

AKILLI ULAŞIM

Betül KASAP¹, Eda SOYLU SENGÖR², Buket GÜLŞEN³

¹ Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, betul.kasap@csb.gov.tr

² Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, eda.soylu@csb.gov.tr

³ Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, buket.gulsen@csb.gov.tr

ÖZET

Ülkemizde akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış açısı getirerek ulusal politikalarla uyumlu şekilde yatırımları güvence altına almak amacıyla 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Strateji ve Eylem Planı hazırlanmıştır. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında tanımlanan eylemlerin, görev ve sorumlulukların gerçekleştirilmesine ulusal ölçekte katkı sağlanması ve başta yerel yönetimlerimiz olmak üzere tüm paydaşların kapasitesinin artırılması amacıyla "Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi" T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından hayata geçirilmiştir. Proje kapsamında hazırlanan akıllı şehir külliyyatında Akıllı Ulaşım konusu kapsamlı bir şekilde ele alınmış, bu konuda eğitim kitabı, video ve sunumlar hazırlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Akıllı Şehirler, Akıllı Ulaşım, Kentsel Hareketlilik

ABSTRACT

SMART MOBILITY

The 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan has been prepared in order to assure investments in line with national policies by bringing a holistic perspective to smart city policies at the national level in our country. Smart Cities Capacity Building and Guidance Project was implemented by the General Directorate of Geographic Information Systems of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, in order to contribute to the realization of the actions, duties and responsibilities that are defined within the scope of the 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan, and to increase the capacity of all stakeholders, especially municipalities. In the smart city collection prepared within the scope of the project, the issue of Smart Mobility was comprehensively discussed, and a training book, videos and presentations were prepared on this subject.

Keywords: Smart Cities, Smart Mobility, Urban Mobility

1. GİRİŞ

Akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış getirerek birlikte çalışabilme yetisi kazanmak, belirlenen politikalarla uyumlu yatırımları önceliklendirerek yatırımların doğru proje ve faaliyetlerle uygulandığını güvence altına almak amacıyla ulusal ihtiyaçları ve öncelikleri bütüncül olarak göz önünde bulunduran, ekosistem paydaşlarının ortak akli ile inşa edilen 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır.

Akıllı Şehirlerde Ulaşım 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planında en önemli bileşenlerden biridir. Bilgi ve iletişim sistemlerinin desteği ile ulaşım ihtiyacının daha ekonomik ve inovatif yöntemler ile çözülmesini sağlayan akıllı ulaşım uygulamalarının başarılı olabilmesi için, ihtiyacın doğru bir şekilde tespit edilmesi, bu ihtiyacın karşılanabilmesi için uygun yöntem ve tekniklerin belirlenmesi gerekir. Bununla birlikte uygulamaların da hedefler ile uyumunun kontrolü ve denetlenmesi elzemdir. Bu çalışmada günlük şehir yaşamının önemli alanlarından ulaşımın sorunlarına ve yenilikçi çözüm önerilerine değinmektedir. Toplu taşımadan, kara yolu ulaşımına, bisikletlerden dronlara kadar birçok ulaşım türünün şehir hayatına katkısından örnekler sunulmaktadır.

Bu bildiriye Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Kılavuzu kapsamında hazırlanan Akıllı Şehir Külliyyatının bir parçası olarak akıllı ulaşım kitabının çerçevesi tartışılacak ve hazırlanan bu rehberlik kılavuzunun yerel yönetimlere, paydaşlara ve vatandaşlara katkısı gözden geçirilecektir.

2. AKILLI ULAŞIMDA YÖNTEM VE TEKNİKLER

2.1. Veri Yönetimi

Akıllı şehirlerin temel felsefesi veriye dayalı yönetimdir. Akıllı ulaşım (hareketlilik) yönetiminin şehir içerisinde konumlandırılacak algılayıcılardan gelen veriler ışığında kısa, orta ve uzun vadeli stratejiler ile yönetilir. Ulaşım yönetiminde kullanılan verinin elde edilme yöntemine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Lokal veriler (lup algılayıcılar, kızılötesi, manyetik sensörler gibi),
- Mesafe bazlı veriler (kamera radar, lazer gibi),
- Mobil olarak elde edilen veriler (araç takip cihazları, mobil telefon verileri gibi),
- Park verileri (otopark alanları, parkomat cihazlarından gelen veriler gibi),
- Bildirim verileri (ihbarlar, polis, sürücü, yolcu bildirimleri),

- Çevre verileri (hava durumu, buzlanma gibi),
- Temel trafik parametreleri (hacim, mevcudiyet, işgaliye, hız gibi bilgiler).

Bu verileri elde edebilmek için çeşitli algılayıcılar kullanılmaktadır. Bu algılayıcılar yol kesintinde veya yol kenarında konuşlanabilmektedir. En çok bilinen ve en eski algılayıcı asfalt altına yerleştirilen lup algılayıcıdır. Lup algılayıcılarla hacim, mevcudiyet (varlık yokluk bilgisi), işgaliye, hız gibi bilgiler elde edilebilmektedir. Aynı zamanda bu algılayıcılarla araç sınıflaması da yapılabilmektedir. Algılayıcının asfalt kesilmesi ve buna bağlı trafik akışının aksaması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Yol kesintinde kullanılan bir diğer sensör türü ise kablosuz manyetometre algılayıcıdır. 10-15 cm çapında olan bu algılayıcılar, kablosuzdur ve gücünü 5-10 yıl kullanılabilen pilden alarak çalışırlar. Algılayıcılar, asfalt çalışmaları sırasında sökülüp tekrar kullanılabilirler. Bu algılayıcılar için asfaltın kesilmesi ve algılayıcının kurulum tecrübesi gerektirmesi dezavantaj oluşturmaktadır.

Video algılayıcılardan görüntü işleme tekniği ile hacim, mevcudiyet, işgaliye gibi bilgiler elde edilebilmektedir. Yol kenarına veya yol üzerindeki bir tag üzerine kurulduğunda yol kazısı gerektirmez. Son yıllarda bu konuda yapılan çalışmalar oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte yüksek bir noktaya kurulan kameralarda meydana gelebilecek görüntü kaybı veya hava şartlarından etkilenme hassasiyeti sistemin sağlıklı veri toplaması noktasında en büyük dezavantajı sayılabilir. Bluetooth algılayıcılar ise yol kenarına kurulmakta ve özellikle seyahat süresi tahmininde kullanılmaktadır. Bunun dışında ise lazer, kızılötesi, radar, radyo frekansı ile tanımlama (radio-frequency identification-RFID) gibi algılayıcılar kullanılmaktadır. Bu algılayıcıların yanı sıra son yıllarda kullanımı hızla artan yüzen araç verisi (floating car data- FCD) adı verilen trafikteki hareket halindeki araçlardan gelen veriler kullanılmaktadır. Bu algılayıcılar ile konum takibi, seyahat süresi, yoğunluk gibi bilgiler elde edilebilmektedir. İletişim maliyetinin olması ve mahremiyet gibi hususlar ise dezavantajları arasında sayılabilmektedir. Ayrıca araç içi algılayıcılar (yağmursensörü, sis sensörü gibi) aracın bulunduğu bölge hakkında çok sayıda bilgiyi paylaşabilmektedir.

Yerel ve bölgesel ulaşım sorunlarının çözümü ve verimliliğin artırılması için kullanılan gerçek zamanlı veriler aynı zamanda uzun vadeli kararlar alınmasında da büyük önem taşımaktadır. Çeşitli veri kaynaklarından gelen yüksek miktarda ve hızla akan bu veriler büyük veri yöntemleri kullanılarak gerçek zamanlı analizler ile ulaşım projelerinde kullanılabilir. Ortaya çıkan bu veriler aynı zamanda vatandaşlar ile paylaşılarak hem veriye daha fazla katma değer kazandırılmış hem de şeffaflık ilkesi yerine getirilmiş olur. Günümüzde verinin doğal olarak açık olması gerektiği prensibi kabul görmektedir. Bunun için açık veri platformları kullanılarak elde edilecek ulaşım verileri vatandaşların ve girişimcilerin kullanımına bilgilendirme ve ekonomiye değer katmak amacıyla açılmalıdır. Bu bağlamda Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020- 2023 Eylem Planı çalışmasında da büyük veri ve açık veri konusuna önem verilmiş ve veri yönetim merkezlerinin kurulması stratejik amaç olarak belirlenmiştir.

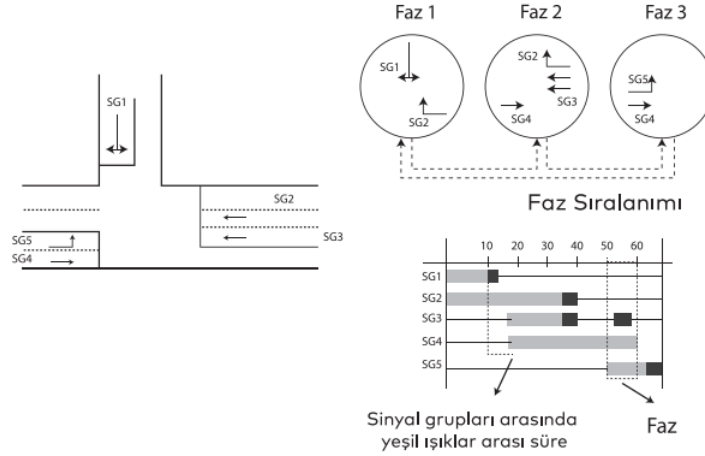
2.2. Sinyalizasyon Yöntemi

Sinyalizasyon yönetimi, özellikle şehirlerde uygulanan ve en fazla uygulama alanı bulan AUS'dir. Kavşaklarda meydana gelen yaya-otomobil karşılaşmalarında güvenliği artırabilmek için 1868 yılında Londra'da, semafor ile çalışan bir model hayata geçirilen ve sonraki dönemlerde ABD'de elektrik ile çalışan modelleri geliştirilen sinyalizasyon sistemlerinin 1926 yılına gelindiğinde algılayıcılardan gelen veriler ile çalışan talep duyarlı uygulamaları da hayata geçirilmiştir. Sinyalizasyon sistemleri hem kavşak kapasitesini iyileştirme hem de güvenliği artırmada önemli rol oynamaktadır.

Sinyalizasyon sistemi kurulmadan önce mutlaka analiz gerçekleştirilmesi gerekir. Sinyalizasyon sistemi güvenlik, kapasite veya yönlendirme gibi nedenlerle kurulabilmektedir. Sinyalizasyon Kurulum Kriterleri:

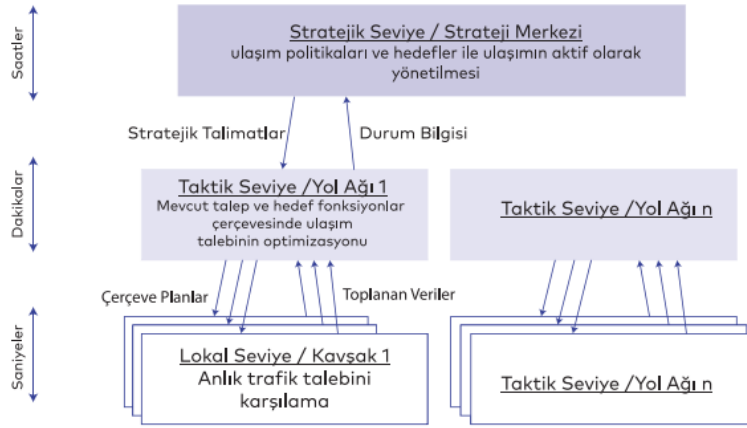
- Kaza sayısı ve seviyesi,
- Kavşaklara girişteki görüş mesafesi,
- Yaya ve bisiklet sürücülerinin güvenlikleri,
- Ana ve tali yoldaki motorlu taşıt trafiğinin yoğunluğu,
- Toplu taşıma araçlarının yönlendirilmesi,
- Yaya ve bisiklet sürücülerinin trafikteki idareleri,
- Motorlu taşıtların trafikte yönlendirilmeleri,
- Karayolu ağının belli kısımlarındaki yığılmaların önlenmesi,
- Çevre kirliliği

gibi nedenler sinyalizasyon kurulum kriterleri arasında yer almaktadır. Herhangi bir kavşakta sinyalizasyon sistemi kurulmadan önce mutlaka trafik etütleri (trafik sayımları, hız ölçümleri, kaza analizleri gibi) yapılması gerekmektedir. Bu etütler sonucunda trafik güvenliği ve kapasite kriterleri çerçevesinde en uygun çözüm ortaya konulabilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Trafik Sinyal Kontrolünün Temel Bileşenleri (FGSV, 2015)

Dünyada birçok araştırmacı sinyal yönetimini üç seviyeli bir mimari ile değerlendirmektedir. Örneğin Friedrich (2000) önermiş olduğu üç seviyeli mimaride stratejik seviyede, politika ve stratejiler; taktik seviyede, kısa vadeli taleplere cevap verilmesi; operasyonel seviyede ise anlık taleplere (örn. otobüs önceliği talebi) cevap verilmesini öngörmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Üç Seviye Trafik Kontrol Sistemi Mimarisi (Friedrich, 2000)

Böylece sinyalizasyon kavşakları önceden hazırlanmış olan çerçeve planlar dâhilinde lokalde meydana gelebilecek anlık değişimlere cevap verebilir ve ambulans, polis, toplu taşıma aracı gibi kavşaklardan duraklamadan geçmesi gereken araçlara öncelik tanıyabilmektedir. Benzer trafik karakteristiğine sahip kavşakların ise gruplanarak taktik seviyede birbiri ile uyumlu planların çalıştırılması gerekmektedir. Stratejik seviyede ise uzun vadeli kararların uygulanmasına ve toplumsal olaylar veya büyük etkinlikler için hazırlanmış senaryoların veya planların hayata geçirilmesine yönelik kararların verilmesi gerekmektedir. Sinyalizasyon sistemleri, süreleri önceden belirlenmiş veya anlık gelen taleplere göre değişimi dikkate alınarak sabit zamanlı, zamana bağlı kontrol ve trafik talebine bağlı kontrol başlıkları altında incelenmektedir.

2.3. Otopark Yönetimi

Park ihtiyacı bir şehirde ulaşım sağlayan otomobil, bisiklet, taksi ve kamyonet gibi hareketliliği sağlayan tüm araçlar için bir ihtiyaçtır. Bütüncül bir otopark yönetimi politikası öncelikle temel ulaşım politikalarını destekleyici yönde olmalıdır. Şehir merkezlerinde yol kenarı ve açık/kapalı olmak üzere temel olarak iki tür otopark alanı mevcuttur. Bu alanlar bir bütün olarak değerlendirilmeli ve yönetilmelidir. Şehir merkezlerinde yayalaştırma ile birlikte otopark arzının azaltılması ve ücretlendirme, otomobil ile olacak seyahatlerin azaltılmasına ve sürdürülebilir ulaşım türlerinin desteklenmesine hizmet etmektedir. Otopark yönetimi temel olarak üç başlık altında incelenebilir:

- Planlama ve Uygulama,
- Ücretlendirme,
- Yönlendirme.

B. Kasap vd.: Akıllı Ulaşım (Poster Sunumu)

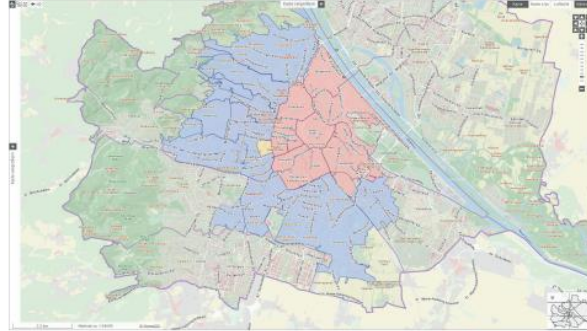
Bir şehrin ulaşım planlarında özellikle yüksek kapasiteli otopark alanlarının imar planlarında belirlenmesi ve yol üzerinde park alanlarının düzenlenmesi gerekmektedir. Tüm yol ağı üzerinde otobüs duraklarının belirlenmesi gibi yükleme-boşaltma noktaları, taksi durakları, indir devam et noktaları (kiss and ride), engelli park alanları ve ücretli ve/veya ücretsiz diğer park alanları önceden planlanmalı ve işaretlemeleri yapılmalıdır. Bu çerçevede İBB 2017 yılında hazırlamış olduğu Otopark Master Plan çalışmasında park alanlarını yukarıdaki kriterler, dikkate alarak tasarlamıştır (Şekil 7)



Şekil 7. Otopark Planlama Örneği

(T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2016)

Ücretlendirme çalışması şehir merkezlerinde yüksek, şehrin çeperlerine doğru gidildikçe azalan ve tüm şehri kapsayacak bir şekilde planlanmalıdır. Şehir merkezlerinde bazı caddelerin ücretlendirilmesi, bazı cadde ve sokakların ise kapsam dışında bırakılması talep yönetim politikasının zayıflamasına neden olmaktadır. Ücretlendirme hem toplu taşımayı teşvik etmesi hem de toplu taşıma sistemlerini sübvansane etmesi açısından önemli bir politikadır (Şekil 8). Otopark yönlendirmeleri de önem arz eden bir politikadır. Zira bu yönlendirmeler hem park yeri arama trafiğini azaltabilmekte hem de otomobil ile seyahate başlamadan önce farklı ulaşım türlerinin seçilmesine katkı sağlayabilmektedir (Şekil 9). Bu yönlendirmelerle şehir dışından gelen sürücülere önemli nokta bilgilendirmesi sunmakta ve otoparkların doluluk bilgilerini yansıtarak otoparkların dolulukları dengelenebilmektedir.



Şekil 8. Viyana Şehri Kademeli Park Bölgeleri (City of Vienna, 2021)



Şekil 9. İstanbul'da Otopark Yönlendirme Sistemi

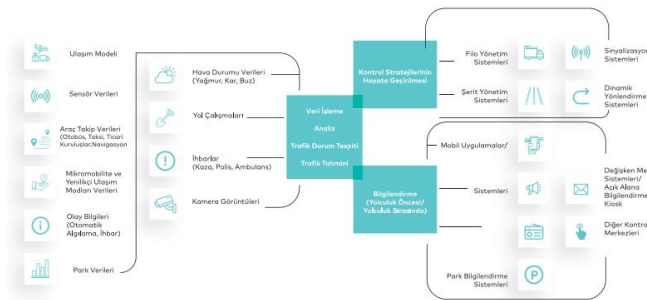
Park et devam et (park and ride) uygulamaları şehirlerin çeperlerinde yer alan ve özellikle toplu taşıma istasyonlarına yakın yerlerde konuşlandırılmaktadırlar. Böylece ücretsiz veya düşük ücretli bu otoparklara otomobillerin bırakılması ve toplu taşıma veya servis araçları ile şehir merkezine gidilmesi hedeflenmektedir. Avrupa'nın Viyana, Berlin gibi büyük metropollerini bu uygulamayı yakın kasabalara kurdukları bu otoparklar ile otomobille şehir merkezine seyahatleri azaltma yoluna gitmektedir. Araştırmalar, yürüme güzergahlarının iyileştirilmesi ile yaya yolculuklarının 1 km'e kadar çıkabileceğini göstermektedir. "İndir ve Devam Et" (kiss and ride) ise toplu taşıma istasyonları ve havalimanları gibi bölgelerde yalnızca yolcu indirme için kullanılan park alanlarıdır. Bu alanları kullanma süresi en fazla 2-3 dk ile sınırlıdır ve aracınızın içerisinde beklemeniz veya çevresinde olmanız gerekmektedir. İndir devam et park alanları da toplu taşıma kullanmayı kolaylaştıran uygulamalar olması açısından önemlidir. Yenilikçi otopark politikaları olarak; ev ve eve ait otoparkların satışlarının birbirlerinden ayrılması, şirketlerin ücretsiz otopark imkânından vazgeçmesi, otopark arzının sınırlandırılması gibi hususlar sayılabilmektedir. Şehir merkezlerinde otopark arzının sınırlandırılması ve ücretlendirilmesi aynı park yerinde aracın kalma süresi azalacağı için devir sayısı artmaktadır. Böylece daha fazla insan aynı park alanını kullanma imkânı bulmuş olacaktır. Ücretlendirme ile ulaşım talebi toplu taşıma ve bisiklet gibi daha çevreci ulaşım araçlarına yönlendirilmiş olacaktır için şehirlerde hava kirliliğinin de azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca yönlendirme sistemleri de gereksiz yakıt tüketimi ve hava kirliliğini azaltması açısından akıllı şehirlerin önemli çözümleri arasında yer almaktadır.

2.4. Ulaşım Yönetim Merkezleri

Bir ulaşım sistemi temel olarak insan, taşıt, saha ve merkez olmak üzere dört başlıktan oluşmaktadır. Ulaşım sistemi kurulan ulaşım yönetim merkezleri ile yönetilmektedir. Bu bağlamda ulaşım yönetim merkezleri stratejinin, operasyonun ve bakım faaliyetlerinin merkezidir. Kontrol merkezinin büyüklüğüne ve işlevine göre çeşitli amaçları olabilmektedir:

- Mevcut kapasitenin en iyi şekilde kullanılması,
- Planlı ve plansız olayların etkilerinin azaltılması,
- Sahada bulunan cihazların yönetilmesi. Bununla beraber yenilikçi ve entegre ulaşım yönetim merkezlerinin yukarıda bulunan amaçlarının yanı sıra;
- Ulaşım talebinin yönetilmesi,
- Ulaşım türleri ve sistemleri arasında entegrasyonun sağlanması,
- Acil durum araçlarının yönlendirilmesi gibi amaçları da bulunmaktadır. Eğer şehirde dinamik ücretlendirme mevcut ise park ücretlendirmesi; şerit ücretlendirmesi veya köprü ücretlendirmeleri mevcut ve bu ücretlendirmeler dinamik olarak gerçekleştiriliyor ise merkezde trafik durumuna göre bu he - saplamalar gerçekleştirilmektedir. Örneğin Avusturya'da otoyollarda kurulu bulunan çevre algılayıcılardan gelen hava kirliliği verileri de - şeritlendirilerek otoyol kesiminde hız limitleri ayarlanmaktadır.

Şehir ulaşım yönetim merkezleri çoğunlukla karayolu ağı izleme ve sinyalizasyon yönetim merkezleri olarak kurulmaktadır ve zamanla genişlemektedir. Sahada bulunan sistem sayısı arttıkça bu sistem - lerin merkez ile bağlantılarının da kurulması gerekmektedir. Eğer şehir içerisinde farklı kontrol merkezleri mevcutsa, bu merkezlerin hem verimlilik açısından hem de iletişim ve koordinasyon açısından aynı çatı altında konuşlandırılması önemlidir. Bu mümkün değil ise söz konusu merkezlerin veri alışverişinde bulunması ve ana yönetim merkezinde entegrasyonun sağlanması gerekmektedir. Bununla birlikte ulaşım yönetim merkezlerinin Emniyet ve Acil Durum Birimleri ile de koordinasyon içinde olması gerekmektedir. Ulaşım yönetim merkezleri, şehirlerin ulaşım kararlarının da mer - kezdendir. Stratejik, taktik ve operasyonel kararların uygulanması ve denetlenmesi bu merkezler aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Veri toplama, veri aktarımı, veri işleme, analiz, kontrol ve bilgilendirme faaliyetleri ulaşım yönetim merkezleri tarafından gerçekleştiril - mektedir (Şekil 10). Ulaşım yönetim merkezleri aynı zamanda sahada kurulu olan AUS'nin izlenmesi, işletilmesi, yönetilmesi ve vatandaşların bilgi - lendirilmesi işlevlerini yerine getiren merkezlerdir. Temel görevi şe hir içinde ulaşımı ilgilendiren alanlarda veri toplamak ve bu verileri işleyerek yönetim, denetim ve bilgilendirmeyi gerçekleştirmektir.



Şekil 10. Ulaşım Yönetim Sistemi Mimarisi

Ulaşım yönetim merkezlerinin faydaları:

- Ulaşım yönetim merkezleri paydaşları aynı merkezi paylaşıyorlarsa her alanda ileri düzeyde iletişim sağlarlar,
- Tüm alt merkezler bir noktada toplandığında personel, altyapı gibi maliyetler azaltırlar.

2.5. Trafik Güvenliği ve Trafığın Sakinleştirilmesi

Şehirlerde akıllı ulaşım uygulamalarının önemli bir parçası da güvenli ulaşım imkânı sunulmasıdır. Şehirler yayalar ile taşıtların en çok karşı karşıya geldikleri yerlerdir. Bu nedendir ki; şehir merkezlerinde belirli hız limitlerinin üzerinde taşıtların hareketine müsaade edilmemektedir ve edilmemelidir. Zaman zaman bu yönde tartışmalar olsa da kaza riski ve sonuçları ile hızın doğrusal ilişkisi ortadadır. Tarihte, trafik sinyalizasyon sistemlerinin ortaya çıkışı da yine yaya-otomobil karşılaşmalarını güvenli bir şekilde düzenleme amacıyla olmuştur.

İnsan ve taşıtın sıklıkla karşı karşıya geldiği şehirlerde trafik güvenliği aşağıdaki faktörlerden etkilenir:

- Ulaşım altyapısının tasarımı, yol ve kavşakların fiziksel durumu,
- Ulaşım aracının türü, sayısı, teknik durumu ve hızı,
- Trafik katılımcısının (yaya, sürücü) davranışı, durumu algılaması,
- Trafik veya yaya yoğunluğu,
- Çevresel etkenler (yağmur, kar, buzlanma gibi). Yukarıda belirtilen faktörlerin her birinde yapılacak iyileştirmeler ile şehir içinde trafik güvenliği artırılabilir ve kaza, ölüm ve yaralanma sayıları da azaltılabilmektedir. Burada başlangıç noktası, bir planlama çerçevesinin oluşturulmasıdır. Özellikle şehir içerisinde çocuklar, engelliler, yayalar, bisikletliler gibi trafikte taşıtlara göre zayıf durumda olan kullanıcılar özel öneme sahip olmalıdır.

2.6. Erişilebilirlik

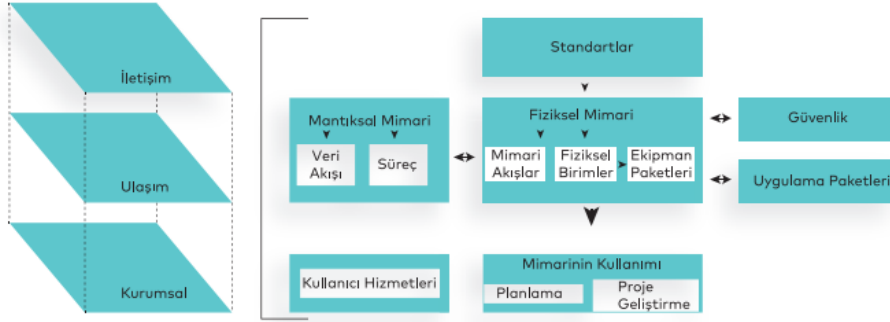
Erişilebilirlik yiyeceklere, hizmetlere, aktivitelere ve destinasyonlara erişim kolaylığı olarak tarif edilmektedir. Marketler, yiyeceklere; kütüphaneler ve internet, bilgiye erişim sağlar; güzergahlar, yollar ve havalimanları destinasyonlara ve dolayısıyla aktivitelere erişim sağlar. İnsanlar bugün için herhangi bir erişim yöntemini kullanmıyor olsalar bile ileride bu erişime ihtiyaç duyabileceği de hesaba katılmalıdır. Örneğin, sürücüler ileride araç kullanamayacakları durumda toplu taşıma hizmetlerinin mevcut olmasına değer verebilirler. Koşu, eğlence gezileri gibi istisnai yolculuklar hariç, erişim çoğu ulaşım aktivitesinin amacıdır. Bir hafta sonu gezisi bile bir varış noktası olacağı için bu kapsamdadır.

Erişilebilirlik, günümüz şehir hayatının en önemli başlıklarından birisidir. Erişilebilirlik sosyal, ekonomik ve çevresel açılardan değerlendirilmekte ve zaman zaman farklı önemde kullanılmaktadır. Erişilebilirlik denildiğinde engellilerin erişimi veya hareketlilik ön plana çıkabilmektedir. Oysa erişilebilirlik tüm yönleriyle bir bütündür.

2.7. Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisi

Karayolu ulaşımında güvenliğin ve performansın artırılması, seyahat sürelerinin kısaltılması ve çevresel etkilerin azaltılması için çeşitli sistemler kurulmaktadır. AUS Mimarisi ise en basit ifadesi ile bu sistemlerin birlikte çalışmasını tanımlamaktadır. Bu anlamıyla AUS Mimarisi bir "sistemler sistemi" durumundadır. AUS mimari - si, sahada kullanılan akıllı ulaşım sistemlerini planlama, tanımlama ve entegrasyonu için ortak bir çerçeve sağlamaktadır. Bütün AUS paydaşlarının birlikte çalışması sonucu ortaya çıkarılan bir sistem - ler bütünüdür. Yalnızca teknik entegrasyon değil, organizasyonel ve hukuki konuları da kapsamaktadır. AUS mimarisi ilk olarak ABD'de 1993 yılında ulaşımında kullanıcı hiz - metlerinin tanımlanması ile başlamıştır. Uzun yıllar yalnızca ABD'de kullanılan AUS mimarisi sonraki yıllarda farklı ülkelerde de kullanıl - maya başlanmıştır. AB ise 1997 yılında başlatmış olduğu KAREN adını verdikleri AB Projesi ile mimari çalışmalarının ilk versiyonunu 2000 yılında yayınlamıştır. Daha sonra FRAME projesi ve bugün FRAME NEXT, FRAME-S ve E-FRAME projeleri ile AUS Mimari - si projeleri AB bünyesinde devam etmiştir. Fransa (ACTIF), İtalya (ARTIST) başta olmak üzere bazı AB ülkeleri FRAME mimarisini referans alarak kendi ulusal mimarilerini geliştirmişlerdir. Almanya gibi bazı ülkelerde ise AUS Mimarisi henüz bulunmamaktadır.

Ülkeler AUS mimarileri konusunda birbirlerinin tecrübelerinden faydalanarak yeni versiyonları ortaya koymaktadır. Zira kullanıcı ih - tiyaçlarında ve bunların çözüm yöntemlerinde yeni öneriler ortaya çıkabilmektedir. AUS'de kurumsal, ulaşım ve iletişim olmak üzere üç katmanlı bir mimari söz konusudur. Mimari hazırlama çalışma - ları ise kullanıcı hizmetleri veya ihtiyaçlarının tanımlanması ile baş - lamaktadır ve uygulama paketlerinin ortaya konulması ile tamam - lanmıştır (Şekil 13). AUS mimari geliştirme süreci öncelikle paydaşlar ile birlikte kullanı - cı ihtiyaçlarının tanımlanması ile başlamalıdır. Bu geliştirme süreci elinizde hiçbir referans mimari olmadığı durum için geçerlidir. AB gibi kurumların ortaya koydukları referans mimariler kullanılması durumunda akıllı ulaşım uzmanlarının genel olarak kabul ettiği te - mel kullanıcı ihtiyaçları temel alınarak yeni ihtiyaçlar ve hizmetler tanımlanabilmektedir.

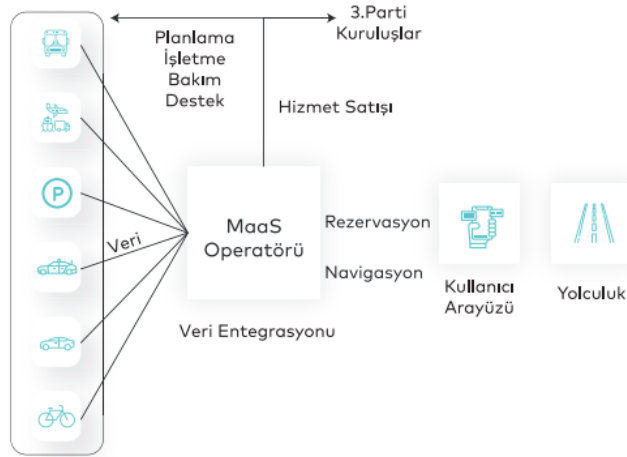


Şekil 13. ABD Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimari Topolojisi
(United States Department of Transportation, 2020)

Ulusal ölçekte çerçevesi çizilen, yani olabilecek tüm sistemleri kapsayan AUS Mimarisinin bölgelere uygulanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar olarak görev ve yetkiler konusunda kurumların mutabakat sağlaması, mimarinin bakım ve destek işlerinin kimin tarafından yapılacağını belirlenmesi gibi hususlar öne çıkmaktadır.

2.8. MaaS (Mobility as a Service)-Bir Servis Olarak Hareketlilik

MaaS tüm ulaşım alternatiflerini bir platform üzerinde hizmete sunan entegre bir sistemdir. Ortaya çıkış felsefesi insanların araç sahibi olmak yerine ulaşım ihtiyaçlarının bir platformdan karşılanmasına dayanmaktadır. AB Projesi MAASiFiE, MaaS'ı "Planlama ve ödemeyi tek noktadan alışveriş ilkesine entegre ederek müşterilerin ulaşım ihtiyaçlarını karşılayan çok modlu ve sürdürülebilir mobilite hizmetleri" olarak tanımlamaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. Bir Servis Olarak Hareketlilik
(T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020a)

MaaS, elbette tek başına kamunun da yapabileceği bir uygulamadır, ancak çoğunlukla özel sektörün girişimi ve kamunun desteği ile gerçekleştirilmektedir. MaaS uygulamaları özellikle İskandinav ülkelerinde gelişim göstermiş bugün farklı formlarda birçok şehirde uygulanmaya başlanmıştır. Şekil 18'de hizmet olarak hareketlilik uygulamalarına örnek görülmektedir. Bu uygulamada mobil uygulama abonesi aylık ödediği ücrete göre farklı seçeneklerde ulaşım imkânlarından yararlanabilmektedir. MaaS, aynı zamanda ileride akıllı şehirlerin bileşenlerinden olan otonom araçların da önemli bir parçası olacaktır. MaaS ve otonom araçlar birlikte düşünüldüğünde şehirlerde otomobil sahipliğinin önemli oranda azalması beklenmektedir.

2.9. Geleceğin Araç Teknolojileri: Elektrikli ve Otonom Araçlar

2.9.1. Elektrikli Araçlar

Elektrikli araçların tarihi otomobilin icadına kadar gitmektedir. Henüz 1834 yılında Amerikalı Thomas Davenport ilk elektrikli aracı icat etmiştir. Daha sonra 1886 yılında Alman otomotiv firması Mercedes Benz elektrikli araç üretmiştir. 1900'de ise Porsche hibrit araç geliştirmiştir. 1908 yılında ise Henry Ford ilk seri üretimi gerçekleştirmiştir. Daha sonraki yıllarda ise fosil yakıtlı motorlara yatırım yapılmış ve özellikle otomobillerde günümüze kadar sürmüştür. Ancak otomobil dışındaki ulaşım sistemlerinde elektrik kullanılmaya devam etmiştir (örneğin trolleybüs, tren, teleferik).

Fosil yakıtlı otomobiller yaydıkları emisyon itibarıyla şehirlerde çevre kirliliğinin önemli kaynaklarından. Bu nedenle son yıllarda şehir içlerine fosil yakıtlı araçların girmesinin yasaklanması yönünde kararlar alınmaktadır. Önce

dizel motorlu araçların sınırlandırıldığı şehirlerde 2030'larda tamamen yasaklanması gündemdedir. Bu nedenle şehirlerde oluşan hava kirliliği ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için elektrikli araçların yaygınlaşması önemlidir. Elektrikli araçların yaygınlaşmasında iki husus kritiktir: Araç pillerinin menzili ve şarj sürelerinin kısılması. Bu alanlarda yapılan çalışmaların başarısı ve mevzuat düzenlemeleri ile birlikte şehirlerde elektrikli araçlar daha fazla görülecektir.

2.9.2. Otonom Araçlar

Otonom araçlar ile ilgili çalışmalar son yıllarda çok fazla gündeme gelmiş olsa da aslında teknolojik serüvenin bir sonucudur. Sürüş destek sistemlerinin gelişmesi, makine öğrenmesi, yapay zekâ ve radar teknolojilerinin gelişmesinin bir sonucu olarak otonom araçlar da artık testlerin yapılması ve sahada uygulamalarının görünmesi aşamasına gelmiştir. Bir otonom araçta çok sayıda yazılım ve donanım ihtiyacı bulunmaktadır. Aşağıda otonom araçlarda bulunan yazılım ve donanımlar listelenmiştir (Şekil 2);

	İnsan sürücü yolu gözlemler	Otomasyon Sistemi			
		Yön değiştirme, hızlanma/ yavaşlama	Çevreyi gözleme	Otomasyon başsansız olduğunda kontrol	Otomasyon sistemi kontrol seviyesi
0	Otomasyon Yok				Yok
1	Sürüş Yardım				Bazı Sürüş Modları
2	Kısmi Otomasyon				Bazı Sürüş Modları
3	Koşullu Otomasyon				Bazı Sürüş Modları
4	Yüksek Seviye Otomasyon				Bazı Sürüş Modları
5	Tam Otomasyon				

Şekil-2: Otonom Araç Seviyeleri

2.9.3. Şehir İçi Hava Ulaşımı: Hava Taksi ve Drone

Geleceğin ulaşım araçları arasında gösterilen hava taksi veya drone taksi olarak isimlendirilen uçan araçlar üzerinde de teknoloji şirketleri, bazı uçak şirketleri ile birlikte çalışmalar yürütmektedirler. Bugün gelinen nokta itibariyle şehirde yaşayan herkes için bir ulaşım imkânı sunmaktan ziyade özellikle mega şehirlerde kısıtlı kesimlerin ulaşım ihtiyacını karşılayacağı yönünde eleştiriler almaktadır. Bu nedenle 2030'larda Asya'nın büyük şehirlerinde daha fazla talep göreceği öngörülmektedir. Ayrıca bu taşıtların acil durum taşımacılığı, kargo taşımacılığı gibi ihtiyaçlar için de çözümler oluşturması beklenmektedir. Bu doğrultuda Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı eylemler içermektedir.

2.10. Akıllı Şehir Lojistiği

Şehir yaşamının sürdürülebilmesi için kesintisiz devam etmesi gereken şehir lojistiği çevresel etkiler ve trafik sıkışıklığı çözümleri ile akıllı şehirlerin önemli araştırma alanları arasında yer almaktadır. Müşteriler, satıcılar, göndericiler, alıcılar, dağıtıcılar ile birlikte kural koyucular şehirlerde lojistiğin paydaşları arasındadır. Son yıllarda şehir yönetimleri hızlı ve çevreci bir dağıtım mekanizmasının kurulması yönünde çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Türler arası taşımacılık, metro ve tramvay hatlarının gece kullanımı, elektrikli araçlar ile ulaşım ve yaya bölgelerinde küçük elektrikli araçlar ile dağıtım hizmetlerinin verildiği farklı modeller görülmektedir.

2. SONUÇLAR

Ulaşım her şehrin temel ihtiyaçlarından ve şehirler büyüdükçe bu ihtiyaç artmaktadır. Küçük şehirlerde yaya yolculukları ile talep karşılanabilirken büyük şehirlerde motorlu taşıtlara ihtiyaç daha fazla duyulmaktadır. Arazi kullanımları ve şehir planları yapıları öncelikle yolculuk uzunluklarını ve sürelerini etkileyen temel faktörlerdendir. Bu nedenle şehir planları hazırlanırken yolculuk sürelerini kısaltan, sürdürülebilir ulaşım türlerinin cazibesinin artırılmasına dikkat edilmelidir. Çünkü şehir içinde ulaşım için harcanan zaman ve yakıt gibi ekonomik unsurların yanı sıra hava, ulaşımın gürültü kirliliği ve iklim değişikliği gibi çevresel etkilerinin azaltılması ulaşım altyapılarının tasarımı ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle şehirlerde yaşam kalitesinin artırılması için ulaşım talebinin doğru yöntem ve teknikler ile planlanması ve uygulanması gerekmektedir.

Akıllı ulaşım kullanılarak, bilgi ve iletişim sistemlerinin de desteği ile ulaşım ihtiyacının daha ekonomik ve inovatif yöntemler ile çözülmesi sağlanabilir. Bunun için öncelikle ihtiyacın doğru bir şekilde tespit edilmesi, bu ihtiyacın karşılanabilmesi için hangi yöntem ve tekniklerin uygun olacağını belirlemek ve uygulama aşamasına geçilmesi

gerekir. Bununla birlikte yapılan uygulamalarının hedefler ile uyumlu olup olmadığının kontrolü ve denetlenmesi de ayrıca önemlidir

KAYNAKLAR

- T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021. Akıllı Ulaşım / www.akillisehirler.gov.tr/egitim-akilli-ulasim/, (Eylül 2022).

Friedrich, B. (2000, Ocak). Article: STEUERUNG VON LICHTSIGNALANLAGEN, BALANCE - EIN NEUER ANSATZ. Researchgate Web Sitesi: https://www.researchgate.net/publication/239550555_STEUERUNG_VON_LICHTSIGNALANLAGEN_BALANCE_-_EIN_NEUER_ANSATZ adresinden alındı

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019a). Strateji ve Eylem Planı: 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı. Akıllı Şehirler Web Sitesi: <https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/EylemPlanı.pdf> adresinden alındı

T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2016). İstanbul Otopark Ana Planı. İstanbul: T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2018). İstanbul Persona Analizi. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2020a, Ağustos 5). Basın Odası; Duyurular: Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Web Sayfası: <https://www.uab.gov.tr/uploads/announcements/ulusal-akilli-ulasim-sistemleri-strateji-belgesi-v/ulusal-akilliulasim-sistemleri-strateji-belgesi-ve-2020-2023-eylem-planı.pdf> adresinden alındı

The International Transport Forum. (2019, Ekim 18). Files: Safe Micromobility. The International Transport Forum Web Sitesi: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf adresinden alındı