusu sanayi gelişmelerine uyumlu bir şekilde kentin merkezi ve ticaret alanı da Eminönü ve Şişli bölgesi üzerinden TEM'e doğru uzayarak Maslak bölgesine doğru ilerleyen eksensel bir yayılım gerçekleştirmiştir. Sanayi alanlarının gelişimine paralel olarak yasa dışı yerleşimler oluşmuş ve kentin sağlıklı bir şekilde büyümesine (mekansal büyüme) neden olmuştur. Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de sanayi gelişimi ile birlikte İstanbul'un nüfus ve yapılaşmaya bağlı gelişimi görülmektedir.



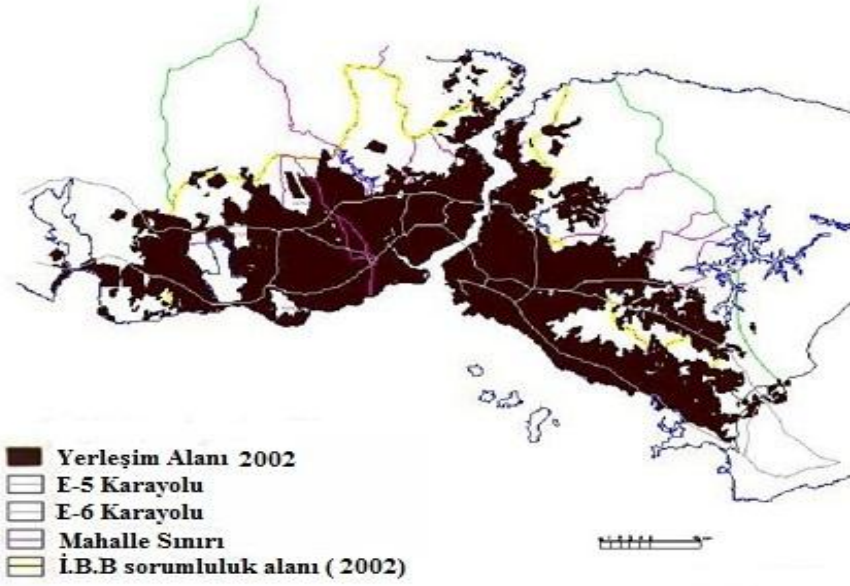
Şekil 4.3 İstanbul'da 1950'de Yapılaşma



Şekil 4.4 İstanbul'da 1965'te yapılaşma alanları

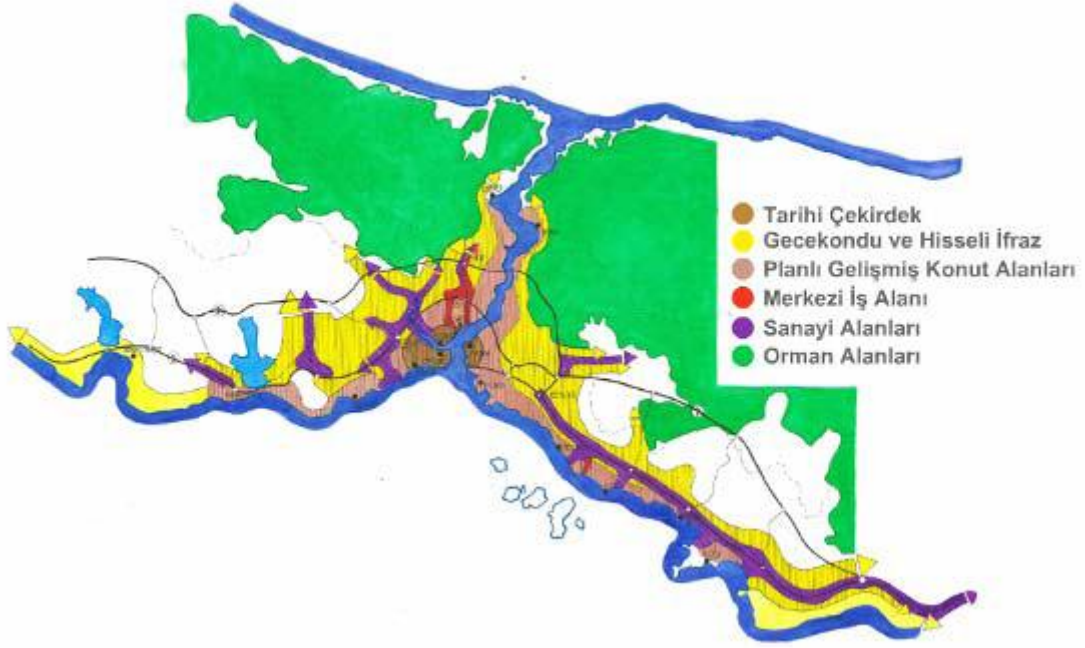


Şekil 4.5 İstanbul'da 1985'te yapılaşma alanları



Şekil 4.6 İstanbul'un 2002'deki yapılaşması alanları

(Şekil 4.1 - 4.6 İ.B.B. Ent. Toplu Taşıma Master Plan Çalışmaları Raporu 2009)



Şekil 4.7 İstanbul'un Sanayi Alanlarının Gelişmesine Bağlı Gelişimi
(İstanbul 1/100.000 Çevre Düzeni Planı, 2009)

İstanbul, 1970'lerde, aşırı nüfus yığılmasının etkisiyle konut ve ulaşım gibi temel altyapı ihtiyaçlarında önemli boyutlara varan sorunlarla karşılaşmıştır. Bu yıllarda mekansal yapı açısından en önemli olgu, Boğaz'ın iki yakasının bir köprü ile birleştirilmesi olmuştur. Şehrin transit taşımacılık işlevini güçlendiren Boğaziçi Köprüsü ve çevre yolları, hızlı büyüme sonucunda kısa zamanda kent içi ulaşım ağının omurgası haline gelmiştir.

İstanbul 1970-1975 döneminde Silivri ve Gebze sınırları arasında, merkezden 50 km. yarıçaplı yüzeye yayılmış bir yerleşim iken, bu sınırlar 1980'de 60 km yarıçapında bir alanı kapsar hale gelmiştir. Anılan sınırlar, batıda Tekirdağ il ve doğuda Hereke ilçe sınırlarına dayanmıştır. 1980'lerden sonraki dönemde sanayi tesisleri, İstanbul'un Anadolu ve Avrupa Yakaları'nda öngörülen ve planlanan organize sanayi bölgelerinde toplanmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede Avrupa Yakası'nda İkitelli ve Hadımköy ile Anadolu Yakası'nda Dudullu, Tuzla ve Gebze önemli sanayii merkezleri olarak ön plana çıkmıştır. Bu dönemde ana ulaşım aksları boyunca gelişmiş sanayi alanları, yerlerini ticaret ve hizmet alanlarına bırakmaya başlamış ve kentin merkezi iş alanının gelişimini yönlendirmiştir.

İstanbul'un 80'li yıllarda gözlenen nüfus artışı ve buna doğrudan bağlantılı olarak yerleşme eğilimleri, kentin makro formunu belirleyen ana etmen olmuş ve yerleşim alanlarının dışa doğru yayılması ve saçaklanmasında, dönem başlangıcında oluşan karayolu ve ulaşım ağı yönlendirici olmuştur. Şekil 4.6'da TEM ve Boğaz geçişlerinin nüfus ve yapılaşma üzerindeki etkisi görülmektedir. Yoğunluk bu hatlar boyunca etkisini göstermektedir. (İstanbul 1/100.000 Çevre Düzeni Planı, 2009)



Şekil 4.8 Otoyol ve Boğaz Geçişlerinin Makro Formun Şekillenmesinde Etkileri

İstanbul 2000’li yıllar içinde de yayılma ve saçaklanma şeklinde gelişimini devam ettirmiştir. Gelişim yer yer su havzalarına, yer yer de orman alanlarına doğru yönelmiş ve kentin yaşam destek sistemlerini ciddi boyutlarda tehdit eden bir yapılaşma eğilimi içine girmiştir.

Sonuç olarak, kent makro formunun şekillenmesinde en önemli etkenlerden biri ulaşım kararları olmuştur. Ulaşım yatırımlarının arazi kullanım kararlarının destekleyici ve tetikleyicisi olarak kullanımı ve talep yönetiminin etkinleştirilmesi gerekirken ne yazık ki bu güne kadar bu süreç ters işlemiştir. Tek merkezlilik, Boğaz geçişi talebini arttırmakta ve bu durum geçmişte olduğu gibi Boğaz’ın üçüncü defa karayolu köprüsü ile geçişini gündeme getirmektedir. Özellikle I. ve II. Köprülerin hizmete alınmaları sonrasındaki gelişmeler izlendiğinde, bu yatırımların kent makro formunu kuzeye ve orman alanlarına doğru geliştirerek 6831 sayılı Orman Kanunu’nun 2.Maddesi’nin B fıkrası sorununa yol açtığı ve su toplama havzaları içerisinde kaçak yapılaşmalar ile halen çözümler üretilmeye çalışılan sorun alanlarının (Sarigazi, Samandıra, Sultanbeyli vb.) ortaya çıkmasına neden olduğu görülmektedir.

4.3. İSTANBUL İLİ ULAŞTIRMA SİSTEMLERİ

4.3.1 Ulaştırmanın Tanımı ve Mevcut Ulaştırma Sistemleri

Ulaşım “insanların bir fayda elde etmek için bir yerden bir yere taşınması” olarak kısaca tarif edilebilir. “Ulaştırma ise ulaşım işini yapan sistemlerin bütünüdür.” Ulaşım sistemleri kentin arazi kullanım kararları ile doğrudan etkilenen ve bu doğrultuda gelişen sistemlerdir. Arazi kullanım kararları da nüfus ve kentin gelişmesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.

Ulaştırma sistemleri, karayolu, demiryolu, deniz yolu, havayolu ve iç su yolu olarak farklı şekillerde yapılmaktadır. İstanbul’da yeterli olmamakla beraber bu sistemlerin tümü kullanılmaktadır. İstanbul’daki ulaşım sistemlerine yönelik temel veriler Tablo 4.1’de yer almaktadır. (İstanbul 1/100.000 Çevre Düzeni Planı, 2009)

Tablo 4. 1 Ulaşım İle İlgili Temel İstatistikler

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| Günlük Yolcu | 20.924.134 adet |
| Karayolu | % 88,8 |
| Raylı Sistemler | %8,3 |
| Denizyolu | %2,9 |
| Toplam Araç Sayısı | 2.525.573 (2008 yılı) |
| Otomobil Sayısı | 1.635.400 (2008 yılı) |
| Bin Kişiye Düşen Otomobil Sayısı | 128 (2008 yılı) |
| Ortalama Yolculuk Süresi (Dakika) | 48,9 (2006) |
| İki Kıta Arasındaki Günlük Yolculuk | 1.097.020 |
| Özel Araçla Yapılan Yolculuk Oranı | % 29 |
| Toplu Taşımaya Yapılan Yolculuk Oranı | % 71 |

4.3.2 Karayolu Ulaşım Sistemi

Marmara Bölgesi illeri arasında 232 km ile en uzun otoyol ağına sahip il, İstanbul'dur. Bu yoğunlukta, üzerinden geçen transit trafiğin etkisi büyüktür. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan, il yolu, devlet yolu ve otoyol sınıflamasına göre İstanbul İli'nde toplam karayolu ağının uzunluğu 705 km kadardır. Bu değer Marmara Bölgesi illeri içinde yaklaşık yüzde 12'lik bir paya karşılık gelmektedir.

Kent formunun oluşmasında doğu-batı ekseninde kenti ikiye bölen iki önemli hattın varlığından söz edilebilecek olup kentin gelişimi de bu ana akslar boyunca devam etmektedir. Bugünkü arazi kullanımına bakıldığında, doğuda Gebze sınırına batıda ise Silivri'ye kadar uzanan bir kentsel kullanımı göze çarpmaktadır. İstanbul için geçmişten bugüne devam eden yatırımlar incelendiğinde, karayolu ağırlıklı bir ulaşım ağı olduğu söylenebilir. Bunun sonucu olarak yolculukların türlere göre dağılımına bakıldığında, eğilimin de karayolu ağırlıklı olduğu görülmektedir. Bu durum karayolunda sıkışıklıklara neden olmaktadır.

Yaşanan nüfus artışı ve özel otomobil sahipliğinin artması da ortalama yolculuk süresini arttıran nedenler arasında bulunmakta ve yaşanan trafik sıkışıklığı çeşitli kayıplara neden olmaktadır. İstanbul İl sınırları içinde toplam karayolu ağı 26.853 km, ana arter olarak tanımlanan yolların toplam uzunluğu ise 5.585 km'dir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin yetki alanı İl sınırına genişletildikten sonra, özellikle eskiden Büyükşehir Belediyesi'nin sınırları içinde olmayan yollar için, şebeke ıslahı yoluna gidilmiştir.

İstanbul'da karayolları serbest yol, arter yol ve diğer yollar olmak üzere 3 kategoriye ayrılmaktadır. Bu tasnifte serbest yol, Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğu altında olan 150 kilometre uzunluğundaki TEM otoyoludur. Diğer yollar belediye sorumluluğunda olup birinci derece yollar, ikinci derece yollar, üçüncü derece yollar şeklinde kademelendirilmektedir. Şekil 4.9'da karayolu ağına ait harita yer almaktadır. (İstanbul 1/100.000 Çevre Düzeni Planı, 2009).



Şekil 4.9 Karayolu Ağının Bugünkü Durumu
(İstanbul 1/100.000 Çevre Düzeni Planı, 2009)

Karayolu toplu taşıma sistemi, İETT otobüsleri, özel halk otobüsleri, servis araçları, minibüsler, dolmuş ve taksiler olarak sınıflandırılmaktadır. Türlerine göre karayolu toplu taşımacılığının dağılımı “Tablo 4. 2”de yer almaktadır. (İstanbul 1/100.000 Çevre Düzeni Planı, 2009)

Tablo 4.2 Karayolu Toplu Taşımacılık Türsel Dağılımı

| Ulaşım Türü | Araç Türü | Araç | | Toplu Taşıma İçindeki Yeri | |
|---------------------|------------------|---------------|------------|----------------------------|------------|
| | | Adet | Oran (%) | Günlük Yolcu Sayısı | Oran (%) |
| | İETT | 2.585 | 4 | 1.727.000 | 23 |
| Karayolu | Özel Halk Otobs. | 1.400 | 2 | 1.034.000 | 14 |
| Toplu Taşıma | İlçe, Belde, Köy | 816 | 2 | 220.000 | 2 |
| | Minibüs | 7.000 | 10 | 1.850.000 | 26 |
| (% 86) | Dolmuş | 590 | 1 | 129.700 | 1 |
| | Taksi | 18.000 | 27 | 844.000 | 12 |
| | Servis | 35.000 | 54 | 1.589.000 | 22 |
| Toplam | | 65.891 | 100 | 7.393.700 | 100 |

Söz konusu bu sisteme, yapımı henüz geçmiş yıl içinde tamamlanan ve İETT tarafından 350 adet körüklü otobüse; işletmesi yapılan ve günde yaklaşık 700,000 adet yolcu taşıyan 40 km uzunluğundaki Metrobus Hattı Sistemi’ni de eklemekte fayda vardır.

Karayolu ağının yoğunluğu, bölgedeki yapılaşma yoğunluğu açısından da bilgi vermektedir. Yapılaşma ne ölçüde çok olursa, yol ağı yoğunluğu da o ölçüde artmaktadır. Merkezi alanlarda, özellikle de Eminönü, Beyoğlu, Fatih ve Bağcılar bölgelerinde yol ağının diğer bölgelere göre çok daha yoğun olduğu görülmektedir. Merkeze yakın olmasına karşılık Eyüp ve Gaziosmanpaşa gibi ilçelerdeki yol ağının kırsal alanlarla benzer nitelikte olduğu görülmektedir. İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakaları arasındaki yoğunluk farkı ulaşım aksları üzerinde de etkisini göstermektedir. Anadolu Yakası'ndaki arterlerin yoğunluk değerleri en merkezi bölgelerde bile, Avrupa Yakası'nda görülen değerlere ulaşamamıştır. Şekil 4.10'da ilçelere göre karayolu ağının yoğunluk açısından dağılımı verilmektedir. (İ.B.B. Ent. Toplu Taşıma Master Plan Çalışmaları Raporu, 2009)



Şekil 4.10 İlçelere Göre Karayolu Ağı

4.3.3 Raylı Ulaşım Sistemi

Avrupa ve Anadolu yakalarında, Marmara kıyılarına paralel ilerleyen, hem şehir içi hem de şehirlerarası ve uluslararası bağlantıların yapıldığı demiryolu ağı mevcuttur. Toplu taşımacılıkta da kullanılan bu güzergahda Halkalı- Sirkeci ve Haydarpaşa- Gebze banliyö hatları çalışmaktadır.

Kentin toplu taşıma ihtiyacını karşılayan 137.9 km uzunluğundaki raylı sistemler, metro (8,5 km), hafif metro (19,3 km), tramvay (32 km), fönüküler (1,2 km), nostaljik tramvay (4,2 km), banliyö treni (72 km) ve teleferik (0,7 km) olarak gruplandırılmaktadır. Halkalı-Çerkezköy demiryolu hattının İl sınırları içerisinde kalan 79 km'lik kısmı dikkate alındığında kentteki raylı sistem uzunluğu 216,9 km olmaktadır.

Tablo 4.3'de görüldüğü gibi raylı sistem taşımacılığında eşit bir dağılım söz konusudur. Raylı sistem içinde hafif metro % 35'lik oranla ilk sırayı alırken, % 34'lük oranla tramvay

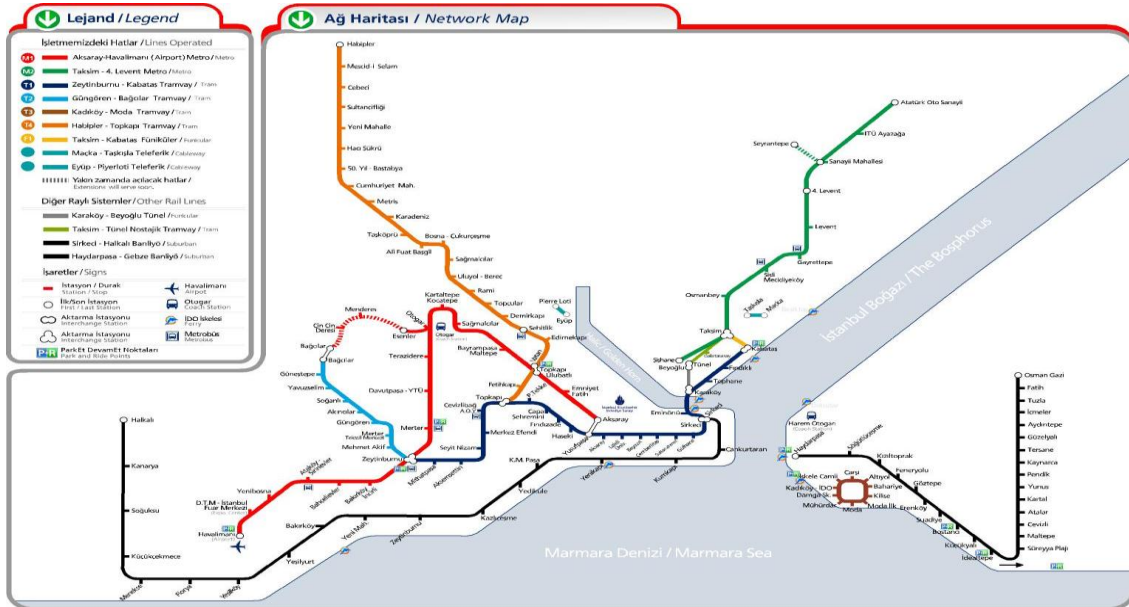
ikinci sırada gelmektedir. Banliyö taşımacılığı % 15, metro taşımacılığı % 14 ve tünel-nostaljik tramvay ise % 2 'lik oranlara sahiptir. (İ.B.B. Ent. Toplu Taşıma Master Plan Çalışmaları Raporu, 2009)

Tablo 4.3 Türlerine Göre Raylı Sistemlerin Dağılımı

| Ulaşım Türü | Raylı Sistem Türü | Araç Sayısı | Günlük Yolcu Sayısı | Oran (%) | |
|------------------------|-------------------------|-------------|---------------------|------------|-----------|
| | | | | Raylı | Toplu |
| Raylı Sistemler | TCDD (Banliyö) | 62 | 125.000 | 15 | 1,5 |
| | LRT (Hafif Metro) | 60 | 290.000 | 35 | 3,5 |
| | Tramvay | 45 | 280.000 | 34 | 3,4 |
| (% 10) | Metro | 32 | 120.000 | 14 | 1,4 |
| | Tünel-Nostaljik tramvay | 5 | 19.700 | 2 | 0,2 |
| TOPLAM | | 204 | 834.700 | 100 | 10 |

İstanbul'da toplam 138 km. uzunluğunda; iki metro (8.5 km), hafif metro (19,3 km), üç tramvay (32 km), iki funiküler (1.2 km), iki nostaljik tramvay (4.2 km), iki banliyö treni (72 km) ve iki teleferik (0.7 km) bulunur. Standart ölçü 1435 mm metronun tüm hatları, hafif metro ve tramvaylar için uygulanmaktadır.

Şekil 4.11 mevcut demiryolu listesini, Şekil 4.12 yapımı devam eden raylı sistem hatlarını göstermektedir.



Şekil 4.11 Mevcut Raylı Sistem Hatları

(<http://www.istanbul-ulasim.com.tr/harita/RayliSistemler.jpg>, 2011)



Şekil 4.12 Yapımı Devam Eden Raylı Sistem Hatları

(İ.B.B. Ent. Toplu Taşıma Master Plan Çalışmaları Raporu, 2009)

Ancak şuan yapımı devam eden Marmaray Projesi'nden raylı sistemler başlığı altında ayrı başlık adı altında bahsetmek gerekmektedir.

4.3.3.1 Marmaray Projesi

Dünyanın en derin batırma tüp tüneli olup üç bölümden oluşmaktadır.

1. **Bölüm:** Demiryolu Boğaz Geçişi, Tüneller ve İstasyonlar İnşaatı (BC1 Sözleşmesi)
2. **Bölüm:** Gebze - Haydarpaşa, Sirkeci - Halkalı Banliyo Hatlarının İyileştirilmesi: İnşaat, Elektrik ve Mekanik Sistemler (CR1 Sözleşmesi)
3. **Bölüm:** Demiryolu Araçları İmali (CR2 Sözleşmesi)

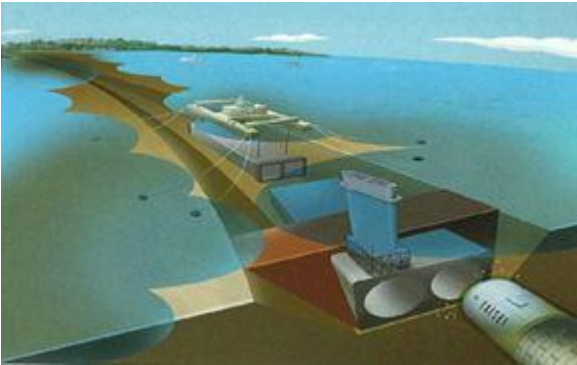
Başlangıç - Bitiş Tarihleri: Projenin müşavirlik sözleşmesi Aralık 2001'de imzalanmış olup, sözleşme ve şartnamelerin hazırlanmasını müteakip 2004 yılı Ağustos ayında inşaata filen başlanmıştır. Projenin 2012 yılında tamamlanması hedeflenmektedir.

Projenin Toplam Maliyeti : Yaklaşık 3 Milyar USD
Projenin Tasarım Ömrü : 100 yıl
Projenin Güzergahı : Gebze-Halkalı arası



Şekil 4.13 Proje Kapsamında 440 Adet Demiryolu Aracı Temin Edilecektir

Ayrılıkçeşme - Kazlıçeşme arasındaki tünellerin trafiğin yoğun olduğu saatlerde (06:00 - 09:00 ile 16:00 - 19:00 arası) sadece banliyö trenleri kullanılabilir. Şehirlerarası yolcu trenleri Boğaz geçişini pik saatler dışında, yük trenleri ise gece 00:00-05:00 saatleri arasında kullanılabilir. Hat kenarına yapılacak barınma hatları (saydinger) sayesinde 3. Hatta, çift yönlü işletme sağlanabilir. Asya tarafında 10 adet barınma hattı (yaklaşık 4,5 km aralıkla), Avrupa tarafında 2 adet barınma hattı yapılması planlanmıştır. Marmaray Projesi'nin Kadıköy İbrahimağa, Üsküdar, Sirkeci ve Yenikapı istasyonlarından diğer demiryolu ulaşım sistemleri ile entegrasyonu sağlanacaktır. Ayrıca Projenin Asya yakasında Sabiha Gökçen, Avrupa Atatürk Havaalanları ile bağlantısı sağlanacaktır.



Şekil 4.14 Açılacak Tünellerle Birleşimi



Şekil 4.15 Geçici İskele ve Erişim Şaftı

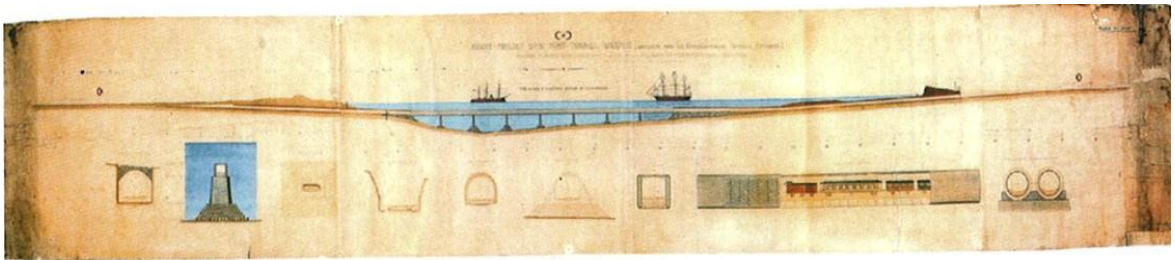
- Projenin Güzergah Uzunluğu : 76.3 Km
- Güzergahın Yeraltındaki Kısmı : 13.6 Km
(Ayrılıkçeşme-Yedikule Arası)
- Projenin Güzergahındaki Toplam İstasyon Sayısı : 40 Adet
(37 Adedi Yer Üstü, 3 Adedi Yeraltı İstasyonu)
- Diğer Demiryolu Ulaş.Sist. Aktarma İçin Uyumlu İstasyon Sayısı : 4 Adet
- Şehirlerarası Trenlerin Transfer İstasyonu Sayısı : 8 Adet
- Gebze - Ayrılıkçeşme ve Kazlıçeşme - Halkalı Arası Hat Sayısı : 3 Adet
- Ayrılıkçeşme - Kazlıçeşme Arası Hat Sayısı : 2 Adet

- Tek Yönde Saatte Taşınacak Yolcu Sayısı : 75.000 Adet/Sa
- Batırma Tüp Tünelin Güzergahı : Sarayburnu-Salacak Arası
- Batırma Tüp Tünelin Uzunluğu : 1.387 m
- Batırma Tüp Tünelin En Derin Noktası : 60,46 m
- Hat Üzerindeki Minimum Kutp Yarıçapı : 300 m
- Maksimum Düşey Hat Eğimi %1,8 -Proje Hızı : 100 Km/Saat
- Platform Uzunluğu : 225 m
- İstasyonlar Arası Ortalama Mesafe : 1,9 Km
- Bütün Güzergahda Tren İşletme Aralığı : 2 Dakika
- Sirkeci İstasyonu Kenar Peronlu, Diğer İstasyonlar Orta Peronludur.

Güzergâhta 5'li ve 10'lu diziler halinde toplam 440 araçlık modern ve konforlu bir filo hizmet verecektir. Proje güzergâhı İstanbul Boğazı'ndaki Kız Kulesi'nin 200 metre kuzeyinden geçecektir. Batırma Tüp Tünel, her biri ortalama 18.000 ton ağırlığında 11 tünel elemanından oluşmaktadır. Elemanlar, en uzunları 135 metre olmak üzere 15,5 metre genişliğinde ve 8,75 metre yüksekliğindedir. Bu tüpler Tuzla'da imal edilerek deniz tabanında açılan hendeğe yerleştirilecektir. Batırma Tüp Tünel'de her 125 metrede bir diğer hatta geçiş koridorları bulunacaktır. Geçiş koridorları diğer tünellerde 200 metrede bir olacaktır. Bu koridorlar, acil durumda güvenli hatta geçiş işlevini görmektedir.

Marmaray Projesi özetle; Asya ile Avrupa kıtalarını deniz altından Dünya'nın en derin batırma tüp tüneli ile birbirine bağlayacak, kazıları sırasında İstanbul'un kültürel ve tarihi mirasını büyük ölçüde ortaya çıkaracak, İstanbul'daki deniz ve diğer metro ulaşımını entegre ederek ana ulaşım koridoru olacak, transit taşımacılık kapasitesini artıracak, günde ortalama 1 milyon insanı taşıyacak bir demiryolu ulaşım projesidir.

Projenin Tarihi: Marmaray Projesi Boğazı deniz altından geçmek için tasarlanmış ilk proje değildir. Bu düşünce ilk olarak 1860 yılında Sultan Abdulmecit zamanında ortaya atılmıştır ve deniz içinde ayaklar üzerine oturtulan bir tüp geçiş ön projesi tasarlanmıştır. İleri yıllarda da benzer fikirler ortaya atılmış ve 1902 yılında Sultan II. Abdülhamit döneminde ilk projeye benzer başka bir proje geliştirilmiştir. Tünel-Bahri olarak adlandırılan bu tünel projesinde, deniz dibinde oluşturulmuş 16 ayak üzerine bir platform oluşturularak, bunun üzerine büyük boyutlu su boruları yerleştirilmek sureti ile bir tünel inşası planlanmıştır. Ancak zamanın şartları projenin gerçekleştirilmesine imkan vermemiştir.



1860'da S. Preault tarafından tasarlanan Boğaz Sualtı Geçiş Projesi

Şekil 4.16 1860'da S. Preault Tarafından Tasarlanan Boğaz Sualtı Geçiş Projesi

Denizin altından İstanbul'un iki yakası arasında bir geçiş sağlama fikri hep gündemde kalmış ve nihayet Tüp Tünel Geçiş ilk fizibilite etüdü 1985'te yapılmıştır. Bu çalışma 1997'de revize edilmiştir.



Şekil 4.17 Boğazda Yapılan Kazı Çalışması

Tünel güzergahındaki ilk sondajlar 1985-1987 yıllarında yapılmış, daha sonra ihale öncesi 2002-2003 yılında Müşavir tarafından ve ihale sonrası 2004 yılında yüklenici tarafından yaptırılarak güzergahın zemin durumu belirlenmiştir. Bu sondajlardan elde edilen veriler vasıtasıyla zemine ait parametreler belirlenmiş ve Boğaz geçişine ait sınılaşma analizleri yapılmıştır. Bu analizde tünel güzergahının sınılaşma riski belirlenen 460 metre uzunluğundaki bölgesinde zemin iyileştirmesi yapılmıştır. Sınılaşma riskinin, tüp tünel taban kotundan itibaren 4 metreden daha kalın tabakada olduğu belirlenen yerlerde sıkıştırma enjeksiyonuyla zemin iyileştirmesi yapılmış, sınılaşma tabakasının 4 metreden daha sığ olduğu yerlerde ise bu bölge kazılmış ve yerine seçilmiş malzeme doldurularak zemin iyileştirmesi sağlanmıştır.

Marmaray Projesi, Avrupa'dan Asya'ya demiryolu bağlantısını sağlayacak, İstanbul'un ulaşım sorununa uzun vadeli çözüm getirecek ve her gün 1 milyondan fazla insanın seyahat süresini kısaltması sebebiyle zaman ve enerji tasarrufu sağlayacak önemli bir projedir. Her bir yönde saatte 75.000 yolcu taşıma kapasitesine sahip olacak projede, kente ve kentlilere yüksek kapasiteli, güvenli, kaliteli ve ucuz ulaşım hizmeti sunulacaktır. Proje sayesinde tarihi yarımadadaki araç trafiğinin azalmasıyla, trafiğin tarihi çevreye olan olumsuz etkileri de azalacaktır. Projenin en önemli yararlarından bir diğeri ise mevcut köprülerdeki yoğunluğun azalması olacaktır. Çevre dostu Marmaray da işletme başladığında, İstanbul'daki gürültü ve hava kirliliği önemli ölçüde azalacaktır. Yeni raylar ve demir yolu araçları ile ulaşım daha sessiz sağlanacaktır. Atmosfere bir yılda karışan zehirli gaz miktarı 425.000 ton azalacaktır. Ulaşımdan kaynaklı gürültü ve hava kirliliği minimize edilecektir.

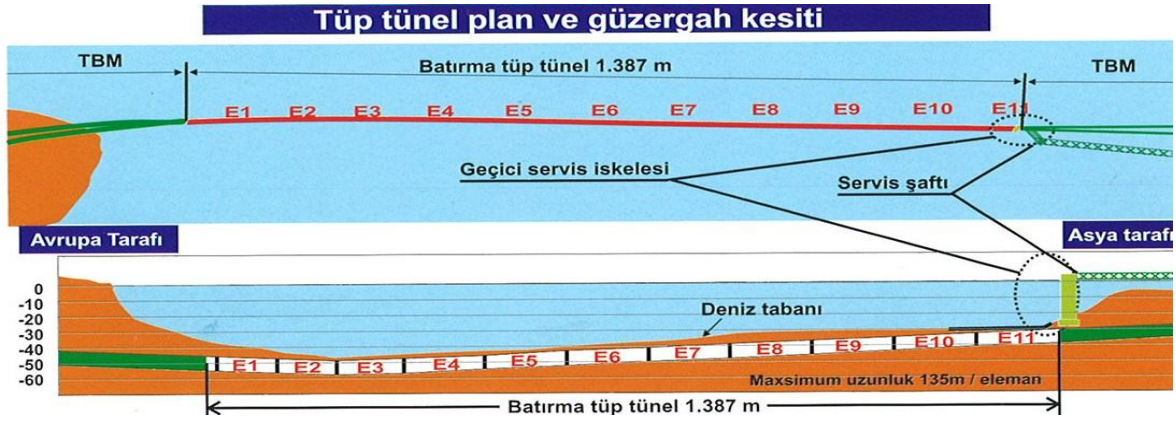


Şekil 4.18 Batırma Tüp Tünele Düşey Erişimi Sağlayan Şaft

Boğaz demiryolu tüp geçişi projesi bir takım zorlukları da içinde barındırmaktadır. Şöyleki;

- İstanbul Boğazında 6 knota kadar çift tabakalı bir akıntı söz konusu olması nedeniyle akıntı koşulları,
- Boğaz'ın yerel ve uluslararası deniz trafiği açısından dünyanın hareketli geçiş yollarından birisi olması nedeniyle navigasyon,
- Çok yumuşak zeminden çok sert kayaya kadar farklı tabakalardan oluşan ve kısmen kısmen sıvılaştırma riski olan zemin nedeniyle zemin koşulları,
- Proje güzergahının Kuzey Anadolu Fay Hattına olan ortalama mesafesinin 16 km olması bu hatta önümüzdeki 30 yıl içinde % 65 olasılıkla 7,5 büyüklüğünde bir deprem olması beklentisi olması nedeniyle sismik koşullar,
- Yer aldığı coğrafya bakımından gerek tasarımda gerekse yapım aşamasında özel önlemler gerektirmektedir.

Batırma Tüp Tüneli ve Özellikleri: Batırma Tüp Tünelin deniz tabanındaki uzunluğu, 1.387 metre olacaktır. İstanbul Boğazındaki hayati bağlantıyı oluşturan bu tünel, İstanbul'un Avrupa yakasında bulunan Eminönü İlçesi ile Asya yakasında bulunan Üsküdar İlçesi arasında yer almaktadır. Tünel, iki demir yolu hattının geçeceği iki gözlü 11 Batırma Tüp Tünel elemanından oluşmaktadır. Bu elemanlar 8,75 metre yüksekliğinde 15,5 metre genişliğindedir elemanların sekizi 135 metre ikisi 98,5 metre ve biri de 110 metre boyundadır. Tüp tünel elemanlarının yerleştirilmesinden önce deniz tabanında trapez bir kanal açılmış buradan çıkan kirli malzeme Kurtköy de kapalı bir depoda (CDF: Confined Disposal Facility) alanında depolanmış ve alanın sızdırmazlığı sağlanmıştır. Çıkarılan temiz malzeme ise Çevre ve Orman Bakanlığının izni ile Marmara Denizi'nde Çınarcık çukuruna dökülmüştür.



Şekil 4.19 Tüp Tünel Plan ve Güzergah Kesiti

Tuzla'da Ulaştırma Bakanlığı'na ait tesislerde bu proje için inşa edilen iki kutu havuzda tüp tünel elemanlarının önce çelik ve taban beton imatları yapılmakta, üst döşeme betonu için iskeleye çekilmektedir. İskelede imalatı tamamlanan tüp tünel elemanları Büyükkada'ya götürülerek burada batırma denemesi de yapıldıktan sonra hava ve akıntı koşullarının uygunluğu dikkate alınarak tüp eleman Boğazda güzergahtaki yerine yüzdürülerek getirilmekte ve daha önce taranmış ve tabanına temel malzemesi serilmiş kanalın içine yerleştirilmektedir. Batırılan elemanlar bir önceki elemanla uç uca getirilip birleştirilmekte ve su geçirmezliği sağlanmaktadır. Daha sonra elemanın temel betonu tamamlanıp, enine yönde hareketini önlemek için yan taraflarında kilit dolgusu yapılmaktadır. Son eleman yerleştirildikten sonra delme tünel ile tüp tünelin birleşim noktalarının kaplama betonu yapılacak ve tünelin üzeri geri doldurulacaktır. Tünelin üzerindeki örtü kalınlığının 4 metreden az olduğu yerlerde taş bloklarla batan gemilere karşı ve bütün batırma tüp tünel boyunca da gemi çapalarına da karşı koruma tabakaları oluşturulacaktır. Daha sonra bu tünel Tünel Açma Makineleri (TBM: Tunnel Boring Machine) ile açılan tünellerle birleştirilecek ve birleşim noktalarında depreme karşı deprem derzleri oluşturulmaktadır.

Delme Tüneller ve Özellikleri:



Kadıköy Avrılıkçeşme tünel portalı

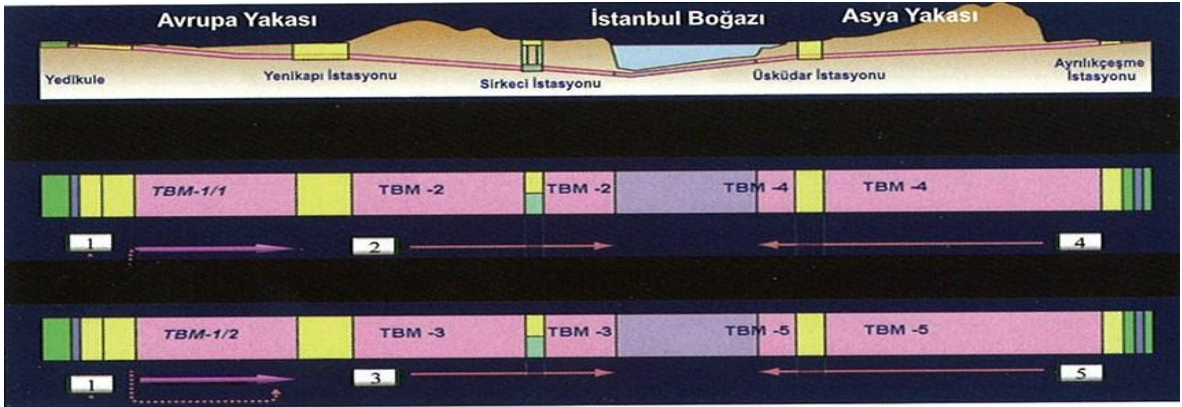
| | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| <u>Toplam Delme Tünel Boyu</u> | : 2 x 9.766 m |
| <u>Toplam Kazı (Yaklaşık)</u> | : 1.000.000 m ³ |
| <u>Betonarme İmalat</u> | |
| Beton | : 260.500 m ³ |
| Geçici Beton | : 8.500 m ³ |
| Nihayi Beton | : 252.000 m ³ |
| Donatı | : 22.000 ton |
| Geçici Donatı | : 7.000 ton |
| Nihayi Donatı | : 15.000 ton |
| Kalıp | : 380.000 m ² |
| İzalosyon | : 400.000 m ² |
| Su Tutucu Malzeme | : 70.000 m |

Şekil 4.20 Kadıköy Avrılıkçeşme Tünel Portalı



Şekil 4.21 Tünel Açma Makinasının 11 Metrelik Ön Kısmı

Ayrılıkçeşme-Üsküdar, Sirkeci-Yenikapı ve Yenikapı-Yedikule arasındaki tüneller Makineli Tünel Açma Metodu ile yapılmaktadır. Projede “biri EPB (Earth Pressure Ballanced) dördü slurry (Çamur Bulamacı) olmak üzere iki tip tünel açma makinesi (TBM)” kullanılmaktadır. Bunlardan zemin basıncını dengeleyen tamamen kapalı makineli tünel açma makinesi (EPB-TBM) sadece Yedikule-Yenikapı arasındaki 2x2480 metrelik tünelleri açmak için kullanılacaktır. Çamur bulamacı kullanılan tamamen kapalı makineli tünel açma makinesi (TBM-Slurry) ise Ayrılıkçeşme-Üsküdar arası 2x4210 metre ve Yedikule- Yenikapı arası 2x3072 metrelik tünelleri açmak için kullanılacaktır.



Şekil 4.22 TBM İlerleme Düzenleri

Proje kapsamında 5 adet TBM kullanılmaktadır. Bunlardan ikisi Ayrılıkçeşme-Üsküdar, ikisi Yenikapı-Sirkeci diğeri ise Yedikule-Yenikapıya açılmaktadır.



Sirkeci yeraltı istasyonu tasarımı

Şekil 4.23 Sirkeci Yeraltı İstasyonu

1500 m boyundaki Sirkeci İstasyonu'nun, makaslar arası mesafesi 350 m, tüneller arası yaya geçişleri toplam 600 m uzunluğunda olup pompa çukurları ise 120 m derinliğindedir. Proje kapsamında yapılacak üç yer altı istasyonundan biri olan Sirkeci İstasyonu tamamen NATM (New Tunnelling Method) metodu ile inşaa edilmektedir.

Diğer yer altı istasyonları Yenikapı ve Üsküdar ise aç-kapa tekniği ile inşa edilmektedir. Bu istasyonların toplam boyu 994 metredir. Kartal-Kadıköy hattı ile entegrasyon sağlayacak Ayrılıkçeşme istasyonu ise İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılmaktadır.



Şekil 4.24 NATM ile İnşaa Edilen Üsküdar Makas Tüneli

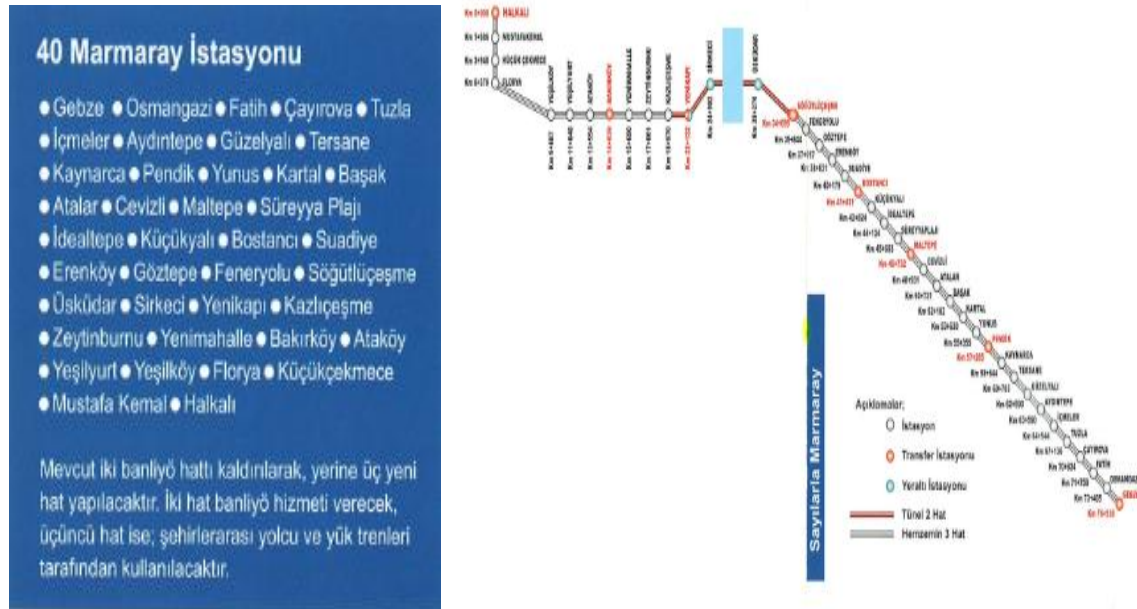
Proje kapsamında “ Aç-kapa Tekniği ” ile inşa edilecek Yenikapı istasyon alanında bulunan tarihi tescilli binalar ilgili İstanbul Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu izni ile sökülmüş olup, istasyon inşaatı bitiminde yeniden inşa edilecektir. Mevcut Banlıyo Hatlarının iyileştirilmesi işi kapsamında tarihi niteliği nedeni ile Kızıltoprak, Bostancı, Feneryolu, Maltepe, Göztepe, Kartal, Erenköy, Yunus ve Suadiye İstasyonları ilgili kurul kararları doğrultusunda oldukları yerde korunacaktır.

Yer altı tarihi varlıkları üzerindeki etkilerin en aza indirgenebilmesi için, Marmaray Projesi Demiryolu Güzergahı ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği sonucunda en uygun şekilde seçilmiştir. Etkilenebilecek olan alanlar hakkında geniş kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Projenin ihalesi öncesinde güzergah üzerinde bulunan tarihi yapıların envanteri çıkarılmış ve güzergahın konumu belirlenmiştir. (Ulaştırma Bakanlığı DLH İnş.Gen.Müd. Marmaray Projesi Değerlendirme Raporu, 2009)

Marmaray Projesi tamamlandığında;

- Sefer Sıklığı: Her iki dakikada bir tren,
- Üsküdar-Sirkeci: 4 Dakika
- Üsküdar-Sirkeci: 12 Dakika
- Bostancı-Bakırköy: 37 Dakika
- Gebze-Halkalı: 105 Dakika

olacaktır.



Şekil 4.25 Marmaray İstasyonları

CORS-TR çalışmaya başlamasından sonra tüm projedeki arazi ölçüleri, su altı koordinat uygulamaları, iskandil çalışmaları ile bunların değerlendirmelerinin tamamı bu sistemle yapılmaya başlanmıştır. Yukarıda da bahsedildiği üzere Marmaray inşaat

çalışmalarında projenin niteliğinden dolayı zorluk derecesinin çok yüksek olduğunda düşünüldüğünde Cors-Tr'nin sağladığı kolaylık ve hız projenin maliyetlerinin azalmasında sağladığı büyük katkı ve inşaatın tamamlanma sürecine yapacağı etki azımsanmayacak boyutta olacaktır.

4.3.4 Denizyolu Ulaşım Sistemi

Üç tarafı denizlerle çevrili İstanbul, toplu taşımacılıkta bu muazzam imkan yeterince kullanılmamaktadır. Şehir hatları ve İDO'ya bağlı çalışan deniz otobüsleri dışında denizler uluslar arası yük taşımacılığına hizmet vermektedir. Uluslararası ulaşımda önemli bir yere sahip olan deniz ulaşımı kent içi ulaşımında olması gereken düzeyde değildir. Karadeniz'e kıyısı bulunan ülkeleri Akdeniz ve diğer denizlere bağlayan tek geçiş noktası olan İstanbul Boğazı yaşanan siyasi ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak sürekli artan bir gemi trafiğine sahne olmaktadır. Bu da beraberinde deniz kazalarını meydana getirmekte ve büyük tehlike yaratmaktadır. Bu nedenle geçiş güvenliği sağlamak gerekliliği ortaya çıkmış ve çeşitli tedbirler alınmıştır. (Kılavuz alınmadan İstanbul Boğazı'na giriş izni verilmemesi vb.) Tablo 4.4'de denizyolu taşımacılığın türlerine göre dağılımı yer almaktadır. (IBB, İst. 1/100.000 Çevre Düzeni Planı et al, 2009)

Tablo 4.4 Türlerine Göre Denizyolu Ulaşımı Dağılımı

| Ulaşım Türü | Araç Türü | Araç Sayısı (Adet) | Günlük Yolcu Sayısı (Kişi) | Oran (%) Deniz Ulaşımı İçinde |
|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Deniz Yolu | Şehir Hatları (İDO) | 52 | 230.000 | 61 |
| (%3-4) | Deniz Oto. (İDO) | 26 | 30.000 | 8 |
| | Deniz Motorları | 236 | 120.000 | 31 |
| | Toplam | 314 | 380.000 | 100 |

İstanbul'da denizyolu taşımacılığının payı, kent içi yolcu taşımacılığı açısından gittikçe azalmaktadır. 2004 yılı için kente giriş yapan yolcu trafiği içinde denizyolu taşımasının payı yüzde 9 civarındadır. Kent içi yolcu taşımacılığındaki payı ise yaklaşık % 4'tür. Denizyolu taşıma sisteminde, şehir hatları vapurları, deniz otobüsleri ve deniz motorlarıyla günde ortalama 380.000 adet yolcu ve 25.000 adet araç taşınmaktadır. (<http://www.ido.com.tr>) Şehir hatlarının bu rakam içindeki payı ise yüzde 61-63 civarındadır. Şehirlerarası ilişkilerde olduğu gibi kent içi ulaşımının önemli bir parçasını oluşturan deniz ulaşımı çerçevesinde alt ayrımlar mevcuttur. Bu sektörde, şehir hatları vapurları (İDO), deniz otobüsleri (İDO) ve dolmuş motorlar çalışmaktadır. Şekil 4.26'da İstanbul deniz toplu taşımacılığında kullanılan hatlar gösterilmektedir. (IBB, İst. 1/100.000 Çevre Düzeni Planı, et al, 2009)



Şekil 4.26 Kent İçi Deniz Toplu Taşıma Hatları

5. GNSS SİSTEMİ İLE ARAÇ TAKİBİ

Araç filosu yönetimi ve gözetimi GNSS teknolojisinin ana uygulamalarından biri olmuştur. Bu sistem birçok alanda uygulanmıştır; Ambulanslar, polis araçları, şehir taşımacılığı yapan araçlarda vs. Her aracın anlık konumu ekrandan görülebilir ve yönlendirilebilir. Bütün araçlar hakkında anlık sağlıklı bilgiler alınabilir. Şehir taşımacılık araçlarının akıllı takibi için Kopenhag ve Helsinki'deki GPS/GIS uygulaması örnek olarak verilebilir. Danimarka'daki başlıca şehir taşımacılık operatörü olan Kopenhag Taşımacılık (HT), metropol sahasında oturan 1.7 milyon kişiye hizmet eder.

Ulaşım sektörü diğer sosyal ve ekonomik sektörlerle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Bu nedenle yeni teknolojilerin gelişmesinden etkilenir. Ulaşım ile ilgili sektörler için GNSS/GIS teknolojilerinden faydalanmak büyük kazanımlar sağlar. GNSS/GIS'in birçok alandaki uygulamalarından elde edilen tecrübeler, bunun gerçekçi bir hedef olduğunu kanıtlamıştır. GNSS/GIS entegre sistemleri ulaşımda (Kara, deniz ve demiryolu ulaşımı) geniş bir uygulama alanına sahiptir ve birçok fayda sağlar.

Sistemin etkisinin artırılması ve uygulama maliyetlerinin azaltılması için GNSS teknolojisi diğer teknolojilerle (mobil telefonlar, kameralar vs.) birleştirilir. Acil vakaların cevaplandırma süresi hayati önem taşıdığı için gerçek zamanlı sistemlerden yararlanır. Yol ağını sunan grafikler ve data yapılarının uygun kullanımıyla en kısa yol algoritmasının zaman performansı artırılır. Olası uzun mesafeler için ambulans fazla zamana ihtiyaç duyabilir. (Vaka yerinden uygun hastanelere ulaştırmak için). Zamanla trafik koşulları değişebilir ve data optimal rotaya göre hesaplandığı için eskimiş olabilir. Bu durumlarda ülke genelinde alt programlarla desteklenmiş CORS-TR&GIS uygulamaları bu tür gecikmeleri minimuma indirerek erişimin hızlandırılmasını sağlayacaktır.

Bu konuda ülkemizdeki uygulamalar, şu şekilde örneklenebilir:

Araç Takip ve Filo Yönetimi : Borusan Filo Yönetim Sistemi, sürücülerin çalışma saatlerinin, rolanti süresi, hız bilgileri, yakıt tüketimi, ani durma, ani hızlanma ve ani yön değişimi gibi araç kullanım bilgilerinin ve duraklama yapılan lokasyonların, izlenen rota ve adres bilgilerinin, teslimat lokasyonları ve zamanlamalarının, rota ihlalleri ile birlikte elde edilebildiği bir sistemdir.

Yük Sıcaklık Takip : Besin tedarik zincirinde bulunan Keskinöğlü için araç içerisindeki yükün ve sabit soğuk hava depolarının sıcaklık bilgilerinin sahadan derlenmesi ve raporlarının oluşturulmasına dayalı bir sistem geliştirilmiştir.

Servis Araçları Planlama : TED Ankara Koleji servis araçlarının rota planlamasının yapıldığı, öğrencilerin servislere iniş/biniş bilgilerinin elde edildiği ve bu bilgilerin web tabanlı olarak kullanıcıya sunulduğu, adreslerin harita üzerinde konumlandırıldığı bir sistemdir.

Sefer İzleme : Petrol Ofisi'nin akaryakıt tankerlerinin, dolun tesislerinden başlayan seferlerinin hangi lokasyonları kapsadığı, lokasyonların ziyaret zamanlamaları ve sürelerinin belirlendiği, tanımlı lokasyonlar dışında duraklamaların tespit edildiği ve sahadan bilgilerin derlenerek sistemde yer alan her türlü raporun ve isteğe bağlı olarak her aracın belli bir aralıkta seçilen sefer raporlarının özel olarak alınabildiği bir sistemdir.

Ambulans İzleme : Ambulans İzleme ve Yönetim Sistemi ile Medline ambulanslarının izlenmesi, görev ataması yapılması ve raporlanması ile adres arama ve lokalizasyon işlemlerinin yapılabilmesi için web ve masaüstü tabanlı yazılımlar geliştirmiş ve kullanıma sunulmuştur.

Yol Risk Değerlendirme : Kara taşımacılığı için Yol Risk Değerlendirme ve İzleme Sistemi ile sürücülerin riskli araç kullanımını izleyebilen ve doğru araç kullanım performanslarını ölçen dünyada benzeri olmayan bir sistem geliştirildi. BP tarafından geliştirilen Yol Risk Değerlendirme Sistemi, sahadan toplanan yol bilgilerinin derlenerek TEM, Devlet Yolu, Yerleşim Bölgesi gibi yol risk tiplerine göre sayısal harita üzerinde işlenmesini ve belirlenen risk bölgelerine göre sürücü ihlal raporlarının oluşturulmasını sağlamakta. Sisteme girilmiş olan bilgiler sayesinde güzergaha, hız limitlerine, önlem sınıflandırmasına, mesafe ve araç tipine göre bilgi alınabilmekte ve Filo Yönetim Sistemi'nde yer alan Aktivite Detay Raporu ve İhlal Raporları ile elde edilen ihlaller raporlanabilmektedir.

Madencilik Tur Raporlama : Hafriyat Tur Raporlama Sistemleri, sahada dekapaj, hafriyat ve belirli bir bölgeye tur yapan araçların belirlenen bölgeye kaç kez tur yaptığının sayılması, vardiyaların belirlenmesi ve vardiya bazında hesapların elde edilmesi amacı ile geliştirilmiş bir sistemdir.

Buna ek olarak yapay zeka tekniklerinin trafikteki uygulamaları son dönemlerde Amerika ve pek çok ülkede gerçek hayata geçirilmiş ve bu çalışmalarla ilgili yüzlerce makale, rapor, proje, seminer ve diğer akademik çalışmalar yapılmıştır. Küreselleşen dünyada en önemli problemlerden biri olan ulaşım sorununun çözümü, mevcut kapasiteyi en iyi şekilde kullanmaktır. Bu nedenle yapay zeka tekniklerinin donanım veya yazılım olarak bu problemin çözümünde kullanılması kaçınılmazdır. Bu tekniklerin kullanılarak elde edilen ekonomik faydalar önemli bir paya sahiptir. Yapay zeka tekniklerinin trafiğin kontrolü için kullanımı sosyal, ekonomik ve ekolojik açıdan önemli faydalar sağlar. Bu anlamda Yapay zeka tekniklerinin en önemli destekleyicisi CORS-TR sisteminin sunacağı konumsal veridir.

Yapay zeka uygulamaları bilgisayar teknolojisinin gelişimiyle son yirmi yılda ulaşım alanında karşımıza çıkan ve sezgisel olarak çözülebilen ya da matematik tekniklerle çözülmesi çok zor olan problemleri çözmeye yönelik ileri teknikler “yapay zeka teknikleri” olarak bilinir. Bunların başlıcaları; uzman sistem yaklaşımı, yapay sinir ağları yaklaşımı, bulanık mantık yaklaşımı, geleneksel olmayan optimizasyon teknikleri, esnek programlama (soft computing) olarak sayılabilir.

Bu yöntemlerden trafik alanında yaygın olarak kullanılan uzman sistemler, yapay sinir ağları (Artificial Intelligence Networks), genetik algoritma ve bunların kendi aralarında ikili veya üçlü birleşimiyle oluşan esnek programlamadır. Burada özellikle yapay sinir ağları yaklaşımı üzerinde durulmuştur. Amerika ve pek çok ülkede akıllı ulaşım sistemleri (ITS – Intelligent Transport System) ve yapay zeka teknikleri trafiğin kontrolünde önemli bir yere sahiptir. Ulaşımda trafik sıkışıklığını azaltmak, ulaşım hızını arttırmak vb. konular lineer olmayan karmaşık optimizasyon problemlerinin çözülmesini gerektirir. Bilinen optimizasyon teknikleri ile de çözülemeyen bu tip problemler için yapay zeka teknikleri problem tipine göre kullanılabilir. Ulaşım alanında çözülmesi gereken ya da sezgisel olarak yürütülen temel konu başlıkları şunlardır: Kavşak optimizasyonu, katılım–ayrılım denetimi, trafik sıkışıklığı, şerit denetimi, rota seçimi ve sürücünün bilgilendirilmesi, ulaşım süresinin tahmini.

6. CORS-TR' NİN ULAŞIM HİZMETLERİNDE KULLANIMI

CORS-TR'nin ulaşım hizmetlerinde kullanımını iki ana başlık altında gerçekleştirilebilir.

- **Ulaşım Hizmeti Projelerinin Hazırlanması ve Araziye Aplikasyonu:** CORS-TR sistemi sunduğu RTK hizmeti ile projelerin hazırlanması evresinde gerçekleştirilen proje şeridinin halihazır durumu gösteren haritasının oluşturulmasında kullanılabilir. Kamulaştırma (ifraz/tevhid) işlemleri, arazi aplikasyonları en etkin kullanılacak şeklidir. Ayrıca İstanbul için oluşturulan IGNA GPS Ağı çalışmaları çerçevesinde yaklaşık 4-5 cm doğruluklu geoit modeli oluşturulmuştur. İstanbul sınırları içinde bu geoit modeli kullanılarak elipsoidal yükseklik veren CORS-TR'nin RTK hizmetinin yükseklik bileşeni ortometrik yüksekliğe dönüştürülebilir. Uydu konumlama sisteminin yapısından kaynaklanan RTK hizmetlerin aksadığı bölgelerde CORS-TR sistemi ile poligon tesisi gerçekleştirilebilir ve bu noktalardan klasik yöntem ile detay alımına/aplikasyona devam edilebilir.
- **Ulaşım Hizmeti Veren Araçların Takibi ve Koordinasyonu**

6.1 CORS-TR'NİN RAYLI SİSTEM İNŞAATI VE MARMARAY PROJESİNDE KULLANIMI

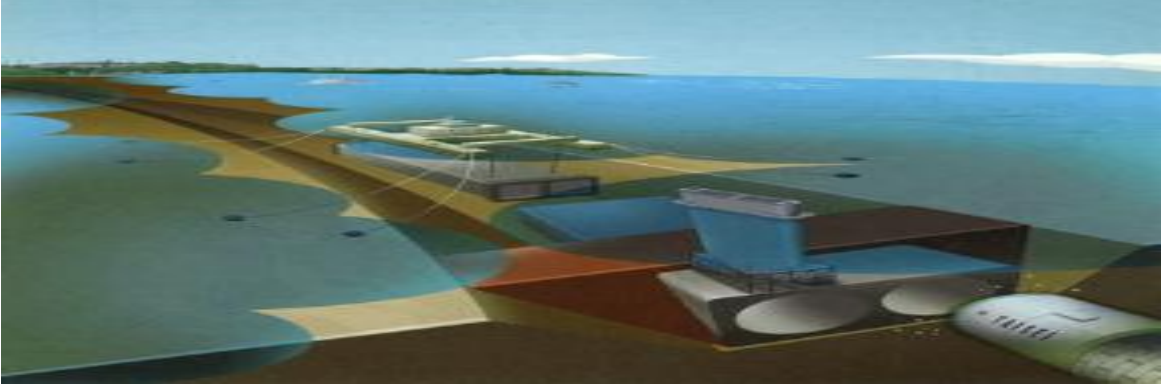
Marmaray Projesi devam eden çalışmalar esnasında, CORS-TR Sistemi'nin resmi olarak çalışmaya başlamasından sisteme uyumlu cihazlar temin edilerek ölçümler ve uygulamalar yapılmıştır. Bundan önce yapılan tüm ölçüler, bu sistemle kontrol edilmiş ve çalışmalar bu sistemde sürdürülmüştür. Bu kapsamda yapılan inşaa çalışmaları esnasında;

- Jeodezik kontrol noktalarında yer tesisi yapma zorunluluğunu büyük ölçüde kaldırmıştır.
- Sürekli insan gücüne dayalı emek ve zaman israfına sebep olan ve güzergah üzerinde sürekli kaybolan ve/veya geriden kestirme yapma zorunluluğu olan kendi referans istasyonuna gereksinim olmaksızın gözlem yapabilmesi olanağına kavuşulmuş ve nokta aplikasyonuna dayalı tüm teknik çalışmalarda inanılmaz bir hız kazanılarak olası zaman kaybının önüne geçilmiştir.
- Bu kapsamda sık sık istem dışı yapılan kaba ve/veya sistematik mühendislik hatalarından kaynaklanan zaman / insan gücü ve malzeme zayıatlarının tamamen önüne geçilmiştir.



Şekil 6.1 Boğazda Yapılan Kazı Çalışması

- Gemi üzerinde yapılan GNSS ölçmeleriyle noktaların konumları saniyeler içinde “cm” mertebesinde belirlenmiş; ölçümler/uygulamalar, su altı kazı çalışmaları ile tüp daldırma işlemleri iskandil ve hidroğrafik ölçmelerle birlikte eş zamanlı olarak ve hatasız biçimde tamamlanmıştır.



Şekil 6.2 Tünel Batırma Planı

- Bu yöntemle koordinatı bilinen kontrol noktalarına ihtiyaç duyulmadığı için hattın kara bölümündeki kamulaştırma işlemlerindeki tesis kadastrusunda, kadastro yenilemesinde, parselasyonda (ifraz ve tevhid) vd. kadastral çalışmalarda kadastro ölçüleri gerçek zamanda yapılabilmiş ve bu çalışmalarda büyük hız ve ekonomik tasarruf sağlanarak projenin zamanında ve hatasız yetiştirilebilmesi noktasında büyük mesafe alınmıştır. Topografik şartlardan kaynaklanan gecikmelerin önüne geçilerek çalışmaların çok daha hızlanması sağlanmıştır.



Şekil 6.3 Marmaray Projesi Kara, Tünel ve Deniz Altı Tünel Batırma Güzergahı’

- Yine hattın karasal bölümünde devam eden kazı- dolgu, altyapı (atıksu, yağmursuyu, menfez geçişleri,...) ve drenaj çalışmaları, üstyapı betonarme imatları, elektromekanik sistemlerin yapımı, ray döşenmesi gibi vs. çalışmaların yanında halihazır ve plankote harita yapımında, imar planlarının zemine aplikasyonu ve uygulanmasında, diğer tüm aplikasyon çalışmaları ile altyapı ve diğer vb. mühendislik çalışmaları vb birçok uygulamada sistem etkin olarak kullanılmaktadır. Bu

çalışmalardaki aplikasyon işlemlerinde (jeodezik çalışmalarda) yerel sabit referans noktalarında gözlem gerekmeksizin ve buralardan çalışma sahasına koordinat taşınmadan ayrıca günler süren arazi ve zemin çalışması yapılmadan poligon hesap ve dengeleme hesaplarına gereksinim duyulmaksızın çok hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak çalışmalar tamamlanmış; projelerde son derece önemli zaman ve büyük miktarlarda mali kaynak tasarrufu sağlanmıştır ve halen de sağlanmaktadır.

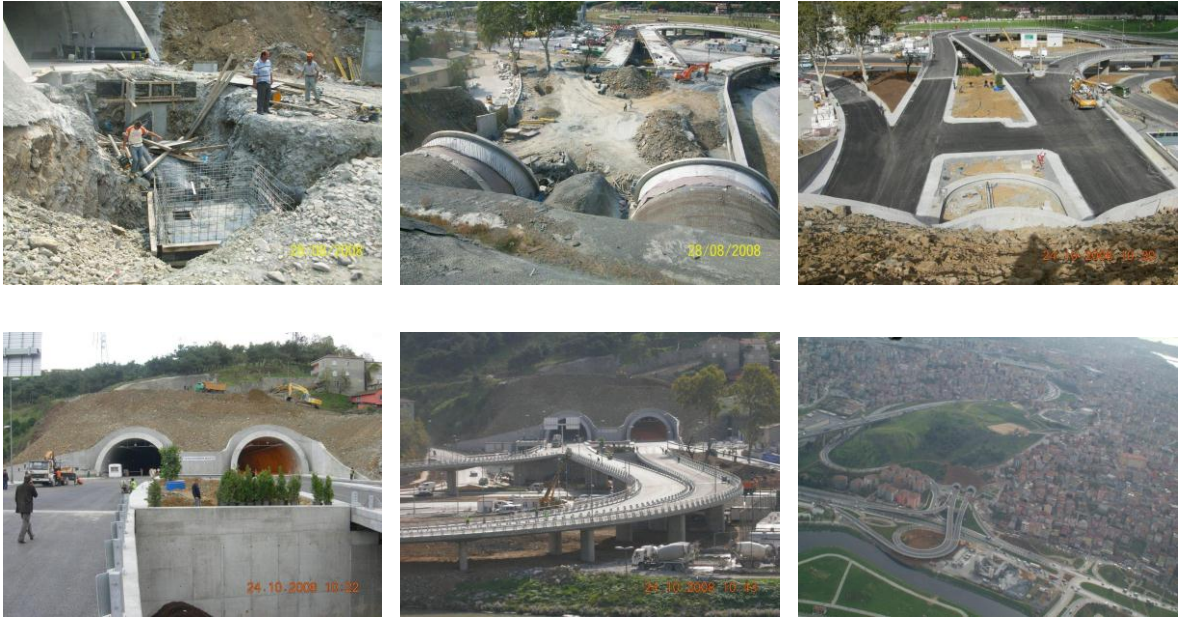
6.2 CORS-TR’NİN KARAYOLU, KAVŞAK VE TÜNEL İNŞAATI PROJELERİNDE KULLANIMI

Proje uygulamalarında:

- Jeodezik kontrol noktaları tesisi zorunluluğunu büyük ölçüde kaldırılmıştır.
- Sürekli insan gücüne dayalı emek ve zaman israfına sebep olan ve güzergah üzerinde sürekli kaybolan ve/veya geriden kestirme yapma zorunluluğu olan kendi referans istasyonuna gereksinim olmaksızın gözlem yapabilmesine olanağına kavuşulmuş ve nokta aplikasyonuna dayalı tüm teknik çalışmalarda inanılmaz bir hız kazanılarak yaşanan zaman kaybının önüne geçilmiştir.
- Bu kapsamda sık sık istem dışı yapılan kaba ve/veya sistematik mühendislik hatalarından kaynaklanan zaman/insan gücü ve malzeme zayıflarının tamamen önüne geçilmiştir.
- Gemi üzerinde yapılan ölçmelerde saniyeler içinde “cm” mertebesinde noktaların koordinatları belirlenmiş; aplikasyon çalışmaları ile kazı ve dolgu çalışmaları yüksek hassasiyette ve çok hızlı tamamlanmış ve İstanbul halkına hizmetlerin en hızlı şekilde kazandırılması sağlanmıştır.
- Koordinatı bilinen noktalara ihtiyaç duyulmadığı için yol ve kavşak güzergahlarındaki kamulaştırma işlemlerindeki tesis kadastrusunda, kadastro yenilemesinde, parselasyonda (ifraz ve tevhid) vd. kadastral çalışmalarda kadastro ölçüleri gerçek zamanda yapılabilmüş ve bu çalışmalarda büyük hız ve ekonomik tasarruf sağlanarak projenin zamanında ve hatasız yetiştirilebilmesi noktasında büyük mesafe alınmıştır. Topografik şartlardan kaynaklanan gecikmelerin önüne geçilerek çalışmaların çok daha hızlanması sağlanmıştır.
- Yine güzergah üzerinde devam eden kazı- dolgu, altyapı (atıksu, yağmursuyu, menfez geçişleri, ...) ve drenaj çalışmaları, üstyapı betonarme imatları, elektromekanik sistemlerin yapımı, ray döşenmesi gibi vs. çalışmaların yanında halihazır ve plankote harita yapımında, imar planlarının zemine aplikasyonu ve uygulanmasında, diğer tüm aplikasyon çalışmaları ile altyapı ve diğer vb. mühendislik çalışmaları gibi bir çok uygulamada sistem etkin olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalardaki aplikasyon işlemlerinde (jeodezik çalışmalarda) yerel sabit referans noktalarında gözlem gerekmeksizin ve buralardan çalışma sahasına koordinat taşınmadan ayrıca sayfalar dolusu arazi ve zemin çalışması yapılmadan poligon hesap ve dengeleme hesaplarına gereksinim duyulmaksızın çok hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak çalışmalar tamamlanarak; projelerde son derece önemli zaman ve büyük miktarlarda mali kaynak tasarrufu sağlanmıştır ve halen de devam eden karayolu, kavşak ve tünel çalışmalarında halen sağlanmaktadır.



Şekil 6.4 “ Kağıthane-Piyalepaşa & Bomonti-Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tünelleri İnş.” Tünel İçi Muhtelif Kazı Karşılaşma Anları (Cors-Tr Sistemi’nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tünel Dışındaki Tüm Proje Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)



Şekil 6.5 “ Kağıthane - Piyalepaşa Gidiş-Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ” Tünel Kağıthane Çıkış Aynası ve Kağıthane Kavşağı İnşaatı (Cors-Tr Sistemi’nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tünel Dışındaki Tüm Proje Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)



Şekil 6.6 “ Kağıthane – Piyalepaşa Gidiş-Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ” Tünel Piyalepaşa Çıkış Aynası ve Piyalepaşa Kavşağı İnşaatı (Cors-Tr Sistemi'nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tünel Dışındaki Tüm Proje Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)



Şekil 6.7 “ Bomonti - Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ”Tünel Bomonti Çıkış Aynası ve Bomonti Kavşağı İnşaatı (Cors-Tr Sistemi'nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tünel Dışındaki Tüm Proje Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)



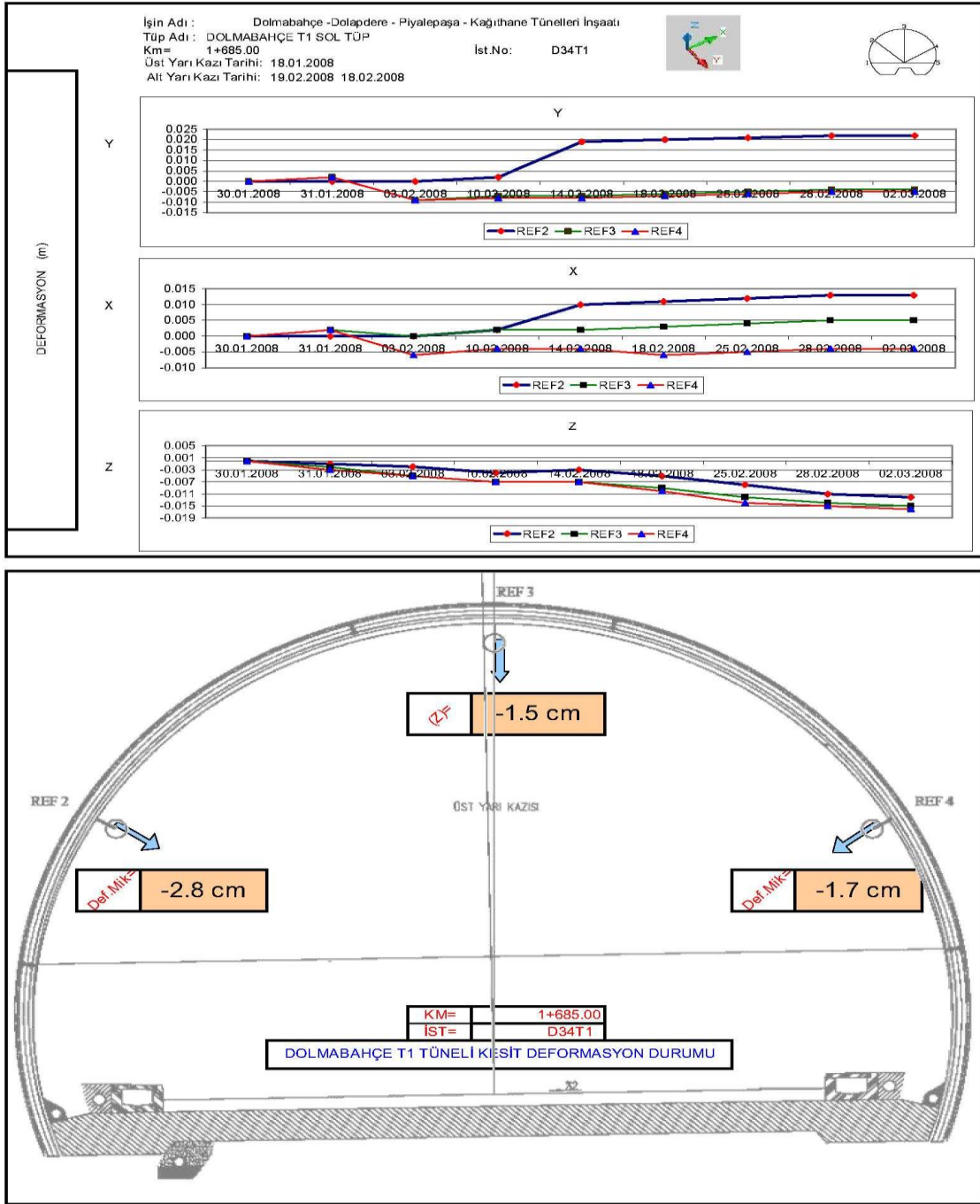
Şekil 6.8 “ Bomonti - Dolmabahçe Gidiş – Geliş Karayolu Tüneli İnşaatı ” Tünel Dolmabahçe Çıkış Aynası ve Dolmabahçe Kavşağı İnşaatı (Cors-Tr Sistemi'nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tünel Dışındaki Tüm Proje Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)



Şekil 6.9 “ Kağıthane-Piyalepaşa & Bomonti-Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tünelleri İnş. ” Karayolu Tünelleri ve Çıkış Ağzlarındaki Kavşakların İş Sonu Resimleri 2010 (Cors-Tr Sistemi'nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tünel Dışındaki Tüm Proje Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)

- Karayolu tünel inşaatları gibi yüksek maliyetli ve yüksek hassasiyet isteyen işlerde cm mertebesinde hatayla aplikasyonlar yapılarak tünel farklı noktalardan birbirine doğru ilerleyen tünel kazıları sorunsuz ve hatasız olarak karşılanmışlardır. Tünel çalışmaları

esnasında farklı jeolojik zeminlerde ve farklı özellikli fay hatlarından geçilmiş olup bu esnada yapılan hak ediş ödemelerine konu olacak zemin ve çeper iğleştirmeleri ile bulunlu ve iksalı tahkimat işleri yine CORS-TR ile taşınan noktalarda belirlenmiş ve hesap edilmiştir. Müteahhit firmalara yapılan milyonlarca dolarlık ödemeler bu değerlere göre sorunsuz ve tartışmasız olarak yapılmıştır. İksa ve hasırdemir sonrası yapılan betonlama işlemleri sonrası her 5 metrede bir minimum 1ay süre ile yapılan deformasyon ölçmeleri de yine bu sistemle taşınan noktalarda belirlenmiş ve takip edilmiştir.



Şekil 6.10 “ Kağıthane-Piyalepaşa & Bomonti-Dolmabahçe Gidiş-Geliş Karayolu Tüneli İnş.”
Dolmabahçe T1 Sol Tüp Deformasyon Takip Formu

6.3 CORS-TR'NİN METROBÜS İNŞAATI PROJESİNDE KULLANIMI

İETT'nin İstanbul'un ana arterlerindeki trafik yoğunluğunu azaltmak, hızlı ve konforlu ulaşım sağlamak amacıyla işletmeye aldığı Metrobüs Sistemi ilk olarak Topkapı-Avcılar hattında hizmete girdi. Yapımına Ocak 2007 yılı başında başlanan 18,3 km'lik hat, sekiz ay gibi kısa sürede tamamlanarak 17 Eylül 2007'de açıldı.

Daha önce 67 dakikada alınan Topkapı-Avcılar arası sadece 22 dakikaya indiren Metrobüsün ikinci etabı olan Zincirlikuyu ayağı 8 Eylül 2008 Pazartesi günü yeni eğitim-öğretim yılı başında hizmete alındı.

Hattın 77 gün gibi kısa sürede tamamlanmasıyla birlikte durak sayısı 25 adete yükseldi.

Metrobüs hattının üçüncü etabı olan Söğütluçeşme hattı 3 Mart 2009 tarihinde Başbakan Recep Tayyip Erdoğan'ın katıldığı törenle hizmete alınarak İstanbul'un iki yakası en kısa yoldan birbirine bağlandı. Bu bağlantı sayesinde Avcılar-Söğütluçeşme hattında yolculuk 63 dakikaya indi. Hattın Avcılar-Beylikdüzü güzergahının temeli 15 Mart 2011 günü törenle atıldı. Bu hattın 29 Ekim 2011 tarihinde bitirilmesi planlanmaktadır.

Avcılar-Söğütluçeşme Metrobus hattının İstanbullularca büyük memnuniyetle karşılanması ve işletmecilik açısından olumlu sonuçlar doğurmasıyla sistemin İstanbul'un diğer yoğun akslarında uygulanabilirliği gündeme geldi. Mevcut sistemin Beylikdüzü-Söğütluçeşme şeklinde tamamlanmasına ek olarak yeni hatlar planlandı.

Bu hatlar;

- Aksaray-İstoç (Milliyet Sitesi)
- Beşiktaş-Levent
- Edirnekapı-Vezneciler şeklinde sıralanabilir.

Dünyanın değişik metropollerinde benzer uygulamaları bulunan Metrobüs sisteminin olmazsa olmaz üç parametresi vardır:

1. Hızlı ulaşım (30 saniye sefer aralığı)
2. Yüksek nüfus yoğunluğu olan metropol
3. Çevreye duyarlı alternatif ulaşım modlarıyla entegrasyon ve konfor

Diğer ekspres yollara göre yüksek gelişme potansiyeli sergileyen, yatırım ve işletme maliyeti diğer raylı sistemlere oranla oldukça düşük olan ve kurulumu çok daha kısa sürede tamamlanan Metrobüs sistemi, en başta seyahat süresini kısaltarak yolculara zamandan tasarruf sağlıyor. Araçların kendine ait yolda ilerlemesi dolayısıyla kaza oranı ve riski azalıyor. Sistemde çalışan yüksek teknoloji araçlar, güvenlik ve konforu artırıyor. Çevreci motorları sayesinde emisyon oranları büyük oranda düşüyor ve hibrit motor yüzde 25'e varan oranda yakıt tasarrufu sağlıyor. Durağa sıfır yanaşma özelliği, engelli yolcuların seyahatlerini kolaylaştırmaktadır.

140 yıllık tarihinde İstanbul'u pek çok ilk'e tanıştıran İETT, son olarak Metrobüs sistemiyle ulaşımında büyük başarı sağladı. İşletmecilikte; geçmişin tecrübeleri üzerine inşa edilen bu başarı, İETT'nin gelecekteki vizyonunu belirlemede büyük rol oynayacaktır.

(IBB İETT Gen. Müd. Metrobus Projesi Değ. Raporları et al, 2010; IBB Fen İşleri Dai. Başk. Proje Değerleri, et a, 2010)



Şekil 6.11 “Avcılar - Söğütlüçeşme Metrobus Hattı İnşaat Anı Resimleri” (Cors-Tr Sistemi’nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tüm Projedeki Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)

- **Avcılar – Kadıköy Söğütlüçeşme Metrobus Hattı Hat Uzunluğu:** 43 km.

Araç sayısı : 300 Adet
Sefer süresi : 126 dakika (gidiş-dönüş)
Sefer aralığı : 32 saniye (ortalama)
Yolcu kapasitesi : 850.000 yolcu /gün
İstasyon sayısı : 33Adet “Avcılar (İÜ Kampüsü)- Denizköşkler (Gümüşpala Mah.)- İETT Kampı- Küçükçekmece- Cennet Mah.-Yeşilova (Florya)- Sefaköy - Yenibosna (Kuleli)- Şirinevler- Bahçelievler- İncirli (Ömür)- Zeytinburnu Metro- Merter- Cevizlibağ- Topkapı- Maltepe- Adnan Menderes Bulvarı- Edirnekapı- Ayvansaray- Halıcıoğlu- Okmeydanı- Perpa- SSK Okmeydanı Hastahanesi- Çağlayan- Mecidiyeköy- Zincirlikuyu- Boğaz Köprüsü- Burhaniye Mahallesi- Altunizade- Acıbadem- Uzunçayır- Hasanpaşa-Söğütlüçeşme.”

Hattın Entegrasyonu:

Küçükçekmece’de Sirkeci-Halkalı Banliyösü ile, Yenibosna-Kuleli’de Aksaray-Havaalanı Hafif Metroyu ile, Şirinevler’de Aksaray-Havaalanı Hafif Metroyu ile İncirli (Ömür)’de Aksaray-Havaalanı Hafif Metroyu ile, Zeytinburnu’nda Aksaray-Havaalanı Hafif Metroyu, Zeytinburnu-Bağcılar ve Zeytinburnu-Kabataş Tramvayları ile, Cevizlibağ’da Zeytinburnu-Kabataş Tramvayı ile, Edirnekapı’da Sultançiftliği-Edirnekapı Tramvayı ile, Mecidiyeköy’de 4.Levent -Taksim Metroyu ile, Uzunçayır’da Kadıköy-Kartal Metroyu ile, Söğütlüçeşme’de Haydarpaşa-Gebze Banliyösü ile.

- **Beylikdüzü - Söğütlüçeşme Metrobus Hattı Hat Uzunluğu: 50 km**

Araç sayısı : 365Adet
Sefer süresi : 160 dakika (gidiş-dönüş)
Sefer aralığı : 32 saniye (ortalama)
Yolcu kapasitesi : 1.170.000 yolcu /gün
İstasyon sayısı : 40 Adet “Tüyap Fuar Merkezi – Beykent – Beylikdüzü - Emlakbank Konutları - Büyükşehir Konutları - Tatilya – Türksan - Avcılar Lisesi- Avcılar (İÜ Kampüsü) - Denizköşkler (Gümüşpala Mah.) - İETT Kampı – Küçükçekmece - Cennet Mah.-Yeşilova (Florya)- Sefaköy - Yenibosna (Kuleli)- Şirinevler - Bahçelievler- İncirli (Ömür)- Zeytinburnu Metro-Merter - Cevizlibağ- Topkapı- Maltepe- Adnan Menderes Bulvarı - Edirnekapı – Ayvansaray – Halıcıoğlu – Okmeydanı - Perpa - SSK Okmeydanı Hastahanesi- Çağlayan – Mecidiyeköy – Zincirlikuyu - Boğaz Köprüsü - Burhaniye Mahallesi - Altunizade – Acıbadem - Uzunçayır – Hasanpaşa - Söğütlüçeşme.”

Projenin Başlama Tarihi : 01 Ocak 2007

Bitiş Tarihi :17 Eylül 2007 (Avcılar-Topkapı / ilk etap),
08 Eylül 2008 (Topkapı-Zincirlikuyu / ikinci etap),
03 Mart 2009 (Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme / üçüncü etap)
29 Ekim 2011(Avcılar-Beylikdüzü / dördüncü etap olup
inşaat çalışmaları halen sürmektedir.)



Şekil 6.12 “Avcılar – Kadıköy Söğütlüçeşme Metrobus Hattı” (Cors-Tr Sistemi’nin İşletmeye Alınması Sonrasında Tüm Projedeki Koordinat Aplikasyonları, Arazi Alımları ile Değerlendirmelerinin Tamamı Cors-Tr ile Yapılarak İnşaat Tamamlanmıştır.)



Şekil 6.13 Avcılar-Topkapı Metrobus Hattı Topkapı Ara Dönüş Noktası

- Yine güzergah üzerinde devam eden kazı- dolgu, altyapı (atıksı, yağmursuyu, menfez geçişleri, ...) ve drenaj çalışmaları, üstyapı betonarme imalatları, elektromekanik sistemlerin yapımı, ray döşenmesi gibi vs. çalışmaların yanında halihazır ve plankote harita yapımında, imar planlarının zemine aplikasyonu ve uygulanmasında, diğer tüm aplikasyon çalışmaları ile altyapı ve diğer vb. mühendislik çalışmaları gibi bir çok uygulamada sistem etkin olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda aplikasyon işlemlerinde (jeodezik çalışmalarda) yerel sabit referans noktalarında gözlem gerekmeksizin ve buralardan çalışma sahasına koordinat taşınmadan ayrıca sayfalar dolusu arazi ve zemin çalışması yapılmadan poligon hesap ve dengeleme hesaplarına gereksinim duyulmaksızın çok hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak çalışmalar tamamlanarak; projelerde son derece önemli zaman ve büyük miktarlarda mali kaynak tasarrufu sağlanmıştır ve halen de devam eden karayolu, kavşak ve tünel çalışmalarında halen sağlanmaktadır.



Şekil 6.14 Avcılar-Topkapı Metrobus Hattı Haliç Köprüsü Geçışı

- Bu iş kapsamında; yaklaşık olarak küçüklü büyüklü oranlarda 25 altgeçit, 15 adet köprü ve viyadük geçidi, 87 km metrobus bariyeri, 180 km türlü ağırlık ve detaylarda karayolu çelik bariyeri, 25 000 m³ metrobus betonu, 65 000 ton mastik asfalt, ... kullanılmıştır. Tüm bu işler için müteahhit firmalara toplamda ödenen yaklaşık 366.000.000,00 TL bedelde CORS-TR Sisteminden elde edilen ölçümler kullanılmıştır.

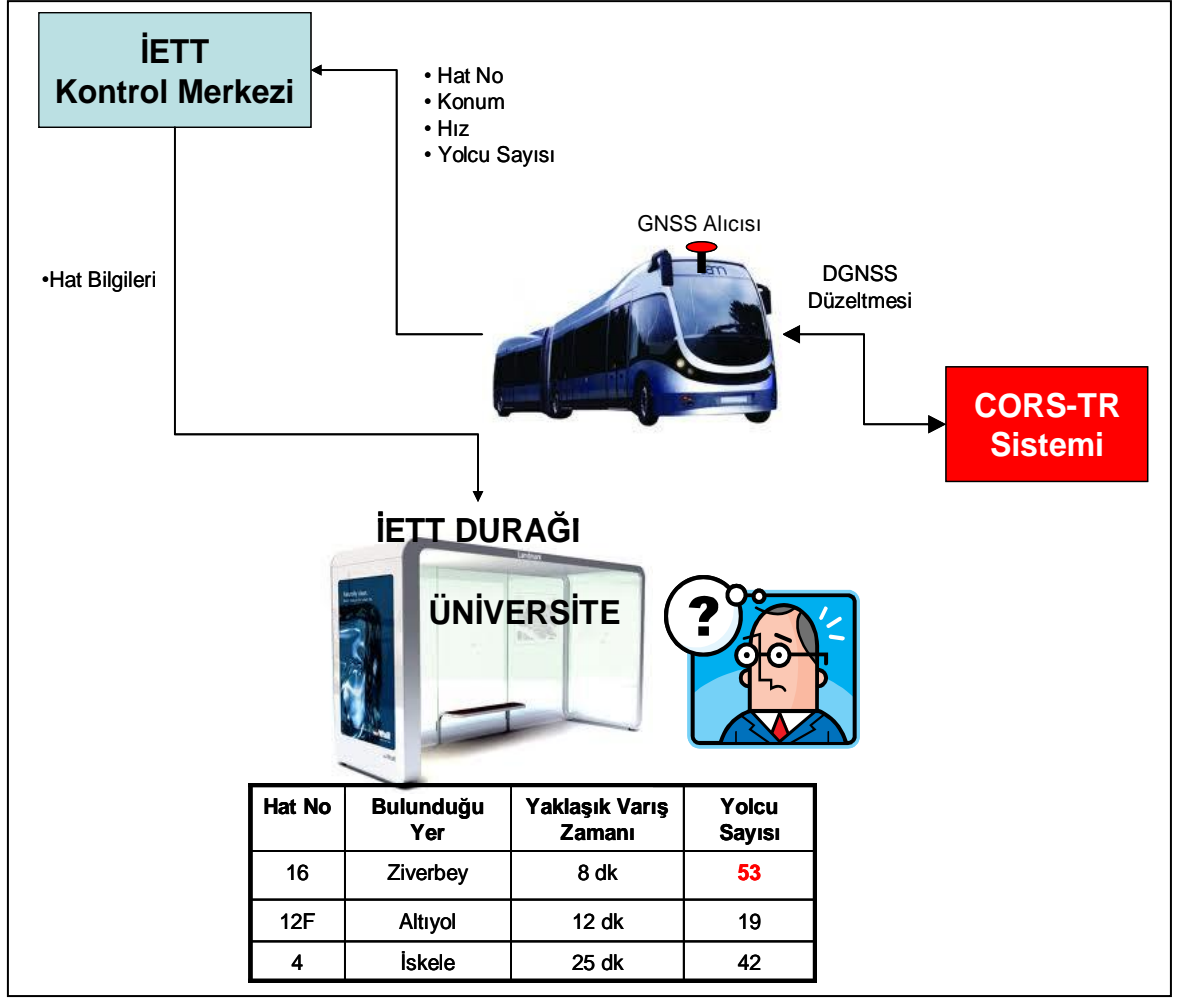
6.4 CORS-TR’NİN İETT ARAÇLARININ TAKİBİ VE KOORDİNASYONU İŞLERİNDE KULLANIMI

Sistemin navigasyon amaçlı kullanımı ise anlık koordinat değerlerinin gerçek zamanlı RTK olarak tespitinden dolayı çok daha iyi sonuç vermektedir. İstanbul Belediyesi İETT Genel Müdürlüğü’ne bağlı olarak ulaşım hizmeti veren otobüslerin CORS-TR sistemi ile takibi ve koordinasyonu mümkündür. Bu şekilde önerilen bir model ile İstanbul ulaşım sisteminin %37’lik yükünü üzerinde bulunduran İETT ulaşım sisteminin etkin olarak yönetilmesi gerçekleştirilebilir.

Önerilen sistem temel olarak, ulaşım hizmeti veren İETT otobüslerine CORS uyumlu GNSS alıcısı yerleştirilmesi ilkesine dayanmaktadır. Otobüslere takılan GNSS alıcısı CORS-TR kontrol merkezinden aldığı DGNSS düzelmeleri ile otobüsün konumunu metre altı bir doğrulukla belirleyebilmektedir. Otobüsün hat numarası, bulunduğu yerin konumu, hızı ve AKBİL yardımı ile elde edilen yolcu sayısı İETT kontrol merkezine iletilmektedir. İETT Kontrol Merkezi tüm otobüslerden gelen bilgileri yöneten bir merkez görevindedir. Merkeze gelen bilgiler burada işlenmekte ve değerlendirilmektedir. Elde edilen bilgilerin değerlendirilmesiyle her bir İETT otobüs durağına ilişkin otobüs ulaşım bilgileri oluşturulmaktadır. Bu bilgiler örneğin otobüsün o andaki bulunduğu yeri, yaklaşık durağa varış zamanı ve doluluk oranı gibi bilgiler olabilir. Bu bilgileri daha çoğaltıp ihtiyaca göre tabloyu zenginleştirmek mümkün olabilir. Bu bilgiler yolculara duraklara monte edilen ekranlar üzerinden sayısal tablolar ile iletilebilirken grafik olarak haritalar üzerine işlenerek de iletilebilir. Örneğin aşağıdaki şekilde verilen uygulamada Marmara Üniversitesi durağında bekleyen bir yolcu duraktan geçecek olan otobüslerin o anki konumunu ve varış süresini görebilmektedir. Ayrıca doluluk oranı ile seçeceği otobüs ile daha konforlu bir yolculuk gerçekleştirebilir.



Şekil 6.15 İETT Araç Takip Sistemi Yolcu Bilgilendirme Ekranları



Şekil 6.16 İETT Araç Takip Sistemi Çalışma Diyagramı



Şekil 6.17 İETT Araç Takip ve Durak Bilgi Sistemi

Tüm bunların yanında İETT Kontrol Merkezi'nde tüm sistemin işleyişi kontrol edilerek sisteme anında müdahalelerde bulunulur. Arızalanan araçlar izlenebilir, trafik sıkışması nedeniyle meydana gelen gecikmelere karşı ilave seferler konularak önlemler alınabilir.

6.5 CORS-TR'NİN İDO ARAÇLARININ TAKİBİ VE KOORDİNASYONU İŞLERİNDE KULLANIMI



Sistemin navigasyon amaçlı kullanımı, anlık koordinat değerlerinin gerçek zamanlı RTK olarak tespitinden dolayı çok daha iyi sonuç vermektedir. Tıpkı İETT Otobüs İşletmeciliği'nde olduğu gibi İstanbul Deniz Otobüsleri bağlı olarak ulaşım hizmeti veren yolcu gemilerinin CORS-TR sistemi ile takibi ve koordinasyonu mümkündür. Şu an için İDO tarafından işletilen 52+26=78 adet deniz otobüsü ve şehir hatları vapurlarına takılacak bir vericiden gemilere ait koordinat değerleri kurulacak olan kontrol merkezine iletilebilir. Kontrol Merkezi'nden geminin hedef durağa olan mesafesi, yapılacak ara programlar ile (Vapur hızı da sürekli alınan koordinat değerleri ile anlık hesaplandığından) dm mertebesinde belirlenebilecektir. Varış duraklarına konulan takip ekranları ile geminin durağa ne zaman geleceği, bekleyen yolcuya bildirilebileceği gibi seyir halindeki gemi içinde bulunan yolcularda varış saatini yine gemiye tesis edilecek ekrandan kolayca ve hatta harita ortamında dijital olarak görebilecektir.

Bu sistemin maliyet analizini yapacak olursak;

| | | |
|----------------------------------|---------------|--------------------|
| Her gemiye koyulacak GNSS Alıcı | = 78* 5.000\$ | = 390.000\$ |
| Kontrol Merkezinin Kurulumu | = 1* 30.000\$ | = 30.000\$ |
| Toplam 50 Durakta Ekran Kurulumu | = 50* 500\$ | = 25.000\$ |
| Toplam 78 Gemide Ekran Kurulumu | = 78* 500\$ | = 39.000\$ |
| Ara Programların Yazılımı | = | = 100.000\$ |
| Toplam | = | = 584.000\$ |

Ancak bu harcamanın sisteme getirdiği fayda ve katkı düşünüldüğünde konforu arttıran kabul edilebilir bir harcama rakamı olacağı düşünülmektedir.

6.6 CORS-TR'NİN MARMARAY – YÜKSEK HIZLI TREN “ YHT ” TAKİBİ VE KOORDİNASYONU İŞLERİNDE KULLANIMI



Şekil 6.18 YHT Araç Takibi ve Bilgilendirme Sistem Noktaları

T.C. Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü'ne ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak yapımı devam eden ve bittiğinde büyük taşıma kapasitesi ile ulaşım hizmeti verecek ve önümüzdeki yıllar içinde hizmete alınacak olan Marmaray hattındaki metronun CORS-TR sistemi ile takibi ve koordinasyonu mümkün olabilir. Bu

şekilde önerilen bir model ile İstanbul ulaşım sisteminde saatte 75.000 kişi/saat, günde ise 1.500.000 kişi/saat yolcu taşıma kapasitesini üzerinde bulunduracak metro sisteminin etkin olarak yönetilmesi gerçekleştirilebilir.

Önerilen sistem temel olarak, ulaşım hizmeti veren metroya yine CORS uyumlu GNSS alıcısı yerleştirilmesi ilkesine dayanmaktadır. Takılan GNSS alıcısı CORS-TR kontrol merkezinden aldığı DGNSS düzeltmesiyle konumunu m altı doğrulukla belirlenebilmektedir. Metronun hat numarası, bulunduğu yerin konumu, hızı ve Akbil yardımı ile elde edilen yolcu sayısı İBB kontrol merkezine iletilmektedir. İBB kontrol merkezi tüm metro/tramvay gelen bilgileri yöneten bir merkez görevindedir. Merkeze gelen bilgiler burada işlenmekte ve değerlendirilmektedir. Elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi ile her bir metro durağına ilişkin otobüs ulaşım bilgileri oluşturulmaktadır. Bu bilgiler örneğin metro/tramvayın o andaki bulunduğu yeri, yaklaşık durağa varış zamanı ve doluluk oranı gibi bilgiler olabilir. Bu bilgileri daha çoğaltıp ihtiyaca göre tabloyu zenginleştirmek mümkün olabilir. Bu bilgiler yolculara duraklara monte edilen ekranlar üzerinden sayısal tablolar ile iletilebilirken grafik olarak haritalar üzerine işlenerek de iletilebilir. Örneğin aşağıdaki şekilde verilen uygulamada herhangi bir metro/tramvay durağında bekleyen bir yolcu duraktan geçecek olan metro/tramvayın o anki konumunu ve yarış süresini görebilmektedir. Ayrıca doluluk oranı ile seçeceği otobüs ile daha konforlu bir yolculuk gerçekleştirebilir.



Şekil 6.19 YHT Resimleri ve Planlanan Hat Güzergahları

TCDD tarafından şehirlerarası çalışan yüksek hızlı trenler ya da şehirlerarası otobüsler vs. içinde aynı takip sisteminin kurulması ve aktif kullanımını CORS-TR ile son derece basit bir şekilde yapmak ve kullanmak mümkündür.



Şekil 6.20 Cors-Tr Araç Takibi ve Koordinasyonu Diyagramı

Ayrıca CORS-TR ile yapılan tüm araç takibi ve koordinasyon işleri, hem internet üzerinden hem de GSM üzerinden tüm vatandaşlarımızın hizmetinde sunulabilmektedir.



Şekil 6.21 Cors-Tr Araç Takibi ve Koordinasyonu ile Karşılıklı Haberleşmenin Sağlanması

6.7 CORS-TR'NİN İSTANBUL BOĞAZINDAN GEMİ GEÇİŞLERİNİN KONTROLÜ, TAKİBİ VE KOORDİNASYONU İŞLERİNDE KULLANIMI (Gemi Trafik ve Yönetim Bilgi Sistemi (GTYS))

İstanbul ve Çanakkale Boğazı ile Marmara Denizi'nden oluşan ve Türk Boğazları olarak tanımlanan bölge, yoğun bir ulusal ve uluslararası deniz trafiği nedeniyle can, mal ve çevre güvenliği bakımından büyük risklerle karşı karşıya bulunmaktadır.

Değişmez coğrafi, morfolojik ve oşinografik yapısı itibariyle çok riskli bir yapıya sahip olan 31 km uzunluğundaki İstanbul Boğazı ile 70 km uzunluğundaki Çanakkale Boğazı ve 224 km uzunluğunda olan Marmara Denizi'nden oluşan toplam 325 km'lik Türk Boğazlarında, hızı saatte 6-7 mile ulaşan akıntı, rüzgar, topuk ve adacıklar gibi zorunlu manevralar gerektiren ve emniyetli seri engellenen unsurlar bulunmaktadır.

Türk Boğazlarındaki trafik yoğunluğu her geçen gün gittikçe artmaktadır. Montrö Sözleşmesi'nin imzalandığı 1936 yılında yılda ortalama 4500 gemi geçerken, günümüzde yaklaşık 23.000 uğraksız olmak üzere 50.000 adet/yıl civarında gemi geçiş yapmaktadır. Özellikle İstanbul Boğazı'nda günde 2500 civarında, yani yılda 700.000 adet/yıl üzerinde deniz aracı düzensiz sefer yapmakta ve günde 1 milyona yakın insan iki yaka arasında taşınmaktadır.

Gemi inşa sanayiindeki teknolojik gelişmeler ve Hazar petrolünün uluslararası pazara çıkarılması gibi nedenlerle son yıllarda Türk Boğazları'ndan geçen gemilerin boyutları, tonajları ve taşınan tehlikeli yüklerin çeşitlerinde ve miktarlarında da önemli artışlar meydana gelmiştir. Önceki yıllarda tehlikeli yük taşıyan gemilerin oranı %10'lar civarında iken 2000 yılında bu oran %18'lere çıkmıştır. Daha üç yıl önceye kadar İstanbul Boğazı'ndan taşınan petrol ve petrol ürünleri miktarı yılda 65 milyon ton iken 1999 yılında 82 milyon tona, 2000 yılında 91 milyon tona, 2001 yılında ise 101 milyon tona ulaşmıştır. Halen İstanbul Boğazı'ndan günde ortalama 150, Çanakkale Boğazı'ndan ise günde 100 gemi geçiş yapmaktadır. Bunun yanında mevcut yoğun tanker trafiğinin gelecek 5 yılda günde asgari 20 büyük tankere, müteakip 5 yılda ise günde 30 büyük tankere ulaşması beklenmektedir. Bu nedenlerle;

- Yüksek trafik yoğunluğu,
- Tehlikeli yük taşımacılığı,
- Artan gemi boyları,
- Karmaşık trafik yapısı,
- Güç hava,deniz, akıntı ve iklim şartları,
- Hassas çevre koşulları,
- Mahalli tehlikeler,
- Gemi trafiğini etkileyen diğer denizcilik faaliyetleri,
- Artış gösteren deniz kazaları,
- Komşu sularda mevcut veya planlanmış gemi trafik hizmetleri ve komşu ülkelerle işbirliği ihtiyacı,
- Gemilerin ilerlemesini kısıtlayan dar su geçitleri, liman konfigürasyonu, köprüler ve benzeri unsurların bulunuşu,
- Bölgedeki liman ve terminallerdeki gelişmelerden kaynaklanan halihazır veya gelecekte öngörülen trafik düzeni değişiklikleri gerekçeleriyle;

gemi trafik hizmetlerini gerekli düzeyde sağlayabilecek modern bir “gemi trafik yönetim ve bilgi sistemi”nin tesisine gerek görülmüştür. Boğazlar bölgesi, yukarıda belirtilen hususların yaklaşık %90’ını içermesi nedeniyle modern bir GTYBS tesisinin en zorunlu olduğu bölgelerden biridir. Bu olumsuz etkenlerden dolayı Boğazlar bölgesinde meydana gelen ciddi kazalar seyir güvenliğini ve çevreyi tehdit etmekte, can ve mal kaybına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır.

İstanbul ve Çanakkale Boğazları ve her iki boğazın giriş çıkışları içinde tesis edilmiş ve edilecek “trafik ayırım düzenleri (TAD)” içerisinde seyir emniyetini ve verimini artırmak, can, mal ve çevreyi korumak üzere “gemi trafik yönetim ve bilgi sistemi(GTYBS)” ni ulusal ve uluslararası kurallara uygun ve çağdaş teknolojik imkanlarla tesis etmek, işletmek ve idame ettirmek amacıyla proje çalışmalarına başlanmıştır.

Sistem her iki boğazdaki her türlü gemi hareketi, İstanbul ve Çanakkale Boğazlarındaki Trafik Kontrol Merkezleri’nden izlenecek, kontrol edilecek, gerektiğinde yönlendirme yapılabilecektir. Sistem her geminin hareketini bağımsız olarak izlediği gibi gemilerin birbirlerine göre hareketlerine de duyarlı olacaktır. Yakın geçiş, yakın takip, çarpışma, karaya oturma riski sistem tarafından algılanarak gerekli uyarı yapılabilecek, tüm bu aktiviteler kayıt altına alınabilecektir.

Bu sistem, birincil ve en önemli algılayıcı olan radar cihazlarının yanısıra, uydu ile iletişim kurularak hassas konum belirleme, meteorolojik ve oşinografik algılayıcılar, kesintisiz gece ve gündüz izleme yapabilen kameralar, haberleşme teçhizatları, kayıt ve yeniden gösterim teçhizatı, diğer donanımlar ve uygulama yazılımlarından ibarettir. Projenin İstanbul Boğazı kısmı bir Trafik Kontrol Merkezi (TKM) ile 8 adet Trafik Gözetleme İstasyonu (TGİ)’inden müteşekkildir. Radar kuleleri olarak adlandırılan TGİ’lerde sadece radar cihazları bulunmamaktadır. Diğer teçhizatın yanısıra, yukarıda bahsedilen tüm algılayıcı verileri de en yakın TGİ’ye aktarılacaktır. Tüm TGİ verileri de TKM’de birleştirilecek, değerlendirilecek ve operasyon amacı ile kullanılacaktır. (EROĞLU, MALLI, Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı et al, 2006)

Tablo 6.1 TKM, TGİ Mevkileri ve Kule Yükseklikleri

| Boğaz | Konum | KOORDINATLAR | Rakım (m) | Kule Boyu (m) |
|--------------|-------------------|---|------------------|----------------------|
| İstanbul | İstinye TKM | N: 41o 06ç 44 ² E: 29o 03ç 31 ² | 0 | - |
| İstanbul | Yom Burnu TGİ | N: 41o 13ç 17 ² E: 29o 10ç 05 ² | 71 | 30 |
| İstanbul | Garipçe TGİ | N: 41o 12ç 37 ² E: 29o 06ç 18 ² | 82 | 30 |
| İstanbul | Rumeli Kavağı TGİ | N: 41o 10ç 32 ² E: 29o 04ç 19 ² | 23 | 15 |
| İstanbul | Beykoz TGİ | N: 41o 08ç 44 ² E: 29o 04ç 32 ² | 66 | 15 |
| İstanbul | Kanlıca TGİ | N: 41o 06ç 02 ² E: 29o 03ç 55 ² | 0 | 30 |
| İstanbul | Kandilli TGİ | N: 41o 04ç 28 ² E: 29o 03ç 20 ² | 0 | 30 |
| İstanbul | Üsküdar TGİ | N: 41o 01ç 34 ² E: 29o 00ç 33 ² | 0 | 30 |
| İstanbul | Ahırkapı TGİ | N: 41o 00ç 05 ² E: 28o 58ç 43 ² | 0 | 30 |
| Çanakkale | Akbaş TKM | N: 40o 13ç 35 ² E: 26o 25ç 29 ² | 15 | - |
| Çanakkale | Zincirbozan TGİ | N: 40o 24ç 12 ² E: 26o 46ç 17 ² | 19 | 30 |
| Çanakkale | Gocuk Burnu TGİ | N: 40o 16ç 44 ² E: 26o 34ç 22 ² | 0 | 40 |
| Çanakkale | Poyraztepe TGİ | N: 40o 12ç 23 ² E: 26o 22ç 14 ² | 140 | 15 |
| Çanakkale | Kepez TGİ | N: 40o 05ç 13 ² E: 26o 22ç 12 ² | 27 | 20 |
| Çanakkale | Kumkale TGİ | N: 39o 59ç 24 ² E: 26o 10ç 48 ² | 48 | 15 |

Tablo 6.2 Diğer GTYBS Birimleri Mevkileri

| Boğaz | KONUM | Koordinatlar | Rakım (m) |
|--------------|----------------------------|---|------------------|
| İstanbul | Rumeli dGPS Ref. İst. | N: 41o 14ç 11 ² E: 29o 06ç 29 ² | 18 |
| İstanbul | Türkeli Feneri VHF/DF İst. | N: 41o 14ç 04 ² E: 29o 06ç 42 ² | 29 |
| İstanbul | A.Feneri RACON İst. | N: 41o 13ç 07 ² E: 29o 09ç 12 ² | 75 |
| İstanbul | Yom Burnu VHF/DF İst. | N: 41o 13ç 17 ² E: 29o 10ç 05 ² | 71 |
| İstanbul | Umurbankı RACON İst. | N: 41o 08ç 51 ² E: 29o 03ç 58 ² | 0 |
| İstanbul | Rumelikavağı RACON İst | N: 41o 10ç 09 ² E: 29o 04ç 26 ² | 0 |
| İstanbul | Haydarpaşa RACON İst. | N: 41o 00ç 36 ² E: 29o 00ç 09 ² | 15 |
| Çanakkale | Kumkale dGPS Ref. İst. | N: 39o 59ç 24 ² E: 26o 10ç 48 ² | 48 |
| Çanakkale | Kumkale VHF/DF İst. | N: 39o 59ç 24 ² E: 26o 10ç 48 ² | 48 |
| Çanakkale | Seddülbahir VHF/DF İst. | N: 40o 02ç 41 ² E: 26o 11ç 36 ² | 27 |
| Çanakkale | Gelibolu RACON İst. | N: 40o 29ç 38 ² E: 26o 40ç 58 ² | 34 |

Tablo 6.3 GTYBS Meteoroloji İstasyonları Mevkileri

| Boğaz | Mevkii |
|--------------|---------------|
| İstanbul | Garipçe |
| İstanbul | Kandilli |
| İstanbul | Ahırkapı |
| Çanakkale | Zincirbozan |
| Çanakkale | Kumkale |

GTYBS Sensörleri: Gemi Trafik Yönetim ve Bilgi Sistemi'nin ana ekipmanları aşağıda belirtilmiş olup, bu ekipmanlar her iki boğazdaki yapılanmayı kapsamaktadır.

- 2 adet gemi Trafik Kontrol Merkezi (Çanakkale – İstanbul)
- 13 adet insansız Trafik Gözetleme İstasyonu (radarlar),
- 2 adet dGPS referans istasyonu,
- 4 adet VHF/DF istasyonu,
- 5 adet racon istasyonu,
- 5 adet otomatik meteoroloji istasyonu,
- 5 adet yüzey suyu ölçüm algılayıcısı,
- 3 adet tuzluluk sıcaklık profilleyicisi,
- 14 adet Doppler akıntı algılayıcı istasyonu,
- 13 adet kapalı devre televizyon sistemi ve hassas kameralar,
- Kayıt ve denetim birimleri,
- 24 adet VHF, 2 adet MF/HF telsiz teçhizatı,
- Tüm bu konfigürasyon ve entegrasyonu sağlayacak iletişim birimleri ile yazılımlar, elektronik seyir haritaları ve enerji destek sistemleri.

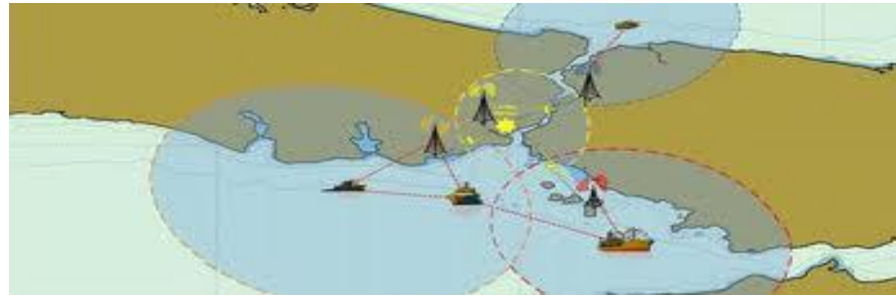
Projenin Tarihçesi: Radar ve uydu kontrolüne dayalı ve bilgisayar destekli “Gemi Trafik Yönetim ve Bilgi Sistemi” çalışmaları 1990’lı yılların başında başlatılmıştır. Çeşitli nedenlerle inşaat ancak 1999 başlatılmıştır.

Teknik mal ve hizmetlerin temini işi ile inşaat işlerinin koordineli olarak, eş zamanlı yürütülmesi ve projenin tamamlanarak işletmeye alınması yönünde işlemler sürdürülmektedir. Sistemin, her iki boğazın yanısıra, Marmara denizinde devam eden trafik ayırım şeritlerindeki gemi trafiğini izleyebilmesi için proje geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Bu amaçla gerekli sürveyler tamamlanmış olup, sonuçlar değerlendirilmiştir. Marmara Denizinin 3 TGI ilavesi ile sistem kapsamına alınması sonucunda yeni sözleşme bedeli 22.283.815 USD olarak belirlenmiştir.

Bu ihale ile her iki boğazın tamamında (İstanbul & Çanakkale) ve Marmara Denizi'nin trafik ayırım şeritleri içerisinde kesintisiz olarak gemi trafiği izlenerek, kontrol edebilmek için çalışmalara başlanmıştır.

Projenin İnşaat ve Altyapı İşleri: Projenin inşaat ve altyapı işleri kapsamında İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında birer adet olmak üzere iki trafik kontrol merkezi (TKM), İstanbul Boğazı'nda 8, Çanakkale Boğazı'nda ise 5 adet olmak üzere toplam 13 adet trafik gözetleme

istasyonu ayrıca İstanbul ve Çanakkale de birer adet DGPS istasyonu ve anten parkı inşası planlanmıştır. Her iki boğaz bölgesinde kurulacak olan TKM, TGI ve DGPS istasyon yerleri belirlenmiş ve bunlarla ilgili mimari projeler, tüm mühendislik projeleri ve ihaleyle ilgili keşif dosyaları hazırlanarak ihale makamı olan Bayındırlık ve İskan Bakanlığına gönderilmiştir.



Şekil 6.22 Gemi Trafik ve Yönetim Bilgi Sistemi (GTYBS)

Söz konusu istasyon yerleri belirlenirken tüm kriterler değerlendirilmiş, yer seçiminde ve kule yüksekliklerinin belirlenmesinde en iyi izlemenin sağlanması, maksimum performans, kritik noktalarda çift radar izlemesi vs. dikkate alınmıştır. Kule yerleri, boyları vs. bilgiler aşağıdadır. Taban alanları $6 \times 6 = 36 \text{m}^2$, çapları ise 3 m'dir. Mimari uygulama için her iki boğaz silüeti ve etraftaki yapılar özellikle dikkate alınmış, boğazlara güzellik katacak unsurlara yer verilmiştir. Kule yerleri birbirinden bağımsız olarak değil, bütünlük sağlanması, izlemenin devamı, kesintisiz vs. gerekçelerle biri diğerlerine bağımlı olarak belirlenmiştir.

Sonuçta Marmara Denizi'nin de 2006-2007 yılı içerisinde tamamlanarak sisteme entegrasyonu ile projenin (Marmara Denizi dahil) etüd-proje, teknik mal ve hizmet alımı, inşaat ve altyapı giderleri, haberleşme alt yapısı ile birlikte yaklaşık 45.000.000\$ (45 milyon ABD dolarına) mal edilerek proje hedeflendiği üzere tam olarak işletmeye alınmıştır. (EROĞLU, MALLI, Başbakanlık Denizcilik Müşt. et al, 2006)

Ancak CORS-TR, ülkemizde daha önce aktif hale getirilebilseydi yukarıda bahsedilen harcamalara gereksinim kalmaksızın 5.4, 5.5, 5.6 başlıklarında belirtildiği üzere sistemin kurulması ile "Gemi Trafik yönetim ve Bilgi Sistemi(GTYBS)"ne harcanan 45 milyon ABD Doları'nın 100'de 1'ine üstelik Boğazlara yüksekliği 15 m'den 140 m'ye varan yüksekliklerdeki TGI (Radar İstasyonu) kurulmasına gerek kalmadan "Gemi Trafik yönetim ve Bilgi Sistemi (GTYBS)"kurulabilirdi.

Bu sistemlede İstanbul ve Çanakkale Boğazlarındaki gemi trafiği Trafik Kontrol Merkezleri'nden izlenecek, kontrol edilecek, gerektiğinde yönlendirme yapılabilecek, sistem her geminin hareketini bağımsız olarak izlediği gibi gemilerin birbirlerine göre hareketlerine de

duyarlı olacak, yakın geçiş, yakın takip, çarpışma, karaya oturma riski sistem tarafından algılanarak gerekli uyarı yapılabilir, tüm bu aktiviteler kayıt altına alınabilir ve transit gemilerin Türkiye karasularının çıkışına kadar anlık takip edilmelerine de hatasız olarak sağlayabilecekti.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

CORS-TR'nin ulaşım hizmetlerinde kullanımı iki ana başlık altında gerçekleştirilebilir.

Ulaşım Hizmeti Projelerinin Tümünün Hazırlanması ve Araziye Aplikasyonu

- Yukarıda değinildiği gibi CORS-TR, jeodezik kontrol noktalarında yer tesisi yapma zorunluluğunu büyük ölçüde kaldırmıştır.
- Sürekli insan gücüne dayalı emek ve zaman israfına sebep olan ve güzergah üzerinde sürekli kaybolan ve/veya geriden kestirme yapma zorunluluğu olan kendi referans istasyonuna gereksinim olmaksızın gözlem yapabilmesine olanağına kavuşmuş ve nokta aplikasyonuna dayalı tüm teknik çalışmalarda inanılmaz bir hız kazanılarak yaşanan zaman kaybının önüne geçilmiştir.
- Bu kapsamda sık sık istem dışı yapılan kaba ve/veya sistematik mühendislik hatalarından kaynaklanan zaman / insan gücü ve malzeme zayıflarının tamamen önüne geçilmiştir.
- Yapılan ölçmeler ile GPS veya GNSS alıcıları ile kontrol merkezine bağlanarak RTK Yöntemiyle saniyeler içinde "cm" mertebesinde koordinatlar belirlenmiş aplikasyon çalışmaları ile kazı ve dolgu çalışmaları yüksek hassasiyette ve çok hızlı tamamlanmış ve İstanbul halkına hizmetlerin en hızlı şekilde kazandırılması sağlanmıştır.
- Koordinatı bilinen noktalara ihtiyaç duyulmadığı için yol ve kavşak güzergahlarındaki kamulaştırma işlemlerindeki tesis kadastrusunda, kadastro yenilemesinde, parselasyonda (ifraz, tevhid, kamulaştırma, yola terk, imar uygulaması,...) vd. kadastral çalışmalarda kadastro ölçüleri gerçek zamanda yapılabilmüş ve bu çalışmalarda büyük hız ve ekonomik tasarruf sağlanarak projenin zamanında ve hatasız yetiştirilebilmesi noktasında büyük mesafe alınmıştır. Topografik şartlardan kaynaklanan gecikmelerin önüne geçilerek çalışmaların çok daha hızlanması sağlanmıştır.
- Yine güzergah üzerinde devam eden kazı- dolgu, altyapı (atıksı, yağmursuyu, menfez geçişleri, ...) ve drenaj çalışmaları, üstyapı betonarme imalatları, elektromekanik sistemlerin yapımı, ray döşenmesi gibi vs. çalışmaların yanında halihazır ve plankote harita yapımında, imar planlarının zemine aplikasyonu ve uygulanmasında, diğer tüm aplikasyon çalışmaları ile altyapı ve diğer vb. mühendislik çalışmaları gibi bir çok uygulamada sistem etkin olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalardaki aplikasyon işlemlerinde (jeodezik çalışmalarda) yerel sabit referans noktalarında gözlem gereksiz ve buralardan çalışma sahasına koordinat taşınmadan ayrıca sayfalar dolusu arazi ve zemin çalışması yapılmadan poligon hesap ve dengeleme hesaplarına gereksinim duyulmaksızın çok hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak çalışmalar tamamlanarak; projelerde son derece önemli zaman ve büyük miktarlarda mali kaynak tasarrufu sağlanmıştır ve halen de devam eden karayolu, kavşak ve tünel çalışmalarında halen sağlanmaktadır.

Yani CORS-TR, sunduğu RTK hizmeti ile projelerin hazırlanması evresinde gerçekleştirilen proje şeridinin halihazır durumu gösteren haritasının oluşturulmasında

kullanılabilir. Kamulaştırma (ifraz/tevhid/yolaterk/kamulaştırma) işlemleri, arazi aplikasyonları en etkin kullanılacak şeklidir. Ayrıca İstanbul için oluşturulan IGNA GPS Ağı çalışmaları çerçevesinde yaklaşık 4-5 cm doğruluklu geoit modeli oluşturulmuştur. İstanbul sınırları içinde bu geoit modeli kullanılarak elipsoidale yükseklik veren CORS-TR'nin RTK hizmetinin yükseklik bileşeni ortometrik yüksekliğe dönüştürülebilir. Uydu konumlama sisteminin yapısından kaynaklanan gökyüzündeki uydu dağılımının uygun olmadığı yerlerde yapılacak RTK hizmetlerin aksadığı bölgelerde CORS-TR sistemi ile poligon tesisleri gerçekleştirilebilir ve bu noktalar yardımı ile klasik yöntem ile detay alımına/aplikasyona devam edilebilir.

Sistem ülke genelinde de; tüm coğrafi bilgi teknolojilerine altlık oluşturacaktır. (Jeodezik nokta ölçüleri, topografik ölçüler, kadastro ölçüleri (ifraz, tevhid, kamulaştırma, yola terk vs.), mühendislik ölçmeleri, demiryolları, hızlı tren, altyapı ve mühendislik yapıları ölçmeleri, planlama ve imar ölçüleri, hidrografik ölçüler, çevre, ulaşım, e-devlet, e-belediye, e-ticaret uygulamaları kapsamında yersel ölçüler, vd.) Yani Jeodezik Kontrol Noktalarından (Kamu kurumlarına ait Nirengi ve Poligon Noktaları'ndan) kot ve koordinat taşınama işlemi olmaksızın yani her iş bünyesinde yapılması zorunlu olan yeni nokta yer tesisi ve dengeleme hesabı yapma zorunluluğunu olmaksızın her türlü proje (X,Y,Z) değerleri zemine applike edilebilecek ya da arazi (X,Y,Z) değerleri alınabilecektir. Yani binlerce GPS/GNSS alıcısının kendi referans istasyonuna gereksinim olmaksızın gözlem yapabilmesine olanak vermektedir.

Örneğin; bir belediye personeli yapılan yol işinin herhangi bir anındaki doğruluğu ya da özel sektörde çalışan bir mühendis projesini yaparken lazım olan bir arazi koordinat değerini yada bir Kadastro elemanı bir parsel köşesini belirlerken; Eskiden olduğu gibi total station Aletleri kullanarak Km'lerce öteden ve bilinen noktalardan (Nirengi Noktalarından) taşıyarak yeniden referans poligon noktası tesisi ve sayfalarca hesap yapmaya artık gerek yoktur. Sadece sisteme uyumlu bir GPS alıcısı ile tüm Türkiye ve Kıbrıs'ta kurulu 147 CORS-TR istasyonundan alınan anlık düzeltme değerleri alınabilmektedir. Böylece o saniye içinde cm hassasiyetle koordinat ve kot değerlerini elde edilebilmektedir. İşte sektördeki son nokta budur. Bu da bize Türkiye'nin her yerinde her türlü mühendislik ölçmelerinin çok hızlı olarak yapılmasını temin etmektedir.

- **Ulaşım Hizmeti Veren Araçların Takibi ve Koordinasyonu,**

Önerilen sistem temel olarak, ulaşım hizmeti veren araçlara (Otobüs, metrobus, tranvay, metro, tren, hızlı tren, taksi, deniz otobüsleri, feribot, ticari gemiler, vs. hertürlü hareket eden araçlarda) DGNSD düzeltmesi alabilen GNSS alıcısı yerleştirilmesi ilkesine dayanmaktadır. Araçlara GNSS alıcısı CORS-TR kontrol merkezinden aldığı DGNSD düzeltmesi ile aracın konumunu metre altı bir doğrulukla belirlenebilmektedir. Aracın tüm bilgileri, bulunduğu yerin konumu, hızı, yolcu sayısı vs. istenebilecek hertürlü bilgileri sistem kontrol merkezine iletilmektedir. Kontrol Merkezi tüm araçlardan gelen bilgileri yöneten bir merkez görevindedir. Merkeze gelen bilgiler burada işlenmekte ve değerlendirilmektedir. Elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi ile araç hat ve durağına ilişkin ulaşım bilgileri oluşturulmaktadır. Bu bilgiler örneğin aracın o andaki bulunduğu yeri, yaklaşık durağı / yerleşim noktalarına / hedefe varış zamanı ve doluluk oranı gibi bilgiler olabilir. Bu bilgileri daha çoğaltıp ihtiyaca göre tabloyu zenginleştirmek mümkün olabilir. Bu bilgiler yolculara yada müşteriye duraklara monte edilen ekranlar üzerinden sayısal tablolar ile iletilebilirken grafik olarak haritalar üzerine işlenerek de iletilebilir. Böylece bekleyen bir yolcu ya da müşteri, gelecek olan aracın o anki konumunu ve yarış süresini öğrenebilmektedir. Bu bilgiler ayrıyeten internet üzerinden yada cep telefonu ile de takip edilebilmektedir. Sistemin aynı zamanda ekonomik sayılabilecek maliyeti ayrı bir

cazibe oluşturmaktadır. Özellikle “Ulaşım Hizmeti Veren Araçların Takibi ve Çok Yönlü Koordinasyonu” Cors-TR Projesinin en önemli uç hizmetidir.

- **ITS Ulaşım Sistemleri (ITS – Intelligent Transport System) ve Yapay Zeka Teknikleri ile Trafiğin Kontrolü**

Küreselleşen dünyada en önemli problemlerden biri olan ulaşım probleminin çözümü ile mevcut kapasiteyi en iyi şekilde kullanmaktır. Bu nedenle yapay zeka tekniklerinin donanım veya yazılım olarak bu problemin çözümünde kullanılması kaçınılmazdır. Bu tekniklerin kullanılması ile elde edilen ekonomik faydalar önemli bir paya sahiptir. Yapay zeka tekniklerinin trafiğin kontrolü için kullanımı sosyal, ekonomik ve ekolojik açıdan önemli faydalar sağlayacaktır. Bu anlamda Yapay Zeka Teknikleri’nin en önemli destekleyicisi CORS-TR Sisteminin sunacağı veri aktarımı olacaktır.

Kısaca özetlersek ulaşımda GNSS uydu sistemlerinin kullanımı birçok problemin çözümü olmaktadır. Özellikle uydu sistemlerine dayalı altlığı kurulmuş olan ülkelerde (CORS Sistemini kurmuş ülkelerde) deniz, hava, kara ve demiryolu trafiklerinin düzenlenmesi ve araç takibinde kullanılan bu sistemi, ülkemizde de aşağıda belirtilen temel alanlar da kullanmak mümkündür.

- Şehir toplu taşıma araçlarının organizasyonunda ve çift yönlü bilgilendirmelerinde,
- Ulaşım hizmeti veren araçların takibi ve koordinasyonunda,
- Ulaşım hizmeti projelerinin tümünün hazırlanması ve araziye aplikasyonunda,
- Boğaz güvenliği ve geçişlerinin kontrol ve denetiminde,
- Boğazda zaman zaman oluşan sise rağmen boğaz seferlerinin kesintisiz yapılmasında,
- Gereksiz yere müşteri bulabilmek için trafiği yoğunlaştıran taksilerin organizasyonunda,
- Şehir ve bölge güvenliğinden sorumlu polis ve jandarma vb. ekiplerin organizasyon ve güvenliğinde,
- Kurtarma ve sağlık ekiplerinin olay yerine en çabuk biçimde ulaşmasının sağlanmasında,
- Otomotik uçak inidirip kaldırma ve uçak navigasyonunda,
- Nakliye, kargo, kurye vs. araçlarının organizasyonunda,
- Kişisel araçların navigasyonunda,
- Kamulaştırma, yolaterk, ifraz, tevhid, imar uygulaması işlerinde,
- Yoğun trafik olan noktaların belirlenmesi ve trafik akışının düzenlenmesinde ve daha sayısız birçok uygulamada kullanılabilecek nitelik ve meziyettedir.

KAYNAKLAR

- BAGGE ANDREAS, WÜBBENA GERHARD, SCHMİTZ MARTİN, Benefits of State Space Modeling in GNSS Multi-Station Adjustment, Geo++® GmbH, D-30827 Garbsen, Germany
- BAGGE ANDREAS, WÜBBENA GERHARD, SCHMİTZ MARTİN, Introduction into Real-Time Network Adjustment with Geo++ GNSMART, Geo++® GmbH, D-30827 Garbsen, Germany
- BAGGE ANDREAS, GPS Real-Time Networking with Geo++ GNSMART, Geo++® GmbH, D-30827 Garbsen, Germany
- EREN K, UZEL T, GÜLAL E, YILDIRİM O, CİNGOZ A., Results from a Comprehensive GNSS Test in the CORS-TR Network: Case Study, Journal of Surveying Engineering, February 2009
- GERHARD WÜBBENA, ANDREAS BAGGE, MARTİN SCHMİTZ, Network-Based Techniques for RTK Applications, GPS JIN 2001, GPS Society, Japan Institute of Navigation, November 14.-16., 2001, Tokyo, Japan.
- GERHARD WÜBBENA, MARTİN SCHMİTZ, ANDREAS BAGGE, GNSMART Irregularity Readings for Distance Dependent Errors, Geo++® Gesellschaft für satellitengestützte geodätische und navigatorische Technologien mbH, D-30827 Garbsen, Germany, July 22, 2004
- LACHAPELLE G., P. ALVES, Multiple Reference Station Approach: Overview and Current Research, Journal of Global Positioning System, Vol. 1, No. 2:133-136, 2002.
- LANDAU HERBERT, How GNSS Modernization Affects the Future of Network RTK, Trimble Users Conference, Munich, 30-31 May, 2006
- LANDAU HERBERT, VOLLATH ULRİCH, CHEN XIAOMİNG, Virtual Reference Station Systems, Journal of Global Positioning Systems (2002) Vol. 1, No. 2: 137-143.
- LANDAU H., U. VOLLATH, AND X. CHEN, Virtual Reference Stations versus Broadcast Solutions in Network RTK – Advantages and Limitations, Proceedings of GNSS 2003–The European Navigation Conference, Graz, Austria, April 22-25, 2003.
- LANDAU H., U. VOLLATH, AND X. CHEN, Virtual Reference Station Systems, Journal of Global Positioning System, Vol. 1, No. 2:137-143, 2002.
- LANDAU H., U. VOLLATH, A. DEKİNG, AND C. PAGELS, Virtual Reference Station Networks – Recent Innovations by Trimble, Proceedings of GPS symposium 2001, Tokyo, Japan, November 14-16, 2001.
- NGS, The US Continuously Operating Rerenece Stations (CORS) Project, NOAA, USA. <http://www.ngs.noaa.gov/CORS/>
- RTCM, (2005) "Supplement Number 1 To RTCM Recommended Standards For Differential GNSS (Global Navigation Satellite Systems) Service Version 3.0", Document Number RTCM Paper 079-2005-SC104-383, Radio Technical Commission For Maritime Services, 5 May 2005.

- VOLLATH ULRICH, PATRA RICHARD, CHEN XIAOMING, LANDAU HERBERT, ALLISON TIMO, GALILEO/Modernized GPS: A New Challenge to Network RTK, Trimble Terrasat GmbH, Germany
- VOLLATH ULRICH, LANDAU HERBERT, CHEN XIAOMING, DOUCET KEN, PAGELS CHRISTIAN, Network RTK Versus Single Base RTK -Understanding the Error Characteristics, Trimble Terrasat GmbH, Hoehenkirchen, Germany
- VOLLATH U., A. DEKING, H. LANDAU, C. PAGELS, AND B. WAGNER, Multi-Base RTK Positioning using Virtual Reference Stations, Proceedings of the 13th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, Salt Lake City, Utah, USA, September, 2000.
- VOLLATH U., A. Deking, H. Landau, and C. Pagels, Long Range RTK Positioning using Virtual Reference Stations, Proceedings of the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation, Banff, Canada, June, 2001.
- Vollath U., H. Landau, and X. Chen, Network RTK versus Single Base RTK – Understanding the Error Characteristics, Proceedings of the 15th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, Portland, Oregon, USA, September, 2002.
- VOLLATH U., H. LANDAU, AND X. CHEN, Network RTK – Concept and Performance, Proceedings of the GNSS Symposium, Wuhan, China, November, 2002.
- VOLLATH ULRICH, The Factorized Multi-Carrier Ambiguity Resolution (FAMCAR) Approach for Efficient Carrier-Phase Ambiguity Estimation, Trimble Terrasat GmbH, Germany
- WANNINGER L., The Performance of Virtual Reference Stations in Active Geodetic GPS-networks under Solar Maximum Conditions, Proceedings of the National Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, ION GPS/1999 (September 1999, Nashville, USA), 1419 – 1427, 1999.
- WÜBBENA GERHARD, SCHMITZ MARTIN, BAGGE ANDREAS, Precise Kinematic GPS Processing and Rigorous Modeling of GPS in a Photogrammetric Block Adjustment, Geo++® GmbH, D-30827 Garbsen, Germany
- WÜBBENA GERHARD, SCHMITZ MARTIN, BAGGE ANDREAS, PPP-RTK: Precise Point Positioning Using State-Space Representation in RTK Networks, Geo++, Gesellschaft für satellitengestützte geodätische und navigatorische Technologien mbH, D-30827 Garbsen, Germany
- WÜBBENA GERHARD, BAGGE ANDREAS, SCHMITZ MARTIN, Network-Based Techniques for RTK Applications, Geo++®, D-30827 Garbsen, Germany
- DEWHURST W.T., The application of Minimum Curvature-Derived Surface in the Transformation of Pozitional Data From the North American Datum of 1927 to the North American Datum of 1983, NOAA Tech.Mem.NOS NGS-50, 1990
- PEHLIVAN H., Kara Ulaşımında GPS Teknolojileri Uygulamaları, Gebze Yüksek Teknoloji Enst.,2009
- İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI, İstanbul 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Raporları 2009

- EREN K. ve UZEL T., Ulusal Cors Sist. Kurulması ve Datum Dnş. Projesi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul 2009.
- EREN K, UZEL T, GÜLAL E, YILDIRİM O, CİNGOZ A. , Results from a Comprehensive GNSS Test in the CORS-TR Network: Case Study , Journal of Surveying Engineering, February 2009
- EREN K., UZEL T., TUSAGA AKTIF (CORS-TR) Projesi, TÜBİTAK Proje No: 105G017, “İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul 2009”
- UZEL T., EREN K., GÜLAL E., Dindar A.A, Tiryakioğlu İ., Yılmaz H.,TUSAGA AKTIF (CORS-TR) Verileri İle Tektonik Plaka Hareketlerinin İzlenmesi, “13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı,18-22 Nisan 2011, Ankara”
- KAHVECİ M. Ve YILDIZ F., Global Konum Belirleme Sistemi (GPS) Teori-Uygulama “ Nobel Yayınları, Baskı, Ankara, 2008”
- KAHVECİ M., Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları. “Zerpa Yayınları, Ankara, 2009”
- EROĞLU S., MALLI U., Türk Boğazları Gemi Trafik Yönetim Ve Bilgi Sistemi (Gtybs)- Gemi Trafik Hizmetleri (Gth) - Projesi Raporları 2006, “T.C. BAŞBAKANLIK DENİZCİLİK MÜSTEŞARLIĞI, Muhabere Elektronik Dairesi Başkanlığı, 2006”
- TOPUZ, V., AKBAŞ, A., TEKTAŞ, M., Boğaz Köprüsü Yoluna Katılım Noktalarında Trafik Kimlerinin Bulanık Mantık Yaklaşımı İle Kontrolü Ve Bir Uygulama Örneği. “Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü”, Araştırma İnceleme Bildiriler, İstanbul, 2002

URL Adresleri :

<http://www.geopp.de/>
<http://www.leica-geosystems.com>
<http://www.topcon.com/>
<http://www.trimble.com/>
<http://www.istanbul-ulasim.com.tr/harita/RayliSistemler.jpg>
<http://www.iett.gov.tr/>
<http://www.ibb.gov.tr/>
<http://www.denizcilik.gov.tr/>

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet BÜLBÜL

Adres : (EV) Yenibosna Merkez Mah. Güneşli Yolu Cad. Radar Mevkii
İkebana Evl.No:2/3 C3-10 34197 Yenibosna-Bahçelievler/İSTANBUL

(İŞ) Marmara Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı
Göztepe - Kadıköy / İSTANBUL

Telefon : 0.212.6512121 (ev)
0.532.6464422 (cep)
0.216.3377008 (iş)

Doğum Tarihi : Kahramanmaraş
Doğum Yeri : 07.06.1974

Eğitim Durumu :

İlkokul : Kahramanmaraş İstiklal İlköğretim Okulu / 1985
Ortaokul : Kahramanmaraş Ortaokulu / 1988
Lise : Kahramanmaraş Fatih Lisesi / 1992
Lisans : İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği / 1996
Yüksek Lisans : İ.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği
Geomatik A.B.D / 2011

Görevleri :

İst.Büyükşehir Bld. Fen İşl. Dai. Bşk. Altyapı Hizmetleri Md. (1997 - 2010) - Mühendis
Marmara Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı (2010 - ...) - Daire Başkanı