



Üniversite Yerleşkesi Çevresinde Trafik Durumunun İncelenmesi ve Alternatif Çözüm Önerileri: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü Örneği

Investigation of Traffic Conditions Around the University Campus and Suggestions for Alternative Solutions: The Case Study of Istanbul University Cerrahpaşa Avcılar

Ahmet Sertaç Karakaş^{1*}

¹ İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü, skarakas@istanbul.edu.tr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-2878>

MAKALE BİLGİLERİ

Makale Geçmişi:

Geliş 28 Kasım 2022
Revizyon 25 Ocak 2023
Kabul 19 Mart 2023
Online 23 Mart 2023

Anahtar Kelimeler:

Ufuk yılı,
Trafik etüdü,
Ulaşım ağı,
Simülasyon,
Baz senaryo,

ÖZ

Büyükşehirlerde artan nüfus beraberinde barınma, eğitim, ulaşım vs. birçok ihtiyaç parametrelerini doğurmaktadır. Yerleşik düzende olan alanların üniversite ihtiyaçlarını karşılamak için 24 saat aktif yaşamın sürdüğü kampüs alanlarında ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle kampüs ihtiyacının karşılandığı alanlarda kentsel ulaşım ağı koşullarında da gerekli iyileştirmelerin yapılması ve ilerideki nüfus ve eğitim kapasite koşulları dikkate alınarak senaryoların geliştirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla eğitim alanlarına kolay ulaşılabilirliğin sağlandığı konforlu ve güvenilir yol ağlarının oluşturulması önemlidir. Yol güzergahlarında aşırı trafik yoğunluğu daha fazla yakıt tüketimi, karbondioksit salınımı ve çevresel gürültü düzeyinde artış gibi problemlere yol açmaktadır. Geliştirilen modeller ile kentsel ölçekte kampüs ve yerleşim alanlarında yol ağları oluşturularak trafik problemlerine çözüm önerileri getirilmesi, otopark ihtiyaçlarının karşılanması, trafik akışının sağlanması, yayaların güvenli bir şekilde ulaşım imkanının sağlanması gerekir. Bu çalışmada İstanbul Avcılar İlçesi üniversite kampüsü alanı ve çevre bağlantı yollarında meydana gelen trafik yoğunluğu dikkate alınarak geliştirilen senaryolarla, ileriye yönelik tahminlerde trafik sorunlarının ortadan kaldırılmasına yönelik alternatif çözüm önerileri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada önceden belirlenen bir ufuk yılına göre gelecekteki potansiyel trafik akışını ölçmek için karmaşık trafik yöntemleri tasarlanmıştır. Sonuç olarak farklı ulaşım planlaması ve araç modellerinin trafiğe olumlu katkı sunacağı düşünülmektedir.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 November 2022
Received in revised form 25 January 2023
Accepted 19 March 2023
Available online 23 March 2023

Keywords:

Horizon year,
Traffic study,
Transportation network,
Simulation,
Base scenario,

ABSTRACT

The increasing population in metropolises brings together with it housing, education, transportation etc. gives rise to many need parameters. In order to meet the university needs in settled regions, there is a need for campus areas where active life is maintained 24 hours a day. Especially in areas where campus needs are met, necessary improvements should be made in urban transportation network conditions and scenarios should be developed considering future population and education capacity conditions. Therefore, it is essential to create comfortable and reliable road networks that provide easy access to training areas. Excessive traffic density on highway routes causes problems such as higher fuel consumption, carbon dioxide emissions and increased environmental noise levels. With the models developed, it is necessary that road networks should be created in campus and residential areas on an urban scale, offering solutions to traffic problems, meeting parking needs, ensuring traffic flow, and safe transportation for pedestrians. In this study, alternative solutions have been proposed for the elimination of traffic problems in future predictions with scenarios developed by taking into account the traffic density occurring in the university campus area and peripheral connection roads outside the historical peninsula of Istanbul. In the study, complex traffic methods are designed to measure the potential future traffic flow according to a predetermined horizon year. As a result, it is thought that different transportation planning and vehicle models will contribute positively to traffic.

Doi: 10.24012/dumf.1210882

* Sorumlu Yazar

Giriş

Dünyada büyük kentlerin en büyük sorunlarından biri artan nüfus paralelinde gelişen barınma ve ulaşım altyapı eksikliğidir. Şehirlerin her geçen gün nüfusla birlikte artan yapı stoğu ve ulaşım ağı ihtiyacı, talepleri karşılayacak şekilde planlanmalı ve ileride ortaya çıkabilecek sorunların bertaraf edilmesi gerekmektedir. Yeni yerleşim alanlarının oluşması, kent ölçeği planlamasında sağlık ve eğitim tesislerinin de plan çerçevesinde değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özellikle büyük kentlerde eğitim amaçlı kampüs alanlarının planlanmasında yapı stoğu ile birlikte mevcut trafik ağının iyileştirilmesi ve kolay ulaşılabilirliğin sağlanması için mevcut yollar, trafik, nüfus potansiyeli ve ilçe merkezleriyle kampüs alanlarının birbirine entegre olabilecek şekilde değerlendirilmesi esastır. Bu bağlamda ufuk yılı ve mevcut alanlardaki trafik etüdüleri dikkate alınarak baz senaryolar geliştirilip ileriye yönelik senaryolar oluşturularak ulaşım ağı belirlenmelidir. İleriye yönelik tahminlerde, çevresel faktörler göz önünde bulundurularak trafik kaynaklı gürültü kirliliği ve kısıtlı hammadde imkanları nedeniyle trafik sıkışıklığının yol açtığı enerji kayıplarının önüne geçilmesi, sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmelidir. Çalışma kapsamında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Avcılar yerleşkesi durum çalışması olarak dikkate alınmış, ulaşım ve trafik analizlerine yönelik değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. İstanbul nüfus potansiyeli yoğunluğu ile Avrupa'nın en büyük şehirlerinden biridir. Dünya ölçeğinde ise 21. sırada yer almaktadır. Dolayısıyla kent ölçeğinde ihtiyaçlar her geçen gün artmaktadır. Artan ihtiyaçlar beraberinde birtakım sorunları da getirmektedir. En büyük sorunlardan biride trafikte artan taşıt sayılarının yol açtığı trafik sıkışıklığıdır. Bu duruma kısıtlı otopark imkanlarının eklenmesiyle, kentsel planlama ölçeğinde trafikte ciddi sıkıntılar ortaya çıkmaktadır. Trafik sıkışıklığı beraberinde çevresel gürültü, fosil yakıtların neden olduğu çevre kirliliği, kısıtlı hammadde kaybı ve enerji kayıplarına neden olmaktadır. Anılan sorunların oluşmaması için sürdürülebilirlik esastır. Planlamalar yapılırken çevresel problemlere yol açacak faktörlerin ortadan kaldırılarak enerji tüketiminin asgari düzeyde tutulması, sürdürülebilirliğin sağlanması gerekmektedir. Bu bakımdan mevcut durumun ve geleceğe yönelik planlanmasında mevcut ulaşım ve trafik analizlerinin gerçeği yansıtacak şekilde yapılması önem arz etmektedir.

Günümüzde birçok sanayileşmiş ülke; güvenlik, sürdürülebilirlik, çevresel etki, trafik tıkanıklıkları ve altyapı sorunları gibi problemlerle karşı karşıya kalmaktadır. Sonuç olarak, karayolları genellikle sağladıkları faydaya karşıt olarak sundukları birçok zorluk açısından ele alınır. Karayolları daima medeniyetin gelişmesine önemli katkı sunmaktadır [1].

Mevcut trafik analiz mekanizmalarının önündeki en büyük zorluk, günümüzün artan trafik ağı hacimlerine çözüm önerileri getirmektir. Sıkıştırılmalı trafik analizinin temel fikri, trafik özelliklerini sıkıştırmak ve trafik analizi

işlemlerini ham trafik özellikleri yerine bu tür sıkıştırılmış özellikler üzerinde gerçekleştirmektir [2].

Liu vd. [3] yaptıkları çalışmada, görsel ve analitik yaklaşımların birleşimine dayalı olarak şehir çapında trafik analizi için bir yöntem tanıtmıştır. Bu çalışmada kentsel araçlardan toplanan büyük hacimli GPS verileri kullanılmaktadır. Yöntemde sırasıyla trafik durumu, yol bağlantısı, seyahat örüntüleri, tıkanıklık bölgeleri ve trafik akışlarını içeren beş farklı katmandan oluşan bir trafik durum haritası oluşturulmuştur. Haritaya dayalı olarak, sıkışık alanları çevreleyen belirli ulaşım durumları incelenmekte ve tıkanıklığı azaltmanın yolları önerilmektedir. Yöntem, Yunanistan'daki Atina ve Pire'nin toplu metropol bölgesinde değerlendirilmekte ve bu tekniğin trafiği analiz etmedeki potansiyeli ve etkinliği gösterilmektedir. Giderek daha fazla kentsel aracın GPS cihazları ile donatılmasıyla, yöntemin diğer bölgelere kolayca aktarılabilmesi, trafik için güncel, mekansal-zamansal duyarlı, görsel ve analitik bir yaklaşımın benimsenmesinin önünü açmaktadır [3].

Tran vd.[4] çalışmalarında döner kavşak trafik akış koşullarını analiz etmek için deneysel verileri Sint-Truiden (Belçika) şehrinde elde etmişlerdir. Sonuçlar, UAV videolarının sağladığı esnekliğin ve kuş bakışı görünümünün değerini yansıtmaktadır. Bu durum İHA tabanlı trafik analiz sisteminin genel uygulanabilirliğini tasvir etmektedir. İHA kullanımında önümüzdeki yıllarda beklenen önemli artışla birlikte, bu tür çalışmalar hem uygulayıcılar hem de gelecekteki araştırmacılar için faydalı bir kaynak olabilir. Gelecekteki araştırmalar, esas olarak İHA tabanlı trafik uygulamalarının daha fazla uzantılarına odaklanacaktır [4].

Sony & Rao [5] yaptıkları çalışmada özellikle heterojen trafik koşullarında şehir içi yollar için karayolu kazalarının tahmin edilmesi üzerine yapılan araştırmaları incelemiştir. Ayrıca araştırmacılar tarafından mevcut çalışmalarda karşılaşılan sorunları araştırmıştır. Çalışma, şehir içi trafik kazası tahmini söz konusu olduğunda, araştırmacıların heterojen trafik koşullarının karşı karşıya kaldığı mevcut sorunlara daha iyi bir çözüm bulmalarına yardımcı olmaktadır. Bulgular; çalışma hızının ve hız kısıtlamaları ile çalışma hızı arasındaki farklılıkların, kaza sıklık oranını etkileyen temel faktörler olduğunu göstermektedir [5].

Günümüzde, büyük metropol alanlarında karşılaşılan ana zorluklardan biri trafik sıkışıklığıdır. Bu sorunu çözmek için yeterli trafik kontrolü, azaltılmış kirletici emisyonları ve azaltılmış seyahat süreleri dahil olmak üzere birçok çözüm yolları ile fayda sağlanabilir. Otomatikleştirilmiş araçların rotasını optimize etmek için gelecekteki trafik koşullarını tahmin ederek trafiğin durumunu karakterize etmek mümkün olsaydı ve bu önlemler, ilgili problemlerle birlikte tıkanıklığın etkilerini önleyici olarak azaltmak için alınabilseydi, genel trafik akışı iyileştirilebilirdi [6]. Zambrano vd. [6] çalışmalarında, yoğun trafik koşullarında seyahat süresine göre araç yükü açısından şehrin farklı caddelerini karakterize eden İspanya'nın Valencia kentindeki trafik dağılımının deneysel bir çalışmasını gerçekleştirerek çözüm yolları aramıştır [6].

Carli ve ekibi [7] yaptıkları araştırmada kentsel alanlardaki trafik sıkışıklığını değerlendirmek için bir sonda araçları yaklaşımı sunmuştur. Yöntem, İtalya'nın Bari kentinde gerçek bir vaka çalışması ile gösterilmiştir. Otobüsler tarafından üretilen Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) verileri, Genel Paket Radyo Hizmeti (GPRS) aracılığıyla trafik koşullarını analiz etmek için kullanıldığı bir kontrol istasyonuna iletilir. Trafik endeksleri, yollardaki tıkanıklıkların kapsamlı bir görünümünü sağlamak ve uygun kontrol stratejilerini uygulamak için değerlendirilir. Böylece trafik yöneticileri şehirlerde sürdürülebilir hareketliliği verimli bir şekilde yönetebilir ve insanlar trafik ve toplu taşıma performansı konusunda farkındalık kazanabilirler [7].

Trafiğin yoğun olduğu saatlerde, heterojenlik derecesi o kadar yüksektir ki, karayolu tesisinin uygunsuz kullanımına yol açarak, trafik akışının işlevsel ve operasyonel özelliklerini etkiler. Singe vd. [8] çalışmalarında, makroskopik temel diyagramları (MFD'ler) kullanarak Hindistan'ın Tiruchirappalli şehrinde heterojen trafik koşullarına sahip kentsel arter yollarının trafik akış özelliklerini analiz etmeyi önermektedir. Üç temel trafik değişkeni, bir tarafta hız-akış-alan-doluluk ve diğer tarafta hız-akış-yoğunluğu içerir. Bu çalışma, geleneksel olarak takip edilen yoğunluk kavramı yerine bir konsantrasyon performans ölçüsü olarak alan-doluluk dikkate alınarak heterojen trafiği analiz etmek için sistematik bir genel fikir vermektedir. Çalışma, hız-akış-alan-doluluk yöntemi kullanılarak analiz edilen trafik akış özelliklerinin, hız-akış-yoğunluk ile karşılaştırıldığında en yüksek uygunluk parametresi belirleme katsayısı (R^2) değerleriyle güvenilir ve tutarlı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Sonuç olarak, bir performans ölçüsü olarak alan doluluk kullanılarak, araç etkileşimleri açısından trafik özelliklerindeki değişiklikler ölçülebilir. Çalışma sonuçları, heterojen trafik koşullarında kentsel ana yollar için makroskopik kapasite modelleri geliştirmek için araştırmacılar, trafik mühendisleri ve uygulayıcılar için faydalı olabilir [8].

Bari ve çalışma arkadaşları [9] araştırmalarında çeşitli trafik sıkışıklığı endekslerini, hız performans endeksi, hacim/kapasite oranı ve trafik yoğunluğu endeksi açısından, 5.7 km uzunluğundaki kentsel karayolu ağında seyahat süresine dayalı olarak değerlendirmektedir. Azaltıcı önlemler, kontrolsüz kavşağı kısmen kontrollü veya sinyal kontrollü bir kavşağa dönüştürerek mevcut trafik talebini karşılamak için önerilmiştir. Bu tür etki azaltma önlemlerinin etkinliğini kontrol etmek için, geliştirilmiş ve iyi kalibre edilmiş bir simülasyon modelinde çeşitli senaryolar oluşturulmuştur. Nokta elemanlarından birinde kanalize kavşak sağlanırken hız performans indeksinin %8.88, iki noktalı elemanlar kanalize kavşağa dönüştüğünde ise %11.52 oranında iyileştiği gözlemlenmiştir [9].

Mikro simülasyon trafik modellemesinin en yaygın uygulamalarından biri, trafik tesislerinin, altyapısının, inşaatının veya yeniden inşasının etkisinin ve ayrıca trafik düzenlemesindeki değişikliklerin gözlemlenen trafik ağına etkisinin analizidir ve henüz planlama aşamasındadır. Ulaştırma sisteminin işleyişinin, diğer

şeylerin yanı sıra, bölgesel ve kültürel olarak koşullandırılan değişken insan davranışından etkilendiği akılda tutularak, mikro simülasyon modeli, ulaşım ağının ve kullanıcılarının yerel özelliklerine göre ayarlanmalıdır. Otković vd. [10] çalışmalarında, Rijeka şehrinin yeni ulaşım ağı üzerindeki kalibrasyon prosedürünün doğrulamasının sonuçlarını, ulaşım ağının önemli ölçüde farklı özellikleri ve sürücülerin farklı davranışları ile sunmaktadır. Bu çalışmada, VISSIM mikro simülasyon modeli, sinir ağları kullanılarak kalibre edilmiş ve Rijeka'nın kentsel trafik ağında belirli bir zamanda seçilen yolun, yaya bölgesine değişimini simüle etmek için uygulanmıştır. Çalışmalarında, Rijeka şehrinin yeni ulaşım ağı üzerindeki kalibrasyon prosedürünün doğrulamasının sonuçlarını, ulaşım ağının önemli ölçüde farklı özellikleri ve sürücülerin farklı davranışları ile değerlendirmiştir [10].

Kent planlamasıyla ilgili birçok faktörün trafik hacmi, araç dağılımı, trafik koşulları vb. üzerinde önemli bir etkisi vardır. Zamansal ve mekansal açıdan şehirlerdeki en önemli gürültü kaynağı yollardır. Bunun için kentsel planlama ile kentsel yoğunluk, kentsel morfoloji, kentsel arazi kullanımı, sokak dağılımı, sokak çevresi ve yeşil alanlar gibi farklı faktörler arasında iyi ilişkiler kurulmaktadır. Bu sayede sürdürülebilir bir şehir bulma gerçeği, en azından gürültü kirliliği açısından daha yakın olabilir. Bu ilişkilerin iyi bir şekilde bilinmesi, kentsel çevrelerin etkili bir şekilde tasarlanması yoluyla bu tür kirliliğin daha iyi tahmin edilmesini, analiz edilmesini ve önlenmesini sağlayacaktır [10].

Dünyadaki her şehirde gürültü kirliliği dağılımı mutlaka kendi tasarımından etkilenir. Ancak, 21. yüzyılın ilk yıllarında bu ilişkiler bazı eserlerde ele alınsa da, bu sorunların sadece bazı yönleri ele alınmış, esas olarak sokak işlevselliğine odaklanılmıştır. Son yıllarda bu konu daha önemli bir gelişmeye ulaşmış ve daha fazla çalışma, kirlilik dağılımları ile şehircilik arasındaki ilişkilerin analizine odaklanmıştır. Bu çalışma, kentsel planlama ile ilişkili olarak gürültü kirliliği değerlendirmesi için mekansal örnekleme metodolojilerinin bir revizyonunu ve kentsel gürültü ile kentsel tasarımın farklı özellikleri arasındaki ilişkileri analiz eden çalışmaların gözden geçirilmesini sağlamaktadır [11].

Bir yol ağındaki insanların seyahat davranışı genellikle sabit değildir ve zamanla değişir. Sürekli olarak belirli bir yol ağını kullanan sürücüler, hedeflerine ulaşmak için en az seyahat süresine sahip daha konforlu, sıkışıklıktan uzak rotalar bulma eğilimindedir. Sürücülerin kısa süreler içinde değişen trafik düzenlerine bağlı olarak hedeflerine ulaşmak için yolları kullanma konusunda daha fazla alternatiflere sahip olduğu, sıkışık ve yüksek yoğunluklu bir kentsel yol ağı bağlamında görülmektedir [12].

Bozkurt ve Karakas [15] çalışmalarında, gözenekli asfalt kaplamaları değişik kalınlıklarda sonlu elemanlar metodu kullanarak modellemiş, kaplama kalınlığı artışının Von Mises gerilmelerinde azalmaya, deformasyonda ise artışa yol açtığı, gözenekli asfalt kaplamaların, gürültü seviyesinin düşürülmesine önemli katkısı olabileceğini tespit etmişlerdir [15].

Bozkurt ve Karakas [16] yaptıkları çalışmada, asfalt kaplama karışımında bazik oksijen cürufu kullanımının, düşük ve yüksek frekans değerlerinde ses yutma performansını arttırabileceğini, gözenekli asfalt kaplamalarda kalınlık artışının ise ses yutma performansını düşük frekanslarda iyileştirmesine katkı sunabileceğini belirtmişlerdir [16].

Trafikte aşırı gürültü maruziyeti işitme kaybına, kardiyovasküler problemlere, uyku problemine, fizyolojik ve psikolojik problemlere sebep olabilmektedir.

Literatürde birçok trafik analiz yöntemleri bulunmakla birlikte, en yaygın kullanılan analiz yöntemlerinden biride trafik mikro simülasyonu için kullanılan yazılım S-Paramics yazılımıdır. Çalışma kapsamında S-Paramics yazılımı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Önceden belirlenen bir ufuk yılına göre gelecekteki potansiyel trafik akışını ölçmek için farklı trafik yöntemleri incelenmiştir. Sonuç olarak yenileme alanlarında oluşturulan ileriye yönelik trafik modelleme ve simülasyon amaçlı baz senaryolarının, ileride oluşabilecek trafik sorunlarının çözümüne önemli katkı sunduğu görülmüştür.

Çalışmada, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Avcılar yerleşkesi çevresinde trafik durumu göz önüne alınarak, sabah ve akşam saatlerinde yoğun trafikten kaynaklı sıkışıklık problemlerin önüne geçmek için alternatif ulaşım güzergahları ve yolcu taşımacılığını kolaylaştıracak ulaşım tipleri göz önüne alınarak senaryolar oluşturulmuş ve ileriye yönelik çözüm önerileri dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda 2023 ufuk yılı baz alınarak, artan taşıt ve dolayısıyla ortaya çıkabilecek trafik sorunları önceden belirlenerek, çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında Üniversite yerleşkesi çevresindeki yer alan mevcut trafiğin yıllara göre dağılımı ve nüfus potansiyeli dikkate alınmıştır. Yerleşke ve çevre bağlantı yollarındaki sabah ve akşam saatlerindeki eşik trafik sayımları gerçekleştirilmiş ve S-Paramics yazılımı kullanılarak trafik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda 2 farklı senaryoyla alternatif güzergahlar ve yolcu taşımacılığında kullanılacak taşıt tipleri belirlenmiş, ileriye yönelik tahminler gerçekleştirilmiştir.

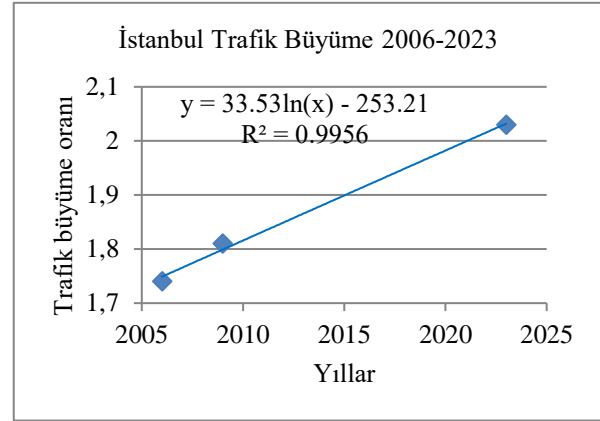
Çalışmada mevcut ve gelecekteki üniversite yerleşkesi ve çevre bağlantı yollarındaki mevcut ve gelecekteki trafikler değerlendirilmiştir. S-Paramics yazılımı kullanılarak araç hareketleri, araç takip ve şerit değiştirme modelleri yoluyla simüle edilmiştir. Özellikle trafiğin yoğun olduğu sabah ve akşam pik trafik sayımları yapılmıştır. En yoğun trafiğin olduğu saatler dikkate alınarak sayımlar yapılmış, trafik analizlerinde en elverişsiz durumlara göre değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Geniş Alan Genel Görünümü Mobilite eğilimleri

Genel mobilite eğilimleri esas olarak kullanıcı davranışından, tarife sistemlerinden, alternatif ulaşım

hizmetlerinin mevcudiyeti kapsamından ve şehirleri karakterize eden ayırıştırıcı diğer bazı faktörlerden etkilenir. Trafik talep artışı ve türel pay ile ilgili birçok varsayım “İstanbul Metropolitan alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı” raporuna dayanmaktadır. Tüm Büyükşehir içinde özel alanlar konusundaki verilerin yetersiz olması nedeniyle söz konusu yerleşke için de yukarıda belirtilen raporda sunulan ortalama veriler kullanılmıştır.

Başvurulan raporun bulgularına ve sonuçlarına dayanarak, 2023 yılında genel mobilite talebinde yaklaşık artış olacağı tahmin edilmektedir. Şekil 1’de İstanbul trafik büyüme modeli verilmiştir.

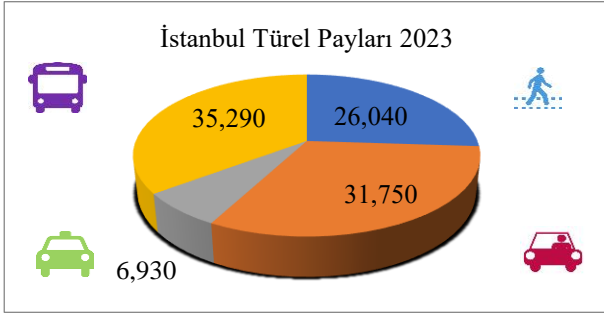


Şekil 1. İstanbul trafik büyüme modeli [13]

Şekil 1’de 2006 ile 2023 yılları arasındaki trafik büyüme oranları gösterilmiştir. Şekil 1’den anlaşılacağı üzere yıllara göre trafik büyüme oranında doğrusal artış görülmektedir. Fonksiyon denkleminde bağımsız x değişkeni yılları, bağımlı y değişkeni trafik büyüme oranlarını temsil etmektedir. R² değeri 0.9956 olduğundan yıl ve trafik büyüme oranında kuvvetli bir ilişki vardır. 2006 yılında trafik büyüme oranı 1.74 iken 2023 yılında 2.03 olmuştur. İstanbul’un trafiği yılda yaklaşık % 1.7 artış göstermektedir. 2023 yılında trafik % 16.7 kadar artmış olacaktır.

İstanbul’daki toplu taşıma ağındaki tüm gelişmeler, özellikle sabah ve akşam gerçekleşen yoğun trafik saatlerini karakterize eden sistematik hareketlerde (ev-ofis -ev veya ev- okul- ev) özel ulaşım türlerine olan bağımlılığı azaltma eğiliminde olan ulaşım türü seçimini etkileyecektir.

Şekil 2’de 2023 yılına ait İstanbul türel payları gösterilmiştir. Şekil 2’de gösterildiği gibi türel payın gelecek tahminleri, diğer türler ile karşılaştırıldığında toplu taşıma türüne geçişte yaklaşık % 36 ‘ya ulaşan önemli bir artış olacağını ortaya koymaktadır. Bu artışın başlıca nedenleri iki metro hattının uzatılması (M1 ve M2) ve Yeni Kapı ve diğerleri gibi intermodal (birden çok ulaşım türünün etkin olduğu ya da katıldığı ulaşım ilişkin eylemler bütünü) merkezlerin geliştirilmesidir.



Şekil 2. İstanbul türel payları [13]

Şekil 2'ye göre 2023 yılında, günlük yolculukların yaklaşık % 35'i toplu taşıma ve % 32'si özel araçlar ile sağlanacak.

Karayolu ağı

İstanbul Metropolitan Alanı, ulusal, kıtasal düzeydeki ekonomik refahı ve önemli coğrafi konumu göz önüne alındığında, halen sürekli olarak büyümektedir. İstanbul'un kentsel alanı, doğuya ve batıya doğru hala genişlemektedir. Bu durum, karayolu ağına da bir "merdiven modeli" içinde benzer bir büyümeye neden olmaktadır. 2007'de yapılan araştırmaya göre toplam ağ uzunluğu yaklaşık 26850 km'dir. Bu uzunluk, Avrupa ve Asya yakası arasında eşit olmayan bir şekilde dağılmıştır. Sırasıyla % 63 (16800 km) ve % 37 (10050 km) şeklindedir.

Trafik Modelleme ve Simülasyon

Yazılım

Trafik mikro simülasyonu için kullanılan yazılım S-Paramics yazılımıdır. Bu yazılım, trafik olaylarının mikro dinamik simülasyonu için en gelişkin yazılımdır ve sıkışık ağ koşullarında bile gerçek zamanlı araç davranışını simüle edebilir. Bu yazılım, bağlantılı sinyallere ve operasyonel Kentsel Trafik Kontrol (UTC) sahip durumlar için doğru trafik akışı modellemesi amacıyla dinamik geri bildirim ile birlikte, alan genelinde bir araç yönlendirmesini sunmaktadır. Mikro-simülasyon modelleri münferit araçların hareketlerini resmeder ve ağa girdikleri zamandan, ağdan çıktıkları zamana kadar onları takip eder. Çeşitli modeller ile kontrol edilen münferit araçların davranışı ve genel trafik performansı, modelin sonuçlarını etkileyen sürücü ve araç yeteneklerine bağlıdır. Belirli bir senaryonun işlenebilirliğini ve etkinliğini bir dizi genel ağ performansı sonucu vasıtasıyla belirlemek artık mümkün olur [14].

Model yapısı

"PARAMICS", PARAllel MICROscopic Simulation (Paralel Mikroskopik Simülasyon) kelimelerinin kısaltmasıdır. Ana model yelpazesi üç modülden oluşmaktadır. Üç bileşen şunlardır:

- Modelleyici: Temel animasyon ve simülasyon aracı
- İşlemci: Birden çok senaryo için toplu analiz aracı
- Analizör: Post- simülasyon veri analiz aracı

Simülasyon algoritması

S-Paramics yazılımında araç hareketleri, araç takip ve şerit değiştirme modelleri yoluyla simüle edilir. Bu modeller, sürücü- araç-birimin hedef ilerlemeye ve hızlara ulaşma arzusuna dayalıdır. S-Paramics yazılımında münferit araç hareketleri araç takip, aralık kabul ve şerit değiştirmeyi temsil eden üç adet interaktif model tarafından yönetilir. Taşıt dinamikleri nispeten basittir ve bir sürücünün davranışı karışımı ile aracın fiziksel ve kinematik (örneğin boyut, hızlanma/yavaşlama) özelliklerine dayalı bazı sınırlamaları birleştirir [14].

Yükletim yöntemleri

Modelde, araçların başlangıç noktasından varış bölgelerine en az maliyetli güzergahları kullanarak seyahat ettiği dinamik bir yükletim yaklaşımı kullanılır. Yükletim tekniği, her bağlantı genelleştirilmiş bir maliyet fonksiyonu ile ilişkilendirilerek elde edilir. Bu fonksiyon, otoparka (eğer modelde mevcut ise) geliş/ gidiş yürüyüşü, başlangıç noktası ile varış noktası arasındaki mesafe ve yolda karşılaşılabilecek tüm geçiş ücretleri dahil olmak üzere yolculuğu tamamlamak için harcanan zamanı hesaba katar. Maliyetler her bağlantı için belirtilir ve Formül 1'deki biçimi alır:

$$\text{Maliyet} = a * T + b * D + c * P \quad (1)$$

Burada:

a: dakika cinsinden zaman katsayısıdır, bu çalışmada 1'e eşittir.

b: 'km başına dakika' cinsinden mesafe katsayısıdır, bu çalışmada 0.34'e eşittir

c: 'parasal maliyeti başına dakika' cinsinden ücret katsayısıdır, 0'a eşittir [14].

Baz Senaryo Model Ağı

Baz model senaryosu mevcut koşullardaki çalışma alanını temsil eder. Baz modeli, gözlenen trafik sayımlarına karşı trafik- simülasyon modelinin trafik akışı çıktısını kalibre etmek için yapılmış ve çalıştırılmıştır. Başka bir deyişle modeldeki simüle edilmiş trafik akışlarının, trafik etüdünde toplananlara uyduğundan emin olmak içindir. Söz konusu uyum bir kez oluşturulduğunda, model daha sonraki senaryolar için güvenle kullanılabilir.

Trafik simülasyon ağının yapımı içinde yer alan ilk adım, gerçek fiziksel yol sisteminin idealize edilmesini işaret eder. Bu sistem; bağlantılar, düğümler ve bir bölge sisteminden oluşan ideal bir bilgisayar ağına dönüştürülmüştür. Prosedür, modellenmiş ağ içindeki

araç yolculuklarının, incelenmiş bağlantı hacimleri ve kavşaklardaki dönüş hareketi sayımları temelinde başlangıç noktası / varış noktası tahminini içerir [14].

Analiz Sonuçları ve Tartışma

Talep analizi

Talep analizine göre düşünülen kampüs alanı etrafında, efektif olarak günlük 15.400 kullanıcı hareket halindedir. Toplam günlük seyahat miktarı 38.500'dür. Her bir kullanıcı başına 2.5 dahili seyahat görülmektedir. Pik saatleri süresince 1750 kullanıcı yer almaktadır. TPL kullananların günlük 11.550 olup, % 30'u kampüs içi kullanımdır. Kampüs ve bağlantı yolları arasındaki kullanıcıların kampüse en kısa sürede ve herhangi bir trafik engeliyle karşılaşmadan en kolay şekilde ulaşım sağlanması, hedef olarak belirlenmiştir. Özellikle kampüsün Küçükçekmece gölü ve E-5 (D100) karayolu arasında kalması nedeniyle erişim ağları kısıtlıdır. Dolayısıyla kullanıcıların kampüse ulaşımının en asgari trafik düzeyinde kısa zaman zarfında ulaşımını temin etmek önem arz etmektedir. Bu durumun sağlanması için mevcut trafik durumu dikkate alınarak, farklı senaryo modelleri geliştirilerek, kayıp zamanın önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda taşıt ve yaya yolları birbirinden ayrılarak, D100 karayoluyla kesilen yaya hareketinin sağlanması için yaya üst geçit modeli alternatifleri kullanılmıştır [14].

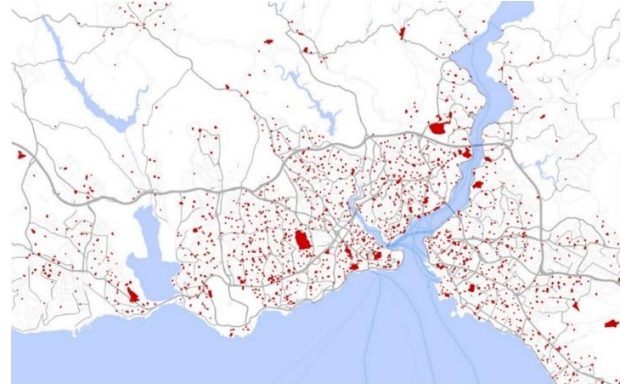
Talep analizleri

- % 30 Çağdaş günlük faktör (hastalık / devamsızlık)
- 15.400 Efektif günlük kullanıcılar
- 2.5 Kullanıcı başına dahili seyahat
- 38.500 toplam günlük yolculuk
- % 30 iç kullanım TPL
- 11.550 TPL için günlük kullanıcı
- 1750 pik saat kullanımı

Geniş alan analizi

İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı'na göre, 2023 yılında genel mobilite talebinde artış olacağı tahmin edilmektedir. Trafik artış oranı yıllara göre lineer artış göstermektedir. Özellikle eğitim alanlarının bulunduğu bölgelerde eğitim yılı boyunca, sabah ve akşam pik saatlerinde ciddi trafik artışları görülmektedir. Eğitim alanlarının yoğun olduğu bölgelerde trafik kendini daha fazla hissettirmektedir.

Şekil 3'te İstanbul'da yer alan eğitim alanlarının konumları belirtilmiştir.



Şekil 3. İstanbul eğitim bölgeleri geniş alan analizi [13]

Şekil 3'te İstanbul'daki eğitim hizmetleri haritasına göre, Suriçi bölgesinde yoğun bir eğitim alanı yer almasına rağmen daha sonra doğu ve batı doğrultusunda yatayda eğitim alanlarında artışlar olduğu görülmektedir.

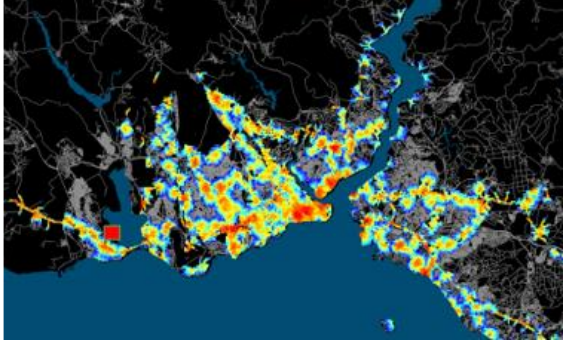
Şekil 4'te toplu ulaşım araçlarıyla 120 dakikalık seyahat süresi boyunca ulaşılacak eğitim bölgeleri güzergahı yer almaktadır.



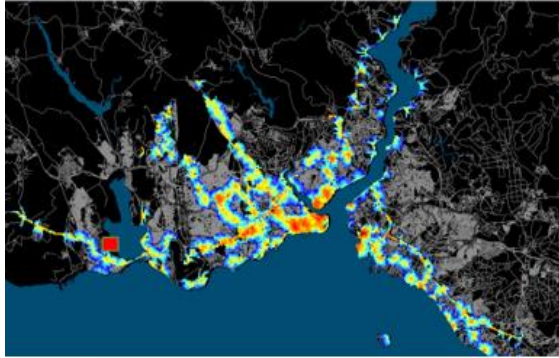
Şekil 4. Planlanan durum izokronal analiz (120 dakika toplu taşıma) [14]

Şekil 4'te 120 dakikada toplu ulaşım araçları ile planlanmış yerler için ulaşılacak alanlar gösterilmiştir. Avcılar yerleşkesi Marmara Denizi ve Küçükçekmece Gölü arasında yer alan bir yerleşke olduğundan, ana yollar açısından yoğun geçiş güzergahı kısmında yer almaktadır.

Şekil 5'te mevcut durum ve planlanmış duruma göre toplu taşıma erişilebilirlik düzeyi (PTAL) analizi sonuçları gösterilmiştir.



(a)



(b)

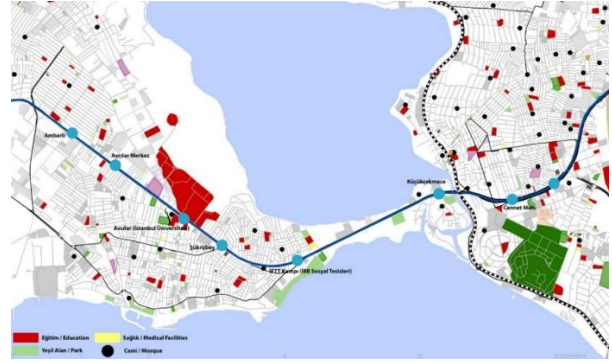
Şekil 5. PTAL analizi mevcut durum (a), planlanmış durum (b), [14]

Şekil 5'te PTAL trafik durum analizine göre; mevcut durum bakımından en yoğun alanların suriçi bölgesi ve kıyı şeridi boyunca trafik artış bölgelerinin olduğu görülmektedir. Avcılar yerleşkesi sahil ve D100 karayolunun birleştiği yol güzergahı kenarında yer almasından dolayı bu bölgelerde sabah ve akşam saatlerinde trafik yoğunluğu olması kaçınılmazdır.

Proje alanı analizleri

Kentsel fonksiyonların dağılımı bakımından eğitim kampüs alanının Marmara Denizi ve Küçükçekmece Gölü arasında, D100 karayoluna paralel bir durumda yer aldığı görülmektedir. Kampüse toplu ulaşım imkanı D100 karayolu üzerinde metrobüs, yan yollarda ise otobüs, araba ve dolmuşlarla sağlanmaktadır. Yayaaların dönüş yolunda toplu ulaşım araçlarına ulaşması, yaya yolu ve yaya köprüleri ile temin edilecektir. Oluşturulan senaryoda yonca tipi yol seçilerek, otoyolun yan yollara kolay bağlantısı sağlanacaktır. Senaryoda anayollar otoyolu altgeçitle keserek, kampüsten Avcılar ilçe merkezine kolay ulaşım temin edilecektir. Ayrıca yaya yolu ve köprüleri oluşturularak otoyol üzerinden yayalarında ilçe merkezine kolay ulaşımı sağlanacaktır.

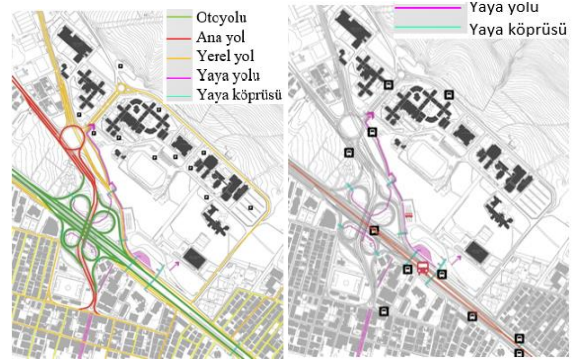
Şekil 6'da proje alan analizleri dikkate alınarak ilgili kampüsteki kentsel fonksiyon dağılımları gösterilmiştir.



Şekil 6. Fonksiyon dağılım analizi [13].

Şekil 6'da yeşil alanlar park, kırmızı alanlar eğitim, sarı alanlar sağlık ve siyah alanlar ibadet merkezleri olarak gösterilmiştir. Avcılar yerleşkesi Küçükçekmece Gölüne paralel bir şekilde yer almaktadır. Yola cephe üst ada parseller eğitim binaları olarak kullanılmaktadır.

Şekil 7a'da üniversite kampüsü ve bağlantı yollarıyla ilgili taşıt ve yaya yolları dikkate alınarak yol ağı ve erişim sistemleri ile Şekil 7b'de üniversite kampüsü ve bağlantı alanlardaki yaya ağı gösterilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 7. Yol ağı ve erişim sistemi (a) ve yaya yolu şebekesi (b), [14]

Şekil 7'de ilgili yerleşke çevresinde yer alan yol şebekeleri ve mahallere erişim sistemine göre; yerleşke çevresinde otoyol, anayol ve yerel yolun bulunduğu farklı güzergahlar yer almaktadır. Ayrıca yayaların ilgili yerleşkeye ulaşması için yaya köprüsü ve yaya yolları bulunmaktadır. Yol ağları ve yerleşke arasındaki yolcu trafiğinin ulaşımında, yaya köprüleri ve yaya yolları ulaşım ağı açısından önemli bir yere sahiptir. Şekil 7'ye göre yerleşkeye paralel D100 karayolu üzerinde toplu ulaşım aracı olarak kullanılan metrobüs hattında, yolcuları yaya olarak metrobüsten yaya kapısına kadar olan yolculuk süresi için 750 m'lik yayayolu güzergahı boyunca 10 dakikadan fazla bir zaman harcanmaktadır.

Trafik Analizleri

Çalışma kapsamında trafik analizleri kampüs ve çevresini üç bölgeye ayırarak gerçekleştirilmiştir. Grup 1, D100 karayolundaki trafik sayımlarını kapsamaktadır. Grup 2, üniversite kampüsünde yer aldığı ilçenin Firuzköy

kısmını, Grup 3 ise ilçenin merkez kısmını baz alarak gerçekleştirilmiştir.

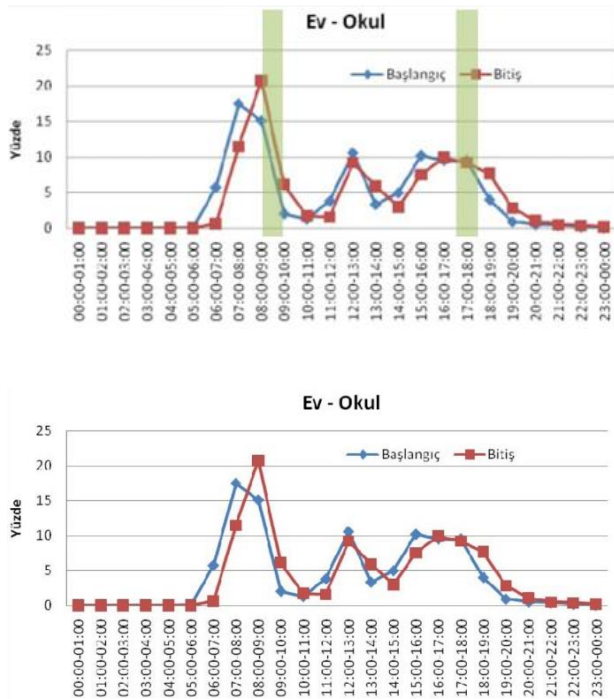
Şekil 8’de trafik sayım bölgeleri gösterilmiştir.



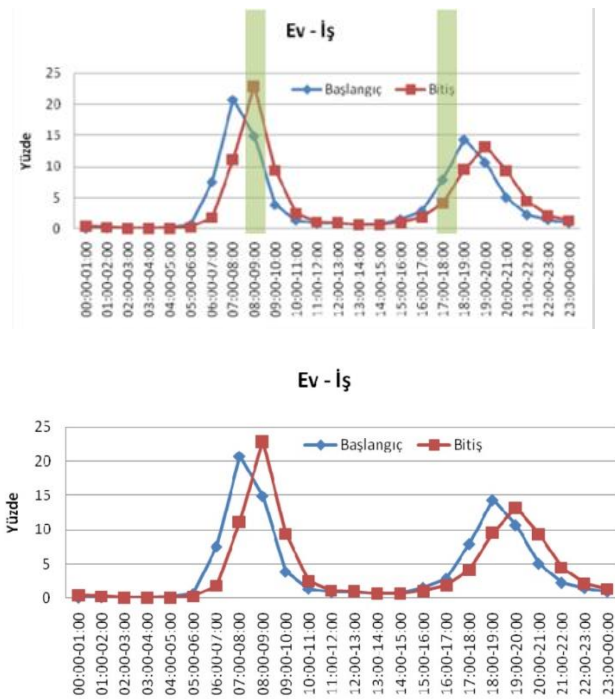
Şekil 8. Trafik analizi sayım bölgeleri [14]

Şekil 8’de ilgili Avcılar kampüs yerleşkesinde trafik sayımı için 3 grupta yapılarak sayımlar gerçekleştirilmiştir. Grup 1 D100 karayolu, grup 2 Fıruzköy güzergahı, grup 3 ise Avcılar Kvs-Namık Kemal Caddesindeki trafik durumu baz olarak dikkate alınmıştır. Genel hareketlilik eğilimleri bakımından ev-okul ve ev-iş ile ilgili gidiş geliş saatleri dikkate alınarak en yoğun hareketliliğin yaşandığı pik durumundaki saatler belirlenmiştir.

Genel hareketlilik eğilimlerine göre ilgili İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı (İUAP) genel zirve saatleri ve aralıkları Şekil 9’da gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 9. Genel hareketlilik eğilimlerine göre genel zirve saatleri ve aralıkları (ev-okul (a), ev-iş (b), [14]

Şekil 9’daki genel hareketlilik eğilimlerine göre zirve saatleri ve aralıkları dikkate alındığında aşağıdaki hususlar görülmektedir.

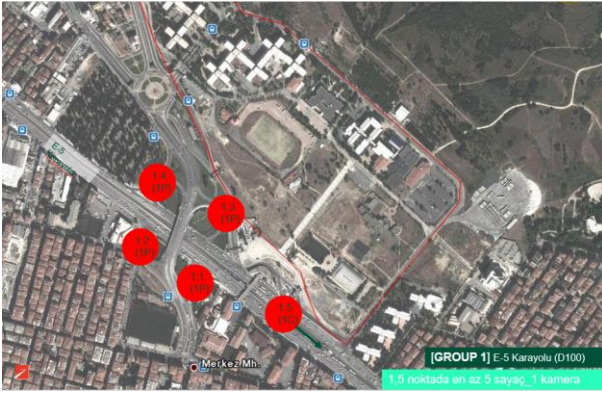
- Ev-iş / ev-okul seyahati amaçlı sabah zirveleri tamamen örtüşmektedir.
- Gün ortası zirveleri, esas olarak ev-okul seyahat amaçlı hareketlerle karakterize edilmiştir.
- Ev-okul seyahati amaçlı akşam zirveleri (16.00-18.00), ev-iş seyahati amacına (18.00-20.00) kıyasla biraz gecikmelidir.

Şekil 9’a göre; yeşil renkli sütunlar trafiğin zirve yoğunlukta olduğu saatleri ifade etmektedir. Trafik eğiliminin en yoğun olduğu ev-iş, ev-okul arasındaki ulaşımı içeren sabah saatlerindeki sırasıyla 8.00-9.00 ile 08.00-10.00 saatleri arasında görülmektedir. Akşam saatlerinde ise pik değerlerin öğrenciler için okuldan eve gidişlerde 16.00-18.00 saatleri arasında, çalışanların işten eve dönüşlerinde ise 18.00-20.00 saatleri arasında olduğu görülmektedir.

Trafik sayımı

D100 karayolu grup 1 olarak ele alınmıştır. Grup 1’de; 1,5 noktada en az 5 sayaç, 1 kamera yerleştirilmek üzere gözlemler yapılmış ve sayımlar gerçekleştirilmiştir.

Şekil 10’da, D100 karayolu etrafında yer alan sayaç ve gözlem noktaları gösterilmiştir.



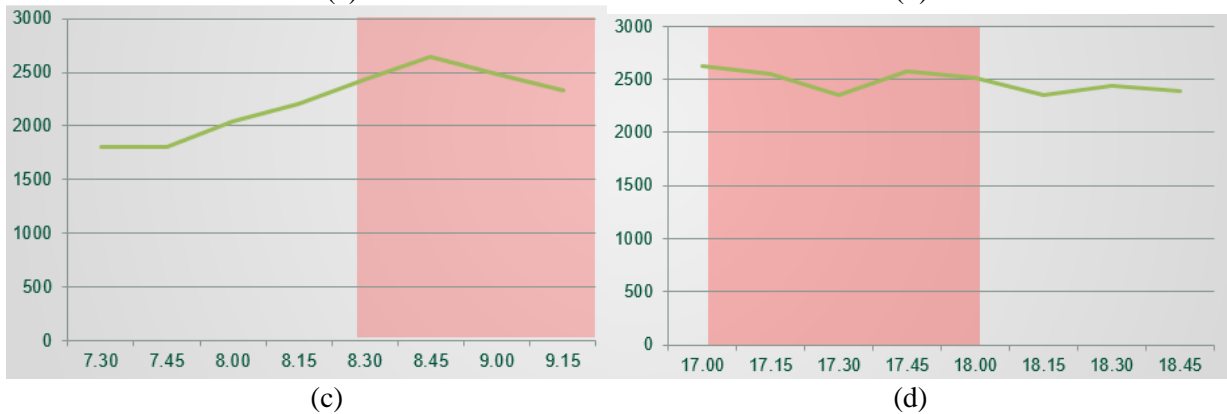
Şekil 10. D100 karayolu sayaç ve gözlem noktaları [14]

Zirve saatleri analizleri

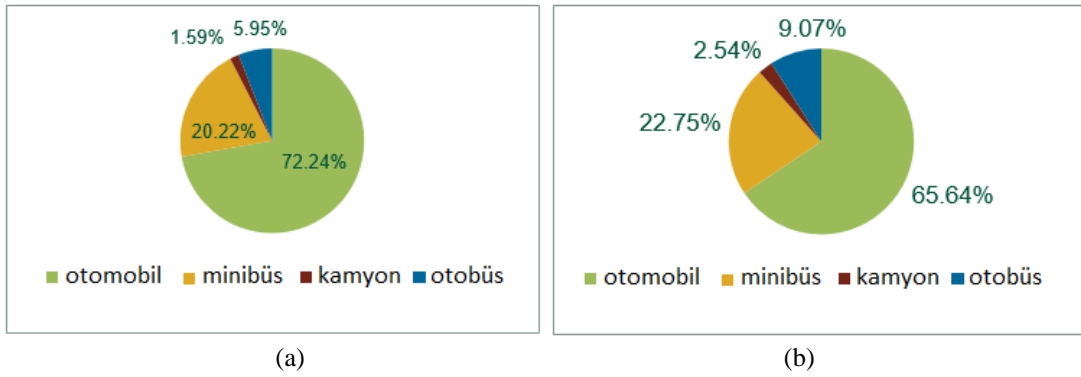
Trafiğin yoğun olduğu üniversite yakınında yer alan D100 karayolu etrafındaki trafik dikkate alınarak, hangi zaman periyotlarında zirve saat değerlerine ulaşılmasıyla ilgili sayımlar gerçekleştirilmiş ve analizler yapılmıştır. Özellikle üniversite güney cephesinde yer alan yol güzergahının D100 karayolu ile olan etkileşimi göz önünde bulundurulmuştur. Bu bölgede yer alan yonca kavşaktaki trafik değerleri ile D100 karayolu yan çıkış tali yol kavşaklardaki trafiğin yoğun olduğu alanlardaki zirve taşıt trafik analizleri yapılmıştır.

Şekil 11'de sabah-akşam trafik zirve saatleri ve sabah-akşam saatlerindeki araç sayım grafikleri sunulmuştur. Şekil 11'e göre, sabah trafiğin en yoğun olduğu saat 8.45 olarak tespit edilmiştir. Akşam saatlerinde ise 17.00-17.45 saatlerinde zirve saat trafik yoğunluğu görülmektedir. Zirve saatlerinde 2500'ün üzerinde taşıt sayımı gerçekleştirilmiştir.

Sabah ve akşam saatlerindeki araç cinsleri ve sayıları Şekil 12'de gösterilmiştir. Şekil 12'ye göre sabah ve akşam saatlerinde araç sayısı ve tipi bakımından en büyük payı otomobiller oluşturmaktadır, kamyonlar ise en az paya sahip araçlar olarak yer almaktadır. Yapılan taşıt sayımları dikkate alındığında sabah toplam taşıt sayısı sayımı 13123, akşam ise 13507 olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümü yapılan taşıt sayımına göre, sabah ve akşam saatlerindeki otomobil oranları sırasıyla % 72.24 ve % 65.64 olarak tespit edilmiştir. En düşük orana sahip kamyon sayıları ise sabah % 1.59, akşam saatlerinde ise % 2.54 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla trafik yoğunluğuna ve sıkışıklığına neden olan taşıt trafiğinde otomobiller sayıca diğer taşıt tiplerine göre oldukça fazla bir yer tutmaktadır.



Şekil 11. Trafik yükü sabah-akşam zirve saatleri (a,b) ve sabah-akşam saatleri araç sayımı (c,d), [14]



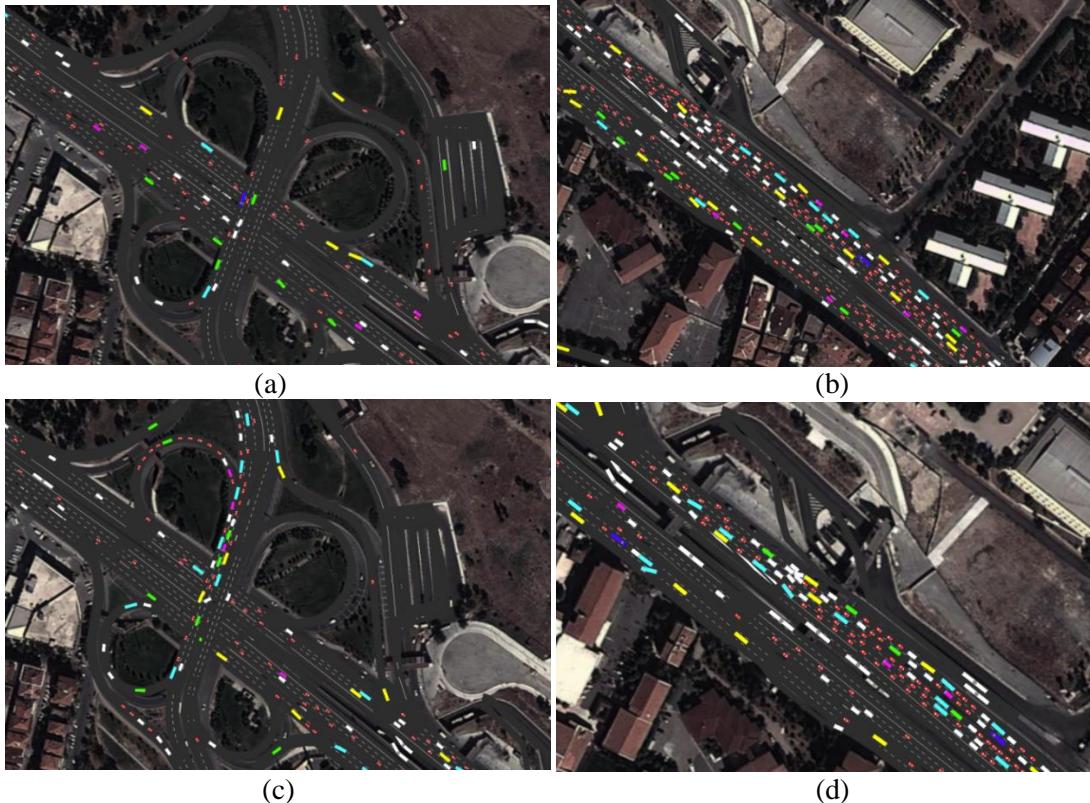
Şekil 12. Sabah (a)-akşam (b) saatleri araç türü dağılımı, [14]

Trafik Modellemesi

Temel model şebeke senaryosu

Üniversite çevresi ve D100 karayoluna bakan kısımların şimdiki durum sabah ve akşam saatleri dikkate alınarak trafik modellemesi gerçekleştirilmiştir. Modeller, sabah ve akşam zirve saatleri taşıt dağılımı ele alınarak yapılmıştır. Sabah zirve saat trafik yoğunluğunun yaşandığı 8.30-9.45 saatleri arasındaki trafik akışı gözlemlenmiştir. Modelleme uygulanırken saat 8.30-9.10 sabah zirve saat trafik yoğunluğu 2 ile 5384 arasındaki veri yerleşimi dikkate alınarak modellemede kullanılmıştır. Temel model şebeke senaryosunda ise akşam iş ve öğrenci çıkışlarının yoğun yaşandığı saat 17.00'den sonraki zaman dilimi dikkate alınmıştır.

Şekil 13'te temel model şebeke senaryosu sabah ve akşam zirve saat taşıt trafik yoğunlukları görülmektedir. Şekil 13a ve Şekil 13b'den anlaşılacağı üzere sabah okul-iş gidiş zirve saatlerinde kampüs çevresi ve D100 karayolu ile tali yollarda yoğun bir trafik akışı gözlenmektedir. Aynı şekilde Şekil 13c ve Şekil 13d'de akşam okul-iş çıkış zirve saatlerine denk gelen zaman aralıklarında kampüs çevresi ve D100 karayolu ile tali yollarda yoğun bir trafik potansiyeli olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 13. Temel model şebeke senaryosu sabah zirve saatleri (a,b), akşam zirve saatleri (c,d), [14]

Şebeke parametre sonuçları

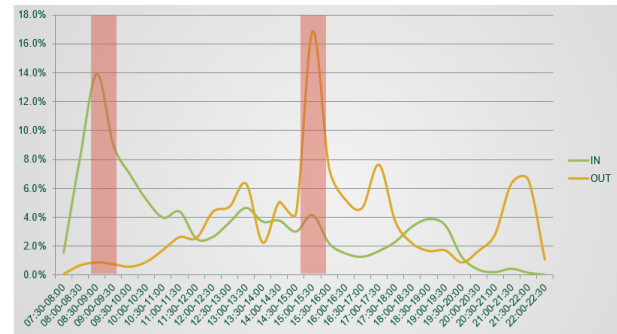
Sabah ve akşam mevcut durum senaryolarında, ağ parametreleri dikkate alınmıştır. Sabah ve akşam trafiğiyle ilgili şimdiki durumlar senaryo edilmiştir. Ağ parametrelerinde toplam simule edilen taşıt sayıları, ağ boyunca toplam taşıt seyahat süreleri, taşıt başına ortalama seyahat süreleri, seyahat eden her bir taşıtın ortalama mesafe aralıkları ve ortalama hızları tespit edilmiştir. Tablo 1’de sabah ve akşam şimdiki durum senaryolarına göre şebeke parametreleri verilmiştir. Tablo 1’den anlaşılacağı üzere simule edilen taşıt sayısı sabah saatlerinde 13378, akşam saatlerinde ise 14310 olarak belirlenmiştir. Ortalama taşıt hızları trafik yoğunluğundan dolayı sabah yaklaşık 23.5 km/sa., akşam ise 17.5 km/sa. olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2 ve Tablo 3’te sırasıyla sabah ve akşam saatlerindeki trafik üretimlerine ait bilgilere yer verilmiştir. Tablo 2 verilerine göre; kısa vadeli senaryo (2023 yılı; metro yapılmadan) sabah 1724 araç/saat, uzun vadeli senaryoda (2028 yılı; metro yapılırca) sabah 1379 araç/saat taşıt trafiği olacağı beklenmektedir. Tablo 3’e göre 2023 yılı kısa dönem akşam zirve saatleri trafik üretiminin metrosuz durumda 1204 olduğu, 2028 yılında metro uygulaması sonrasında ise 963 olacağı dolayısıyla yaklaşık % 20 oranında bir azalma görüleceği tahmin edilmektedir.

Gelecek Senaryoları Trafik Modellemesi

Gelecek senaryoları belirlenirken üniversitenin mevcut ve gelecekteki öğrenci ve çalışan personel sayılarında dikkate alınmıştır. Ayrıca üniversite yerleşkesinin bulunduğu bölge, İstanbul tarihi yarımada dışında kalan bir alanda ve gelişime açık bir bölgede yer almaktadır. 2014 yılında 15648 öğrenci ve 1565 çalışan personel hacmine sahip kampüste, 2023 yılı sonrası bu oranlarda %37.2 bir artış beklenmektedir. Öğrenci potansiyelinin 25.000-30.000 bandında olacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu durumun taşıt trafiğinin yoğun olmasına etkileri olacaktır.

Şekil 14’te sabah-akşam zirve saat faktörüne göre araç giriş ve çıkış saatleri verilmiştir.



Şekil 14. Günlük profil [14]

Şekil 14’e göre; sabah zirve saati faktörü % 11 (1276 araç giriş – 448 araç çıkış), akşam zirve saati faktörü ise % 8 (391 araç giriş-813 araç çıkış) olarak görülmektedir.

Tablo 1. Şimdiki durum sabah ve akşam senaryo ağ şebeke parametreleri [14]

Senaryo	Simule edilen taşıt sayısı (taşıt)	Ağ boyunca toplam seyahat süresi (taşıt*saat)	Taşıt başına ort. seyahat süresi (sn.)	Ağ boyunca toplam seyahat mesafesi (taşıt*km)	Taşıt başına ortalama seyahat mesafesi (m)	Ortalama taşıt hızı (km/saat)
Şimdiki durum (sabah)	13378	637	171	14936	1116	23,46
Şimdiki durum (akşam)	14310	920	231	16043	1121	17,44

Tablo 2. Sabah zirve saatleri araç trafik üretimi [14]

Kısa dönem	Günlük yolculuk	Model paylaşımı	Sabah zirve saat faktörü	Sabah taşıt üretimi	Giriş	Çıkış	Araç giriş	Araç çıkış
Kısa dönem (metrosuz)	62625	%25	%11	1724	%74	%26	1276	448
Uzun önem (metrolu)	62625	%20	%11	1379	%74	%26	1021	359

Tablo 3. Akşam zirve saatleri araç trafik üretimi [14]

Kısa dönem	Günlük yolculuk	Model paylaşımı	Akşam zirve saat faktörü	Akşam taşıt üretimi	Giriş	Çıkış	Araç giriş	Araç çıkış
Kısa dönem (metro öncesi)	62625	%25	% 8	1204	% 33	% 68	391	813
Uzun dönem (metro sonrası)	62625	%20	% 8	963	% 33	% 68	313	650

Mevcut erişim sistemine göre D100 mevcut yol şebekesine bağlantı, üniversite ana giriş kapısından sağlanmaktadır.

Şekil 15'te oluşturulan senaryoya göre 2023 yılı mevcut erişim sistemi, mevcut yol ağı şebekesi ve mevcut trafiğin yeni bypass yoluna olan bağlantıları ile gösterilmiştir. Şekil 15'te; % 5 otoyoldan, % 15 Firuzköy yolundan ve % 30 Bağlar içi yolundan yeni bypass yoluna bağlantılar sağlanarak, trafik yoğunluğunun hafiflemesine önemli katkı sunulacaktır. Şekil 15'ten anlaşılacağı üzere tek güzergahtan (D100 karayoluna cephe yan yol) üniversiteye sağlanan bağlantı nedeniyle oluşan trafik sıkışıklıkları, senaryoya göre alternatif bypass yolların oluşturulması ile azalacaktır. Özellikle üç farklı güzergahtan sağlanan bağlantı bypass yolların, D100 karayoluna paralel kampüs içi arka cephedeki yol güzergahına bağlanması ve bu güzergahın aktif kullanılması ile mevcut duruma göre % 50 oranında trafikte bir rahatlama sağlanacaktır.

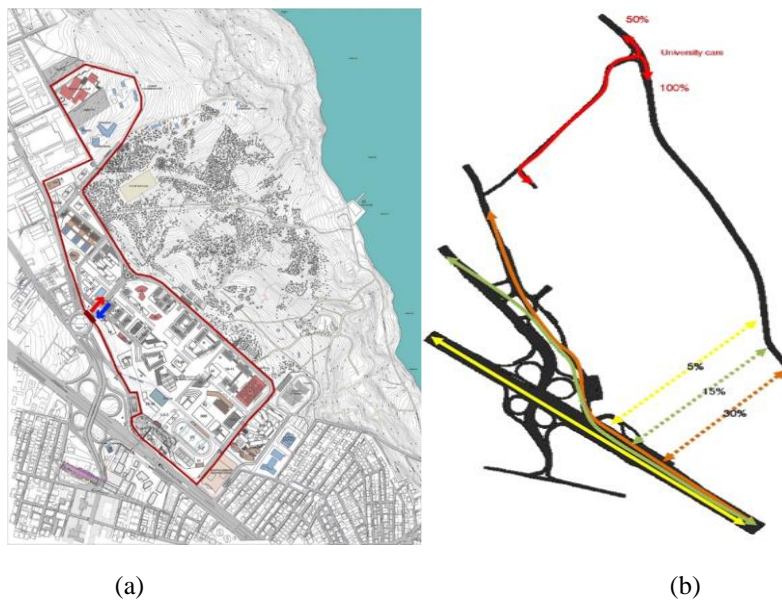
Proje senaryo çalışmaları, ileriye yönelik tahminler ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 2023 yılı ve 2028 yılı taşıt ve nüfus yoğunlukları tahminleri yapılarak, üniversite ve ana yol güzergahları trafik yoğunlukları tahminleri yürütülmüştür. 2023 yılı metro faaliyetlerinin yürütülmediği durum dikkate alınarak üniversite yeni

giriş kapıları ve bypass yolları düşünülerek, trafik akış yoğunluğunun düşürülmesi hedeflenmektedir.

Üniversite kampüs yaya ve taşıt hareket kabiliyetlerinin azaltılmamasına yönelik alternatif üniversite kampüs giriş alan sayıları artırılarak, nüfus ve bunun paralelinde artacak taşıt trafiği yoğunluğunun azaltılmasına yönelik çözüm yolları aranmaktadır.

Şekil 16'da 2023 yılı metro çalışmaları öncesi üniversite alternatif kampüs yeni giriş kapısı ve bağlantısı yaya-taşıtlar ve trafik yoğunluk alanları gösterilmiştir. Şekil 16'ya göre; üniversite ve çevresi kısa dönemdeki yeni erişim sistemi kesintisiz trafik ile talep üniversite trafik yoğunluğunun azalacağı tahmin edilmektedir. Şekil 16'daki senaryodan anlaşılacağı üzere kampüse erişim noktalarının ikisinin D100 karayoluna paralel yan yol ve diğerinin ise arka bağlantı yan yoldan sağlanması ile kampüste tek bir yerden sağlanan erişim noktası nedeniyle meydana gelen trafik yoğunluğunun önüne geçilecektir.

Şekil 17'de ise 2028 yılı metro çalışma faaliyetlerinin tamamlandığı varsayılarak, D100 karayolu ve üniversite kampüsü alternatif giriş kapıları alanlarındaki trafik yoğunlukları gösterilmiştir.



Şekil 15. Mevcut trafiğin bir değişiklik yapmadan (a) ve yeni bypass üzerinde yeniden dağılımı (b), [14]

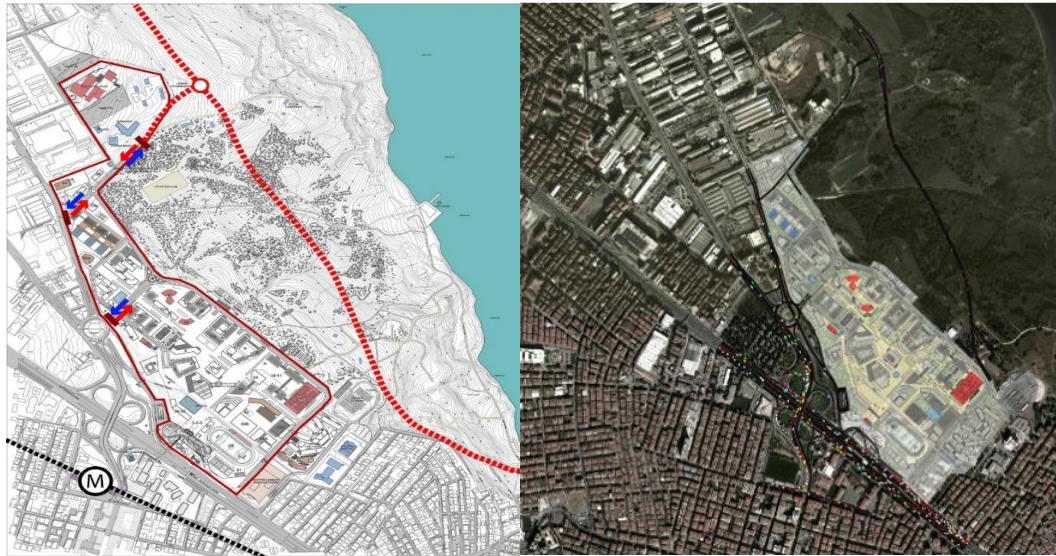
Şekil 17'ye göre üniversite ve çevresi yeni erişim noktaları ve metro sonrası kesintisiz trafik ile talep üniversite yoğunluğunun azalacağı tahmin edilmektedir.



(a)

(b)

Şekil 16. 2023 yılı yeni giriş-çıkış kapısı ve bypass noktaları ile trafik proje senaryosu 1 (metro öncesi), [14]



(a)

(b)

Şekil 17. 2028 yılı yeni giriş-çıkış kapısı ve bypass noktaları ile trafik proje senaryosu 2 (metro sonrası), [14]

Şekil 16a ile Şekil 17a birlikte karşılaştırmalı olarak analiz edildiğinde, Şekil 16a'da üç farklı kampüs girişi ile trafik yoğunluğunun yayılarak azaltılması hedeflenmiştir. Şekil 17a'da ise ilave olarak 2028 yılı metro çalışmaları faaliyetlerinin tamamlanacağı, metro durağının kampüse yakın bir noktada olmasından ötürü, öğrencilerin toplu taşıma ağında metroyu kullanabileceği ve bu durumun trafik yoğunluğunun azalmasına önemli katkı sunacağı düşünülmektedir. Ayrıca metrobüs ana merkez ve park alanları Avcılar yerleşkesi içinde bulunmaktadır. Metrobüs toplu ulaşım ana durağının Avcılar yerleşkesi ana girişi yakınında yer almasından dolayı trafik

yoğunluğu yaşanmaktadır. 2028 yılında metronun aktif hale getirilmesi ve öğrencilerin toplu ulaşım aracı olarak metroyu kullanması ile birlikte hem metrobüs yoğunluğunda hem de trafik yoğunluğunda azalma olacağı öngörülmektedir.

Akşam zirve saatlerine ait modelleme parametreleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Modelleme parametreleri (akşam zirve saatleri), [14]

Senaryo	Simule araç (taşıt sayısı)	Yol ağı toplam seyahat zamanı (taşıt/sa.)	Taşıt başına ortalama seyahat zamanı (sn.)	Yol ağı üzerindeki toplam seyahat mesafesi (taşıt*km)	Taşıt başına ortalama seyahat mesafesi (m.)	Ortalama hız (km/sa.)
Temel model	13740	1126	295	15861	1154	14,08
Faaliyetsiz 2023 yılı	14019	1737	446	15500	1106	8,93
Referans 2023 yılı	13868	1533	398	15466	1115	10,09
Proje senaryosu 2023 yılı	16728	950	204	19386	1159	20,40
Proje senaryosu 2028 yılı	16912	954	203	19447	1150	20

Tablo 4'e göre simule taşıt sayısında 2023 yılı proje senaryosuna göre yaklaşık % 21.7, 2028 yılı proje senaryosuna göre ise yaklaşık % 23 artış olacağı varsayımı ve buna bağlı olarak alternatif yol güzergahları senaryoları dikkate alındığında, yol ağı toplam seyahat zamanında sırasıyla % 16 ve % 15 azalma görülecektir. Bu durum taşıt başına ortalama seyahat zamanında yaklaşık % 31 daha az bir zaman harcanmasına neden olacaktır. Trafikte harcanan sürenin azalması ile yakıt tüketiminden tasarruf sağlanarak daha az gürültü kirliliği ve egzoz gazından kaynaklı çevresel kirliliğinin önüne geçilecektir.

Tartışma ve Sonuç

Üniversite kampüsünün bulunduğu saha, İstanbul İli sınırları içinde bulunmaktadır. İstanbul İli 2021 yılı nüfus sayımına göre 15.840.900 nüfusa sahip olup, önceki yıllara göre nüfus artış hızı % 2,45'tir. Nüfus yoğunluğu 2982 /km²'dir. TÜİK verilerine göre toplam taşıt sayısı 2022 yılında 4.688.022'ye ulaşmıştır. Üniversite kampüs sahası Avcılar İlçesinde yer alıp, nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu Esenyurt ve Küçükçekmece ilçeleri arasında yer almaktadır. Yerleşkenin D100 karayoluna cephe olmasından dolayı konum itibarıyla en fazla taşıt yoğunluğunun bulunduğu güzergah alanı içinde kalmaktadır. Nüfus yoğunluğu ve dolayısıyla taşıt sayısının artması, mevcut yol güzergahı üzerinde trafik yoğunluğuna neden olmakta ve erişim ağlarına ulaşımı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum ulaşımında hem zaman kaybı hem de enerji sarfiyatındaki artışla birlikte çevre kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla maddi yönden de ülke ekonomisine olumsuz etkilerinin olması kaçınılmazdır. Özellikle trafik yoğunluğunun azaltılmasına yönelik çözüm önerileri ile karbondioksit salınımı ve trafik gürültüsünün azaltılması sağlanarak, çevresel kirliliğin yol açtığı problemlerin önüne geçilecektir. Bu bakımdan ileriye yönelik tahminlerde

oluşturulan senaryolar, problemlerin etkilerinin ortadan kaldırılmasına yardımcı olacaktır.

Çalışmada model olarak Avcılar yerleşkesinde yer alan en eski üniversite kampüslerinden biri baz olarak alınmıştır. Mevcut durum, trafik gözlemsel verileri ve gelecekte olması düşünülen trafik yoğunluk parametreleri tahminleri yapılmıştır. Senaryolar oluşturulurken toplu ulaşımın etkileride göz önünde bulundurulmuştur. Şebeke ağının daha iyi hizmet sunabilmesi artan nüfus ve taşıt trafiği etkilerinin azaltılarak daha problemsiz bir seyahat ve üniversiteye erişimin kolaylaştırılması için aşağıda verilen hususların dikkate alınması gerekmektedir.

- 1- Üniversite kampüs girişinde yer alan trafik yoğunluğunu azaltmak için alternatif giriş kapı noktaları düzenlenmelidir.
- 2- Kampüs kullanıcılarının giriş ve çıkış yaya ulaşım erişebilirliğinin sağlanması için üst ve alt yaya geçiş köprülerinin oluşturulmasına olanak sağlanmalıdır.
- 3- Trafik sıkışıklığının etkilerini azaltmak için alternatif yol güzergahlarının oluşturulması elzemdir.
- 4- Trafik yoğunluğunun etkilerini azaltmaya yönelik özel taşıt kullanımını minimize etmek için metro çalışmalarının yapılarak, kullanılmasının cazip hale getirilmesi gerekmektedir.
- 5- Kampüs sahası içinde kullanıcıların zaman kaybı yaşamaması için ring servislerin oluşturulması önem arz etmektedir.
- 6- Çevre dostu elektrikli toplu ulaşım araçları ile bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması, çevre kirliliğinin azaltılması yönünde katkı sunacaktır.
- 7- Trafik akışında sürdürülebilirliğin sağlanması ve sıkışıklığın önlenmesi için toplu ulaşım araçlarının özel taşıt kullanımına göre daha fazla yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Proje senaryolarında 2023 ve 2028 yılları dikkate alınarak kampüs içi nüfus ve trafik yoğunlukları tahminleri yürütülmüştür. Trafik yoğunluğu artışı ve üniversite ile çevre yolu ağı şebekesinde kesintisiz ulaşımın sağlanması için çözüm yolları araştırılmıştır. Kampüs içinde ilave iki yeni giriş-çıkış noktaları oluşturulması, yol ağı şebekesinde yeni bypass yol yapılarak yoğunluğun azaltılması ve yeni metro çalışmalarının tamamlanması ile bölgedeki ulaşım da trafik problemlerinin asgari düzeye indirileceği tahmin edilmektedir.

Teşekkür

Yazar ilgili çalışmada katkılarından dolayı Proger engineering&management firması ile İstanbul Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'na teşekkürlerini sunmaktadır.

Kaynakça

- [1] Mannering, F. L., & Washburn, S. S., Principles of highway engineering and traffic analysis. John Wiley & Sons. (2020).
- [2] Bachechi, C., & Po, L., Traffic analysis in a smart city. In IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence-Companion Volume, 275-282 (2019).
- [3] Liu, F., Andrienko, G., Andrienko, N., Chen, S., Janssens, D., Wets, G., & Theodoridis, Y., Citywide traffic analysis based on the combination of visual and analytic approaches. Journal of Geovisualization and Spatial Analysis, 4(2), 1-17 (2020).
- [4] Tran, M. T., Nguyen, T. V., Hoang, T. H., Le, T. N., Nguyen, K. T., Dinh, D. T., ... & Do, M. N., iTASK-Intelligent traffic analysis software kit. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 612-613 (2020).
- [5] Sony, B., & Rao, C. H., Review and analysis of roadway crash prediction studies on urban roads under heterogeneous traffic conditions. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1197, 1, . 012035 (2021), IOP Publishing.
- [6] Zambrano-Martinez, J. L., Calafate, C. T., Soler, D., Cano, J. C., & Manzoni, P. Modeling and characterization of traffic flows in urban environments. Sensors, 18,7 (2020).
- [7] Carli, R., Dotoli, M., & Epicoco, N., Monitoring traffic congestion in urban areas through probe vehicles: A case study analysis. Internet Technology Letters, 1, 4, e5 (2018).
- [8] Singh, S., Vidya, R., Shukla, B. K., & Moses Santhakumar, S., Analysis of traffic flow characteristics based on area-occupancy concept on urban arterial roads under heterogeneous traffic scenario—A case study of Tiruchirappalli city. In Advances in Water Resources and Transportation Engineering, 69-84 (2021), Springer, Singapore.
- [9] Bari, C. S., Gunjal, T. V., & Dhamaniya, A., A Simulation Approach for Evaluating Congestion and Its Mitigation Measures on Urban Arterials Operating with Mixed Traffic Conditions (2022).
- [10] Otković, I. I., Deluka-Tibljaš, A., & Šurdonja, S. (2020). Validation of the calibration methodology of the micro-simulation traffic model. Transportation Research Procedia, 45, 684-691 (2020).
- [11] Morillas, J. M. B., Gozalo, G. R., González, D. M., Moraga, P. A., & Vilchez-Gómez, R. Noise pollution and urban planning. Current Pollution Reports, 4, 3, 208-219 (2018).
- [12] Prasanga, H. N., & Fernando, P. R. D. Application of dynamic traffic assignment and determine model parameters for urban traffic conditions in Sri Lanka. (2020).
- [13] İstanbul Metropolitan Alanı Kentsel Ulaşım Ana Planı (İUAP), İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Daire Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, (2011).
- [14] İstanbul Üniversitesi - Avcılar Yerleşkesi Master Plan, Avan ve 1. Etap Uygulama Projeleri Ulaşım ve Trafik Etki Analizi Raporu, (2016).
- [15] Bozkurt, T.S. & Karakas, A.S., Investigation of asphalt pavement to improve environmental noise and water sustainability, Sustainability 2022-11-11, (2022). DOI: 10.3390/su142214901
- [16] Bozkurt, T.S. & Karakas, A.S., Gözenekli asfalt kaplamalarda ses yutma katsayısının modellenmesi: kalınlık ve karışım oranı örneği, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 2022-08-29, (2022). DOI: 10.29109/gujsc.1101133