



Yüksek Kapasiteli Raylı Sistemler ve İstanbul Trafikğine Çözüm Yollarının İncelenmesi

Ömer Faruk Kültür^{1*}, Mehmet Çağrı Kızıldaş²

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0003-0712-7517)

¹ İstanbul Ticaret Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0001-9852-9428)

(İlk Geliş Tarihi 7 Temmuz 2022 ve Kabul Tarihi 29 Kasım 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1141943)

ATIF/REFERENCE: Kültür, Ö. F. & Kızıldaş, M. Ç. (2023). Yüksek Kapasiteli Raylı Sistemler ve İstanbul Trafikğine Çözüm Yollarının İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (50), 97-104.

Öz

Kentleşme, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik çağımızın hareketlilik olgularıdır. Yenilikçi teknolojiler ulaştırmada bu bağlamda yüksek oranda kullanılmaya başlamıştır. Ulaştırmanın yeni eğilimleri kontrol edip iyileştirebilmesi için yüksek kapasiteli ve yüksek hızlı taşımacılık talebine cevap vermesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında ilk olarak günümüz ulaştırmasındaki küresel eğilimlerden bahsedilmiş olup ardından ise yüksek hız ve yüksek kapasiteli sistemler ele alınmıştır. Akabinde ise İstanbul ulaştırması Avrasya Tüneli ve boğaz geçişleri özelinde ortaya konulmuştur. Bu bağlamda da sonuç ve öneriler paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toplu ulaştırma, yenilik, trafik verimliliği

An Analysis of High Capacity Railway Systems and Solutions for Istanbul Traffic Congestion

Abstract

Urbanization, digitalization and sustainability are mobility phenomena of these century. In this context innovative technologies are begun to use on high proportions. It is a necessity that supplying to high capacity and high speed transport demand for control and rehabilitate of new trends by transportation system. In this paper firstly global trends of nowadays transportation are mentioned, after this high speed and high capacity transportation systems are evaluated. Then Istanbul transportation is revealed specific to Eurasia Tunnel and Bosphorus accesses. In this context conclusions and recommendations are shared.

Keywords: Mass transport, innovations, traffic efficiency

1. Giriş

Ulaştırma içinde bulunduğumuz çağda yeni bir evreye girmiş görünmektedir. Kentleşme ve kentleşmedeki hızlı artış 21. yüzyılın olgusuna dönüşmüş durumdadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kentli (ya da kentte yaşayan) nüfusun toplam nüfusa oranı her geçen gün artmaktadır. Bu oran Türkiye’de de %90’larda seyretmektedir. Bunun yanı sıra kentleşmedeki hız ve kentsel alanların kapsadığı nüfus da artmakta olup ayrıca belirli bir bölgedeki, ülkedeki ve/ya küresel ölçekteki kentlerin sayısı da günden güne artış göstermektedir [1]. İnsanlar artık daha fazla, belki de tarihte hiç olmadığı kadar kentlerde yaşama eğilimi göstermektedirler. Bu da gündelik yaşamı derinden etkilemekte, tüketim kültürüne sirayet etmekte, hatta kentsel yaşamın mahiyetini de yeniden şekillendirmeye başlamaktadır. Belirli bir kentsel alanda yaşama eğiliminin sürekli olarak artması demek, diğer parametrelerde aynı süreçte kayda değer bir değişim olmadığı sürece, nüfus yoğunluğunun sürekli artışına da bağlı olarak insanların daha yoğun ve dar alanlarda birlikte yaşaması da demektir. Bu da trafik tıkanıklığından ortak yaşama, yeşil alanlardan konutlaşma ve iskân şekline, yaşam alanlarının sınıflandırılmasına, ulaşım ve erişilebilirlik şekillerine kadar birçok unsura tesir etmekte ve yer yer de yeniden yorumlanmasını gerektirmektedir. Bütün bu süreçler ulaştırma ve kentleşmeyi yeni mahiyetlere teşvik etmektedir. Öte yandan 50 yıldan fazla bir geçmiş olan ancak son 20 yılda küresel ölçekte ciddi anlamda gündem olmaya başlayan sürdürülebilirlik konusu bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik artık sadece çevreci ve kimi insani kümelenmelerin gündemi olmaktan çıkmış olup küresel düzenin birçok bileşeninin bilinçli ve/ya zorunlu olarak gündemine girmiş bir durumdur [2]. Sürdürülebilirlik kaygıları da bu yüzyılın ana etkenlerinden birisini teşkil etmektedir. Bütün bu durumlar ise ulaştırmanın yenilikçilik ve teknolojik ilerlemelere olan ihtiyacını hiç olmadığı kadar arttırmıştır. Bu yüzyılın hareketlilik unsurunun üç ana olgusu şu şekildedir:

- Kentleşme
- Sürdürülebilirlik
- Dijitalleşme

Ulaştırma, sürdürülebilirlik kaygıları dâhilinde dijital devrimden faydalanmak sureti ile kentleşme olgusunu doğru yöne yönlendirecek bir konumdadır. Kentleşme ve ulaştırmanın yeniden teşekkülü yenilikçi teknolojilerin ulaştırmaya dahlini hızlandırmış ve arttırmıştır. Bu bağlamda akıllı ulaştırma sistemleri (AUS) ciddi anlamda gündem, uygulama, yaygınlık ve ilerleme kazanmıştır. Bunun ülkemizdeki ilk örnekleri İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) öncülüğünde elektronik denetim sistemleri (EDS) olup on yıldan fazla bir uygulama ve tecrübenin ardından Türkiye’nin birçok muhtelif büyükşehir belediyesinde de yaygınlık kazanmıştır [3]. Hâlihazırda yine İstanbul’da boğaz köprüsü geçişlerinde hızlı geçiş sistemleri (HGS) ve otomatik geçiş sistemleri (HGS) uygulamaları bulunmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) 2020 yılı başı itibarıyla metrobüs uyarı sistemlerini devreye alacağını duyurmuş olup bu sistemler ise metrobüs sürücülerinin hız denetim, takip mesafesi ve şerit disiplini gibi konularda önceden, görsel ve işitsel olarak uyarılmasını içermektedir [4]. Yine İstanbul İl Emniyet Müdürlüğü başta olmak üzere T.C. İçişleri Bakanlığı bünyesinde yüz tanıma sistemlerinden trafikteki muhtelif çok sayıdaki otomatik denetim-okuma ve tespit sistemlerine kadar bir dizi son teknoloji akıllı uygulamanın kullanıldığı da bilinmektedir. Akıllı ulaştırma sistemlerini de (AUS) ihtiva eden akıllı şehirler, akıllı binalar, akıllı şebekeler, akıllı altyapı yönetim sistemleri, akıllı çevre uygulamaları, akıllı atık yönetimi ve bir dizi temin sistemleri ve teşekküller küresel ölçekteki akıllı teknolojileri olgusunun birer çıktısıdır ve artarak devam edeceği görülmektedir. Öte yandan otonom araçlar (OA) başta olmak üzere ve yanı sıra yüksek kapasiteyi ve yüksek hızı haiz kent içi ve kentler arası, toplu ve bireysel taşımacılıkta, muhtelif ulaştırma türlerinde yeni gelişme ve çalışmaların olduğu da bilinmektedir.

2. Materyal ve Metot

Ulaştırma; tarih boyunca kentlerle olan karşılıklı ilişkisi bağlamında ekonomik, teknik, politik, kültürel ve sosyal gelişmelerin odağında yer almıştır. Diğer taraftan da bütün bu unsurları etkileyen başat parametrelerden birisi olmuştur. Bir diğer deyişle de ulaştırma, ekonomik kalkınmanın itici gücü konumundadır. Zira ulaştırma; altyapı türlerinin en önceliklilerinden birisidir. Özellikle de gelişmekte olan ülkelerde altyapı yatırımlarının yıllık yatırım bütçelerinden aldıkları paylar oldukça büyüktür. Bu söz konusu altyapı yatırımlarında ise en büyük kalemi ulaştırma altyapıları oluşturmaktadır [5]. Diğer altyapılar ise özetle elektrik, su, doğalgaz, sağlık, atık su ve internet olarak zikredilebilir. Bu duruma Türkiye bir örnek olarak verilebilir. Öyle ki gelişmekte olan ülkeler sınıfında bulunan ülkemizde altyapı yatırımları devasa paylara ulaşmakta olup ulaştırma altyapılarının bunlar içerisinde aldığı pay ise emsallerinin bile üzerindedir. Ülkemizde son yıllarda küre ölçeğinde ses getiren büyük projelerden sadece bazıları; İstanbul 3.Boğaz Köprüsü, Marmaray, Metrobüs, 18 Mart Çanakkale Köprüsü, Osmangazi Körfez Köprüsü, Ankara-Eskişehir-İstanbul yüksek hızlı demiryolu (YHD) hattı, Ankara-Konya yüksek hızlı demiryolu (YHD) hattı ve İstanbul 3.Havalimanı olarak anılabilir. Söz konusu projeler dahi ülkemizdeki hummalı ulaştırma yatırımları süreci adına fazlası ile bir fikir vermektedir. Ancak ne var ki ülkemizde ulaştırma sisteminde sürgit devam eden problemler varlığını korumaya devam etmektedir. Bunların bir kısmında ise kısmi iyileştirmeler kaydedilmiştir. Bu problemlerden önemli bir tanesi karayolu trafik güvenliği ile ilgili olanlardır. Bir diğeri ise İstanbul başta olmak üzere metropollerdeki trafik tıkanıklığı düzeyleridir. Bir diğeri ise türler arası bütünleşme noktasındaki eksikler iken bir başkası ise dengeli türel dağılımın temini ile ilgilidir. Ayrıca ülkemizde İstanbul başta olmak üzere kent içi ulaştırmada özel araçların hızla artan yüksek payı ve istenilen seviye ve verimin aşağısında seyreden toplu ulaştırma sistemi performansının varlığı da ortadadır [6]. Bu bağlamda kaydedilen gelişmeler özetle şu şekilde sıralanabilir:

- Türler arası entegrasyonun sağlanması yolunda ilk adım olarak demiryollarına yapılan yatırımlar ile sistem çeşitlendirilmesi artırılmıştır. Akabinde ise kent içinde bilet, hat, fizik entegrasyon noktasında atılan önemli adımlar söz konusu olmuştur.

- Dengeli türeli dağılım adına ise hem kent içi ve hem de kentler arası ulaştırmada, hem yük ve hem de yolcu taşımacılığında %90'ların üzerinde olan karayolu ulaştırma türel payları kademeli olarak düşürülmüş ve ortalama olarak bu pay %85-90 aralıklarına indirilmiştir. Ancak halen dengeli türel dağılım adına yapılması gereken çok şey bulunmaktadır.
- Karayolu trafik güvenliği konusu zaten hâlihazırda dengeli türel dağılım ve türler arası entegrasyonun temininden bağımsız değildir. Bu iki başlıkta kaydedilen somut gelişmeler doğrudan ya da dolaylı olarak karayolu trafik güvenliği düzeyine de iyileştirme olarak yansımaktadır. İyileştirmeye yönelik diğer çalışmalar ise sinyalizasyon, trafik işaretlemeleri, kontrol ve denetim merkezli olarak akıllı ulaştırma sistemleri (AUS) başlığında toplanabilir. Ancak trafik kazası sayısı ve trafik kazası kaynaklı ölüm ve yaralanma sayılarında da nispi iyileştirmeler kaydedilse de halen rakamlar Avrupa ülkelerinin ciddi anlamda gerisindedir. Bu noktada yapılabilecek diğer iyileştirmeler ise karayolu sınıflarının standartlarının artırılması, altyapı iyileştirmeleri, geometrik düzenlemeler, fiziksel engellemelerin (orta kaldırım, oto korkuluk, gürültü ve görüntü duvarları vs.) tesisi ve temini olarak sayılabilir. Bu anlamda da kayda değer gelişimlerin kaydedildiği ifade edilebilir.
- Günümüzde Türkiye'de nüfusun %93,2'si kentlerde yaşamaktadır [6]. Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye'de hareketlilik değerleri çok yüksektir. Ülkenin büyük kentlerinde trafik tıkanıklığı ve bundan kaynaklı problemlere geliştirilen çözümlerden birisi de trafik sakinleştirici önlemler olmaktadır. Bunlar araç ortalama hızlarını indirmeye yönelik olup çoğu zaman yolun geometrik düzenlemeleri ile ilgili olmaktadır. Trafik sakinleştirme önlemleri kentin muhtelif yerlerinde hızları azaltmayı hedeflemekte olup böylelikle trafik güvenliğinin artmasına bir katkı sağlanmaktadır. Bu da trafik tıkanıklığını azaltıcı bir etkiye sahiptir. Trafik kazalarının azalması, bir kentteki trafik tıkanıklığı probleminin çözümünde olumlu katkı sunar. Sakinleştirme önlemleri çoğu zaman fizikseldir. Bunlar yolun tasarımı esnasında devreye sokulduğu gibi sonradan da yol üzerinde geliştirilebilen uygulamalardır. Bunlar yolun kademeli daraltılması, buna bağlı tümse banket tasarımları ve benzeri hususları içermektedir.
- Özel araç sayılarında önlenemeyen bir artış görülmektedir. Bu eğilim kısa vadede kırlamayacak gibi görülmektedir. Bu noktada yapılması gereken, ilk etapta aracın trafikte kaldığı saatin düşürülmesine yönelik tedbirleri ihtiva edebilir [7]. Bu anlamda da toplu ulaştırmanın verimli ve işler yapısının geliştirilmesi ve bu sistemin bireysel taşımacılık ile olabildiğince entegrasyonu (en başta fiziksel entegre) başat unsur konumundadır. Akabinde ise orta ve uzun vadeli çalışmalarda daha ziyade tüketim kültürüne yönelik yönetim bazlı tedbir ve planlamaları içerebilir.
- Trafik tıkanıklığı artarak devam eden bir problemdir. Sistemsel iyileştirmeler ya da yerel ya da genel müdahalelerin ve proje bazlı gelişimlerin belirli iyileştirmeler sağlamadığı söylenemez. Ancak tıkanıklık düzeylerinde nüfus, gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYİH) ve araç sahipliğindeki artışa paralel olarak sürekli bir artış söz konusudur. Dolayısı ile yapılan müdahaleler o anda ya da belirli bir süreç içerisinde söz konusu tıkanıklık düzeylerinde kayda değer düşüşler sağlamıştır. Ancak genel artış eğilimini ortadan kaldıramamıştır. Söz gelimi metrobüsün açılması tıkanıklık düzeylerine ciddi anlamda etkimiştir. Benzer durum kısmen de olsa Marmaray'da görülmüş olup muhtemelen Gebze-Halkalı hat rehabilitasyonunun tamamlanması ile birlikte tam kapasite sistem ile birlikte daha da hissedilecektir. Ancak genel eğilim varlığını korumaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere söz konusu yatırımlar durumun daha da kötüleşmesine engel olmuş, bir nevi bunu ertelemiştir [8]. Ancak sistemsel düzeyde ve hatta anlayış düzeyinde, uzun vadeli planlamalar dâhilinde yapılması gerekenler olduğu anlaşılmaktadır.
- Toplu ulaştırma kullanım oranları kayda değer seviyelerdedir. Ancak ister istemez otomobil sahipliği ve bireysel taşımacılıktaki gelişmeler payını almaktadır. Bu noktada söz gelimi İstanbul gibi bir kentte toplu ulaştırmanın halen ciddi seviyelerde kullanıldığı söylenebilir. Ancak bireysel taşımacılık ve toplu ulaştırma arasındaki entegrasyonlar yetersizdir. Ve toplu ulaştırmanın sürekli kullanıcılarının büyük çoğunluğu otomobili olmadığı için toplu ulaştırmayı tercih etmektedir. Bu noktada bilinçli tüketici profilinin geliştirilmesi noktasında da çalışmalar yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan, bu yönde çalışmalar olsa da otobüs, şehir hatları vb. filoların yenilenmesi ve geliştirilmesi yönündeki çalışmalar hızlanarak devam ettirilmelidir. Ayrıca da toplu ulaştırma sisteminin; konfor, güvenlik, dakiklik, güvenilirlik, sıklık, maliyet, hız, erişilebilirlik gibi parametrelerinin her birisinde aynı anda belirli bir miktarlarda artışa yönelik odak hedefleri konulmalıdır. Öyle ki örneğin metrobüs kullanıcı namına hız ve maliyet hizmet parametrelerini maksimize eder iken konfor ve güvenlik hizmet parametrelerini ise minimize etmektedir. Bu durumun önüne geçici çalışmalar yapılmalıdır. Şöyle ki aynı andan birçok parametrede iyileştirme sağlanmasa dahi en azından hiçbir parametre belirlenen bir seviyenin altına düşmemelidir. Diğer taraftan ise kent içi raylı sistem yatırımları sürgit ve iyi bir hızla devam etmektedir. Bu yatırımlar; ifade edilen sistemsel unsurların hepsindeki iyileştirme ile aynı anda ilgilidir. Bu yatırımlar aynı zamanda toplu ulaştırma sisteminin merkezindeki yatırımlardır. Bu bağlamda Marmaray-Havalimanı metro bağlantısı, Haliç metro köprüsü, Kadıköy-Kartal ve Tavşantepe uzantısı ile Üsküdar-Ümraniye metrolarının tamamlanması İstanbul'a önemli kazanımlar sunmuştur. Bu yatırımların sıklaşarak devamı bir zaruret olarak görülmelidir [9].

Toplu ulaştırma sistemlerini birden fazla türe ayırmak mümkündür. İstanbul gibi kentlerde bu birçok alt türe de ayrılabilen bir duruma işaret etmektedir. Öyle ki İstanbul için söz konusu türleri; şehir hatları vapurları, Marmaray, kent içi raylı sistemler, metrobüs, İETT, özel halk otobüsü, dolmuşlar ve minibüsler olarak zikretmekte mümkündür. Bütün bu ulaştırma türlerini kendi içerisinde hız ve kapasitesine göre tasnif etmek de mümkündür. Söz konusu tasnif, kendi içerisinde doğru orantılı ve ters orantılı değerlendirmeleri de beraberinde getirecektir. Tasnif birden fazla olup hız, kapasite, tür ve işlev başta olmak üzere birçok unsura göre sınıflandırma yapmak uygun ve anlamlı olmaktadır. Söz gelimi kent içi raylı sistemleri kendi içerisinde metro, hafif raylı sistemler (HRS), ağır raylı sistemler (ARS), tramvay ve füniküler gibi alt başlıklara ayırmak mümkündür. Diğer taraftan raylı sistemleri çelik tekerlekli toplu ulaştırma diye de adlandırmak söz konusu olabilir. Bu durumda lastik tekerlekli toplu ulaştırma türleri ise İETT, özel halk otobüsleri, dolmuşlar ve minibüsler olarak telakki edilebilir [10]. Ayrıca trafik akışlarına göre ayrık ve karma sistemlerden bahsetmek de mümkün olabilecektir. Buna göre de metrobüs ve kent içi raylı sistem türlerinin hepsi ayrık sistemlere girecektir. Minibüs, İETT, özel halk otobüsü, dolmuş vb. ise karma trafik akımları içerisinde yerini almaktadır. Trafik akımı ayrıklaştıkça hizmet düzeyleri, hız ve trafik güvenliği kabaca artar. Bir diğer tasnif de izli sistemler bağlamında yapılabilir. Raylı sistemlerin her çeşidi doğrudan izli sistemler bağlamında ele

alınabilir. Bunun yanı sıra motorlu araç ve motorsuz araç ayrımı yapılabilir. Bu noktada motorsuz taşımacılığa örnek olarak Türkiye’de ve İstanbul’da henüz yaygınlık kazanmamış olan bisikletlerden bahsetmek söz konusu olacaktır. Ayrıca CO₂ salım (emisyon) miktarları bazlı olarak çevreci ve çevreci olmayan tasnifinden söz edilebilir. Bu durumda da kabaca en çevreci toplu ulaştırma türleri olarak kent içi raylı sistemlerden söz edilebilir. Akabinde ise şehir hatları vapurları ve diğer boğaz yolu işletmecilerinden bahsetmek mümkün olacaktır. Yine bisiklet ulaştırma türü bu noktada en çevreci tür olmakta olup en düşük performans ise lastik tekerlekli toplu ulaştırmanın olacaktır. Bu bağlamda en temel tasniflerden birisi ise hız ve kapasiteye ve buna bağlı hizmet düzeyine göre olmalıdır. Bu noktada yüksek hızlı ve yüksek kapasiteli ulaştırma sistemlerinden söz edilebilir. Bunları tasnif etmek gerekir ise söz konusu özelliklere göre 1.sınıfı teşkil edenler, toplu ulaştırma söz konusu olduğunda metrobüs ve kent içi raylı sistemler (en başta metro) olmaktadır [11].

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

İstanbul, gerek sosyo-ekonomik ve demografik yapısı, gerekse ulaştırma sistemi açılarından çok hızlı bir değişim süreci içindedir. Göç çekmesi nedeniyle çok hızlı nüfus artışı, buna paralel olarak hızla artan bir yapılaşma, motorlu araç sayısındaki çok hızlı artış ve bunların bir sonucu olarak her geçen gün daha fazla ihtiyacı büyüyen bir ulaştırma altyapısı ile karşı karşıyadır. 2015 yılı sonu itibariyle İstanbul’un nüfusu 14.657.434 kişidir. Aşağıda Tablo 1’de ise İstanbul’un yıllık nüfus artışı ve artış hızı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bu tablodan da görüldüğü üzere İstanbul’un nüfus artış hızında son yıllarda nispi düşüş görülmekle birlikte, yüksek miktarlarda nüfus artışı devam etmektedir. İstanbul’da 1. ve 2. Boğaz köprülerinin inşa edilmesi, şehrin yapısında ve ulaşım sisteminde önemli ölçekte değişimleri beraberinde getirmiş olup 29 Ekim 2013 itibariyle bir bölümünün açılış gerçekleştirilen Marmaray da şehrin ulaşımında ve köprü trafiğinde belirgin bir etki oluşturmaya başlamıştır. Daha önce de birçok defa ifade edildiği üzere, banliyö hatlarının da tamamlanmasıyla Gebze-Halkalı arasında İstanbul’un güney aksında doğu-batı hattı boyunca Marmaray önemli bir trafik talebini karşılamaya başlamıştır. İstanbul’da ulaştırma sisteminde karayolu ulaştırma türünün türel dağılımda ağırlıklı bir payı olup bu ağırlık boğaz köprülerinin inşasıyla birlikte daha da artmıştır. Bir diğer etken ise, boğaz köprülerinin inşasının, şehrin her iki yakasının hem Boğaziçi ekseninde ve hem de Marmara kıyıları ve iç bölgelerde gelişimini hızlandırmasıdır. Bu noktada ana ekseninde metrobüs, Marmara kıyı ekseninde ise Gebze-Halkalı İstanbul raylı sistemi ön plana çıkmaktadır. Şekil 1’de metrobüsün güzergâhı verilmektedir [12].

Veriler incelendiğinde İstanbul’daki hareketlilik oranları ger geçen gün daha da artmaktadır. Örneğin Batı Avrupa ülkelerindeki kentlerde, araçlı yolculuklarda hareketlilik oranları 2,50 – 3,00 arasındadır [13]. İstanbul için de bu oranları hedef olarak aldığımızda, alternatif ulaşım sistemlerini geliştirmemizin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İstanbul’da bu değer 1,74 düzeyindedir [13]. TÜİK’e göre ülkemizde 2006 yılında motorlu araç sayısı 12.227.393 iken 2016 yılı Haziran Ayı Sonu itibariyle 20 milyon 559 bin 243 olmuştur. İstanbul’da ise 2006 yılında motorlu araç sayısı 2.430.560 iken 2016 Yılı Haziran ayı Sonu itibariyle 3.751.547 olmuştur. Son on yılda Ülkemizdeki motorlu araç sayısı %68 oranında artarken, İstanbul’da son on yılda motorlu araç sayısı % 55 oranında artmıştır [13]. Köprülerin planlanmasında günde yaklaşık 250.000 otomobil eşdeğerinde araç geçişinin gerçekleşeceği tahmin edilmiştir. Ancak geldiğimiz noktada günlük her iki köprüden geçen araç sayısı 600.000 otomobil eşdeğerine ulaşmış durumdadır [13].

İstanbul’da Boğaz köprüsü geçişlerinde Anadolu yakasından itibaren, metrobüsü de dikkate almak sureti ile şu önlemler dikkate alınabilir:

- 1.Boğaz Köprüsü Anadolu yakası Beylerbeyi girişine sol eksene ilave bir şerit inşası düşünülebilir
- Geliş şeritlerinin birer şerit sola kaydırıp köprüye girişin bir şerit daha arttırılması söz konusu olabilir.
- Şişe boynuna doğru, köprü girişine sağdan bir şerit ilavesi düşünülebilir.
- Köprü girişindeki gişelerin tamamen iptali ve tek merkezli bir ödeme okuyucu sistem kurulumu gereklidir.
- Metrobüsün 44 durağı var 37’si Avrupa 7’si Anadolu yakasındadır. Ağırlık Avrupa yakasında oluşmaktadır.
- Anadolu yakasında 7 duraktan yoğun olan ikisinde de (Boğaz Köprüsü durağı ve Altunizade durağı) ciddi yaya erişilebilirliği ve entegrasyon problemleri bulunmaktadır.
- Boğaz Köprüsü durağına daha sağlıklı bağlantı yolları düşünülmelidir.
- Üsküdar-Ümraniye metrosunun Altunizade’deki istasyonundan Altunizade metrobüs durağına entegrasyon daha iyi bir şekilde tasarlanmalıdır.
- Boğaz Köprüsü metrobüs durağından geçen 34 AS’lerin (Avcılar-Söğütluçeşme) sayısı arttırılmalıdır, ayrıca Anadolu yakasından esas talep Zincirlikuyu’ya değil Mecidiyeköy’e, kısmen de Çağlayan’a olduğu göz önünde bulundurulup hat alternatiflendirmeleri geliştirilmelidir. Yani ilgili metrobüslerin hepsi Zincirlikuyu son uçlu değil bir kısmı Çağlayan son uçlu bir kısmı da Mecidiyeköy son uçlu olarak planlanabilir.

Tablo 1. 2009-2015 yılları arasında İstanbul’un yıllık nüfus artışı ve artış hızı (Table 1. 2009-2015 Years Yearly Population Change and Increase Speed of Istanbul)[14]

	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Artış(Kişi)	340.527	368.555	230.500	305.727	216.551	280.416
Artış(%)	26	27,4	16,8	21,8	15,2	19,3



Şekil 1. Metrobüs güzergâhı ve durak yerleşimleri (Figure 1. BRT Route and Station Locations) [15]

Tablo 2’de ise 2017 yılında metrobüs hattında yoğun kullanılan istasyonlarda günlük binış değerleri verilmektedir [16].

Tablo 2. Şubat 2017 metrobüs istasyon kullanım değerleri (Table 1. February 2017 BRT Station Usage Values) [16]

Metrobüs İstasyonu	Yolculuk (kişi)
Cevizlibağ	978.969
Çağlayan	419.215
Mecidiyeköy	1.260.572
Zincirlikuyu	1.901.849
Boğaz Köprüsü	193.172
Altunizade	528.135

Avrasya Tünelinin İstanbul Ulaştırma ve Trafığı Üzerindeki Etkileri

Somut faydalar şu şekilde öngörülebilir:

- İstanbul’da şehir yapısı doğuda Gebze’den batıda Çorlu’ya birleşmekte olup en yoğun aksı güneyde Marmara sahiline komşu olan akstır. Buraya çekirdek aks da denilebilir. İkinci aks doğu-batı hattı boyunca 1. Köprü’nün kuzeyine kadar olan akstır. 3. aks ise ikinci köprüden sonrasındır. Avrasya tüneli çekirdek akstadır. Yani İstanbul’un en yoğun trafik yükünün olduğu yerlerden birisine kurulmuştur.
- Avrasya Tüneli, buradaki seyahat süresini 105 dakikadan 15 dakikaya indirmektedir, bulunduğu aks itibariyle bu ciddi bir katkıdır [17].
- 3.köprü’nün işleme alınmasıyla şehir trafiğine potansiyel katkıları daha orta vadeli ve yer yer de dolaylıdır [18]. Ancak Avrasya tünelinin katkısı daha kısa vadede somutlaşacaktır. 3.köprü’nün nispeten 2. köprü’nün pik (zirve, yoğun) saatlerindeki trafik tıkanıklığını iyileştirici etkisi olmuştur (zirve saatleri de kapsayan saat aralıklarında 2. köprüden geçiş yapan ağır taşıtlar 3. köprüye yönlendirilmiştir) ancak Avrasya tünelinin katkısı daha çok 1. köprüye olacaktır. Bu noktada her iki yapının beraber çalışılması çok önemlidir [19].
- Avrasya tüneli için belirlenen genel fiyat Yavuz Selim ve Osmangazi köprülerine göre daha makuldür ancak daha da makul olabilecek bir fiyat düşünülebilirdi. Ama bu haliyle de kısa ve orta vadede boğaz geçişleri trafiğinde kayda değer bir iyileştirme sağlayabilir [20].

- Avrasya tünelinin bir diğer avantajlı noktası da ilgili bağlantı yollarının, yeterli kapasite ölçeklerinde tamamlanmış olmasıdır. Bu; sistemin bütüncül çalışması, trafik disiplininin korunması ve şişe boyunlarının engellenmesi açısından oldukça önemlidir.
- Bu noktada Avrasya tüneli ile aynı aksta bulunan Marmaray'ın hat rehabilitasyonu tamamlanarak Gebze'den Halkalı'ya tam kapasite işletiminin gerçekleştirilmesi önemlidir zira aksi takdirde sadece Boğaziçi köprüsü güzergâhından değil toplu taşımadan da yolcu alınmış olur. Burada Marmaray'ın tam kapasite, tam hat (Gebze-Halkalı) çalışmaya başlaması ile birlikte olumlu sonuçlar alınmaya başlamıştır.
- Avrasya tünelinin gerçek işletim kapasitesi ve performansını göstermesi için birkaç yıl geçmiş olması gerekir. Mevcut durumda, Kadıköy-Kartal- Ataşehir bölgesinden Avrupa yakasına ev-iş yolculuğu yapan ve belirli bir alım gücünde olan bir kitle söz konusudur. Bunlar Avrasya tüneli kullanıcılarının kayda değer bir bölümünü oluşturacaktır. Tünelin çift yönlü kullanıcıları olduğu gibi, kayda değer rakamlarda tek yönlü kullanıcıları da olacaktır.
- Mevcut Marmaray ve metrobüsün gün, saat ve talep bazlı, işletim etaplarının ve buna göre istasyonlar arası çalıştırılan araç yoğunluğunun tekrar elden geçirilmesinde fayda olabilir [21].

Ana noktalar:

- İstanbul trafiğinin ana akslarından birisinde yer almaktadır [22]. Geçiş ücreti yüksektir. Ama bu haliyle de trafik tıkanıklığında iyileştirme sağlar. Kötü hava koşullarından etkilenmeyecek olması da bir avantajdır. Köprüde yağmur dolayısıyla da tıkanmalar olmaktadır, Avrasya Tünelinde bu durum söz konusu olmayacaktır. 1.köprü trafiğinde de nispi bir iyileşme sağlayacaktır. Ancak Avrasya, Marmaray, 1. Boğaz Köprüsü için entegre çalışmalar yapılmalıdır.
- Fiyatı köprülerden yüksek olmasına karşın, yakıttan sağlanan tasarruf, ana akstaki yolculukların kayda değer bir oranını Avrasya tüneline çekecektir, kilometreyi oldukça kısaltmaktadır. Ayrıca ülke ekonomisine de ciddi katkı sağlayacaktır. Yolculukta 'zaman' değeri ve 'parasallaşması' gün geçtikçe İstanbul'un algısında daha çok yer tutacaktır. Bu proje üzerinden de bunu daha net görmeye başlanacaktır.
- Marmaray'ın hat rehabiliteleri bir an önce bitirilip Gebze-Halkalı başlatılmasının faydaları da orta vadede görülecektir.
- Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy ve Dudullu-Bostancı metro hatları İstanbul trafiğine önemli katkı sağlayacaktır. Bu nedenle Dudullu-Bostancı hattında da artık ivedilikle mesafe kat edilmelidir. 3.köprünün faydaları daha çok orta vadede ortaya çıkacaktır. Kısa vadede, ağır tonajlı taşıtları çekerek 2. köprüde önemli bir rahatlama sağlamıştır. Gayrettepe-3. Havaalanı metrosu ve 3. köprüden geçecek demiryolu projelerinin tamamlanması, şehirdeki raylı sistem entegrasyonunun tamamlanmasına ciddi katkı sağlayacak. 2019 ve 2023 yılları için konan raylı sistem km hedefleri çok önemlidir, daha da önemlisi ise bu noktadaki başarı oranının, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı arasında iyi bir koordinasyonla sağlanabileceğidir [23].

4. Sonuç

Otomobil odaklı formun yapısal çözümlerine bakıldığında bunun;

- Kentiçi yollarda trafik hacmini arttırıcı lokal geometrik düzenlemeler, müdahaleler ve yeni kısmi planlamalar
- Özel şerit uygulamasının yoğun ve ana arterlerde (köprü geçişleri başta olmak üzere) uygulanması
- Boğaz Köprüleri arası dengeli bir dağılımla saat, yön ve araç tipi bazlı sınıflandırmaya dayalı dönüşümlü düzenlemeler
- Karayolu kapasitesi kaynaklı talebi karşılayıcı yeni çözümler geliştirilmesi
- Önemli ana arterler yerinde ve etkili ara taşıyıcı hatlar ile beslenmesi

Çerçevesinde sorunların hafifletilmesinin mümkün olduğu görülmektedir. Öte yandan İstanbul başta olmak üzere ana arterlerde trafik akımının ortalama hızında kaydedilecek nispi artışlarla trafik, yavaş da olsa sürekli bir akıcılığı yakalayabilir. Böylelikle trafik zirve saatlerde ana arterlerde sürekli ve ağır bir tıkanıklık durumunun dışına çıkmış olacaktır. Bunun ise psikolojik ve ekonomik birçok kazanımı ve de yakıt tasarrufuna katkıları olacaktır. En alt sınırından da olsa trafik akım düzeni ve sürekliliğinin temin edilebilmesi yakıt ve zamanda ciddi kazanımları beraberinde getirebilmektedir. Bunun yolu da ana artere ayrılma ve katılmaların çok iyi teşekkülü, doğru yerlerde ve yeterli sayı ve kapasitede tasarlanmış olan cepler, otobüs duraklarının şeritleri işgal etmeyecek şekilde tasarımı ve akıllı sistemlerin etkin kullanımından geçmektedir.

Çağımızda teknolojik ilerlemelerin hızı daha da artmıştır. Sürdürülebilirlik kaygıları ise artık karar alıcı mekanizmaya yansımaktadır. Ekonomik kalkınma ise bütün bu gelişmeler bağlamında artarak devam etmektedir. Elbette ki bu kalkınmada küresel ölçekte dengesizlikler olduğu görülmektedir. Ancak genel bir kalkınma eğiliminden, farklı bölgelerde farklı ivmelerde olsa da, bahsedilebilir. Öte yandan bütün bu kalkınma, ilerleme ve alım gücü artışı, çeşitli yan eğilim ve unsurların da desteğiyle insanları kentlere yığan bir süreci ortaya çıkarıp tahkim etmektedir. Bu da kentlerde yeni olguları, problemleri ve fırsatları doğurur iken bir diğer taraftan ise mevcut kimi pozitif ve negatif unsurları da arttırabilmektedir. Otomobil odaklı kentlerde trafik tıkanıklığı, karayolu trafik güvenliği, trafik verimi ve akım hızındaki düzensizlik ve süreksizlikler, sera gazı salımları, gürültü, ses ve diğer muhtelif çevre kirlilikleri, bireysel tüketimdeki (trafikteki de dâhil olmak üzere) artış, petrole bağımlılık, insan odaklı anlayışın dışarıda bırakılması ve daha bir dizi problem söz konusu olmaktadır [24]. Yeni ve/ya büyüyen kentlerin çoğunluğu otomobil odaklıdır. Küresel kentleşme fenomeninde de otomobil odaklılık ağır basmaktadır. Dolayısı ile ilgili süreçte otomobil odaklılığın kendi içerisinde hafifletici ve geciktirici çözümleri bulunmalıdır [25].

Öte yandan da orta vadede otomobil odaklılık ile rekabet edebilecek diğer ulaştırma ve kentleşme odaklarının desteklenmesi ve yeni odakların ve stratejilerin de teşekkülünün gerekli olduğu görülmektedir. Bu bağlamda İstanbul gibi büyük kentlerde dengeli türel dağılım ve türler arası entegrasyonun temininin önemi ortadadır [26]. Söz konusu entegrasyon ise mekânsal, bilet olarak, fiziksel, teknik, ekonomik vs. birçok anlamda gerçekleştirilmelidir. Öte yandan bu çerçevede demiryollarına yatırım yapılması fikri ilkesel olarak doğrudur. Niceliksel olarak da iyi denilebilecek bir performans ile söz konusu kenti içi raylı sistem yatırımları son on yılda etkin bir şekilde gerçekleştirile gelmiştir. Marmaray, Avrasya Tüneli gibi önemli yatırımlar net bir şekilde İstanbul ulaştırma ve trafiği için hayati artılar olmuştur. Yine Marmaray'ın Gebze'den Halkalı'ya kadar tam kapasite işleme alınması, açılan muhtelif metro hatları ve diğer birçok önemli yatırım vardır. Ancak İstanbul'da 15 Temmuz Şehitler Köprüsü'nün aynı zamanda İstanbul'un boydan boya ana trafik aksından geçtiği unutulmamalıdır. Dolayısı ile buradaki ana etken köprü'nün kendisi değil üzerinde bulunduğu yüksek yoğunluklu ana aksın kendisidir [27]. Dolayısı ile çözümler bu aksı merkeze alacak şekilde düşünülmelidir. Metrobüs, Marmaray ve Avrasya Tüneli yatırımları İstanbul'un artan trafik tıkanıklığı eğrisine kayda değer ivmeler kaybettirmiştir [28]. Ancak bu eğilimi durdurmaya yetmemiştir. İstanbul'da trafik tıkanıklığı ve kaynaklı problemler ortadan kaldırılamaz ancak hâlihazırda bunların katlanılabilir düzeylere çekilmesine yönelik olarak ve İstanbul'un genelindeki ve de ana akstaki günlük ortalama trafik akım hızlarını daha makul değerlere arttırmaya yönelik olarak bir strateji belirlenmek sureti ile kısa, orta ve uzun vadeli çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir [29].

İstanbul'un trafik tıkanıklığı probleminin katlanılabilir düzeylere çekilmesinin yolu 3 ana aşamada toplanabilir. Bunlar, operasyonel, taktik ve stratejiktir. Operasyonel önlemler kısa vadeli ve sathidir. Taktik önlemler orta vadeli ve daha kapsamlıdır. Uzun vadeli ve en kapsamlı olanı ise stratejik önlemlerdir. Stratejik önlemlerin ana çerçevesini İstanbul Ulaşım Ana Planı, İstanbul Master Planı ve devletin kalkınma ve strateji ile ilgili bakanlıklarının çalışmaları çizmektedir. Taktik önlemler ise İstanbul'a yapılan nitelik ve nicelik açısından önemli ulaştırma yatırımları ile ilgilidir. Bu yatırımlar hâlihazırda İstanbul trafik tıkanıklığı problemini birkaç yıllığına pik noktadan uzaklaştırmaktadır. Ancak bunun ötesinde İstanbul'a aciliyetle göç, imar ve barınma hususlarındaki kapsamlı stratejilerle müdahale edilmelidir. İstanbul'da ulaşımda operasyonel önlemler için ise Boğaz Köprüsü ve bağlantılı yolları, D100 karayolu, Bakırköy-Beylikdüzü bağlantıları kapsamında geliştirilmelidir. Bunun için;

- Metrobüs hattında sabah ve akşam pik (zirve) saatlerde Çağlayan ve Mecidiyeköy son duraklı ara hatların konulması
- Metrobüs hattında daha yüksek kapasiteli araçların satın alınarak filonun zenginleştirilmesi
- Marmaray ve Metrobüs ara istasyonlarının birbirleri ile entegrasyonunun daha fazla noktada güçlendirilmesi ve sağlanması
- Minibüs hatlarının mümkün olduğunca ana akslardan uzak tutulması (özellikle pik saatlerde)
- Minibüs hatlarına yönelik denetimin, standardizasyonun ve sübvansenin artırılması
- Altunizade (Üsküdar)-Ümraniye-Kavacık (Beykoz)-2.Boğaz Köprüsü-Seyrantepe (Sarıyer)-Şişli- Kâğıthane-Eyüpsultan-Gaziosmanpaşa-Bayrampaşa-Esenler-Bağcılar-Başakşehir arasında 2.bir metrobüs hattının ivedilikle uyarlanıp hizmete açılması
- Şehir hattı vapurlarının daha küçük boyuttaki gemi filoları teşkil edilerek Marmaray'ın kimi istasyonlarına sık sefer saatleri ile tamamlayıcı şekilde ikame edilmesi
- Otobüs duraklarının kentin yoğun noktaları ve ana aksları olan yerler başta olmak üzere mümkün olduğunca cep şeklinde yeniden tasarımı ve ivedilikle yapımı

Gibi önlemler trafik tıkanıklığı problemlerinin hafifletilmesinde etkin bir rol oynayabilir.

Kaynakça

- [1] Kızıltaş, M, Ç, (2015). Traffic Safety and Railway Applications, Transportation World Newspaper
- [2] İlıcalı, M., Çatbaş, N., Öngel, A., Kızıltaş, M. Ç., 2013, 'Multimodal Transportation Issues in Istanbul: A Case Study for Traffic Redistribution Due to Long Span Bridge Rehabilitation', Hong Kong
- [3] TR 10. Government Plan Transportation and Traffic Safety Ö.İ.K. Report, Ankara (2012).
- [4] Kızıltaş, M, Ç, 2018. Uluslararası Çerçevde Kentleşme ve Ulaştırma Örnekleri, Transist 2018, İstanbul Ulaşım Kongresi ve Fuarı, İstanbul, 8-10 Kasım
- [5] Kızıltaş, M, Ç, Tekin, A, Ç, 2017. İstanbul'da Raylı Sistem Hatlarının Hat ve Sefer Entegrasyonlarının İncelenmesi, Transist 2017, İstanbul Ulaşım Kongresi ve Fuarı, İstanbul, 2-4 Kasım
- [6] Wang, F.Z., Google released the product of smart home: Google Home. Available from <http://tech.163.com/16/0519/01/BND3AHMH000915BD.html> (in Chinese) (2016)
- [7] Sak, H., Senior, A., Beaufays, F., (2014) Long short-term memory recurrent neural network architectures for large scale acoustic modeling. INTERSPEECH, p.338-342.
- [8] Langford, B., Cherry, C., Yoon, T., Worley, S., Smith, D., (2013) North America's first ebike share: a year of experience. Transport. Res. Record: J. Transport. Res. Board (In Press)
- [9] Takatsu T, (2007) "The history and future of high-speed railways in Japan". *Japan Railway & Transport Review*, 48, 6-21
- [10] TÜİK nüfus verileri, 2015
- [11] Golobić, M., & Marot, N., (2011) Territorial impact assessment: Integrating territorial aspects in sectoral policies. Evaluation and program planning, 34(3), 163–173. doi:10.1016/j. evalprogplan.2011.02.009
- [12] Kızıltaş, M.Ç., Altan, M.F., (2018) A Review In Term Of Service Parameters On The Modal Choice sand Mass Transport, İzmir
- [13] İBB Ulaşım Daire Başkanlığı, (2011) İUAP Özet Rapor

- [14]Simonyan, K., Zisserman, A., (2014) Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv:1409. 1556.
- [15]Kızıldaş, M.Ç., Altan, M.F., (2017) Evaluation of Intermodal Integration on the Context of Marmaray and Bosphorus Bridges, IRF Regional Congress, Dubai.
- [16]Altan, M.F., Kızıldaş, M.Ç., (2018) Toplu Taşımada Çok Amaçlı Karar Verme ve Metropolitan Bir Alanda Ev-İş Ulaşım Hizmeti Modellemesi, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, ULAKBİM
- [17]Altan M.F., Kızıldaş M.Ç., (2020) Yüksek Hızlı Demiryolları, Yolcu Ve Yük Taşımacılığı Karşılaştırmaları Bağlamında Küresel Ölçekli Bir Derleme Çalışması, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, ULAKBİM (yayın aşamasında)
- [18]Dill, J., Rose, G., (2012) E-Bikes and transportation policy: insights from early adopters. In: Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington DC.
- [19]García-Palomares, J.C., Gutiérrez, J., Latorre, M., (2012) Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: a GIS approach. Appl. Geogr. 35, 235e246.
- [20]Theurel, J., Theurel, A., Lepers, R., (2012) Physiological and cognitive responses when riding an electrically assisted bicycle versus a classical bicycle. Ergonomics 55, 773e781.
- [21]Kızıldaş, M, Ç, 2018. Küresel Örnekleri ile Toplu Ulaştırma, Transist 2018, İstanbul Ulaşım Kongresi ve Fuarı, İstanbul, 8-10 Kasım
- [22]Dianov V.N., Gevondian T.A., (2014) Parking system of high reliability innovation technologies. Vol. 2. pp 531-535.
- [23]Granado, F.J., Coady, D. and Gillingham, R., (2012) The Unequal Benefits of Fuel Subsidies: A Review of Evidence for Developing Countries, World Development Vol. 40, No. 11.
- [24]Veneri, P., & Burgalassi, D., (2012) Questioning polycentric development and its effects. Issues of definition and measurement for the Italian NUTS-2 regions. European Planning Studies, 20(6), 1017–1037. doi:10.1080/09654313.2012.673566
- [25]Kızıldaş M.Ç., ‘Ulaştırma Yatırımları ve Marmaray-1’, [http://www.ulastirmadunyasi.com/index.php/2013/12/ulastirma-yatirimlari-ve-marmaray-1/\(25.05.2014\)](http://www.ulastirmadunyasi.com/index.php/2013/12/ulastirma-yatirimlari-ve-marmaray-1/(25.05.2014))
- [26]J. Fujie, “An advanced arrangement of the combined propulsion, levitation and guidance system of superconducting Maglev,” IEEE Trans. Magn., vol. 35, no. 5, pp. 4049–4051, Sep. 1999.
- [27]P. Burke, R. Turton, and G Slemon, “The calculation of eddy losses in guideway conductors and structural members of high-speed vehicles,” IEEE Trans. Magn., vol. MAG-10, no. 3, pp. 462–465, Sep. 1974.
- [28]B.-T. Ooi, “Electromechanical dynamics in superconducting levitation systems,” IEEE Trans. Magn., vol. MAG-11, no. 5, pp. 1495–1497, Sep. 1975.
- [29]G. Bohn, “Calculation of frequency responses of electro-magnetic levitation magnets,” IEEE Trans. Magn., vol. MAG-13, no. 5, pp. 1412–1414, Sep. 1977.