

Araştırma Makalesi

Akıllı ulaşım uygulamaları özelinde Manisa ili incelemesi

Tuğberk Özmen^{1,*}, Ece Özmen², Sezai Taşkın³, Serdinç Bulut⁴

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Manisa, Türkiye

²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Salihli Meslek Yüksekokulu, Manisa, Türkiye

³Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Manisa, Türkiye

⁴Manisa Büyükşehir Belediyesi, Yol Yapım, Bakım ve Onarım Dairesi Başkanlığı, Manisa, Türkiye

*Correspondence: tugberk.ozmen@cbu.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1028202

Özet: Sanayi devriminden beri dünya genelinde hızla artan kentleşme, kentlerdeki nüfusun ihtiyacının karşılanması için gerekli adımların atılması için merkezi hükümet ve yerel yönetimler üzerinde sürekli baskı olmaktadır. Yapılan çalışmalarda özellikle kentsel nüfusun artmaya devam edeceği öngörülerini kentlerin hazır hale gelmesi için yönetimleri teşvik etmektedir. Çözüm yollarından biri olarak gelişen teknoloji ile entegre edilmiş, daha yaşanabilir, sürdürülebilir şehirler inşa etmek için akıllı şehir stratejilerinin kentlere uygulanması görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Manisa ili için akıllı şehir bileşenlerinden biri olan akıllı ulaşım sistemlerine yönelik çözümlere dayalı öneri uygulamalar ve eylemlerin sunulmasıdır. Çalışma kapsamında, Manisa Büyükşehir Belediyesi (Manisa BB) ulaşım planları ile uluslararası göstergeler ve ulusal mevzuatlar incelenmiştir. Elde edilen veriler analiz edilerek öneri uygulama ve eylemler tanımlanmış olup, bunların uluslararası standartlar ve ulusal mevzuat ile uyumluluğu kıyaslanmıştır. Manisa kent merkezindeki ulaşım sorunlarının akıllı ulaşım yöntemleriyle çözülebilmeye yönelik bu çalışmada önerilen uygulama ve eylemlerin 11. Kalkınma Planı'nı ve Manisa BB Stratejik Planı'nı tümüyle desteklediği, aynı zamanda ISO 37122 standardında yer alan akıllı şehirler için on dört akıllı ulaşım göstergesinden yedisini sağladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada yer alan gösterge ve ilkelerin diğer yerel yönetimlerce de takip edilmesi hedeflenmektedir. Manisa iline ait mevcut durum ve öneriler bu çalışmanın genel çerçevesini oluştursa da çalışmadaki tespitlerin ve önerilerin halihazırda benzer durumda olan yerleşim yerleri için de uygulanabilir nitelikte sunulması, bu çalışmanın literatüre temel katkısı olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı şehirler, akıllı ulaşım sistemleri, entegre ödeme sistemi, Manisa, park et devam et, yolcu bilgilendirme

A research of Manisa province in terms of smart transportation applications

Abstract: Urbanization which has increased rapidly around the world since the industrial revolution, there is pressure on the central government and local governments to take the necessary steps to meet the needs of the population in the cities. The predictions in the studies that the urban population will continue to increase encourage the administrations to prepare the cities for this. As one of the solutions, it is seen that smart city strategies are applied to cities in order to build more livable and sustainable cities integrated with developing technology. The aim of this study is to present suggestions based on solutions and actions for smart transportation systems, which is one of the smart city components for the province of Manisa. In the study, the transportation plans of Manisa Metropolitan Municipality (Manisa BB), international indicators and national regulations were examined. By analyzing the data obtained, recommendations, practices and actions were defined and their compatibility with international standards and national plans was compared. It has been concluded that the practices and actions proposed in this study, fully support the 11th Development Plan and the Manisa BB Strategic Plan, while providing seven of the fourteen smart transportation indicators for smart cities in the ISO 37122 standard. It is aimed to follow the indicators and principles in this study by other local governments. Although the current situation and recommendations of the province of Manisa constitute the general framework of this study, presenting the findings and recommendations as applicable for

* Corresponding author. Tuğberk Özmen

E-mail address: tugberk.ozmen@cbu.edu.tr

ORCID: ¹0000-0002-8636-6091, ²0000-0003-0769-9777, ³0000-0002-2763-1625, ⁴0000-0002-0174-5800

Received 25.11.2021; accepted 22.02.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.

settlements that are currently in a similar situation is considered as the main contribution of this study to the literature.

Key words: Smart cities, smart transportation systems, integrated payment system, Manisa, park and continue, passenger information

* Corresponding author. Tuğberk Özmen

E-mail address: tugberk.ozmen@cbu.edu.tr

ORCID: ¹0000-0002-8636-6091, ²0000-0003-0769-9777, ³0000-0002-2763-1625, ⁴0000-0002-0174-5800

Received 25.11.2021; accepted 22.02.2022

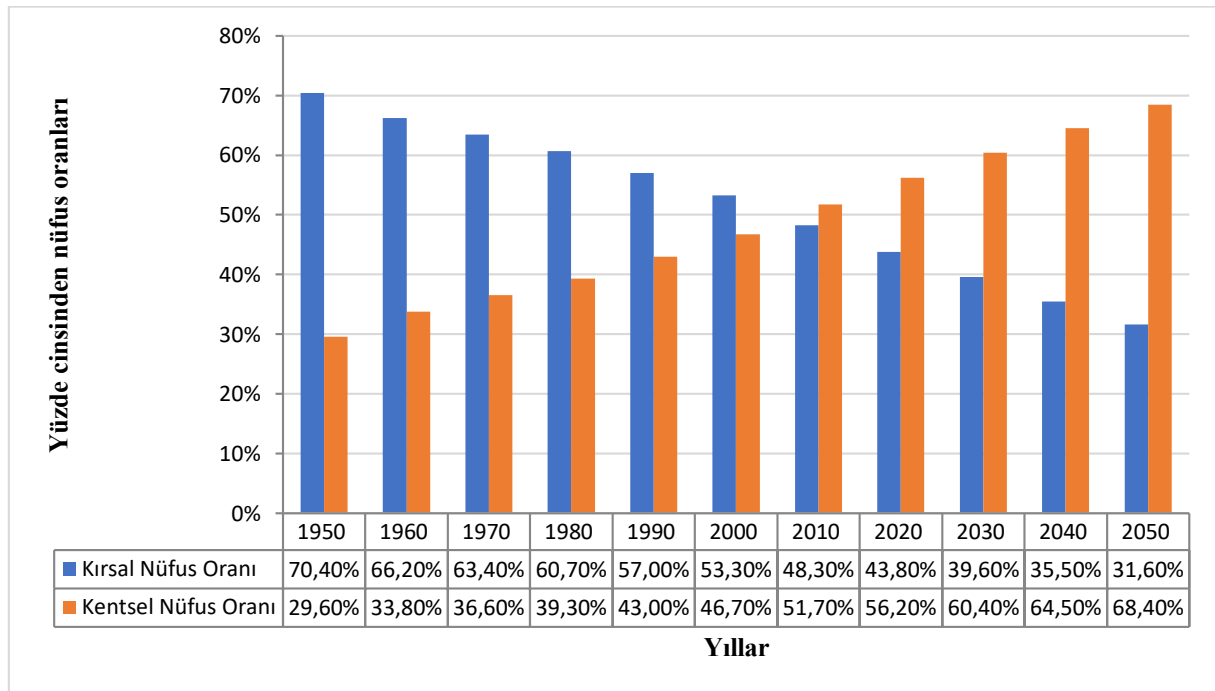
Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylul University.

1. Giriş

Sanayileşme, küreselleşme ve kentlerdeki imkanların fazla olması gibi nedenler ile dünya genelinde kentte yaşayan nüfus hızla artmıştır. Hızlı kentleşmenin yarattığı hava kirliliği, atık yönetiminde yaşanan zorluklar, kaynakların kıtlığı, yetersiz altyapılar, trafik sıkışıklığı gibi sorunlar ise kentlerin yaşanabilir mekanlar olmasına imkan veren temel işlevlerinin kaybolduğunu kanıtlamaktadır (Pınarcıoğlu ve Kanbak, 2020). Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için kaynakların verimli ve etkin kullanımı, küresel ısınmanın karşısında kentlerin durumu ve gelecekte oluşabilecek sorunlara çözüm arayışında olan bilim insanları, uluslararası örgütler, hükümetler ve yerel yönetimler daha sürdürülebilir kentler için farklı birçok model ortaya koymaktadır. Bu modellerden biri olan akıllı şehirler, sosyal bileşenler ve teknolojinin kesişimi ile oluşan, verimli, yaşam kalitesini arttıran, sürdürülebilir, çok paydaşlı bir kentsel çözümdür (OECD, 2020). Çözümlerini su, hava, katı atık, altyapı, enerji, trafik ve toplu taşıma hakkındaki bilgileri toplamak, değerlendirmek ve paylaşmak için daha ucuz ve daha etkili teknolojiler ile sunan akıllı şehirler, her geçen gün daha fazla ilgi çekmektedir (Yang, vd.,

2021). Hükümetler ve yerel yönetimler, akıllı şehirler inşa etmek adına girişimlerde bulunmakta ve yatırımlar yapmaktadırlar. Akıllı şehirlere yönelik oluşan bu küresel talep, 2017'de 622 milyar ABD doları iken 2019'da yaklaşık yüzde 19'luk artışla 1 trilyon ABD dolarına yükselmiştir. Bu artış eğiliminin devam etmesi ve 2026 yılına kadar 3,48 trilyon ABD dolarına ulaşması beklenmektedir (UN-Habitat, 2020).

Akıllı şehirlere olan yatırımlar sürerken dünya genelinde kentlere olan nüfus hareketliliği de artış göstermeye devam etmektedir. Birleşmiş Milletlerin yayınladığı verilere göre hazırlanan Şekil 1'de, dünya genelindeki şehirlerde yaşayanların oluşturduğu kentsel nüfus oranının 2010 yılından sonra kırsal alanda yaşayanların nüfus oranını geçtiği görülmektedir. Yapılan nüfus projeksiyonuna göre 2050 yılına gelindiğinde ise, 1950 yılının tam tersi olarak nüfusun neredeyse %70'inin kentlerde yaşaması beklenmektedir (United Nations, 2019). Bu durum, dünya kentlerinin ihtiyaçlarının nüfusa bağlı olarak artacağını ve sürdürülebilirlik yönünden akıllı şehir yaklaşımının daha fazla önem kazanacağını göstermektedir.



Şekil 1. Dünya genelindeki kırsal ve kentsel nüfus oranları.

Birleşmiş Milletlerin, OECD ülkelerinin ve Avrupa Birliğinin akıllı şehirlere yönelik

çalışmaları bulunmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Uluslararası

düzeyle etkisi bulunan bu çalışmalara ek olarak, ülkelerin dikkate aldığı Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından akıllı şehirlerin tanımı ve göstergeleri üzerine yayınlanan standartlar bulunmaktadır. Ülkemizde ise akıllı şehirlere yönelik olarak Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır. (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Bu sayede, Türkiye’de şehirlerin akıllı şehirler haline getirilmesinin desteklenmesi amaçlanmıştır.

Gerek uluslararası alanda gerekse ulusal anlamda desteklenen akıllı şehir girişimleri ülkemizde de birçok şehir tarafından uygulanmaya başlanmıştır. Büyükşehir Belediyesi’nin stratejik planlarında olmasına rağmen, akıllı şehir uygulamalarına yönelik çalışmalar Manisa’da henüz başlamamıştır. Manisa, gelişmiş sanayisi ve sahip olduğu kentsel dinamikler sayesinde Ege bölgesi içerisinde çekim merkezi haline gelmiştir (Özmen ve Özmen, 2019). Bununla birlikte nüfustaki, otomobil sahipliğindeki ve yaşanan trafik problemlerindeki artış Manisa ili için hem bir akıllı şehir çözümlerini gerekli hale getirmektedir. Bu çalışmada Manisa ili için akıllı şehir bileşenlerinden biri olan akıllı ulaşım sistemlerine yönelik öneri uygulama ve eylemler sunulmuştur. Çalışma dört bölüme ayrılmıştır. Giriş takip eden ikinci bölümde literatürde yer alan akıllı şehir kavramı ve bileşenleri, uluslararası standartlar ulusal ve yerel düzeyde belirlenen stratejiler ile dünyada ve ülkemizdeki akıllı ulaşım sistemlerine yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yöntem bölümünde çalışmanın ele alınış biçimi ve kurgusu açıklanmıştır. Bulgular bölümünde Manisa için önerilen yolcu bilgilendirme sistemleri, park et devam et sistemi, trafik bilgilendirme sistemi ve entegre ödeme sistemini içeren bu çalışma kapsamında üretilmiş özgün bir model olarak akıllı ulaşım sistemi uygulamalarına yönelik eylemler tanımlanmıştır. Ayrıca önerilen eylemlerin ulusal ve yerel yönetimlerin hedefleri ve uluslararası standartlar ile tutarlılığı gösterilmiştir. Sonuç ve değerlendirme bölümünde ise çalışmadan elde edilen veriler değerlendirilmiş ve bu çalışmadan geleceğe yönelik beklentilere yer verilmiştir. Bu çalışma Manisa ili özelinde ele alınmış olmasına rağmen, uygulanabilir akıllı ulaşım sistem şeması ile diğer yerel yönetimlerin de uygulayabilmesi için bir imkan sunmaktadır.

Yerel yönetimler bu çalışma kapsamında üretilen eylemler sayesinde hem uluslararası standartlar hem de ulusal mevzuata uyumlu bir akıllı ulaşım model işleyişine sahip olabileceklerdir.

2. Literatür

Ülkeler dijital çağı yakalamak, teknolojik gelişmelere ve bilgi çağına ayak uydurmak için çeşitli yatırımlar yapmaktadır (OECD, 2020). Yapılan araştırmalar dünya nüfusunun üçte ikisinde mobil cihaz bulunduğunu, yüzde 50’inden fazlasının internete erişebildiğini göstermektedir (UN-Habitat, 2020). Yapay zeka, nesnelerin interneti (IoT), otonom araçlar, 3 boyutlu baskı, biyoteknoloji, enerji depolama ve kuantum hesaplama gibi alanlarda yaşanan teknolojik gelişmeler tüm dünyaya dolayısıyla hareketin ve yaşamın merkezi olan şehirlere yansımaktadır (UN-Habitat, 2020).

Yaşanan bütün bu teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme, akıllı şehirler konseptinin merkezinde yer almaktadır. Akıllı şehir teknolojileri olarak gösterilen akıllı telefon uygulamaları, şehir verileri gösterge panoları, kamusal alanlardaki bilgi ekranları, akıllı operasyon merkezleri ve kritik bilgi ve geri bildirim mekanizmalarına sahip halka açık web siteleri akıllı şehirlerin bir parçası haline gelmiştir. Sokak lambalarından şikâyet sistemlerine kadar çeşitli belediye hizmetlerinin; büyük veri analizi, gerçek zamanlı izleme ve otomasyonu, şehir planlaması ve hizmetlerin sunumu için son derece yararlıdır (UN-Habitat, 2020).

Dijitalleşme ve teknolojik gelişmelerinin hayat bulduğu akıllı şehir kavramının tanımı yıllara göre değişim ve gelişim göstermiştir. Akıllı şehirler, ilk olarak özel sektörün yeni ekonomik fırsatlar yaratmak, hizmet sunumunu iyileştirmek ve dijital inovasyon için liderlik yapmak üzerine kurguladığı büyük ölçüde arz yönlü ve bilişim sektörünün gelişimine dayandırıldığı bir kavram olarak ele alınmıştır (OECD, 2020). 2014 yılında Avrupa Birliği, akıllı şehirleri, sakinlerinin ve işletmelerin yararına dijital ve telekomünikasyon teknolojilerinin kullanımıyla geleneksel ağların ve hizmetlerin daha verimli hale getirildiği yerler olarak tanımlamıştır (OECD, 2019). 2016 yılında Birleşmiş Milletler, akıllı şehir yaklaşımını, dijitalleşme, temiz enerji, yenilikçi ulaşım teknolojileri ile oluşan fırsatlardan yararlanma üzerinden tanımlamıştır. Böylece

şehir sakinlerinin daha çevre dostu seçimler yapmasını sağlayan, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi destekleyen ve şehirlerin hizmet sunumunu iyileştiren bir yaklaşım olarak görülmüştür (UN-Habitat, 2016).

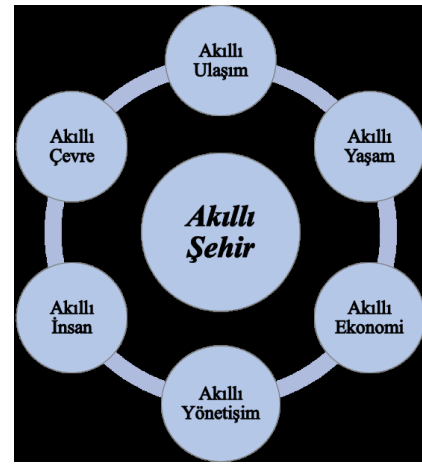
2018 yılında ise OECD tarafından akıllı şehir kavramı, “vatandaşların refahını arttıran ve iş birliğine dayalı, çok paydaşlı bir sürecin parçası olarak daha verimli, sürdürülebilir ve kapsayıcı kentsel hizmetler ve ortamlar sunmak için dijitalleşmeyi etkin bir şekilde kullanan girişimler veya yaklaşımlar” olarak tanımlanmıştır (OECD, 2019). Günümüzde, akıllı şehirleri sürdürülebilir bir yaşam ve kentleşme için kentsel altyapıya bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegre edildiği, yaşam kalitesini yükselten akıllı teknolojik çözümlerin sunulduğu, toplumun tümünü kapsayan ve toplumun yararı için geliştirilen kent modeli olarak tanımlamak mümkündür.

Akıllı şehirleri oluşturan 6 farklı bileşen bulunmaktadır (Elvan, 2017). Bunlar; akıllı yaşam, akıllı ekonomi, akıllı yönetim, akıllı insan, akıllı çevre ve akıllı ulaşımdır (Şekil 2). Akıllı yaşam bileşeni, insanların kendi yaşam alanlarını daha kolay kontrol etmesi ve çevreleri ile daha iyi bir etkileşim kurmasını amaçlayan sağlık, konut, güvenlik gibi sosyal bütünlüğü amaçlayan uygulamaları içermektedir (Pınarcıoğlu ve Kanbak, 2020). Akıllı ekonomi kavramı, melek yatırımcılar, destek ve teşvik edilen küçük işletmeler, eğitim görmüş işgücü ve yerel ticari markalar gibi uygulamaların teknolojiyle ve birbirleriyle entegre edilip eş güdüm içinde çalışması sayesinde şehirlerin sahip olduğu kaynakların daha verimli kullanılmasını kapsamaktadır (Özdi, 2017).

Şehirlerin akıllı yönetilmesinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılması, e-belediye uygulamaları, bilgilerin kamu ile açık ve şeffaf olarak güncel şekilde paylaşılması önem arz etmektedir (Laleoğlu, 2021). Akıllı şehir uygulamalarının merkezinde yer alan bireylerin kent yönetimine aktif olarak katılması ve tecrübelerini paylaşması büyük önem taşımaktadır. Bunun için yapılacak sosyal medya uygulamaları ve söyleşiler ile bireylerin talep ve fikirleri gerçek zamanlı olarak toplanabilmektedir. Bu uygulamalar akıllı insan bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır. Akıllı çevre uygulamalarında yer alan sensör, mobil uygulamalar, bulut bilişim gibi unsurlar sayesinde çevrenin korunması,

sürdürülebilirliğin sağlanması, enerji kaynaklarının etkin kullanılması sağlanmaktadır (Kayapınar, 2017).

Akıllı şehir bileşenlerinden bir diğeri ise akıllı ulaşımdır. Akıllı ulaşım yaklaşımlarında, ulaşım ile ilgili yolcu, sürücü, araç gibi tüm unsurlara ilişkin veriler anlık olarak takip edilebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Akıllı trafik lambaları, akıllı park sistemleri, yönlendirme işaretleri, ödeme sistemleri gibi uygulamalar ile daha kaliteli bir trafik hareketliliği sağlanmaktadır.



Şekil 2. Akıllı şehir bileşenleri

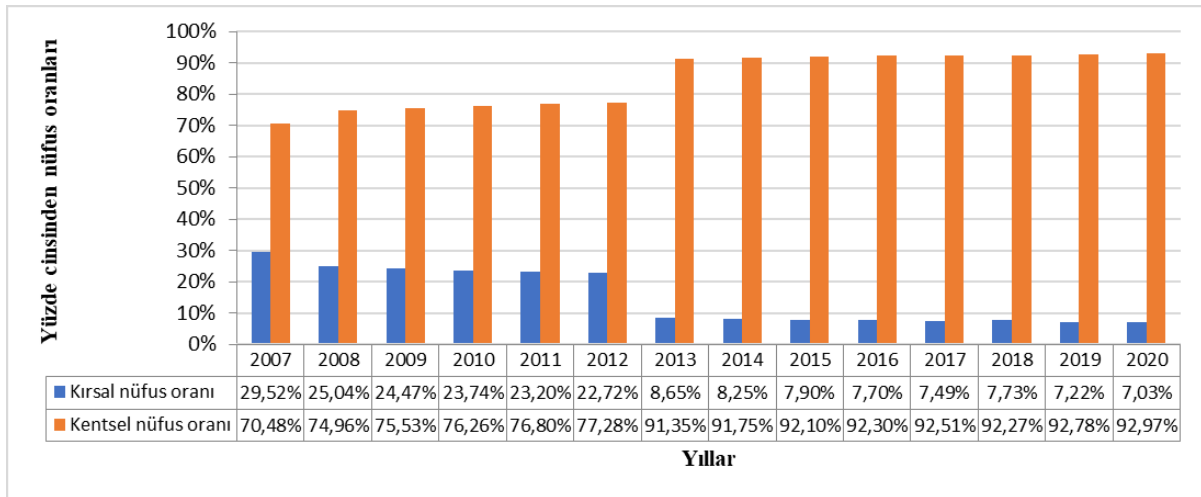
Şekil 2’de verilen akıllı şehir bileşenleri ile akıllı şehirlere yönelik standartların ve politikaların belirlenmesi, şehirlerin akıllı şehir haline gelmesinde yardımcı bir rehber niteliği taşıması yönüyle önemlidir. Bu anlamda, akıllı şehirler için politikaların belirlenmesi ve programların hazırlanması için Uluslararası Standartlar Kuruluşu (ISO) tarafından yayınlanan standartlar bulunmaktadır. ISO 37122 olarak yayınlanan bu standartta akıllı şehirlerin tanımı ve bu çalışmanın odak noktası olan akıllı ulaşım ile ilgili göstergeler bulunmaktadır. Bu standartta trafik durumunun gerçek zamanlı izlenebilmesi, toplu taşıma ve bisiklet kullanan nüfusun oranı, elektronik ödeme sistemleri, trafik ışıklarının kontrolü ve boş otopark alanlarının tespiti gibi on dört farklı gösterge akıllı ulaşımın altında tanımlanmıştır. (British Standards Institution, 2019).

Dünyanın pek çok kentinde akıllı ulaşım sistemlerine yönelik çeşitli uygulamalar bulunmaktadır. Örneğin, Hollanda’nın Oss kentinde yol çizgileri özel bir boya ile çizilmekte ve gün boyu güneş enerjisi sayesinde

enerji depolanmaktadır. Depolanan enerji ile gece saatlerinde sürücülere görüş kolaylığı sunulmaktadır. Bir başka uygulaması ise ulaşım yoğunluğunun yaşandığı kentlerin başında gelen Hong Kong kentinde, trafik bilgilendirme servisleri ile rota bulma uygulamaları ve akıllı yollar akıllı ulaşım çözümü olarak uygulanmaktadır. İspanya'nın Barcelona kentinde toplu taşıma araçları trafik ışıklarına yaklaştığında, ışıklar yeşile döndürülerek trafikte harcanan sürelerin kısaltılması amaçlanmaktadır (Url-3).

Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de şehirlerde yaşayan nüfusun toplam nüfus içindeki payı yıllar içinde artarak değişmiştir. Şekil 3'de

verildiği gibi 2020 yılı itibarıyla şehir nüfusunun oranı %92,97'dir (TÜİK, 2021a). 2012 yılında çıkarılan 6360 sayılı kanun ile Türkiye'deki büyükşehir belediyelerinin sayısı 16'dan 30'a çıkarılmış ve bu şehirlerdeki köy statüsü değişmiştir. Bu nedenle 2013 yılından sonra şehir nüfus oranında bir artış meydana gelmiştir. Ülkemizdeki kentsel nüfus oranındaki artış ile beraber kaynakların daha verimli ve etkin kullanılmasına ve sürdürülebilirliğin ön plana çıkarılmasına yönelik uygulamalar merkezi hükümet ve yerel yönetimler tarafından benimsenmeye başlanmıştır. Ayrıca son yıllarda yapılan bütün çalışmalarda akıllı şehir yatırımlarının artırılması desteklenmektedir.



Şekil 3. Türkiye'deki kırsal ve kentsel nüfus oranları (TÜİK, 2021a)

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan 11. Kalkınma Planı'nda Türkiye'deki yerel yönetimlerin akıllı şehir yaklaşımları konusunda atacakları adımların teşvik edilip destekleneceği vurgulanmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Bu konuda, Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı'nın esas alınabileceği belirtilmiştir. Kalkınma Planı'nda akıllı şehir oluşturma kapsamında katkı sunabilecek tüm paydaşların dijital platformlar aracılığıyla buluşturulması önerilmektedir.

11. Kalkınma Planı'nda bulunan hedefler arasında ulaşım ile ilgili maddeler de bulunmaktadır. Bu plana göre özel araçlar yerine toplu taşıma sistemlerinin özendirilmesi, otoparkların fiyatlandırmasının dinamik olması, park et bin gibi uygulamaların yaygınlaştırılması, şehirlerdeki motorsuz

ulaşımın yaygınlaşması, yaya yolu ve kaldırımlarla ilgili standartların belirlenmesi, şehirlerin belli bölgelerinde taşıttan arındırılmış bölgelerin oluşturulması, bisiklet kullanımının teşvik edilmesi ve bunun için yeni bisiklet yollarının şehirlere kazandırılması, bisiklet paylaşım sistemlerinin yaygınlaşması ve yolcu, sürücü ve yayaların bilgilendirilmelerini sağlayacak sistemlerin kullanılması önerilmektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Bu hedeflerle ilişkili olarak enerji alanında önerilen maddeler enerjinin verimli kullanılması, karbon salınımının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı yönündedir.

Ülkemizde akıllı şehirlerle ilgili yapılan çalışmalardan birisi 2019 yılında T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'dır. Hazırlanan bu planda etkin

akıllı şehir ekosistemi oluşturulması, akıllı şehir dönüşüm kapasitesinin artırılması, akıllı şehir dönüşümünde kolaylaştırıcı ve yönlendirici ortam oluşturulması ve şehircilik hizmetlerinde akıllı şehir dönüşümünün sağlanması şeklinde 4 stratejik amaç ortaya konulmuştur (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019).

Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'nda ulaşım ile ilgili olarak akıllı ulaşım bileşeninin olgunluğunun artırılması yönünde bir eylem tanımlanmıştır. Bu doğrultuda yapılacak uygulamalar neticesinde ulaşım sistemlerinin verimli ve çevreye duyarlı kullanılmasının sağlanması, kullanılacak yerli teknolojiler ve düşük yakıt tüketiminin sağlanması ile ülke ekonomisine katkı sağlanması, acil durumlarda ulaşımın aksamamasının sağlanması ve özellikle engelli bireyler olmak üzere tüm yayalar için güvenli bir ulaşımın temin edilmesi beklenen faydalardandır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019).

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Haberleşme Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı'nda akıllı ulaşım sistemleri (AUS) üzerine stratejik amaçlar belirtilmiştir. Bu amaçlar, AUS altyapısının geliştirilmesi, sürdürülebilir akıllı hareketliliğin sağlanması, yol ve sürüş güvenliğinin sağlanması, yaşanabilir çevre ve toplum oluşturma veri paylaşımı ve güvenliğinin sağlanmasıdır. Bu eylem planında akıllı ulaşım sistemleri, akıllı araçlar, akıllı yollar, akıllı şehirler, ekonomi ve çevre, entegrasyon sistemleri ve bilişim ile güvenlik başlıkları altında ele alınmıştır. Akıllı ulaşım ile ilgili uygulamalar başta ulaştırma ve otomotiv olmak üzere enerji, sağlık, eğitim, sanayi ve bilişim gibi birçok farklı sektörü etkilemektedir. Bu nedenle, toplumun büyük bir kesimine etkisinden dolayı akıllı şehirleşme yolunda akıllı ulaşım sistemleri büyük bir öneme sahiptir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020).

Akıllı şehir yaklaşımlarında yerel ve merkezi idarenin birlikte hareket etmesi çok büyük önem taşımaktadır. 11. Kalkınma Planında da birçok maddede yerel yönetimlerin sürece dahil edilmesi ve desteklenmesi vurgulanmaktadır. Bu sürecin yürütülmesi için ülkemizde Türkiye Belediyeler Birliği görev yapmaktadır. Ülkemizdeki akıllı şehirlerin ortak göstergeler

üzerinden değerlendirilebilmesi ve akıllı şehir olgunluk seviyesinin belirlenebilmesi için Akıllı Şehir Olgunluk Değerlendirme Modeli oluşturulmuştur. Bu model, ülke politikalarına ve dinamiklerine uygun olarak belirlenirken aynı zamanda diğer ülkelerdeki örneklerden yararlanılmıştır. Akıllı Şehir Olgunluk Değerlendirme Modeli sayesinde şehirlerin olgunluk seviyelerinin karşılaştırılması ve etkileşimin artırılması amaçlanmaktadır (Türkiye Belediyeler Birliği, 2020).

Ülkemizde, ulusal düzeyde yapılan yasal düzenlemeler doğrultusunda belediyeler tarafından akıllı ulaşım sistemlerine yönelik olarak çeşitli adımlar atılmaktadır. Ankara, İstanbul, Bursa, Gaziantep, Konya ve Kayseri Büyükşehir Belediyeleri başta olmak üzere akıllı ulaşım sistemlerine yönelik yerel düzeyde yapılan birçok proje bulunmaktadır (Türkiye Belediyeler Birliği, 2020). Ankara Büyükşehir Belediyesi, şehrin önemli ulaşım noktalarına yerleştirdiği kameralar ile trafiği takip etmekte ve ana bulvarlar üzerindeki sensörler ile çeşitli periyotlarda trafik yoğunluğunu incelemektedir (Kesgin ve diğerleri, 2014). Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından akıllı kavşak uygulaması ve trafik akışını takip eden şehir ve trafik kameraları uygulaması hayata geçirilmiştir. Gaziantep Büyükşehir Belediyesinin ise akıllı ulaşım sistemlerine yönelik olarak akıllı durak ve trafik sinyalizasyon projeleri mevcuttur. Ülkemizin en kalabalık şehri olan İstanbul'da, büyükşehir belediyesi tarafından trafik sinyalizasyonu, akıllı park yönetimi, akıllı ödeme sistemleri projeleri mevcuttur. Konya Büyükşehir Belediyesi'nin merkezi trafik işletim sistemi, akıllı bisiklet sistemi ile Kayseri Büyükşehir Belediyesi'nin akıllı otopark ve QR kodlu otobüs durağı uygulamaları ülkemizdeki akıllı ulaşım sistemine yönelik olarak belediyelerin yaptığı uygulamalara bazı örneklerdir (Türkiye Belediyeler Birliği, 2020)

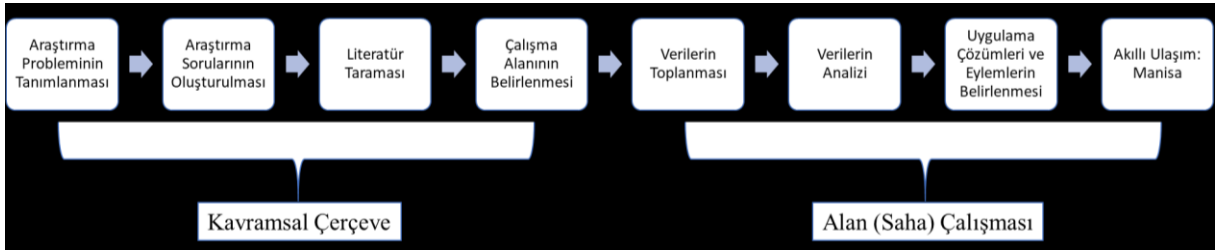
Literatür bölümünde görüldüğü gibi gerek dünyada gerekse ülkemizde akıllı şehirlerin bileşeni olan akıllı ulaşım için birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmaların daha da artması beklenmektedir. Manisa büyükşehir belediyesinin bu konuda ulaşım yönüyle hazırladığı ulaşım ana planı ve raporu bulunmaktadır. Bu çalışma ile, Manisa büyükşehir belediyesinin ortaya koyduğu planlara uygun olarak akıllı ulaşım kapsamında uygulamalar ve eylemler önerilerek hem literatüre katkı sağlanması hem de henüz akıllı

ulaşım çözümleri olmayan yerel yönetimlere bir katkı sağlaması hedeflenmiştir.

3. Yöntem

Sürekli artan nüfus, ulaşım ve trafik sorunları, küresel yaklaşımlar ve çağa ayak uydurma gereksinimi son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler ile birlikte şehirler için alternatif bir çözüm aracı olarak akıllı şehir yaklaşımını sunmaktadır. Bu çalışmada, akıllı şehirlerin bir bileşeni olan akıllı ulaşım uygulamalarının Manisa ilinin gereksinimlerini karşılamak için bir çözüm olması amacını benimsenmiştir. Çalışma, “Akıllı şehir oluşturabilmek ve kentsel altyapıya entegre edilmiş teknoloji ile ulaşımın dair sorunları çözmek için yerel yönetimlerin

akıllı ulaşım uygulamalarına ve eylemlerine ihtiyacı vardır.” düşüncesini desteklemek üzerine kurgulanmıştır. Şekil 4’te şematize edilen çalışma kurgusunda kavramsal çerçeve ve alan (saha) çalışması olmak üzere iki temel çerçeve bulunmaktadır. İlk olarak araştırma probleminin tanımlanması, araştırma sorularının oluşturulması, literatür taraması ve çalışma alanının belirlenmesi basamaklarından oluşan kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Çalışma alanı olarak belirlenen Manisa iline ait verilerin toplanması, verilerin analizi, uygulama çözümleri ve eylemlerin belirlenmesi ve akıllı ulaşım Manisa modelinin uyumluluk sonuçlarının ele alındığı alan çalışması ile çalışma tamamlanmıştır.



Şekil 4. Çalışma kurgusu

Kavramsal çerçeve oluşturulurken ilk adım olarak günümüzde artan kentleşme ile birlikte artan ihtiyaçların karşılanması, kaynakların bilinçsiz ve verimsiz tüketimi, kentsel alanlarda oluşan aşırı insan ve trafik yoğunluğu gibi araştırma problemleri tanımlanmıştır. Devamında aşağıda verilen dört farklı araştırma sorusuna yanıt aranmıştır:

- Manisa’da artan kentsel nüfusa ve araç sahipliliğine bağlı oluşan trafik yoğunluğunun giderilmesi, akıllı şehir bileşenlerinden biri olan akıllı ulaşım çözümleri ile mümkün olabilir mi?
- Akıllı ulaşım uygulama ve eylemleri büyükşehirlerde ulaşım sorunlarını çözmekte bir araç olarak kullanılırken Manisa ili için uygulanabilirliği mümkün müdür?
- Manisa kent merkezi için uluslararası standartlar ve ulusal planlar göz önünde bulundurularak yeni, uygulanabilir çözümler ve eylemler belirlenebilir mi?
- Manisa için belirlenen ve önerilen uygulama ve eylemler diğer yerel yönetimler için örnek oluşturabilir mi?

Literatür taraması yapılırken, Dünya’da kentleşme dinamiği, sorunlara bir çözüm olarak gösterilen akıllı şehir yaklaşımı, dijitalleşmenin

şehirlerde yansımaları ile akıllı ulaşım çözümlerinin Dünya’da ve Türkiye’de ele alınışına yönelik bilgiler derlenmiş ve değerlendirilmiştir. Özellikle akıllı şehirler için göstergeler sunan dünyaca geçerliliği kabul edilen ISO 37122 ile Türkiye’de hazırlanacak strateji ve eylemlere yönelik başvurulacak 11. Kalkınma Planı, 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı ile Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi temel kaynaklar olarak incelenmiştir. Manisa, Türkiye ile benzer kentleşme dinamikleri ve otomobil sahipliliği oranları göstermesinin yanı sıra büyükşehir olarak yapılanmasını sürdürmekte ve kent merkezinde oluşan trafik sorunlarının çözümü için akıllı ulaşım yaklaşımına ihtiyaç duymakta olduğu için çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Çalışma kurgusunun ikinci etabı olan saha çalışması yapılırken, Manisa’ya yönelik veriler toplanmış, Manisa Büyükşehir Belediyesi yetkilileri ile görüşülmüştür. Manisa için hazırlanan Ulaşım Ana Planı ve Raporu ile Manisa Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planları temin edilmiştir. Ayrıca TÜİK’ten Manisa’ya yönelik ihtiyaç duyulan veriler temin edilmiş, elde edilen verilerin tamamı

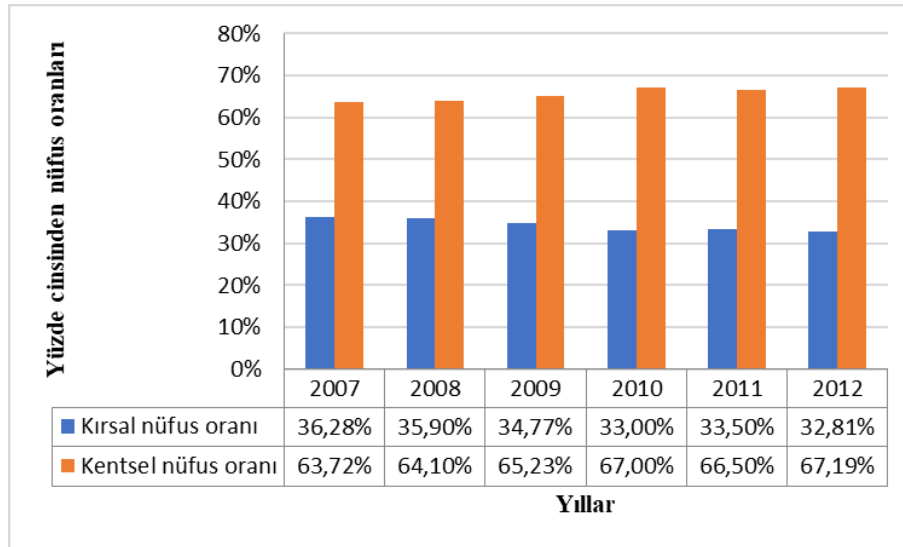
analiz edilmiştir. Bu çalışmada yararlanılan yöntemle ilgili karşılaşılan zorluk saha verilerinin 2015 yılına ait olup henüz güncellenmemesidir. Bu veriler ile güncel stratejik planlar beraber ele alınarak bu zorluğun üstesinden gelinmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, Manisa'nın kent merkezi için ihtiyaç duyduğu akıllı ulaşım çözümleri, dört farklı uygulama ve bu uygulamaların altında yer alan toplam on dört eylem önerisi olarak sunulmuştur. Önerilen eylemlerin, ISO 37122 göstergelerini ve Türkiye'de ortaya konulan plan ve stratejileri karşılayabilirliği değerlendirilmiş ve Manisa'nın Strateji Eylem Planı ile uyumluluğu irdelenmiştir.

4. Bulgular

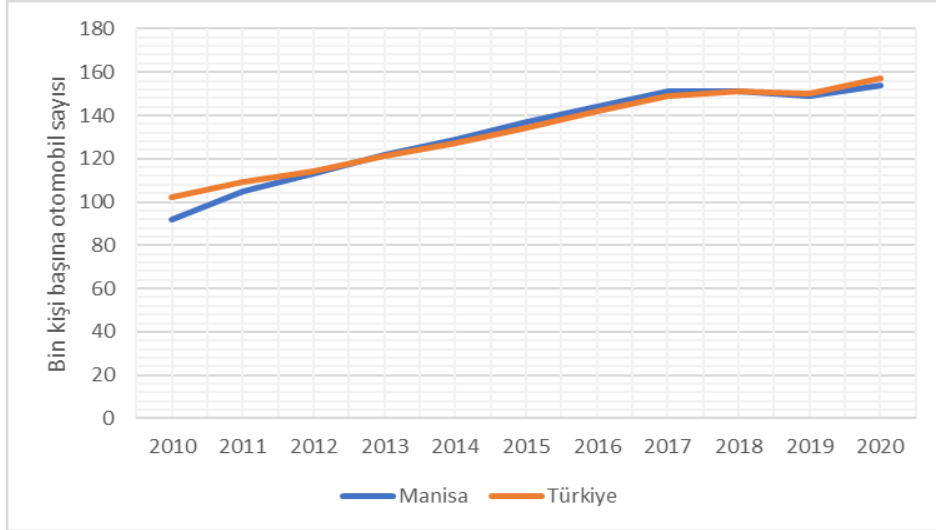
Günümüz akıllı şehirlerinde trafikte güvenliğin sağlanması, trafikte harcanan sürenin azaltılması, kaynakların daha verimli kullanılması, ulaşım sistemlerinden kaynaklı olarak çevreye verilen zararın en aza indirilmesi ve kişilerin memnuniyetini üst seviyeye taşımak temel hedeflerdendir. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için, ulaşım merkezleri, alt yapı, araçlar ve araç kullanıcıları arasında çift yönlü veri alışverişinin sensörler, güçlü bilgisayar sistemleri, haberleşme ve donanımsal bileşenler kullanılarak sağlanması gerekir. Bu yapı, akıllı ulaşım sistemleri yaklaşımının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Akıllı ulaşım

sistemlerinde küresel seyrüsefer uydu sistemi (GNSS), radyo frekansıyla tanımlama (RFID), tahsis edilmiş kısa mesafeli haberleşme (DSRC), yakın alan haberleşme (NFC), radyo veri sistemleri (RDS), düşük güç geniş alan ağı (LPWAN) gibi haberleşme sistemleri kullanılmaktadır. Bu teknolojilerden, konum belirleme, rota oluşturma, ücret ödeme, güvenlik ve bilgilendirme gibi uygulamalarda faydalanılmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020).

Manisa 6360 sayılı kanun ile büyükşehir belediyesi özelliği kazanan şehirlerden birisidir. 2013 yılına kadar Manisa'daki kırsal ve kentsel nüfus oranları Şekil 5'te verilmiştir (TÜİK, 2021a). Şehirde yaşayan nüfus oranı Türkiye ortalamasının altında olsa da bu oranın yıllar içinde arttığı görülmektedir. Refah seviyesindeki yükselme ve otomobile sahip olma düzeyinin artmasına karşın toplu taşıma hizmetlerinin özel araç kullanımıyla rekabet edemeyişinden dolayı ortaya çıkan çevre kirliliği sürdürülebilir kentleşmeyi tehdit eden bir sorun olmaktadır. Şekil 6'da TÜİK verilerine göre Türkiye genelindeki ve Manisa ilindeki 2010-2020 yılları arasındaki bin kişi başına otomobil sayısı değişimi verilmiştir. Bu grafikte, Manisa'daki bin kişi başına otomobil sayısındaki eğilimin Türkiye ortalamasında olduğu görülmektedir (TÜİK, 2021b).



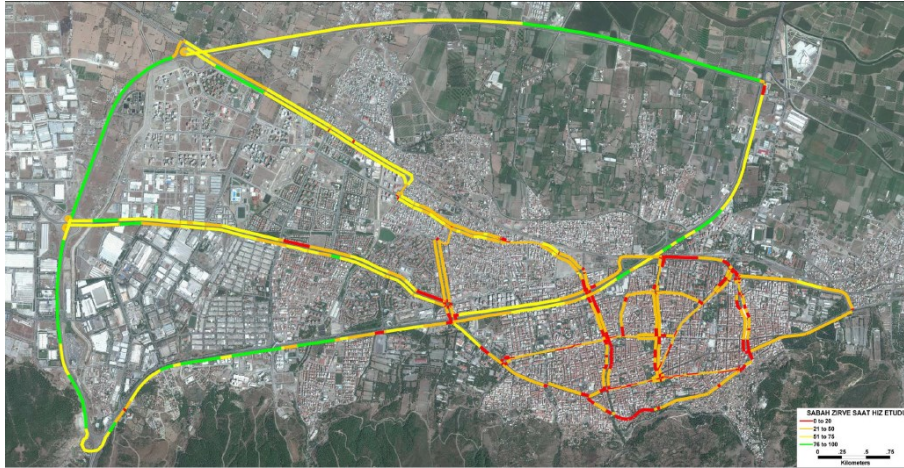
Şekil 5. Manisa'daki kırsal ve kentsel nüfus oranları (TÜİK, 2021a)



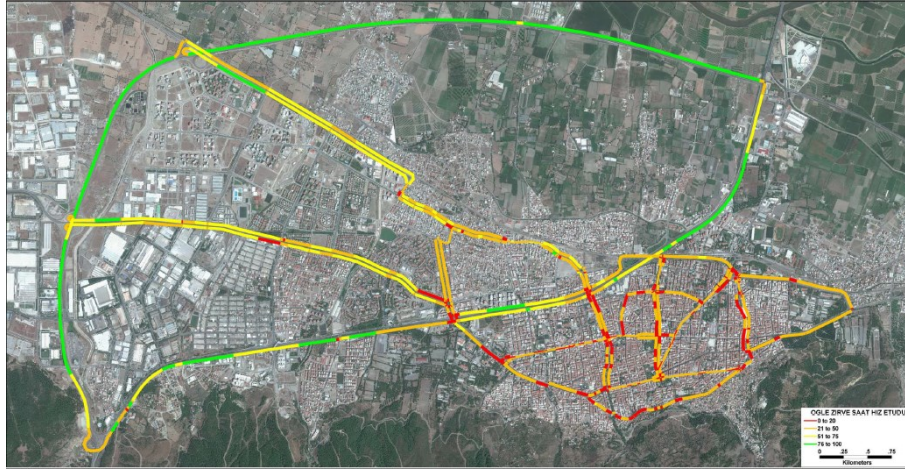
Şekil 6. Manisa ve Türkiye genelindeki bin kişi başına otomobil sayısı (TÜİK, 2021b)

Manisa'daki araç sahiplilik değerlerinin yüksek olması günün belli zamanlarında ve kentin bazı bölgelerinde trafik yoğunluğu yaşanmasına sebep olmaktadır. Bunu ölçümlemek için Manisa Büyükşehir Belediyesi tarafından hız etüt çalışması yapılmıştır. 07:00-10:00 saatleri arası sabah, 12:00-14:00 saatleri arası öğle ve 16:00-19:00 saatleri arası trafik yoğunluğu açısından zirve saatler olarak tespit edilip, belirlenen güzergahlarda ortalama tur sürelerine bağlı olarak hız etüdü yapılmıştır. Sabah zirve saatleri için maksimum tur süresi 19 dk., öğle

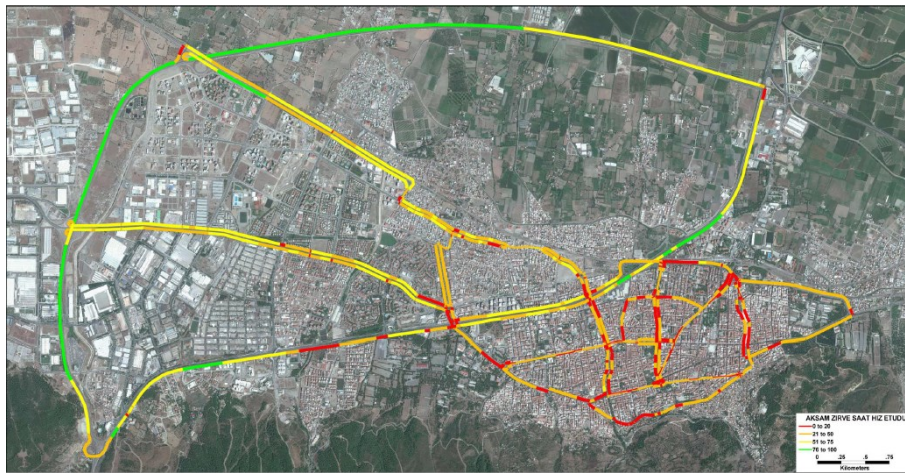
zirve saatleri için 16 dk. ve akşam zirve saatleri için tur süresi 20 dk. olarak belirlenmiştir (Manisa Ulaşım Ana Planı Raporu, 2015). Bu üç haritadan görüldüğü üzere sabah, öğle ve akşam zirve saatlerinin tamamında kentin merkezi alanında hızlar en düşük seviyede olmakta ve bu durum akıllı ulaşım sistem uygulamalarının gerekliliğini göstermektedir. Manisa Büyükşehir Belediyesi'nin yapmış olduğu hız etüdü çalışmasının sonuçları Şekil 7'deki haritalarda gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)

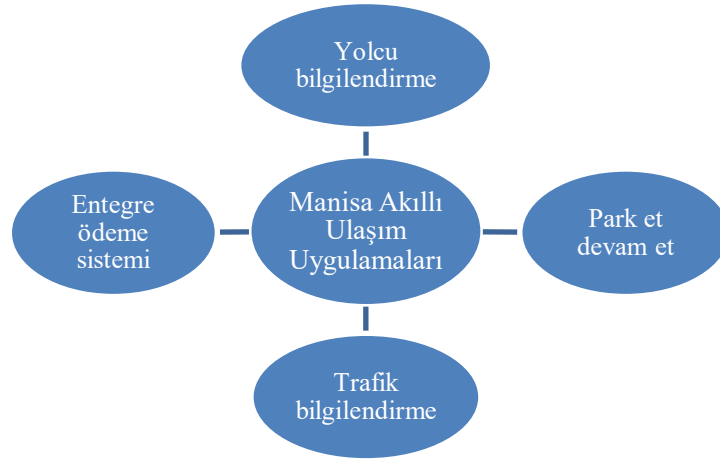
Şekil 7. (a) Sabah (b) Öğle ve (c) Akşam zirve saatleri için tur süresi haritaları

Manisa Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2020-2024 yılları arasında kapsayan strateji eylem planındaki üçüncü amaç kent içi ulaşım üzerinedir. Bu planda, trafik güvenliğini ve akıcılığını arttırmak ve modern, çağdaş, çevreci ulaşım yapılarını oluşturmak için;

- 2021 yılında %27 olan toplu taşıma araçlarını kullanan yolcu oranının 2024'te %30'a çıkarılması,
- 2021 yılında 4.500.000 kişi olan hizmet alan yolcu sayısının 2024 yılında 5.000.000 kişiye çıkarılması,
- Yatay ve dikey işaretleme sayısının 2024 yılında bugüne göre 5560'tan 13475'e çıkarılması,
- Ortalama toplu taşıma süresinin bugüne göre 27 dakikadan 23 dakikaya düşürülmesi,

- Yeni yapılacak otopark sayısının 2021 yılında 2, 2022 yılında 3, 2023 yılında 4 ve 2024 yılında 5 olması hedeflenmektedir (Manisa Büyükşehir Belediyesi, 2020).

Manisa nüfusunun ve otomobil sahiplilik oranının artıyor olması ve trafikte sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde yaşanan yoğunluk nedeniyle ve Manisa büyükşehir belediyesinin projekte ettiği hedefler doğrultusunda Manisa il merkezi için akıllı ulaşımaya yönelik strateji ve eylemlerin belirlenmesi gerekliliği bulunmaktadır. Bu eylemlerin belirlenmesinde ulusal ve yerel düzeydeki stratejilere ek olarak, literatür kısmında bahsedilen ISO-37122'de yer alan ulaşımaya yönelik göstergeler göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışmada Manisa'nın akıllı ulaşım yönetimi için yolcu bilgilendirme sistemlerini, park et devam et uygulamalarını, trafik bilgilendirme sistemlerini ve entegre ödeme yöntemlerini içeren uygulamalar önerilmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Manisa ili için önerilen akıllı ulaşım sistem uygulamaları

4.1. Yolcu bilgilendirme sistemleri

Manisa kent merkezindeki toplu taşıma sisteminin daha etkili ve çevre dostu olması ve toplu taşımayı kullananların daha konforlu ve güvenli şekilde seyahat etmesi için yolcu bilgilendirme ekranları önem arz etmektedir. Yolcu bilgilendirme ekranlarının hem toplu taşıma aracı içine hem de duraklara yerleştirilmesi ile toplu taşıma kullananların bilgilendirilmesi amaçlanır. Toplu taşıma araçlarının konumlarının ve güzergahındaki yoğunluğun belirlenmesi ile araç bilgilendirme ekranlarında bu bilgiler kullanıcılar ile paylaşılmaktadır.

Manisa kent merkezindeki toplu taşıma araçlarının içine yerleştirilecek olan araç içi yolcu bilgilendirme ekranlarında;

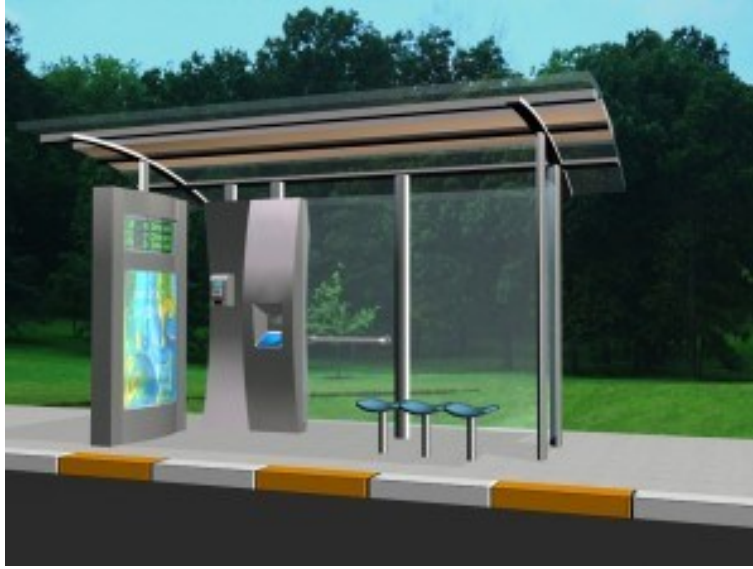
- Aracın güzergahındaki durak isimlerinin,
- Bu duraklara tahmini varış zamanının,
- Eğer varsa duraklarda aktarma yapılabilecek diğer hat numaralarının

bulunması önerilebilir. Bu bilgiler sayesinde, yolculuk boyunca yolcuların kendilerini daha rahat hissetmeleri ve toplu taşıma araçlarına olan ilginin artırılması da sağlanabilecek faydalar arasındadır.

Diğer taraftan, otobüs duraklarına yerleştirilecek yolcu bilgilendirme ekranlarında;

- Gelen otobüslerin durağa geliş zamanının,
- Otobüslerin doluluk oranının,
- Duraktan geçen tüm hat numaralarının,
- Kent merkezinde hizmet veren hatların güzergahlarını içeren haritaların

yer alması önerilebilir. Bu bilgiler ışığında, yolcuların beklediği araçların yoğun olması veya durağa uzun bir süre sonra gelecek olması gibi durumlara karşı, yolcuların alternatif hatları tercih etmesi sağlanabilecektir. Şekil 9'da yolcu bilgilendirme ekranı ve kart dolun makinası içeren akıllı durak uygulamasına ilişkin örnek bir görsel bulunmaktadır (Url-1).



Şekil 9. Akıllı durak örneği (Url-2)

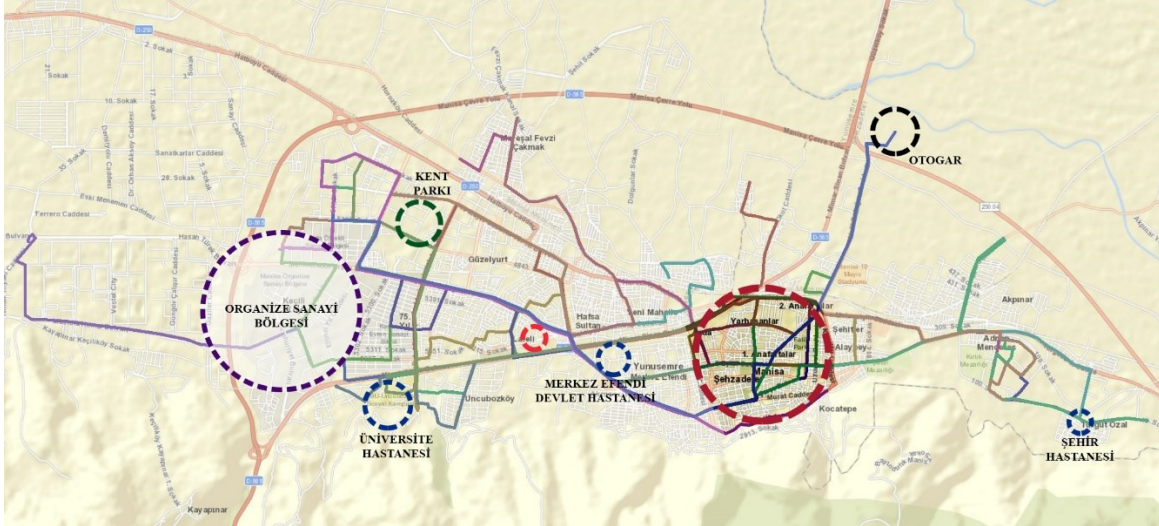
Yolcu bilgilendirme sistemleri için önerilen bir diğer uygulama olan akıllı kart dolun istasyonları ile yolcuların,

- Ulaşım kartlarının durumunu sorgulayabilmeleri,
- Ulaşım kartlarına bakiye yükleyebilmeleri,
- Ulaşım kartlarının güncelleme işlemlerini yapabilmeleri,
- Ulaşım bileti satın alabilmeleri

sağlanacaktır. Bu sayede hem Manisa’da yaşayan halkın hem de Manisa’ya turist olarak gelen insanların daha kolay ve hızlı bir şekilde bu hizmetlerden yararlanması olanağı sunulmuş olacaktır.

Şekil 10’da Manisa kent merkezinde yer alan odak noktaları (organize sanayi bölgesi, otogar, kent parkı, hastaneler ve merkezi iş alanı) ve hizmet veren toplu taşıma hatlarının

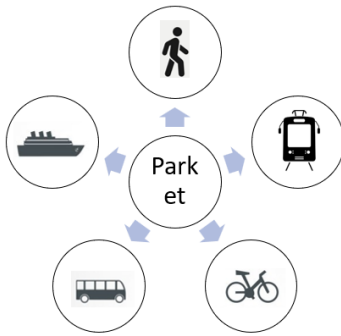
güzergahlarını içeren harita verilmiştir. Haritada görüldüğü üzere, merkezi iş alanında toplu taşıma hatları yoğunlaşmaktadır. Şekil 7’de verilen zirve saatlerinde trafiğin yoğunlaştığı noktalar ile Şekil 10’da verilen toplu taşıma hatlarının yoğunlaştığı bölgenin merkezi iş alanlarının olduğu bölgede çakıştığı görülmektedir. Bu nedenle merkezi iş alanlarında akıllı ulaşım uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle iş giriş ve çıkış saatleri ile zirve saatlerde ve salgın hastalıkların görüldüğü süreçlerde toplu taşıma sistemini kullanan yolcuların alternatif hatlara yönlendirilebilmesi araç yoğunluklarının önüne geçmek ve yolcuların zaman tasarrufu sağlayabilmeleri açısından önemlidir. Bu nedenle araç içi yoğunlukların durak bilgilendirme ekranlarında bulunması ve hat haritalarının duraklarda yer alması Manisa’nın akıllı ulaşımına yönelik bu çalışmada önerilen hususlar arasında yer almaktadır.



Şekil 10. Manisa kent merkezinde hizmet veren toplu taşıma hatlarının güzergahları

4.2. Park et devam et uygulamaları

“Park et devam et” uygulamaları ile trafikteki kişisel araç kullanımı yerine toplu taşıma araçlarının kullanımı amaçlanmaktadır. Bu sayede başta trafik yoğunluğu ve trafikte harcanan sürenin azaltılması hedeflenmektedir. “Park et devam et” uygulamalarında otoparklar Şekil 11’de görüldüğü gibi otobüs, tramvay, metro, vapur gibi toplu taşıma araçları, servisler, bisiklet ve yaya yolları ile entegre hale gelmektedir. Bu sayede sürücüler, araçlarını otoparklara bırakıp ulaşmak istedikleri noktalara toplu taşıma veya servis araçlarıyla varabilmektedir.



Şekil 11. Park et devam et uygulaması genel işleyiş yapısı

Manisa kent merkezindeki yoğun yapılaşma ve ulaşım altyapısındaki yetersizlikten kaynaklı olarak otopark yetersizliği yaşanmaktadır. Yol kenarı araç park etmeleri nedeniyle taşıt yolları daralmakta ve acil durumlar için tehlike yaratmaktadır (Manisa Ulaşım Ana Planı Raporu, 2015). Kent merkezinde, sürücüler çoğu zaman araçlarını park etmek için uzun süreler harcamaktadır. Bu durum beraberinde trafik sıkışıklıkları ve fazla yakıt tüketimi ile birlikte egzoz gazların daha fazla ortama yayılmasına neden olmaktadır. Manisa kent merkezi için önerilen bu uygulama sayesinde trafikteki yoğunluğun, yol işgallerinin, park yeri aramak için harcanan yakıt miktarının ve egzoz gazı emisyon miktarının azaltılması hedeflenmektedir. Şekil 12’de kent merkezindeki mevcut otoparkların, toplu taşıma güzergahlarının ve merkezi iş alanlarının çakıştığı görülmektedir. Manisa kent merkezinde mevcut otoparklara ek olarak, kent merkezinin dışındaki uygun noktalara yer altı ve yer üstü otoparklar yapılması, bu otoparkların mevcut toplu taşıma hatlarıyla ve yeni oluşturulacak servis hatları ile entegre edilerek kent merkezine ulaşımın sağlanması da öneriler arasındadır.



Şekil 12. Manisa kent merkezindeki toplu taşıma güzergahları ve mevcut otoparklar

Şekil 13'deki haritada Manisa kent merkezinde hizmet veren elektrikli otobüslerin güzergahları verilmiştir. Yeni yapılacak otoparklar ile mevcut hatların veya elektrikli araçların çalıştığı hatların entegre hale getirilmesi, park et devam et uygulamasının etkisini daha da arttıracaktır. Manisa kent merkezinde toplu taşıma sadece otobüsler ile sağlandığı için park et devam et uygulamalarının otobüs ve yeni oluşturulacak servis hatlarıyla entegrasyonu dışında, bisikletli ulaşımın önerilmektedir. Manisa Ulaşım Ana Planı Raporu'nda bisiklet yollarının yetersizliği vurgulanmış ve seçilen 241 bisikletliyle yapılan memnuniyet anketinde

katılımcıların en büyük sorunu, %46 oranında bisiklet yolunun olmaması veya az olması şeklinde tespit edilmiştir. Ayrıca ankete katılanlar trafik kurallarına uyulmamasından, park sorunundan, kaldırımların dar ve yolların sorunlu olmasından şikayet etmişlerdir. Bu doğrultuda, Manisa'da yeni otoparkların yapılması, bisiklet yollarının artırılması, otoparklar ile bu bisiklet yollarının entegre hale getirilmesinin ve kentin çeşitli noktalarına bisiklet parklarının ve kiralama noktalarının oluşturulması akıllı ulaşım hedefi için alternatif çözümler olacaktır.



Şekil 13. Manisa kent merkezinde hizmet veren elektrikli toplu taşıma hatlarının güzergahları

4.3. Trafik bilgilendirme sistemleri

Toplu taşıma kullanıcılarının araç içi ve araçlardaki ekranlar üzerinden bilgilendirilmesi kadar sürücülerin de anlık olarak trafikteki

unsurlar hakkında bilgi sahibi olması daha güvenli ve konforlu bir sürüş sağlayacaktır. Bu amaçla, trafik yoğunluk, kaza, yol çalışması gibi anlık verilerin toplanıp, bu verilerin

bilgilendirme ekranlarına yansıtılması ve bu trafik bilgilendirme ekranlarının da kentin trafik akışına göre uygun noktalara yerleştirilmesi önerilmektedir.

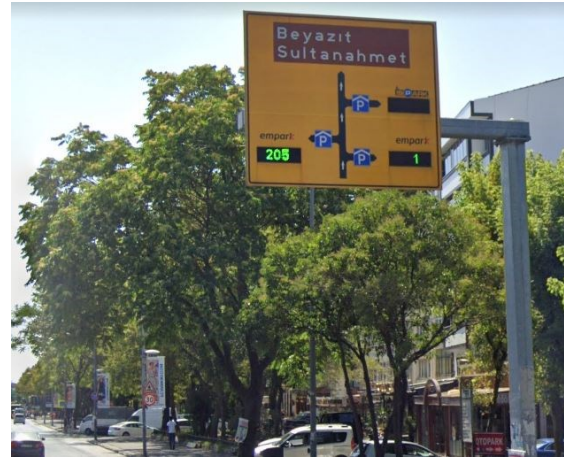
Bir merkez üzerinden kontrol edilmesi önerilen bu sistem sayesinde trafik yoğunluğu, hava durumu, saat ve yol durumu bilgileri sürücüler ile paylaşılabilir. Bu bilgilere göre sürücülerin alternatif yollara yönlendirilmesi ve trafik akışının kontrolü sağlanabilir. Şehirde belirlenen bazı pilot noktalar üzerinden alternatif güzergahlar ile bu noktalara varış süreleri de bu dinamik bilgilendirme ekranlarında sürücüler ile paylaşılabilir. İstanbul'daki E-5 yolu üzerinde bulunan ve ana

arterlerdeki trafik yoğunluklarının gösterildiği bilgilendirme ekranı Şekil 14 (a)'da verilmiştir.

Trafik bilgilendirme ekranları üzerinden paylaşılması önerilen bir diğer bilgi ise, öncelikle o noktaya en yakın konumda bulunan otoparklardan başlayacak şekilde, otoparkların doluluk durumlarıdır. Bu bilgi sayesinde sürücülerin zaman ve yakıt tüketimi açısından daha ekonomik bir şekilde otoparklara yönlendirilmesi sağlanabilir. Şekil 14 (b)'de İstanbul'un Fatih ilçesindeki Vatan Caddesi üzerinde bulunan otoparkların doluluk durumlarının paylaşıldığı bilgi ekranı gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 14. (a) Trafik yoğunluklarının gösterildiği bilgilendirme ekranı (b) otoparkların doluluk durumlarının paylaşıldığı bilgi ekranı (Url-3)

Şehir içindeki ulaşım ve “park et devam et” sistemine entegre edilmesi önerilen bisiklet paylaşım sisteminde, bisiklet paylaşım noktalarındaki kullanılabilir bisiklet sayısının da bilgilendirme ekranları üzerinden kullanıcılar ile paylaşılması önerilmektedir. Yaya, sürücü ve yolcuların Manisa kent merkezindeki otoparklar, bisiklet paylaşım noktaları ve trafik hakkındaki bilgilere bilgilendirme ekranlarının yanı sıra hazırlanacak bir yazılım üzerinden de erişmesi önerilmektedir. Trafik durumu hakkında toplanan verilerin anlık olarak aktarılacağı bir mobil uygulama sayesinde bilgilendirmenin sadece şehrin belirli noktalarındaki dinamik ekranlarla sınırlı kalmayıp daha yaygın bir şekilde yapılması sağlanacaktır.

4.4. Entegre ödeme sistemi

Akıllı şehir yaklaşımlarındaki temel amaçlardan birisi kentte yaşayanların konforlu ve güvenli olarak akıllı şehir bileşenlerine dahil olmasını sağlamaktır. Bu amaçla Manisa için önerilen akıllı ulaşım sisteminde otopark, toplu taşıma ve bisikletler için ödeme işlemlerinin tek bir ödeme sistemi üzerinden yapılması bu hizmetlerden yararlananlara kolaylık sağlayacaktır. Bu sistemdeki ödeme işlemleri için banka kartlarının ve entegre ödeme sistemi ile ilişkilendirilen kent kartlarının kullanılması yararlı olacaktır. Ayrıca, kent kartların bakiye sorgulama, bakiye yükleme ve gerekli güncelleme gibi işlemleri bu mobil uygulama üzerinden kontrol edilebilmelidir.

4.5. Değerlendirme

Manisa kent merkezi için önerilen uygulamalar yolcu bilgilendirme, park et devam et, trafik bilgilendirme ve entegre ödeme sistemi olarak

dört başlıkta ele alınmıştır. Her bir uygulama altında, Manisa kent merkezinin ihtiyaçları doğrultusunda eylemler önerilmiştir. Manisa Büyükşehir Belediyesi, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Manulaş, toplu taşıma araçları, yolcular, sürücüler ve yayalardan oluşan

paydaşlar arasında sağlanacak iş birliği sayesinde akıllı ulaşım modelinin oluşturulması ve bu modelin sürdürülebilir hale getirilmesi hedeflenmektedir. Manisa kent merkezi için önerilen bu uygulama ve eylemler ile ön görülen paydaşlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Manisa’nın akıllı ulaşım modeli kapsamında önerilen uygulamalar, eylemler ve paydaşlar

Önerilen Uygulamalar	Önerilen Eylemler	Paydaşlar
(1) Yolcu bilgilendirme sistemi	(1.1) Araç içi bilgilendirme ekranlarının toplu taşıma araçlarına yerleştirilmesi	Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, toplu taşıma araçları, yolcular
	(1.2) Akıllı otobüs duraklarına bilgi ekranı yerleştirilmesi	
	(1.3) Akıllı kart dolun istasyonlarının planlanması	
(2) Park et devam et uygulamaları	(2.1) Kent merkezi dışında, toplu taşıma araçları ile entegre otoparkların inşa edilmesi	Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, toplu taşıma araçları, sürücüler
	(2.2) Mevcut veya yeni elektrikli otobüs veya servislerin otoparklar ile ilişkilendirilmesi	
	(2.3) Otoparkların, bisiklet ulaşım ve yaya yolları ile desteklenmesi	
	(2.4) Otoparklara yakın noktalarda bisiklet paylaşım noktalarının oluşturulması	
Akıllı Ulaşım Manisa	(3.1) Trafik bilgilendirme ekranlarının uygun yerlere yerleştirilmesi	Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, toplu taşıma araçları, sürücüler, yayalar
	(3.2) Trafik yoğunluğu ve yol durumu gibi verilerin gerçek zamanlı olarak sürücüler ile paylaşılması	
	(3.3) Otopark doluluk durumlarının anlık olarak paylaşılması	
	(3.4) Bisiklet paylaşım noktalarındaki kullanılabilir bisiklet sayısının yansıtılması	
	(3.5) Bilgilendirme ekranındaki verilerin aynı zamanda bir mobil uygulama üzerinden paylaşılması	
(4) Entegre ödeme sistemi	(4.1) Tüm ulaşım türleri için tek bir kartla ödeme sisteminin kurgulanması	Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, toplu taşıma araçları, sürücüler, yolcular
	(4.2) Mobil uygulama üzerinden kent kartların kontrolünün sağlanması	

Manisa’nın akıllı ulaşım modeline yönelik Tablo 1’de özetlenen eylemler ile ISO-37122 standardı, Manisa Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Strateji Eylem Planı, 11. Kalkınma Planı ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı arasındaki ilişki Tablo 2’de verilmiştir. Manisa’nın akıllı ulaşım modeline yönelik park et devam et uygulamasına ilişkin önerilen ve Tablo-1’de de verilen kent merkezi dışında, toplu taşıma araçları ile entegre otoparkların inşa edilmesi,

mevcut veya yeni elektrikli otobüs veya servislerin otoparklar ile ilişkilendirilmesi, otoparkların, bisiklet ulaşım ve yaya yolları ile desteklenmesi ve otoparklara yakın noktalarda bisiklet paylaşım noktalarının oluşturulması gibi eylemler 11. Kalkınma Planı’nda bulunan “Park et bin gibi uygulamalarının yaygınlaşması” eylemini karşılamaktadır. Benzer şekilde yolcu bilgilendirme sistemi içinde önerilen araç içi bilgilendirme ekranlarının toplu taşıma araçlarına

yerleştirilmesi eylemi ISO 37122 standardındaki “gerçek zamanlı paylaşımın olduğu toplu taşıma hatlarının oranı” göstergesine yöneliktir. Buna göre, ISO-37122 standardında yer alan on dört göstergeden yedisi, Manisa Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Strateji Eylem Planındaki ulaşımaya yönelik

hedeflerin tamamı Manisa kent merkezi için önerilen eylemler ile desteklenmektedir. Ayrıca, 11. Kalkınma Planında ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planında yer alan eylemler ile Manisa kent merkezi için önerilen eylemler örtüşmektedir.

Tablo 2. Akıllı ulaşımaya yönelik uluslararası göstergeler ile ulusal ve yerel düzeyde eylemlerin, önerilen model kapsamındaki eylemler ile ilişkisi

Akıllı Ulaşımaya Yönelik Uluslararası Göstergeler ile Ulusal ve Yerel Düzeyde Eylemler	Manisa için Önerilen Eylemler	
ISO 37122 göstergeleri	Gerçek zamanlı olarak trafik uyarılarının ve bilgilerinin paylaşıldığı cadde ve sokak yüzdesi	(3.1)-(3.2)-(3.5)
	Şehirdeki düşük karbon emisyonuna sahip kayıtlı araçların oranı	(2.2)
	Belediye tarafından sağlanan bisiklet paylaşım hizmeti verilen yüz bin kişi başına bisiklet sayısı	(2.3)-(2.4)
	Gerçek zamanlı paylaşımın olduğu toplu taşıma hatlarının oranı	(1.1)
	Şehirdeki toplu taşıma hizmetlerinin birleşik bir ödeme sistemi kapsamındaki yüzdesi	(4.1)-(4.2)
	Elektronik ödeme sistemleriyle donatılmış halka açık parkların yüzdesi	(1.3)-(4.1)-(4.2)
	Doluluk oranının gerçek zamanlı olarak paylaşıldığı otopark alanlarının yüzdesi	(3.3)
Manisa Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Strateji Eylem Planı	2021 yılında %27 olan toplu taşıma araçlarını kullanan yolcu oranının 2024'te %30'a çıkarılması	(1.1)-(1.2)-(2.1)-(2.2)
	2021 yılında 4.500.000 kişi olan hizmet alan yolcu sayısının 2024 yılında 5.000.000 kişiye çıkarılması	(1.1)-(1.2)-(2.1)-(2.2)
	Yatay ve düşey işaretleme sayısının 2024 yılında 2021'e göre 5560'tan 13475'e çıkarılması	(3.1)-(3.2)-(3.3)-(3.4)
	2024 yılında ortalama toplu taşıma süresinin 2021'e göre 27 dakikadan 23 dakikaya düşürülmesi	(2.1)-(2.2)-(2.3)-(2.4)
	Yeni yapılacak otopark sayısının 2021 yılında 2, 2022 yılında 3, 2023 yılında 4 ve 2024 yılında 5 olması	(2.1)
	Özel araçlar yerine toplu taşıma sistemlerinin özendirilmesi	(2.1)-(2.2)-(2.3)-(2.4)
	Park et bin gibi uygulamalarının yaygınlaşması	(2.1)-(2.2)-(2.3)-(2.4)
11. Kalkınma Planı	Şehirlerdeki motorsuz ulaşımın yaygınlaşması	(2.3)-(2.4)
	Bisiklet kullanımının teşvik edilmesi ve bunun için yeni bisiklet yollarının şehirlere kazandırılması	(2.3)-(2.4)-(3.4)-(3.5)
	Bisiklet paylaşım sistemlerinin yaygınlaşması	(2.4)-(3.4)
	Yolcu, sürücü ve yayaların bilgilendirilmelerini sağlayacak sistemlerin kullanılması önerilmektedir	(1.1)-(1.2)-(3.1)-(3.2)-(3.3)-(3.4)-(3.5)
	Otoparklardaki boş-dolu park alanı sayısının çevrimiçi (online) olarak izlenmesine olanak verecek altyapının kurulması	(3.3)-(3.5)
	Ana arterlerde trafik akış verisi için sensör altyapısının kurulması	(3.1)-(3.2)
	Toplu taşıma duraklarında ve araç içlerinde, hareket kısıtlılığı olan kişileri de dikkate alarak, toplu taşıma araçları ile entegre yolcu bilgilendirme ekranlarının kurulması	(1.1)-(1.2)-(1.3)
Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı	Ortak elektronik ücret toplama sisteminin tasarlanması	(4.1)-(4.2)
	Toplu taşıma ve hizmet araçlarında elektrikli araçlara yer verilmesi	(2.2)

Toplu taşıma araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması	(1.1)-(1.2)- (2.1)-(2.2)
Bisiklet kullanımını yaygınlaştırmak için uygun altyapının oluşturulması	(2.3)-(2.4)- (3.4)-(3.5)
Elektrikli taşıt altyapılarının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılması	(2.2)

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bugün olduğu gibi gelecekte de artması beklenen kentsel nüfusun ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik şehirlerde hazırlıklar yapan hükümetler, yerel yönetimler hatta uluslararası kuruluşlar; küresel iklim krizi, kaynakların verimli ve etkin kullanımı gibi konular ile yaşam kalitesi yüksek sürdürülebilir şehirler için çalışmalar yapmaktadır. Özellikle teknolojik gelişmelerin ve altyapının kentlere entegre edilmesi anlayışına sahip, sürdürülebilir bir kentsel model olarak görülen akıllı şehir yaklaşımı dünya genelinde kendisine uygulama alanı bulmaktadır. Bu anlamda yapılan yatırımlar her geçen gün artmakla birlikte gelecekte akıllı şehir çözümlerinin daha da önem kazanacağı beklenmektedir. Çok paydaşlı ve boyutlu olan akıllı şehirler; ulaşım, yaşam, ekonomi, yönetim, insan ve çevre bileşenlerinden oluşan dijitalleşme tabanlı sürdürülebilir bir kent modelidir. Her bir bileşenin altında farklı birçok disiplinin akıllı şehirlere yönelik çalışmaları bulunmaktadır. Toplum yararını gözetken, akıllı teknolojik çözümler sunan, yaşam kalitesini yükselten sistemlerin entegre edildiği bir model olarak akıllı şehir uygulamaları dünyada olduğu gibi ülkemizde de merkezi hükümet ve yerel yönetimler tarafından desteklenmektedir.

Ege bölgesinde, İzmir'in ardından sanayinin sürekli yeni yatırımlar ile desteklediği Manisa ili bölgede bir çekim merkezi haline gelmektedir. Bu durum nüfus artışına, yoğunlaşan trafik ile ulaşım sorunlarına, trafikte geçirilen zamanın artmasına ve daha fazla hava kirliliğine neden olmaktadır. Manisa Büyükşehir Belediyesi'nin ulaşım sorunlarına yönelik ortaya koyduğu planlar ve uygulamalar bulunmaktadır. Ancak bu planlarda akıllı ulaşım uygulamalarına yönelik bir önerme bulunmamaktadır. Kent merkezindeki trafik yoğunluğunun çözümü, alternatif ulaşım araçlarının yaygınlaştırılması, ulaşım katılan tüm paydaşların bilgilendirilmesi için teknolojik sistemlerin entegrasi akıllı ulaşım

çözümlerini gerekli ve cazip kılmaktadır. Bu çalışma, Manisa ilinin ulaşım sorunlarını tespit ederek kent merkezi için uygulanabilir, uluslararası ve ulusal anlamda yönlendirici adımların öncülüğünde oluşturulan alternatif akıllı ulaşım uygulama ve eylemleri önermiştir. Yolcu bilgilendirme, park et devam et, trafik bilgilendirme ve entegre ödeme sistemi uygulamaları olarak belirlenen dört temel uygulama sayesinde hem trafik sorununun aşılması hem de akıllı ulaşım çözümlerinin kente entegre edilmesi hedeflenmiştir. Böylece kentte yaşayan insanların konforlu ve güvenli bir şekilde, kaynakları ve zamanı verimli kullanarak, yaşama katılmaları mümkün olacaktır.

Yolcu bilgilendirme sistemi uygulaması altında önerilen eylemler sayesinde toplu taşıma kullanan kişiler araç yoğunluklarına ve araçların geliş-gidiş sürelerine bağlı olarak alternatif hatlara yönlenebilecek ve böylece zamanı verimli kullanabileceklerdir. Ayrıca bu eylemler sayesinde, kentte yaşayan insanların toplu taşıma sistemine daha yüksek oranda katılmaları sağlanabilecektir. Park et devam et uygulaması sayesinde trafikteki aktif araç sayısı ve dolayısıyla karbon salınımı azaltılabilecektir. Bisikletli ulaşım ve elektrikli toplu taşıma ve servis araçlarının park et devam et sistemine entegre edilmesi sayesinde kentteki sürdürülebilirlik yaklaşımına katkı sağlanacaktır. Trafik bilgilendirme uygulaması dahilinde, trafikteki araçlar için dinamik yol ve otopark bilgisi sunularak, trafikte geçirecekleri zamanın ve dolayısıyla karbon emisyonunun azaltılmasına destek olunacaktır. Entegre ödeme sistemi sayesinde kentte yaşayanların ulaşım bileşenlerinden faydalanması daha kolay ve konforlu hale getirilecektir.

Akıllı ulaşımaya yönelik yapılan birçok çalışmada, uluslararası çalışmalara ve ulusal mevzuatlara atıf yapılmakta fakat sunulan öneriler ile mevzuat ve standartların uyumluluğu ve karşılanabilirliği yönü ele alınmamaktadır. Bu çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılan önerilen eylemler ile

akıllı ulaşımaya yönelik yeni bir model oluşturulması ve aynı zamanda hem uluslararası göstergelerin hem de ulusal mevzuatın karşılanmasıdır. Bu çalışma kapsamında önerilen uygulamalar ve bu uygulamalar altında tanımlanan eylemler, ISO 37122 standardında yer alan on dört akıllı ulaşım göstergesinden yedisini karşılamaktadır. Ayrıca bu çalışmadaki öneriler, Manisa Büyükşehir Belediyesi'nin strateji eylem planlarıyla uyumlu olup, ülkemizdeki 11. Kalkınma Planı ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı'ndaki hedeflerin tamamını karşılamaktadır. Sonuçta, şehrin şu anki altyapısı ve olanakları doğrultusunda ortaya konulan öneriler; yerel ve ulusal düzeydeki planlarla örtüşmekte ve uluslararası standartları büyük ölçüde karşılamaktadır.

Her şehrin kendine özgü kültürü, yerleşimi ve yaşam kültürü bulunmaktadır. İyi akıllı şehir uygulamaları bakımından genel olarak değerlendirildiğinde Manisa iline ait mevcut durum ve öneriler bu çalışmanın genel çerçevesini oluşturmaktadır. Manisa ili gibi ülkemizde akıllı şehir girişimleri henüz başlamamış yerel yönetimler için bir rehber olabileceği düşünülen bu çalışmanın, akıllı ulaşım konusunda atılacak adımlarda izlenmesi gereken yol için uygulama ve eylemler yönüyle fikir sunacağı düşünülmektedir. Güncel teknolojik gelişmelerle desteklenecek uluslararası standartların tam olarak karşılandığı akıllı ulaşım modellerine yönelik çalışmalar araştırmacılar için potansiyel bir araştırma alanı olarak ön görülmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışmada kullanılmak üzere veri paylaşımı sağlayan Manisa Büyükşehir Belediyesine desteğinden dolayı teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

British Standards Institution. (2019). *BS ISO 37123: 2019 BSI Standards Publication Sustainable cities and communities — Indicators for resilient cities.*

Elvan, L. (2017). Akıllı Şehirler: Lüks Değil İhtiyaç. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 77, 6-10.

Kayapınar, Y. E. (2017). Akıllı Şehirler ve Uygulama Örnekleri. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 77, 14-19.

Kesgin, İ., Aydemir, Y., Dolaner, R. R. (2014). Akıllı Şehirler-Ankara Akıllı Ulaşım Sistemleri. *31. Ulusal Bilişim Kurultayı*, Ankara, 6-9 Kasım.

Laleoğlu, B. (2021) Akıllı Şehirler, Değişen Şehir Yönetimi ve Türkiye. SETA.

Manisa Büyükşehir Belediyesi. (2015). *Manisa Ulaşım Ana Planı Raporu.*

Manisa Büyükşehir Belediyesi. (2020). *2020-2024 Manisa Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planı.*

OECD. (2019). *Enhancing the Contribution of Digitalisation to the Smart Cities of the Future*, OECD Publishing.

OECD. (2020). *Building on the outcomes of the 1st OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth*, OECD Publishing.

Özdil, S. (2017). Şehirlerimiz Nasıl Akıllanır? *İTÜ Vakfı Dergisi*, 77, 20-22.

Özmen, T. ve Özmen, E. (2019). Farklı Nüfus Yoğunluklu Yapı Adalarında Çatı Tipi Güneş Enerji Santrali İncelemesi: Manisa Örneği. *10. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Antalya, Türkiye, 12-14 Aralık.

Pınarcıoğlu, N. Ş., ve Kanbak, A. (2020). *Sürdürülebilir Kent Modelleri.* IJOPEC PUBLICATION.

Türkiye Belediyeler Birliği. (2020). *İller ve Belediyeler, Akıllı Şehirler ve Belediyeler, Türkiye Belediyeler Birliği Dergisi*, 861, 4-7. ISSN 1308-6707

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). *Türkiye Cumhuriyeti 11. Kalkınma Planı (2019-2023).*

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). *Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı.*

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019). *2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı.*

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020). *Nesnelere İnterneti-Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi.*

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2020). *Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı.*

TÜİK. (2021a). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi.* Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>

TÜİK. (2021b). *Ulaştırma istatistikleri.* Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1>

UN-Habitat. (2016). *Urbanization and Development Emerging Futures: World Cities Report 2016,* UN-Habitat, Nairobi.

UN-Habitat. (2020). *World Cities Report 2020: The value of sustainable urbanization,* UN-Habitat, Nairobi.

United Nations. (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.* United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, USA.

Yang, J., Kwon, Y., Kim, D. (2021). Regional Smart City Development Focus: The South Korean National Strategic Smart City Program. *IEEE Access*, 9, 7193-7210. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3047139.

Url-1 < <https://www.ebelediye.info/dosya/akilli-schir-cozumlerinde-dunya-ornekleri>. >, erişim tarihi 19.06.2021

Url-2 < <https://ekotam.ieu.edu.tr/?page id=907>. >, erişim tarihi 19.06.2021.

Url-3 < <https://www.google.com/maps>. >, erişim tarihi 19.06.2021.