

# AKICI- GÜVENLİ TRAFİK İÇİN AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

**Hazırlayanlar:**

**Prof. Dr. Mustafa ILICALI**

Bahçeşehir Üniversitesi Ulaştırma Mühendisliği Bölüm Başkanı

**Prof. Dr. Tuncer TOPRAK**

Bahçeşehir Üniversitesi Ulaştırma Mühendisliği Bölümü

**Doç.Dr. Halit Özen**

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

**Doç.Dr. Serkan TAPKIN**

Bahçeşehir Üniversitesi Ulaştırma Mühendisliği Bölümü

**Yrd. Doç.Dr. Aybike Öngel**

Bahçeşehir Üniversitesi Ulaştırma Mühendisliği Bölümü

**Yrd. Doç.Dr. Nilgün Camkesen**

Bahçeşehir Üniversitesi Ulaştırma Mühendisliği Bölümü

**Dr. Muammer Kantarcı**

Bahçeşehir Üniversitesi Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. GİRİŞ</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. AUS SİSTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1.Karayolu Güvenliği ve Emniyetinin İyileştirilmesi                                  | 8         |
| 2.2.Tıkanıklıklarının Giderilmesi veya Azaltılması                                     | 9         |
| 2.3.Çevre Koruma ve Etkilerinin Ortadan Kaldırılması                                   | 10        |
| 2.4.Ulaşım Sistemi Verimliliğinin Arttırılması ve İşletme Koşullarının İyileştirilmesi | 10        |
| 2.5.Ulaşım Sisteminde Konforun Artırımı  | 11        |
| <b>3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMİ UYGULAMALARININ FAYDALARI</b>                              | <b>12</b> |
| 3.1. Olay Yönetimi ve Sürücü Bilgilendirme   | 12        |
| 3.2. Otoyol Katılım Kontrolü   | 12        |
| 3.3. Denetimli Şerit Uygulaması  | 13        |
| 3.4. Akıllı Yol Çalışma Sahası   | 14        |
| 3.5. Yol Hava Durumu Bilgilendirme Sistemi   | 14        |
| 3.6. Acil Araç Öncelik Sistemi   | 14        |
| 3.7. Sinyal Kontrol Sistemi  | 14        |
| 3.8. Yol Kullanıcı Bilgilendirme Sistemi   | 15        |
| <b>4. TÜRKİYE’DE AUS UYGULAMALARI</b>  | <b>15</b> |
| 4.1. Yolcu Bilgi Sistemleri  | 16        |
| 4.1.1.Mobil ve Web Trafik Bilgisi Uygulamaları   | 16        |
| 4.1.2. Güzergâh Planlama   | 16        |
| 4.2. Trafik Yönetim Sistemleri   | 18        |
| 4.3. Toplu Taşımaya Yönelik Akıllı Sistemler   | 20        |
| 4.4. Elektronik Ücret Toplama Sistemleri   | 22        |
| 4.5. Yük ve Filo Yönetim Sistemleri  | 23        |
| 4.6. Sürücü Destek ve Yönetim Sistemleri   | 23        |
| 4.7. Kaza ve Acil Durum Yönetim Sistemleri   | 24        |
| 4.8. Demiryolları İşletim ve Yönetimi  | 25        |
| <b>5. SONUÇ</b>  | <b>30</b> |

## 1. GİRİŞ

Ulaştırma, bir ülkenin ekonomik gelişimini ve refah seviyesini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Etkili ulaştırma sistemleri, pazarlara, işlere ve yatırımlara erişilebilirliği kolaylaştırarak sosyo-ekonomik fırsatlar ve yararlar oluşturmaktadır. Ulaşım, günümüz dünyasında küreselleşme ve ekonomik büyümeye paralel olarak hızlı bir değişim göstermektedir. Bilim ve teknolojinin hızlı gelişimi ve nüfus artışı, kapasitesi yüksek, daha hızlı, daha güvenli ve daha konforlu ulaşım isteğini öne çıkarmaktadır.

Karayolu taşımacılığı aktarmasız bir ulaşım olanağı vermesi, taşıma kapasitesi, güzergah seçiminde esneklik sağlaması ve diğer tüm yolcu taşıma modlarının tamamlayıcısı durumunda olması sebebi ile tüm dünyada karayolu taşımacılığı diğer taşıma türlerine göre daha hızlı bir gelişme göstermiştir. Ülkemizde karayolu taşımacılığı talebi ve motorlu araç sayısı sürekli artmaktadır. Tablo 1’de gelişmiş ekonomilerin kişisel araç sahipliği oranında doyuma ulaşmış olduğu, Türkiye’de ise bu oranın istikrarlı bir şekilde artmaya devam ettiği görülmektedir. Bu durum, ülkemizde mevcut trafik sorunlarının gitgide daha geniş kitlelerce hissedileceği ve özellikle büyükşehirlerin önemli bir sorunu olarak yerini koruyacağını göstermektedir.

**Tablo 1. 1000 kişiye düşen motorlu araç sayısı (1)**

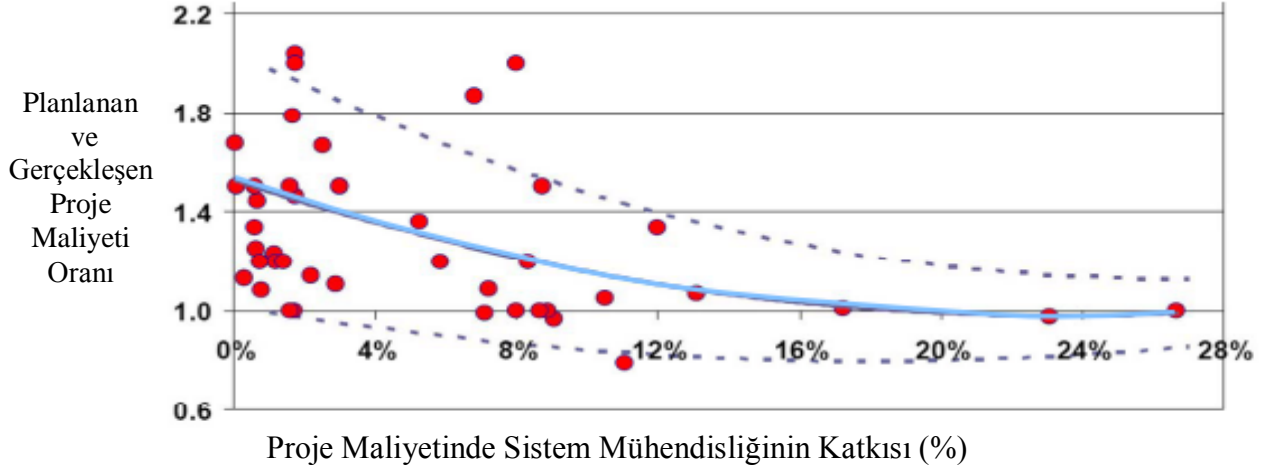
| Ülke       | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| ABD        | 796  | 810  | 816  | 818  | 820  | 815  | 802  |
| Almanya    | 576  | 537  | 543  | 549  | 553  | 556  | 564  |
| Avusturya  | 595  | 599  | 549  | 553  | 557  | 561  | 569  |
| Fransa     | 594  | 595  | 596  | 598  | 598  | 598  | 598  |
| Güney Kore | 303  | 311  | 320  | 329  | 339  | 346  | 355  |
| Hollanda   | -    | 494  | 491  | 504  | 514  | 522  | --   |
| İngiltere  | 496  | 510  | 517  | 521  | 527  | 526  | 523  |
| İsveç      | -    | 508  | 513  | 517  | 523  | 521  | 519  |
| Japonya    | 581  | 587  | 592  | 594  | 592  | 592  | 589  |
| Norveç     | 525  | 535  | 546  | 558  | 572  | 575  | 578  |
| Türkiye    | 91   | 111  | 118  | 126  | 132  | 138  | 142  |

Artan nüfus ve araç sayısının diğer bir olumsuz etkisi de artan trafik kazalarıdır. Düzensiz trafik akışı kaza riskini arttırmakta olup denetimin etkili ve sürekli bir şekilde sağlanamaması kuralların çiğnenmesini kolaylaştırmaktadır. Bu durum yaralanmalı ve ölümlü trafik kazalarına sebep olmaktadır. Trafik kazalarının sosyo-ekonomik maliyeti ülkemizde

olduğu kadar, gelişmekte olan tüm ülkelerde de büyük rakamlara ulaşmaktadır (2). Dünyada trafik kazalarında her yıl yaklaşık 1,3 milyon kişi ölmekte, 50 milyon kişi de yaralanmaktadır. Ayrıca karayollarında her üç dakikada bir çocuk hayatını kaybetmektedir (3). Kaza istatistikleri incelendiğinde Türkiye'nin, Avrupa Birliği ülkeleri arasında en yüksek kaza sayısına ve en az yıllık kaza düşüş oranına sahip ülkelerden biri olduğu görülecektir (4). Bu durum özellikle araç içi emniyet sistemleri ile trafik yönetimi ve denetimine yönelik **Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)** uygulamalarının ülkemizde önemli bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Etkili ve sürdürülebilir bir ulaşım yönetimi çok boyutlu, kapsamlı, planlı ve ülke çapında koordine bir Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) kurulumu ile sağlanacaktır (5).

Akıllı ulaşım sistemleri araçlar içinde, araçlar arasında ve araç ile sabit kontrol merkezi arasında, ayrıca altyapı hakkında, emniyet, güvenlik, randıman ve kalite bakımından her türlü haberleşmeyi ve bilgi alışverişini sağlayabilmektedir. AUS ayrıca ulaşımın çevreye olan etkisini minimize etmek ve ulaşımın hem işletmenin ekonomik beklentileri, hem de yolcuların ve araç kullanıcılarının yararlarını maksimize etmek amaçlarını gerçekleştirecek şekilde geliştirilmektedir. AUS'un amaçları arasında insan-aracı-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi, trafiğin güvenliliği, yolların kapasitelerine uygun olarak kullanımı, mobilitenin artırılması, enerji verimliliği sağlanarak çevreye verilen zararın azaltılması gibi başlıklar genel kabul görerek standartlaşmış; böylece karar verme yükünün insanın üzerinden alınmasının hangi amaçlara hizmet etme amaçlı olduğu netleşmiştir (6). AUS sistemlerinin sürekli bir AR-GE sürecinin içinde bulunmaları itibarıyla, bu sistemlerden beklenen faydaların da zaman içinde çeşitlenebileceği veya daha özgün alanlara yoğunlaşabileceği hesaba katılmalıdır (5).

AUS sistemleri tanımlandığı üzere, bilgisayar, iletişim, sensör gibi donanımların kullanıldığı bir sistem olup projelendirilmesi ve uygulanması aşamalarında sistem mühendisliği yaklaşımı büyük önem arz etmektedir. **Şekil 1Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de farklı projeler için planlanan ve gerçekleşme maliyetleri arası oran ile projede sistem mühendisliğinin katkısı arasındaki ilişki verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere projede sistem mühendisliği yaklaşımının kullanılması proje tasarım ve gerçekleşme aşamalarında oluşan maliyet farkını en aza indirmektedir.



**Şekil 1. Sistem Mühendisliği Yaklaşımının Proje Gerçekleşme Maliyetine Etkisi (7)**

AUS'ta kullanıcılar, ulaşım sistemini kullanan sürücü, yolcu, yaya ile ulaşım sisteminin işletmesinden sorumlu olan kişileri de içine alan geniş bir kitleyi kapsamaktadır. Ulaşım istemi kullanıcı hizmetleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1. Ulaşım Sistemi Kullanıcı Hizmetleri (8)**

| <b>Fonksiyon</b>                | <b>Kullanıcı Hizmetleri</b>  |
|---------------------------------|--|
| Güzergah ve Trafik Yönetimi     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Yolculuk Öncesi Güzergah BilgisiPre-trip</li><li>• Seyir halinde yol yardımı</li><li>• Güzergah yardımı</li><li>• Ortak araç kullanımı rezervasyon ve buluşturma</li><li>• Yolcu hizmet bilgilendirme</li><li>• Trafik kontrol</li><li>• Olay yönetimi</li><li>• Yolculuk talep yönetimi</li><li>• Emisyon test ve azaltılması</li><li>• Demiryolu karayolu eş düzey kesişimi yönetimi</li></ul> |
| Toplu Taşıma Yönetimi           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Toplu taşıma yönetimi</li><li>• Seyir halinde toplu taşıma bilgilendirme</li><li>• Kişisel toplu taşıma</li><li>• Toplu taşıma sisteminde emniyet</li></ul>  |
| Elektronik Ödeme                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Elektronik ödeme sistemleri</li></ul>  |
| Ticari Araç İşletmesi           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ticari araç denetleme sistemi</li><li>• Zararlı malzeme güvenlik ve tehlikeli durum müdahale Nakliye hareketliliği</li></ul>   |
| Acil Durum Yönetimi             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Acil durum müdahale ve güvenlik</li><li>• Acil araç yönetimi</li><li>• Acil durum tepki ve tahliye</li></ul>   |
| İleri Taşıt Güvenlik Sistemleri | <ul style="list-style-type: none"><li>• Boyuna doğrultu çarpışma önleme sistemi</li><li>• Yanal çarpışma önleme sistemi</li><li>• Kavşak çarpışma önleme sistemi</li><li>• Görüş mesafesi iyileştirme sistemi</li><li>• Otomatik taşıt yönetimi</li></ul>  |
| Bilgi Yönetimi                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Verinin arşivlenmesi</li></ul>   |
| Bakım ve İnşaat Yönetimi        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bakım ve İnşaat Yönetimi</li></ul>   |

Akıllı ulaşım sistemlerinin bileşenleri arasındaki ilişki belirli bir mimari yapı içerisinde tanımlanmakta ve mimari yapı her bir ülke için farklılıklar gösterebilmektedir. Şekil 2’de ABD ulusal AUS mimari yapısı verilmiştir. Japon AUS mimari yapısında yer alan AUS uygulamaları ise şematik olarak Şekil 3’de gösterilmiştir.



Dünyada birçok ülke, AUS programlarını ulusal düzeyde hazırlamıştır. Ekonomik sistemlerinde temel değişiklikler yapmakta olan ve çok hızlı ekonomik gelişim gösteren birçok ülke de AUS için yatırım yapmaya başlamıştır. Örneğin ABD’de federal düzeyde AUS için 2,5-3 milyar dolar bütçe ayrılmıştır. Güney Kore’de ise 2008-2020 yılları arasında kapsayan bir AUS master planı hazırlanmış ve bu planın hayata geçirilmesi için 3,2 milyar dolar bütçe ayrılmıştır (5).

## **2. AUS SİSTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI**

AUS kapsamında, gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak ulaşım ile ilgili önemli sorunlara çözümler üretilebilmektedir. AUS uygulamaları vasıtasıyla farklı ulaşım türleri arasında koordinasyon sağlanarak ideal trafik şartları oluşturulabilmekte, yolcu ve yük hareketleri ile ilgili hizmetlerin etkinliği ve hızı artırılabilir. Akıllı ulaşım sistemlerinden beklenen çok sayıda doğrudan ve dolaylı fayda bulunmakla beraber, ulaşım problemlerinin çözülmesi ve iyileştirmesine yönelik olarak AUS uygulama alanları ve kullanımları PIARC “ Technical Committee 16 Network Operations” tarafından hazırlanan “ITS Manual 2 Edition”da belirtildiği şekilde aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

- Karayolu güvenliği ve emniyetinin iyileştirilmesi,
- Ulaşım tıkanıklıklarının giderilmesi veya azaltılması,
- Çevre koruma ve etkilerinin ortadan kaldırılması,
- Ulaşım sistemi verimliliğinin artırılması ve işletme koşullarının iyileştirilmesi,
- Ulaşım sisteminde konforun artırımı.

### **2.1.Karayolu Güvenliği ve Emniyetinin İyileştirilmesi**

AUS, ulaştırma sistemlerinin daha güvenli ve emniyetli olması için önemli katkılar sağlamaktadır. AUS uygulaması ile birlikte acil durum yollarının öncelikli ve güvenli yollar haline gelmesi acil durumlarda müdahale süresini azaltmakta ve böylece doğal ve insan kaynaklı afetlerin etkisi en aza indirilmektedir. Sürücülerin tehlikeli durum ve şartlara karşı önceden uyarılması gerekirse doğrudan sürücüye müdahale edilmekte; güvenlik ile alakalı kuralların denetlenmesi ile de trafik kazaları gerek rakamsal gerekse şiddet olarak azaltılmaktadır. Yaya ve bisiklet kullanıcılarına yaklaşan taşıt hızının otomatik olarak



düşürülmesi, taşıt sürücüsünün uyarılması ve sürücüye sağlanan görüş desteği ile trafik güvenliği artırılmaktadır.

Karayolu güvenliğinin artırılması ve karayolunun gerek sürücü ve gerekse kullanıcılar açısından daha emniyetli hale getirilmesine yönelik olarak AUS uygulamaları aşağıdaki gibidir:

- Akıllı hız kontrolü,
- Korumasız yol kullanıcı destek,
- Yol ve hava koşulları izleme ve uyarı,
- Olumsuz durumlar ve olay tespit ve uyarı,
- Çarpışma uyarı,
- Acil araç öncelik hakkı,
- Sürücü izleme ve görüş iyileştirme,
- Elektronik denetleme,
- Zararlı yük ve kargo izleme,
- Acil durum yol işaret ve önceliği,

## **2.2.Tıkanıklıklarının Giderilmesi veya Azaltılması**

Ülkemizde büyükşehir merkezlerinde yapılan araştırmalarda karayolu üzerinde oluşan tıkanıklık dünya üzerinde yer alan diğer bir çok büyük metropollerde olduğu gibi öncelikli sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin İstanbul'da 2012 trafik sıkışıklığının bedeli İstanbul Büyükşehir Belediyesi Master Plan verilerine göre yaklaşık 5 milyar TL'dir (11). AUS'un uygulanmasındaki ana amaçlardan birisi de trafik tıkanıklığını en aza indirmektir. Tıkanıklığın azaltılması için uygulanması muhtemel AUS sistemleri aşağıda verilmiştir:

- Ulaşım ağı verimliliği ile bağlantılı olanlar;
  - Trafik kontrol yönetimi
  - Güzergah yardımı
  - Değişken hız kontrolü
  - Otoyol katılım kontrolü

- Olay tespit ve yönetimi
- Sürücü Bilgilendirme
- Talep yönetimi
  - Erişim kontrolü
  - Ücretli yol
  - Tıkanıklık fiyatlandırması
- Türel dağılımın değişimi
  - Seyahat planlama
  - Eş zamanlı trafik bilgilendirme
  - Toplu taşıma öncelikli geçiş hakkı

### **2.3. Çevre Koruma ve Etkilerinin Ortadan Kaldırılması**

Son yıllarda ulaşım sistemlerinin çevreye olan etkileri toplum tarafından endişe edici boyutlara ulaşmış olmasına rağmen motorlu taşıtların kullanımı artmaya devam etmekte ve buna paralel olarak trafik kaynaklı çevre kirliliği de artmaktadır. Özellikle, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve nitrojen oksit (NO<sub>x</sub>) salınımlarının azaltılmasına yönelik olarak tedbirlerin alınması gerekmektedir. AUS, trafik tıkanıklığını azaltması, özel taşıt kullanıcılarının toplu taşımaya kaymasını sağlaması gibi faydaları nedeniyle taşıt emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Bunların yanı sıra sürücü veya taşıtların yüksek oranda kirlenme veya söz konusu emisyonların salınımının fazla olacağı saatlerde kullanılmasını esas alan fiyatlandırma uygulamasına imkan veren AUS'lar de çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olacaktır.

### **2.4. Ulaşım Sistemi Verimliliğinin Artırılması ve İşletme Koşullarının İyileştirilmesi**

AUS ulaştırma sisteminin verimliliğini artırmaktadır. Filo yönetim sistemlerinin uygulanması, taşıt konum ve iletişim teknolojilerinin kullanılması ile yükler öngörülen zamanda ulaştırılmakta ve filonun üretkenliğini artırmaktadır.

İlgili AUS uygulamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Filo yönetimi
- Bilgisayar destekli taşıt yönlendirme

- Otomatik taşıt konumu
- Otomatik kargo takibi
- Sürücü takibi

Raylı sistem endüstrisi ve işletmeleri de gerek kentiçi raylı taşımacılık ve gerekse şehirlerarası taşımacılıkta, uluslararası kuruluşların kural ve yönetmeliklerini de dikkate alarak, sinyalizasyon sistemlerinde AUS uygulamalarını kullanmaktadırlar. Bunların başında GSM-R (Global System for Mobile Communications) gelmektedir. GSM-R şu anda birçok Avrupa ülkesi tarafından demiryolu işletmeciliğinde kullanılmakta olan ERTMS'i (European Rail Traffic Management System) destekleyen bir sistemdir. ERTMS Avrupa demiryolu hatlarının ortak kullanımında uygulanan sinyalizasyon ve işletme sistemidir. Sistem ses ve veri alışverişi için kullanılan kontrol kumanda sistemine entegre olmaktadır. ERTMS genel olarak iki ana modülden oluşmaktadır:

1. Yolcu Servisi İçin Uygulama (TAP) : Yolcuların seyahat öncesi ve seyahat sırasında rezervasyon, ödeme, bagaj işlemleri ile ilgili işlemlerinin gerçekleşmesini sağlar.
2. Yük Taşıma Servisi İçin Uygulama (TAF) : Tren ve kargonun durumu hakkında bilgi, rezervasyon, ödeme ve işletme ile temas kurma gibi işlemleri anında (on-line olarak) gerçekleştirilmesini sağlar.

Sistem TSI (technical specification for interoperability) kuralları çerçevesinde sürekli güncellenmektedir. Söz konusu sistem ile demiryolu hatlarının kapasitesi geleneksel yöntemlere göre büyük oranda artmaktadır.

## **2.5. Ulaşım Sisteminde Konforun Artırımı**

Ulaşım sistemi sürücü, yolcu veya yaya olarak kullananlar, sistemin zamanlama ve emniyet açısından güvenli olmasını arzu etmektedirler. AUS, elektronik denetleme sistemleri (EDS) kullanılarak hız ve kırmızı ışık gibi ihlallerin kontrol edilmesini, otoyol katılımlarının ana aks üzerindeki yoğunluk veya kapasite kullanımını dikkate alınarak katılımların kontrollü hale getirilmesini sağlayarak ulaşım sisteminin daha konforlu ve güvenilir hale getirilmesine yardımcı olmaktadır. Ulaşım sistemlerinde rahat ve konforunun artırılmasına yönelik AUS uygulamaları örnekleri aşağıda verilmiştir:

- Güncel trafik ve toplu taşıma
- Değişken güzergah bildirim
- Otomatik taşıt konumu

- Otoyol ve toplu taşıma sistemlerinde elektronik ücret ödeme sistemleri

### **3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMİ UYGULAMALARININ FAYDALARI**

AUS'un uygulanması sonucunda elde edilen faydalara ilişkin yapılan değerlendirmeler Lehman Center for Transportation Research (LCTR) tarafından FDOT'ye yapılan "Evaluation Tools to Support ITS Planning Process: Development of a Sketch Planning Tool in FSUTMS/Cube Environment" başlıklı çalışmadan alınmıştır (12).

#### **3.1. Olay Yönetimi ve Sürücü Bilgilendirme**

Olay yönetimi en önemli AUS uygulamalarından biri olup, uygulanmasının nedenleri:

- Ulaştırma sistemi kurumları, polis ve acil yardım ekipleri arası aktivitelerin koordine edilmesi,
- Olayın tespit, doğrulanması, tepki ve ortadan kaldırılmasının hızlandırılması,
- Olayın kalış zamanını ve olumsuz etkilerini azaltmaktır.

Atlanta'da NAVIGATOR sisteminin uygulanması ile olay yerine yardım aracının sevk edilme süresi 21 dakikadan 10 dakikaya inmiş ve ayrıca olayın ortadan kaldırılma süresi ise 26 dakikadan 20 dakikaya inmiştir. San Francisco'nun I-880 koridorunda yapılan uygulamada ise, olaya müdahale süresi 28,9'dan 18,4 dakikaya inmiş, olayın ortadan kaldırılma süresi 9,6'dan 8,1 dakikaya inmiştir.

#### **3.2. Otoyol Katılım Kontrolü**

Otoyol katılımının kontrolü, otoyola katılan trafik akımının düzenlenmesi ile trafik güvenliği ve hareketlilikte iyileştirmeler söz konusu olmaktadır. Otoyola trafik akımı kontrolü sinyal ile gerçekleştirilmekte ve böylece otoyol trafik akımı optimize edilerek tıkanıklık minimuma indirilmektedir.

Twin City'de 430 kavşakta otoyol katılım kontrolü uygulanmış ve 6 haftalık bir süre boyunca otoyol katılım kontrolü çalıştırılmayarak detaylı bir değerlendirme çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda;

- Katılım kontrolünün kapatılması ile otoyol üzerinde oluşan trafik akımı %9 oranında azalmış,
- Otoyol üzerinde oluşan hız %14 oranında azalmış ve seyahat süreleri uzamış,

- Otoyol ve katılım bölgesinde oluşan trafik kazalarında %26 oranında artış gerçekleşmiştir

### 3.3. Denetimli Şerit Uygulaması

Denetimli şerit uygulamaları mevcut otoyol kapasitesini maksimum düzeyde kullanmak amacıyla tasarlanmıştır. Denetimli şerit, yüksek doluluklu taşıtların ücretsiz kullanımına serbest (HOV) veya diğer araçların ücret ödeyerek kullanmalarına izin verilen (HOT) yol kesimleridir. Şerit üzerindeki ücret, denetimli şerit hizmet düzeyini belirli bir değer üstünde tutan değişken fiyat uygulaması ile denetlenmektedir. Hizmet düzeyinin düşmesine paralel olarak şerit kullanım ücreti artırılmaktadır.

**Tablo 2. HOT Lane Proje Uygulama Özetleri**

| Proje            | SR-91   | I-15  | I-10(Katy Highway)   | US290 (Northwest Freeway)  |
|------------------|---|---|--|--|
| Bölge            | Orange County, CA   | SanDiego, CA  | Houston, TX  | Houston, TX  |
| Kurum            | CalTrans  | SANDAG  | Houston Metro, TXDOT   | Houston Metro, TxDOT   |
| Uzunluk (mile)   | 10  | 8   | 13   | 13.5   |
| İlave şerit      | 4 yeni şerit lanes  | Hayır   | Hayır  | Hayır  |
| HOV dönüşümü     | Hayır   | Evet  | Evet   | Evet   |
| Proje İsmi       | Express Lanes   | FasTrak   | QuickRide  | QuickRide  |
| Başlangıç Tarihi | 1995  | 1997  | 1998   | 2000   |
| HOT Tasarımı     | Herbir yön için bölünmüş 2 adet HOT şerit ve uç kısımlardan giriş ve çıkış izni                           | Herbir yön için 1 HOT şerit   | 1 adet yön değişebilir şerit   | Bariyerle ayrılmış 1 adet yön değişebilir şerit  |
| Ücretlendirme    | 3+ yolcusu olan, 0 emisyon üreten, motorbisiklet, sakat ve gazi taşıtları için indirimli ücret uygulaması | 2+ yolcusu olan taşıtlar için indirimli ücretsiz ve diğer taşıtlar ücret öder | 2+ yolcusu olan taşıtlar ücret öderken, 3+ HOV ücretsiz kullanırken diğer araçların girişi yasak | 2+ yolcusu olan taşıtlar ücret öderken, 3+ HOV ücretsiz kullanırken diğer araçların girişi yasak |
| Ücret            | \$0.75 to \$4.75  | \$0.50 to \$4.00  | \$2.00   | \$2.00   |
| Proje maliyeti   | \$134 million   | \$7.96  |  |  |

### 3.4. Akıllı Yol Çalışma Sahası

Akıllı yol çalışması, yol çalışması olan bölgelere ait trafik bilgilerini toplamakta ve yol kullanıcılarına eş zamanlı olarak duyurmaktadır. Son yıllarda söz konusu bu sistemler yol çalışması olan bölgelere seyyar olarak uygulanmakta ve yol çalışması olan bölgelerde trafik akımı, taşıt hareketliliği ve trafik güvenliği izlenmektedir.

**Tablo 3. Arkansas Akıllı Yol Çalışması ile Güvenlik Artışı**

| Tanın                             | Trafik kaza bilgisinin toplanma süreci | Ölümlü kaza oranı her bir 100 milyon taşıt x mile | Arkadan çarpma tipi kaza oranı her bir 100 milyon taşıt x mile |
|-----------------------------------|--|---|--|
| Lonoke County Site (with AWIS)    | *Temmuz 2000 -Haziran 2001             | 2.2   | 33.7   |
| Brinkley – Goodwin (without AWIS) | *Temmuz 2001 – Aralık 2001             | 3.4   | 43.2   |
| Goodwin – East (without AWIS)     | *Temmuz 2000 * Eylül 2001              | 3.2   | 29.5   |

### 3.5. Yol Hava Durumu Bilgilendirme Sistemi

Yol hava durumu bilgilendirme sistemi, hava durumu bilgilerini toplayan alıcılardan alınan verilerin iletişim sistemleri kullanılarak merkezi sisteme aktarılması ve işlenmesinin ardından yol bakımından sorumlu kurumların ve kullanıcılarının bilgilendirilmesini içermektedir. Utah ADVISE uyarı sistemi I-215 yolu üzerinde 3,5 km boyunca test edilmiştir. ADVISE ile taşıtların ortalama hızının standart sapması %22 oranında azalmıştır. Hollanda’da yapılan uygulamada sürücülerin uyarılması ile taşıt hızları 8-10 km/sa azalmıştır.

### 3.6. Acil Araç Öncelik Sistemi

Acil araç öncelik sisteminde, acil araçların güzergahı üzerinde yer alan trafik ışıkları acil araçların kavşaklarda öncelikli veya beklemeden geçişini sağlamaktadır. Acil araç öncelik sisteminin uygulanmasındaki amaç, acil araç müdahale süresini ve acil durum araçlarının karıştığı kaza sayısını azaltmaktır. St Paul, Minnesota’da 1969 yılında 28 adet Opticom acil durum öncelik sistemi uygulaması yapılmış ve 1969 ile 1976 yıllarında acil durum araçlarının karıştığı kazalar %70,8 oranında azalmıştır.

### 3.7. Sinyal Kontrol Sistemi

Sinyal kontrol sistemlerinde yapılan iyileştirmeler en önemli ve etkili AUS uygulaması olup, uygulama maliyeti çok geniş bir aralıkta değişmektedir. Düşük bütçeyle sinyal sürelerinin optimize edilmesi ya da yüksek bütçeyle yeni bir sinyalizasyon sistemi uygulayarak da iyileştirme yapmak mümkündür.

University of California, Berkeley’de yapılan bir çalışmada, mevcut sinyalizasyon sürelerinin optimize edilmesi, sinyal koordinasyon ve trafik etkileşimli sinyal kontrol yöntemleri test edilmiştir. Makroskopik benzetim modeli TRANSYT ile gerçekleştirilen, koordine çalışan sinyal sisteminde sinyal optimizasyonu yapılması, seyahat sürelerinde %7,7; gecikmelerde %13,8 ve yakıt kullanımında ise %7,8’lik bir azalma sağlamaktadır.

### **3.8. Yol Kullanıcı Bilgilendirme Sistemi**

AUS, yol ağı üzerinde oluşan olaylar veya rutin olarak yol ağı trafik durumu hakkında yol kullanıcılarının bilgilendirilmesini kapsamaktadır. Sistemin kullanılmasında en önemli husus verilen bilginin yol kullanıcılarına erişirilme yüzdesi ve erişilen kullanıcıların ne kadarlık bir kısmının verilen bilgiyi doğru olarak algıladığıdır.

Araştırmacılar tarafından yapılan anketlere göre, ileride yol üzerinde oluşan kaza neticesinde oluşan trafik tıkanıklığı durumunda sürücülerin %60-70’inin alternatif güzergaha geçiş yapacağı ortaya çıkmıştır. Avrupa’da yapılan çalışmalarda ise dinamik mesaj bilgilerine kullanıcıların ancak % 27-44 oranında uydukları gözlenmiştir.

## **4. TÜRKİYE’DE AUS UYGULAMALARI**

Ülkemizde AUS’nin planlı ve sistemli bir yapıya kavuşturularak yaygınlaştırılması için bir strateji belgesi hazırlanmasına karar verilmiştir. Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi, karayollarında AUS kullanımını arttırmak için bir yol haritası oluşturulması amacıyla, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının koordinasyonunda, Karayolları Genel Müdürlüğü, Kalkınma Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı Büyükşehir Belediyeleri, üniversiteler, ilgili özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının katılımı ve katkılarıyla hazırlanmıştır. Bu bölümde anlatılan ülkemizdeki AUS uygulamaları, hazırlanan AUS Strateji Belgesi’nden alınmıştır (5).

Yapılan araştırmalarda AUS uygulamalarının her zaman mevzuat ve politikanın önünde gittiği görülmektedir. Önce teknolojiler geliştirilmiş, ardından bu teknolojiyi kullanan uygulamalar icat edilmiş, ancak ve ancak o uygulamaların yerel olmaktan çıkıp yaygınlaşmaya başlamasından sonra uygulamanın kullanım politikası, stratejisi ve mevzuatı ortaya konulmuştur. Bu sebeple bazı uygulamalar mevcut birkaç tasnif yönteminin hiçbirine göre net bir şekilde sınıflandırılmamaktadır. AUS’ye dair genel kabul görmüş bir sınıflandırma olmamakla birlikte kullanım alanlarına göre uygulamalar şu başlıklar altında sınıflandırılabilir:

1. Yolcu Bilgi Sistemleri
2. Trafik Yönetim Sistemleri
3. Toplu Taşıma Sistemleri
4. Elektronik Ödeme Sistemleri
5. Yük ve Filo Yönetim Sistemleri
6. Sürücü Destek ve Güvenlik Sistemleri
7. Kaza ve Acil Durum Sistemleri
8. Demiryolları İşletim ve Yönetimi

#### **4.1. Yolcu Bilgi Sistemleri**

##### **4.1.1. Mobil ve Web Trafik Bilgisi Uygulamaları**

Türkiye’de de İstanbul Büyükşehir Belediyesinin İBB Cep Trafik uygulaması trafiğin durumuna ilişkin anlık bilgi veren bir mobil uygulamadır. Ayrıca KGM’nin [www.kgm.gov.tr](http://www.kgm.gov.tr) web sayfası da şehirlerarası yol kullanıcılarının en uygun güzergâhı ve alternatiflerini, kapalı ve çalışma yapılan yolları, yol yapısını, önemli yerleri, hava durumunu internette uydur ve vektör harita altlığı üzerinden sorgulayabilmesine imkân sağlamakta ve görüntülü olarak bilgi sunmaktadır. Yine KGM’nin Güzergâh Analizi, Yol Durumu, Haritalar, OGS/KGS Geçiş İhlali Sorgulama, Uzaklıklar ve İhale İlanları programlarının yer aldığı “Mobil Uygulamaları (YOLBUL)” da yol kullanıcılarına hizmet vermektedir.

##### **4.1.2 Güzergâh Planlama**

Akıllı toplu taşıma uygulamaları başlığında da değerlendirilebilecek olan bu uygulamalar, özel araçla yolculuk için de işlevsel bilgiler içerdiklerinden, bu çalışmada bu başlık altında değerlendirilmiştir.

##### ***Ulusal Ulaştırma Portalı***

Bilgi Toplumu Dönüşüm Stratejisi Eylem Planı ile koordinasyonu Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından yürütülen “59. Nolu Eylem; Ulusal Ulaştırma Portalı” kapsamında iki nokta arasında ulaşım türüne göre, bireysel veya toplu taşıma seçeneklerine göre seyahat planlaması yapılabilmekte olup, Şekil 4’de görülebileceği üzere portal üzerinden biletlendirme de dahil olmak üzere seyahatlerle ilgili işlemler gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca yol durumu, kaza bilgileri, hava durumu, radyo gibi bileşenleri de içeren Portal 4 dil seçeneği ile mobil uygulama, 3 boyutlu sokak görüntüleri, birden fazla ulaşım türü ile yolculuk, çocuklar için trafik eğitimi gibi bileşenlere de sahiptir.





Şekil 4. Ulusal Ulaştırma Portalı (13)

### İBB CepTrafik

İBB CepTrafik uygulaması Şekil 5’de gösterildiği gibi İstanbul’da trafik durumunu yoğunluk haritası ve canlı kamera görüntüleriyle kullanıcılarına anlık olarak gösteren servistir. İBB CepTrafik uygulaması son 4 yılda yaklaşık 1.500.000 kez indirilmiş olup şu anki anlık aktif kullanıcı yaklaşık 1 milyondur.



Şekil 5. İBB Cep Trafik Uygulaması

İBB CepTrafik ile;

- İstanbul’da trafiğin anlık yoğunluk bilgisine ulaşılabilmekte,

- İstanbul'un farklı noktalarındaki tüm trafik kameralarına bağlanılıp anında görüntü alınabilmekte,
- Sıklıkla kullanılan kameralar favorilere eklenip, bu görüntülere kısa yol tuşlarıyla ulaşılabilmekte,
- Kısa yol tuşlarıyla; bulunulan konum görülebilmekte, haritanın neresinde olursa olsun İstanbul'un her iki köprüsüne göre konumlandırılabilen, favori kameralara geçiş yapılabilen,
- Kameralar kapatılarak sadece yoğunluk haritasına ulaşılabilmekte,
- Harita üzerinde yer araması yapılarak, o mevkideki filtrelenen ayrıntılar görüntülenebilmektedir.

#### **4.2. Trafik Yönetim Sistemleri**

Ülkemizde trafiğin yönetimi, işletimi ve denetiminden sorumlu olan Karayolları Genel Müdürlüğü, Emniyet Genel Müdürlüğü ve yerel idareler tarafından trafik yönetim sistemleri kurulmakta ve işletilmektedir. Bu kapsamda Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluk alanında İzmir, Mersin, İstanbul ve Ankara Bölge Müdürlüklerinde Trafik Yönetim Merkezleri kurulmuştur. Bu merkezlere bağlı meteoroloji sensörleri, değişken mesaj işaretleri ve kameralar bulunmaktadır. Ayrıca, Karadeniz Sahil Yolu üzerinde bulunan tünellerde, Tarsus Adana Gaziantep Tünelleri, Pozantı Tünelleri, Bolu Tüneli, Gültepe-Korutepe Tüneli, Selatin Tüneli ve Karşıyaka Tünellerinde de tünel içi ve tünel dışını görüntüleyen kameralar, değişken mesaj işaretleri ile tünel kontrol ve alt kontrol merkezleri yer almaktadır.

Başta İstanbul olmak üzere birçok büyükşehir belediyemizde de trafiğin yönetimi ve işletimi amacıyla trafik yönetim merkezleri oluşturulmuştur. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından trafik akışının sürekliliğinin sağlanması, yol ağı kapasitesinin etkin olarak kullanılması, trafiğin gerçek zamanlı olarak izlenmesi, tek merkezden kontrol edilmesi ve yönetilmesi amacıyla trafik kontrol merkezi oluşturulmuştur. Bu kapsamda kentin değişik noktalarına kurulumu yapılan sinyalizasyon sistemi, trafik ölçüm sistemi, trafik izleme kamera sistemi vb. akıllı ulaşım sistemlerinden trafik verileri elde edilmektedir. Elde edilen bu verilerden ileri yazılım algoritmaları vasıtası ile trafik bilgisi oluşturularak, Cep Trafik, değişken mesaj sistemleri, Web uygulamaları gibi çeşitli platformlara aktarılmaktadır.

Diğer taraftan İçişleri Bakanlığı tarafından il ve ilçelerde kurulan ve işletilen Kent Güvenlik Yönetim Sistemleri (MOBESE) kapsamında da KGYS merkezleri oluşturulmaktadır. Bu merkezler güvenlik işlevlerinin yanı sıra sağladıkları görüntüleme işlevi ile AUS uygulaması kapsamında değerlendirilebilir. Sistem ile farklı noktalarda

kurulmuş, 24 saat hizmet veren hareketli ve sabit kameralardan alınan görüntüler, fiber-optik kablolar ve kablosuz (WI-MAX) teknoloji ile KGYS Merkezlerine ulaşmaktadır. KGYS kapsamında kullanılan PTS (Plaka Tanıma Sistemi) ile araçların trafikte seyir halinde iken plakalarının otomatik olarak okunması yoluyla kırmızı ışık ve hız ihlali yapan araçların tespiti ve sonrasında otomatik olarak cezai işlemlerin uygulanması sağlanmaktadır.

Trafikte anlık yoğunluğu algılayarak, sinyal sürelerini buna göre düzenleyen trafik kontrol sistemleri de trafik yönetimi kapsamında İBB ve diğer bazı belediyeler tarafından kullanılmakta olup bu sistem ile sinyalizasyon sürelerinin ve yol kapasitelerinin optimizasyonu, hava kirliliği seviyesinin ve yakıt, yedek parça gibi harcamaların azaltılması, seyahat ve bekleme sürelerinin kısaltılması gibi birçok fayda elde edilebilmektedir.

Trafiğin denetimi kapsamında İBB tarafından trafik akışının kontrolü trafik kural ihlallerinin önüne geçilmesi, kazaların engellenmesi, can ve mal emniyetinin sağlanması ve tüm şehir içi trafikte optimizasyonunun sağlanması için trafik düzenini bozan araçların tespiti amacıyla geliştirilmiş Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS) örnek gösterilebilir.

EDS; kırmızı ışık ihlal tespit sistemi, emniyet şeridi ihlal tespit sistemi, hız koridor ihlal tespit sistemi, park ihlali tespit sistemi, tramvay yolu ihlal tespit sistemi, yaya yolu ihlal tespit sistemi, ters yön ihlal tespit sistemi, tercihli yol ihlal tespit sistemi, mobil EDS ihlal tespit sistemi ve gabari tespit sistemi gibi alt bileşenlerden oluşmaktadır. Dijital kameralarla ihlal anını tespit eden elektronik denetim sistemleri aynı zamanda gerçek zamanlı trafik verilerinin toplanmasına ve araç sayım bilgilerinin elde edilmesine de elverişli bir sistemdir. Mevcut durumda İstanbul'da kırmızı ışık, hız tespiti, ters yön ve park EDS uygulamalarından oluşan toplam 260 EDS sistemi bulunmaktadır.

### 4.3. Toplu Taşımaya Yönelik Akıllı Sistemler

Yolcu bilgilendirme sistemleri ve elektronik ödeme sistemleri toplu taşımada kullanılan en yaygın yöntemlerdir. Yolcu bilgilendirme sisteminin amacı zamanın ve enerjinin verimsiz kullanımını engellemek ve böylece toplu taşımacılığı özendirmek ve geliştirmektir. Günümüzde ileri yolcu bilgilendirme sistemleri içerisinde öne çıkan uygulamaların başında, ulaşım araçlarından hangisinin kaç dakika sonra geleceğini göstermekte olan akıllı duraklar gelmektedir. Ulaşım ücretlerinin ödenmesinde son yıllarda yaygın olarak temassız akıllı kartlar kullanılmaktadır.

#### *İETT Araç Takip ve Yolcu Bilgilendirme Sistemi (AKYOLBİL)*

Ülkemizde toplu taşımaya yönelik akıllı sistemlerin en başında İETT'nin akıllı kart, yolcu bilgilendirme ve ulaşım yönetim sistemi olan AKYOLBİL projesi gelmektedir. AkYolbil kent içi toplu taşımada denetim dakikliği sağlamak için değişik noktalar arasında otobüslerin seyir düzenlerinin planlara uygun olarak gerçekleşmeleri veya oluşan anormal durumların realize edilmesiyle yolcuların otobüs seferleri ve saatleri hakkında bilgilendirilmelerini sağlamak amacıyla İstanbul Kart, filo izleme, filo yönetimi ve yolcu bilgilendirmeden oluşan akıllı bir sistemdir. AkYolbil proje bileşenleri Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. AkYolbil Projesi

AKYOLBİL'in bir modülü yolcu bilgilendirme sistemidir. Akıllı Durak olarak da bilinen proje aslında bizzat İstanbul'da yolculuk yapanlar tarafından gözle görülebilir, hayatlarına katma değer sağlayan kısımdır. Bu sayede yolcular İETT otobüslerinin hareketlerini canlı olarak takip edebilmektedirler. AkYolbil projesi ile otobüslerin komuta merkezinden izlenmesi ve yönlendirilmesi, duraklarda kurulacak sistemlerle de yolcuların anında bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. Diğer bir modül ise Akıllı Kart, bugün bilinen ismiyle İstanbul Kart Sistemidir. Artık İstanbul da elektronik bilet konusunda teknolojik ve fonksiyonel ömrünü tamamlayan Akbil sisteminin yerine smart kart olarak da bilinen Akıllı Kartlar kullanılmaktadır.

AkYolbil Yolcu Bilgilendirme Sistemi Web tabanlı yolculuk planlama sistemi, Çağrı Merkezi, hat ve durak bilgisi sorgulama, akıllı durak, duraklarda gelecek araçların geliş zamanı, akıllı otobüs, otobüs içerisinde gelen durakların sesli ve görüntülü olarak bilgilendirilmesi bileşenlerinden; Elektronik Ücret Toplama Sistemi ise Akıllı Kart tabanlı ücret toplama sisteminin geliştirilmesi, elektronik cüzdan uygulamalarıyla entegrasyon altyapısının hazırlanması, şehircilik uygulamalarının tek kartta toplanması bileşenlerinden oluşmaktadır.

AkYolbil projesiyle, İETT'nin hizmet verdiği toplu ulaşım araçlarının konumları / coğrafi koordinatları (GPS verisi olarak) kayıt altına alınmaktadır. Anlık olarak takip edilen filodaki araçların konum bilgisi sayesinde:

1. Araç içindeki ve duraklardaki yolcuların aracın konumu hakkında bilgilendirilmesi yapılabilmektedir.
2. Sefer planını aksatabilecek durumlarda, filonun merkezden anında yönetimi sağlanabilmektedir.
3. Sefer görevlendirmelerinde yapılacak değişiklikler yolculara anlık olarak aktarılabilmektedir.
4. Geçmişte oluşan trafik verisi sayesinde yolculara bekledikleri aracın tahmini geliş süresi bildirilebilmektedir.
5. Akıllı duraklarda gösterilen otobüs geliş süreleri, aynı duraktan geçen diğer otobüslerin geliş süreleri ve geç kalıp kalmama durumları göz önünde bulundurularak sürekli olarak

güncellenmektedir. Böylelikle yolcu akıllı ekranda her zaman gerçek geliş süresini görebilmektedir.

#### 4.4. Elektronik Ücret Toplama Sistemleri

Ücret toplama sistemlerinde OGS'ye ilave olarak getirilen Kartlı Geçiş Sistemi'nde (KGS), OGS'de araca takılan elektronik etiket yerine, sürücülerin cüzdanlarında taşıyabileceği kredi kartı büyüklüğünde özel kartlar kullanılmaktadır. Otoyol kullanıcısı, Otoyol Giriş ve Çıkış istasyonlarına kurulan kart okuyucu/yazıcı cihaza bu kartı yaklaştırarak okutmakta ve geçiş ücreti tahsilâtı gişe memuru olmadan otomatik olarak yapılmaktadır.



**Şekil 7. Elektronik Ücret Toplama Sistemleri**

Ücretli geçiş yapılan otoyol ve köprülerde kuyrukların önlenmesi, vatandaşların bu hizmeti en kısa sürede ve en ucuz şekilde alabilmesini sağlamak için OGS ve KGS dışında yeni bir sistem olan Hızlı Geçiş Sistemi 2012 yılı içinde uygulamaya alınmış olup 2013 yılı sonuna kadar tüm KGS'lerin HGS'ye dönüştürülmesi planlanmaktadır. HGS, otoyollar veya köprülerde seyreden taşıtların ödeme noktalarında durmadan geçmelerini ve geçiş ücretlerini de kart veya pasif RFID etiket üzerinden ödemelerini sağlayan yüksek teknoloji ürünü bir sistemdir.

HGS uygulaması ile trafik akışındaki tıkanıklıkların giderilmesi, yolculuk sürelerinin azaltılarak sürücü memnuniyetinin artırılması beklenmektedir. Bariyerlerin kaldırılması ve ihlalleri tespit eden kameralar sayesinde trafiğin akışındaki verimlilikte 3 kat artış beklenmektedir. Sistem dahilinde kısa mesaj (SMS) ile sürücülere kredilerinin azaldığı konusunda uyarı yapılmaktadır. Sistem kontör yükleme kolaylığı ile de kullanıcılar için avantajlı bir uygulama olarak değerlendirilebilir. PTT şubelerinden, otoyol ve köprü girişlerine kurulan PTT gişelerinden, yol üstü dinlenme tesislerinden ve benzin istasyonlarından alınabilecek etiketlerle, aynı zamanda indirimli geçiş olanağı da sağlanmaktadır. Dünyanın en kapsamlı elektronik ücret toplama projesi olan HGS'nin 10 milyon kullanıcı tarafından kullanılması beklenmektedir.

#### **4.5. Yük ve Filo Yönetim Sistemleri**

Filo Yönetim Sistemi, bir filonun yük optimizasyonu ve planlamasından başlayan bir kalite programı ile yükün müşteriye teslimine kadar izlenmesi, yönetilmesi ve diğer tüm yardımcı süreçlerin sırasını, birbirleri ile ilişkisini, ölçümlerini ve tüm süreçlerin iyileştirilmesini amaçlayan bir yönetim sistemidir.

Filo Yönetim Sistemleri, AUS içerisinde özellikle mobil veri üretimi için çok büyük önem arz etmektedir. Elde edilen bu veriler daha sonradan trafik yoğunluk bilgisi ve kapasite kullanımı bilgisi elde etmek için de değerlendirilebilmektedir. Aynı zamanda, geçmiş zamanlı veri olarak kayıt altına alınarak, trafik tahmin algoritmalarında da kullanılabilir.

Toplu taşıma sistemlerinde anlatılan AkYolbil projesinin bir modülü de Filo Yönetimi sistemidir. Bu sistem ile İETT araçlarını bilgisayar üzerinden elektronik olarak gerçek zamanlı ve her zaman denetlenebilir bir şekilde yönetmeyi hedeflenmektedir. Filo Komuta Sistemi planlanan görevleri yönetme, ihlal tespitleri, mesajlaşma, ihtiyaca göre yeni görev ve güzergah ekleme, acil durum yönetimi ve araç teslim ve envanter takibi; Filo İzleme Sistemi ise araçların gerek harita gerek bir hat topolojisi üzerinde gerçek zamanlı izleme, araç üzerindeki cihazların izlenmesi ve mesajlaşma bileşenlerinden oluşmaktadır.

#### **4.6. Sürücü Destek ve Güvenlik Sistemleri**

Genel olarak, sürücünün verdiği basit bir emri araç beyininin son derece karmaşık bir emre dönüştürdüğü ileri sürücü destek ve güvenlik sistemleri kapsamında ele alınabilecek uygulamalar, akıllı ulaşım sistemlerinin diğer kategorilerinde olduğu gibi çok eski uygulamalara dayandırılmamakta, çoğunlukla 1970'lerde standart bir seçenek olarak sunulmaya başlayan hız sabitleyici (cruise control) sistemler ve aynı yıllarda kullanıma giren anti-lock fren sistemlerinden (ABS) başlatılmaktadır. Birbiri ardına geliştirilen akıllı uygulamaların yanında artık ABS ve standart hız sabitleyiciler de ilkel kalmıştır. Sürücünün frene basma hızından niyetini okuyan acil fren desteği (EBA -emergency brake assist) ve acil fren gücü dağıtımı (EBD-emergency brake-force distribution), bununla yetinmeyip çekiş gücünü tekerlere farklı farklı dağıtan elektronik stabilite kontrolü (ESC-electronic stability control), öndeki araç ile aradaki mesafeyi ölçerek buna göre hız değişikliği yapabilen ileri hız kontrol sistemleri gibi yeni nesil fren ve gaz kontrol sistemleri geliştirilmiş ve bunlar yavaş yavaş zorunlu standartlar haline gelmeye başlamıştır.

İleri sürücü destek sistemleri, gaz ve fren kontrol sistemlerinden de ibaret değildir. Park sensörleri ve çeşitli çarpma uyarı sistemleri, seyir halinde çarpışma önleyici sistemler, şerit ihlali uyarı sistemleri, kör nokta izleme sistemleri, ileri far sistemleri, gece görüşü

yardımları gibi çeşitli uygulamalar bugün prototip olmaktan çıkıp ya standart olmuş ya da son kullanıcıya seçenek olarak sunulur hale gelmiştir.

İleri Sürücü Destek ve Güvenlik Sistemleri kapsamında değerlendirilebilecek uygulamalardan ülkemizde kullanılmakta olanlar; navigasyon cihazı ve haritasından oluşan navigasyon uygulaması, GSM tabanlı sistemlerden oluşan filo takip sistemleri, araç içi yolcu bilgi ve eğlence sistemi, araçlar arası haberleşme teknolojilerini mümkün kılan V2V elektronik kontrol ünitesi, otomatik park sistemleri, otomatik vites sistemleri, akıllı seyir sistemleri (cruise kontrol), hız sabitleme sisteminin aracın güzergâhındaki araçlara/nesnelere göre otomatik olarak ayarlanması (adaptive cruise control), şerit değişim uyarı sistemi, araç takip tempomatı (öndeki araç ile mesafeyi koruyan sistem), kör nokta uyarı sistemi, acil servislere kaza bildirimini (e-Call), hız uyarısı, düşük hızda çarpışma durumunu hafifletici sistem, sürücü yorgunluk algılama sistemi, araç verilerinin kaza anına kadar olan son saatlerinin yetkili kişilerin kullanımı için kayıt altına alınması, devrilme önleme sistemi (roll stability control, electronic stability programme), yolcu konforu için süspansiyon sisteminin otomatik olarak ayarlanması (comfort drive suspension), lastik basınç kontrol sistemi, otomatik lastik şişirme sistemi gibi uygulamalardır.

Öte yandan toplu taşıma kapsamında da otobüslerde yolcu bilgi ve eğlence sistemleri, yol bilgisayarı/araç validatörü (elektronik bilet iptal cihazı), araç takip tempomatı, yol şerit asistanı, filo takip sistemi, durak bilgi sistemi, yol ücretlendirme sistemi, yolcu sayma sistemi, kamera kayıt sistemleri, güzergâh ve yol bilgisi panoları gibi araç içi uygulamalar ileri sürücü destek ve güvenlik sistemleri kapsamında değerlendirilebilecek uygulamalardır.

#### **4.7. Kaza ve Acil Durum Yönetim Sistemleri**

Trafik kazaları başta olmak üzere yollarda gerçekleşen her türlü acil müdahale gerektiren olayın tespiti, ilgililerin bilgilendirilmesi, olaya müdahale ve olayın bıraktığı tahribatın yönetimi, bu başlık altında incelenebilecek uygulamalardır. Gerek can kaybının engellenmesi gerekse maddi zararın asgariye indirilmesi, bu sürecin etkin yönetimine bağlıdır. Trafik olayları yönetiminin (TIM - Traffic Incident Management) her aşamasında çeşitli araçlar ve stratejiler kullanılabilir. Örneğin olay tespitinde en etkin yöntemlerden biri olan kameralı izleme ve otomatik uyarı uygulaması, ancak orta yoğunlukta kullanılan yollarda verimli olabilmektedir. Trafiğin yoğun olmadığı yollara kamera ve sensör yerleştirmek, hiçbir devletin altından kalkamayacağı, gereksiz bir masraf olacaktır; dolayısıyla bu tür yollarda gerçekleşen olayların tespiti için manüel sistemler kullanılması gerekir. Trafiğin çok yoğun olduğu yollarda ise kameralı otomatik uyarı sistemleri çok fazla yanlış tespit yaparak kaynak



israfına yol açabilmektedir; dolayısıyla bu yollara ek sistemler kurularak çapraz eşleştirme yoluyla yanlış alarmların asgariye indirilmesi gerekmektedir.

AB’de kaza ve acil durum yönetimi uygulamalarının en önemlisi e-Call olarak adlandırılan sistemdir. Araç içinde bulunan ve kaza sırasında otomatik olarak acil durum numarasını arayan, maliyeti uygun bir arama sistemi olarak tanımlanan e-Call sisteminin uygulama çalışmalarına ülkemizde 2013 yılında başlanması planlanmaktadır. Proje ile araçlara yerleştirilecek e-Call cihazı kaza anında ciddi bir darbe ikazı alır almaz, aracın içinde seyahat edenler bilinçlerini kaybetse bile, en yakın Acil Çağrı Merkezini arayarak kaza yerinin coğrafi koordinatlarını, araç bilgilerini ve ilgili diğer bilgileri çağrı merkezine otomatik olarak iletacaktır.

Ulusal koordinasyonu Kalkınma Bakanlığı tarafından yürütülen Avrupa Birliği’nin Rekabet Edebilirlik ve Yenilik Çerçeve Programı (CIP) Bilgi ve İletişim Teknolojileri Politika Destek Programı (ICT PSP) kapsamında yürütülmekte olan ve Acil Çağrı Merkezleri Projesini bütünleyecek nitelikte bir proje olan HeERO (Harmonised e-Call European Pilot) projesine ülkemiz adına İçişleri Bakanlığı İller İdaresi Genel Müdürlüğü katılım sağlamaktadır.

#### **4.8. Demiryolları İşletim ve Yönetimi**

Ülkemizde demiryolu araçlarında kullanılan akıllı sistemler, genellikle yurt dışı üreticilerden temin edilmektedir. Ancak bilhassa savunma ve demiryolu sektöründe çok başarılı Ar-Ge çalışmaları olan bir yerli firmamız raylı sistem araçları için birçok akıllı sistemi geliştirerek, üretime başlamıştır (14). Bu akıllı sistemler yüksek hızlı tren setleri de dahil olmak üzere değişik tür araçlarda başarıyla kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemler kısaca aşağıda özetlenmiştir:

##### ***Otomatik Tren Durdurma Sistemi***

Bu sistem, hareket halindeki trenlerin güzergahları üzerindeki konumlarına ve demiryolu sinyalizasyon sisteminin durumuna uygun olarak hız ve fren kontrolü yapmasına olanak sağlar. Bu sistemlerin, TCDD’nin Ankara’nın doğusunda ve batısında yer alan mevcut farklı iki tip demiryolu sinyalizasyon alt yapısına da uygun çalışma kabiliyeti, donanım ve yazılım açısından genişleyebilir bir mimariye sahip olması ile tren takip fonksiyonu ve veri aktarım kabiliyetleri sayesinde, hızlı trenlerde de hizmet verecek olması ve tamamının milli kabiliyet ve imkanlarla tasarlanmış olup en üst düzeyde yurt içi üretim kaynakları kullanılarak üretilmesi ülkemiz açısından önemli bir kazanç olarak değerlendirilmektedir.



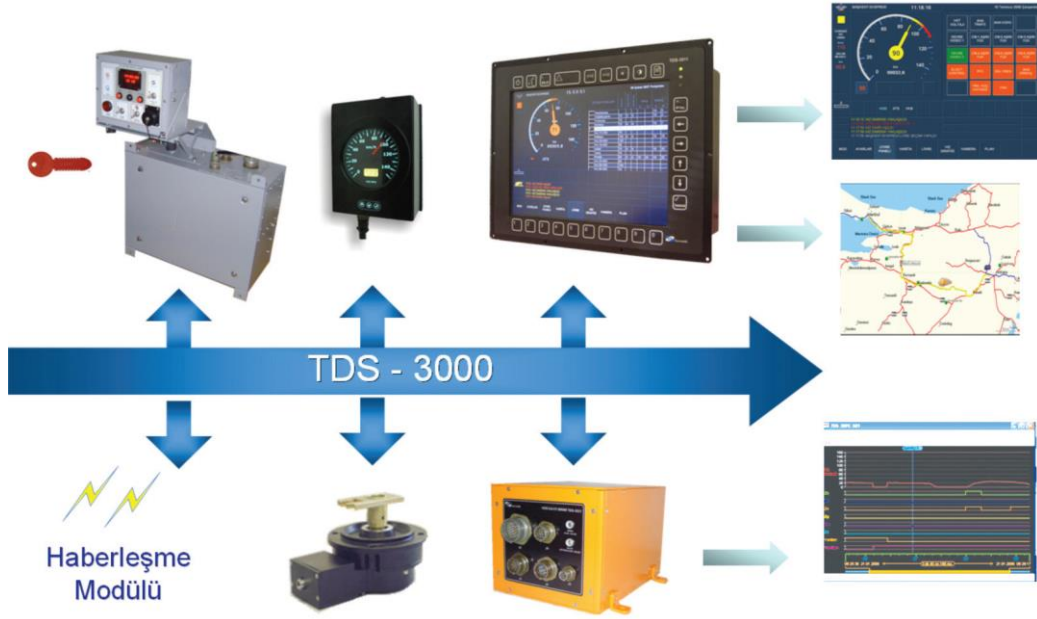
**Şekil 8. Otomatik Tren Durdurma Sistemi**

### *Tren Denetim Sistemi*

Tren Denetim Sistemi, demiryolu işletmelerinde hizmet veren çeken araçları için araç üzeri kontrol ekipmanı ve trenlerin bir merkezden izlenmesini sağlayan kontrol merkezinden oluşan entegre bir sistem çözümdür. Bu akıllı sistemin temel işlevi, demiryolu seyir güvenliğini daha üst seviyelere çıkarmak, yolcular için daha konforlu seyahat olanağı sağlamak ve işletmelerde görevli demiryolu personeli için trenlerin seyrüsefer işlemlerinin düzenlenmesi ve trenlerin takibine ilişkin faaliyetler konusunda hizmet kolaylığı sağlamak olarak tanımlanabilir.



**Şekil 9. Tren Denetim Sistemi**



**Şekil 10. Tren Denetim Sistemi Bileşenleri**

### ***Tren Denetim Bilgisayarı***

Tren Denetim Sistemi'nin çekirdeğini oluşturan, modüler yapısı ve kolay kullanımı ile makinistin yol boyunca ihtiyaç duyacağı bilgileri sunmak üzere tasarlanmış olan bir bilgisayardır. Üzerinde seçilen bir livreye göre makiniste sefer boyunca yol hakkında bilgiler sunan, hız aşımalarında cer motor gücünü kestiren, gerektiğinde fren yaptıran bir yazılım yüklüdür. İstenildiği takdirde modüler yapısı sayesinde yeni özelliklerde kolaylıkla eklenebilir.

### ***Hız Algılama Sistemi***

Lokomotifin tekerlek miline monte edilen Hız Algılama Sistemi tekerleğin dönme hızına göre değişen frekanslarda sinyal üretir. TCDD envanterindeki her türlü lokomotifte kolay monte edilebilecek şekilde ve demiryolu çevre şartlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Manyetik hız algılayıcı sensör, dişli çark ve mekanik aksamdan oluşur.



**Şekil 11. Hız Algılama Ünitesi**

### ***Hemzemin Geçit İzleme Sistemi***

Hemzemin Geçit İzleme Ünitesi, hemzemin geçit verilerini gerçek zamanlı olarak, TCDD bünyesinde konumlandırılmış kontrol merkezlerine aktaran ünedir.



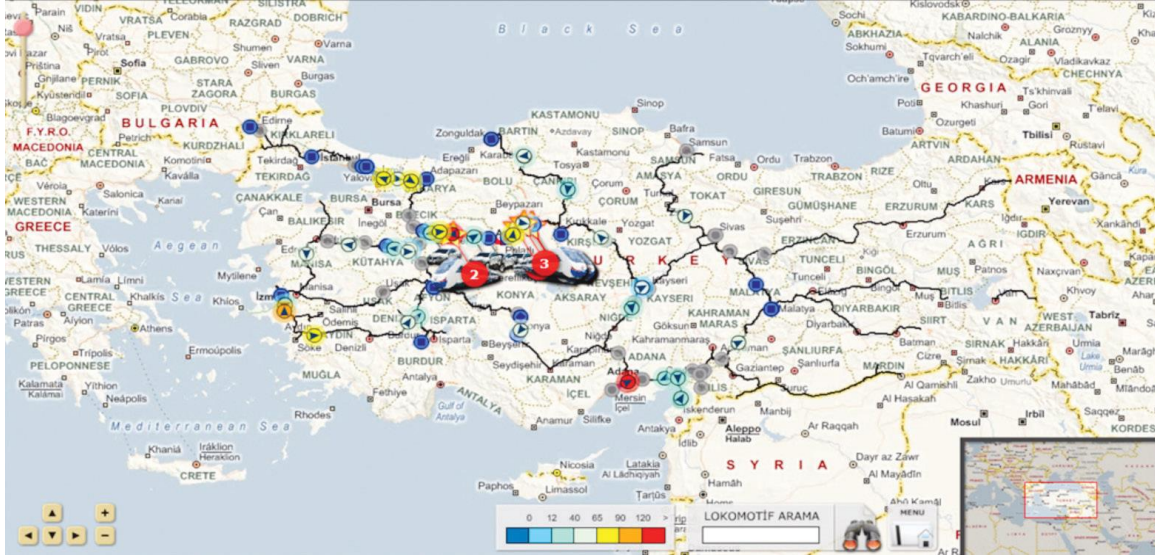
**Şekil 12. Hemzemin Geçit İzleme Sistemi**

### ***Tren Bilgi Sistemi ve Kontrol Merkezi***

Tren Bilgi Sistemi (TBS), bir servis sağlayıcı üzerinden hizmet veren bir Web uygulama yazılımı olup, Türkiye sınırları içinde kullanılan farklı tiplerdeki lokomotiflerin takibi ve izlenmesi amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir. TBS yazılımının mevcut durumu, genel olarak, aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştirmektedir:

- Harita üzerinde trenlerin konumlarının gösterilmesi ve takibi,
- Trenlere ilişkin hız, yön, konum v.b. bilgilerin gösterilmesi,
- Tren seferlerine ait görev bilgilerinin gösterilmesi,
- Araç üzeri ekipmanı oluşturan sistemler ile ilgili bilgilendirme ve bu sistemler ile ilgili verilerin sağlanması,
- Trenlerin anlık ve geçmişe yönelik hız verilerinin temini ve grafiksel gösterimi,
- Lokomotif üzeri sistemler ile mesajlaşma,
- Raporlama işlevlerini gerçekleştirme.

Tüm takip ve raporlama işlemleri Ankara TCDD Cer Dairesinde kurulan Kontrol Merkezi'nden yönetilmektedir. Ayrıca yabancı bir firma tarafından geliştirilen bir başka akıllı ulaşım sistemi, Sürücüsüz Tren İşletim Sistemi, İstanbul Metrosunun yeni hatlarında kullanıma başlayacaktır.



**Şekil 13. Tren Bilgi Sistemi, Kontrol Merkezi Uygulaması**

### ***Otomatik Tren İşletme Sistemi - Sürücüsüz Tren İşletim Sistemi***

Bu sistem sayesinde metrolarda, tren setlerinin sürücüsüz olarak merkezden kontrol edilmesini sağlar. Sistemin işletme maliyeti daha düşük, işletme elverişliliği daha yüksektir. Ancak sistemin yatırım maliyeti daha yüksek, ayrıca sistem daha komplekstir.

### ***Tren İzleme ve Bilgilendirme Sistemi***

Hızlı tren sistemleri, dünyadaki ileri teknolojiye sahip, kullanıcı dostu toplu taşıma sistemlerinden biridir. Bu özellikleri sağlayabilmek için makinistlere güncel ve gerçek zamanlı olarak trenin içindeki sıcaklık, hava basıncı, iklimlendirme ve alarm durumları bilgisini sağlayacak bir haberleşme sistemi kurmak gerekmektedir.

Hızlı tren sisteminin çalışanlarına trenin durumu hakkında güncel bilgileri sağlayacak güvenilir ve çok yönlü bir izleme ve bilgilendirme sistemine gerek vardır. Bunu gerçekleştirmek için aşağıdaki donanımlara/teknolojilere ihtiyaç duyulur:

- Aşırı çevresel koşullarda bile çalışabilen kompakt bir platform,
- Birçok sistemi ve veriyi anlık olarak izleyebilme yeteneği,
- Makinistler için kullanıcı dostu dokunmatik ara yüz,
- Sistem raporlarını detaylı biçimde depolayabilecek birden fazla depolama seçeneği.

Bu gereksinimleri sağlayan Tren İzleme ve Bilgilendirme Sistemi hızlı tren sisteminde çalışan makinistler için mükemmel bir izleme ve bilgilendirme sistemi oluşturmuştur. Makinistler artık gerçek zamanlı olarak tren içindeki çeşitli sistemlerin bilgilerine erişebilmekte, herhangi



bir duruma anında müdahale edebilmekte ve ileride kullanılmak üzere değerli bilgileri depolayabilmektedir. Sistemin şematik diyagramı Şekil 14’de görülmektedir.



Şekil 14. Tren İzleme ve Bilgilendirme Sisteminin Elemanları

## 5. SONUÇ

Günümüzde trafik kaynaklı olumsuz etkilerin kısa sürede ortadan kaldırılabilmesi için geleneksel altyapının iyileştirilmesi yani ilave şerit eklenmesi, katlı kavşak yapılması gibi kapasite arttırıcı çözümler mümkün olamamaktadır. Daha yüksek kapasiteli ulaşım sistemleri ise yüksek maliyet ve uzun bir süreçte gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin 90’lı yıllardan bu zamana kadar geçen 23 yıl sürede, İstanbul’da ancak 120 km’lik bir raylı sistem yapılabilmektedir. Dünyadaki çok eski raylı sistemler de kapasitesini doldurmuş, gelen taleplerin karşısında zorlanmaya başlamıştır. Bu sistemlerin ilave kapasiteye kavuşmaları bilgi kontrol ve iletişim teknolojilerini entegrasyonunu içeren akıllı ulaşım sistemlerinin kullanmasıyla mümkün olacaktır.

Ülkemizde de son yıllarda da sağlanan ekonomik istikrar ile ulaşım sistemleri bir bütün olarak ele alınmakta, yapılan büyük yatırımlarla gerek karayolu ve demiryolu gerekse deniz ve havayolu ulaşımında önemli gelişmeler kaydedilmektedir. Ancak, bu zamana kadar ağırlıklı olarak yolların geometrik ve fiziki standartları önemsenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda ise yapılan bu yolların akıllandırılacağı Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme

Bakanlığımızın şura çalışmalarından, strateji belgelerinden, benzer çalışmalarından ve yetkililerin açıklamalarından anlaşılmaktadır.

Bu düşünceden hareketle, bu tip fuarların ileri teknolojilerin görülmesi açısından çok büyük bir fırsat olduğunu, merkezi ve yerel idare birimlerinin ilgili yönetici ve çalışanlarınca dikkate alınmasının düzenli ve güvenli bir trafik sağlayarak ülkemize büyük bir katkıda bulunacağını düşünmekteyiz. Ülkemizde gelişmekte olan bu konudaki pazar büyüklüğünün fuarın ulusal ve uluslararası üretici katılımcıları için bir şans olduğuna inanmaktayız.

## **KAYNAKLAR**

- 1) www.worldbank.org
- 2) “Ulusal Karayolu Güvenliği Eylem Planı Önerisi” , Bahçeşehir Üniversitesi UYGAR, Intertraffic, İstanbul, 2011
- 3) World Health Organization Statistics, www.who.int
- 4) Eurostat, Statistical Pocketbook 2011
- 5) Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi 2013-2023 ve Eylem Planı (2013-2015) 2.Taslak, T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Mart 2013
- 6) Akıllı Ulaşım Sistemleri Çalıştay Bildiriler Kitabı, T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 25 Mayıs 2012, İstanbul
- 7) System Engineering for Intelligent Transportation Systems, FHWA 2007
- 8) <http://www.iteris.com/itsarch/html/menu/hypertext.htm>, erişim tarihi 5/12/2013.12:00
- 9) <http://www.iteris.com/itsarch/html/user/userserv.htm>, erişim tarihi 5/12/2013.12:00
- 10) Japon ITS 2006-2007 Handbook
- 11) www.ibb.gov.tr
- 12) “Evaluation Tools to Support ITS Planning Process: Development of a Sketch Planning Tool in FSUTMS/Cube Environment” Florida Department of Transportation, December 15, 2008
- 13) www.ulasim.gov.tr
- 14) Ulaşan ve Erişen Türkiye 2012, T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı