



Sinyalize Bir Kavşakta Simülasyon Tabanlı Fizibilite Çalışması Yeşilova Kavşağı Örneği*

Süleyman Saraç^{1†}, Leyla Suri²

¹ Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Kocaeli, Türkiye (ORCID: 0000-0002-1624-1955), suleymansarac@kocaeli.bel.tr

^{2*} İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0002-3225-1221), lsuri@ticaret.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 2 Kasım 2022 ve Kabul Tarihi 19 Kasım 2023)

(DOI: 10.5281/zenodo.10647015)

REFERENCE/ATIF: Saraç, S. & Suri, L. (2024). Sinyalize Bir Kavşakta Simülasyon Tabanlı Fizibilite Çalışması Yeşilova Kavşağı Örneği. *European Journal of Science and Technology*, (53), 176-188.

Öz

Ülkemizde son yirmi yıllık süreç içerisinde yaşam standardının yükselmesi ve teknolojik gelişmeler sonucu kentlerde seyahat tercihleri değişmeye başlamıştır. Artan yolculuklar iyi yönetilmediği takdirde hava kirliliği, trafik kazaları, zaman kayıpları ve trafik sıkışıklığı gibi çok sayıda soruna yol açabilmektedir. İnsanların trafikte geçirdikleri zamanın artmasıyla kent yöneticileri ve uzmanlar yeni karayolu projeleri ve yeni ulaşım yatırımlarını hayata geçirerek yaşanan trafik sorunlarına çözüm üretmeye çalışmışlardır. Yatırım kararları, detaylı irdelenme ve araştırmalar sonucu verilmezse, trafik sorunlarının çözümünde istenilen neticeyi almak güçleşmektedir. Ortaya koyulan çözüm önerilerinin fayda maliyet analizlerinin ve detaylı bir fizibilitesinin yapılmasının kamunun ve trafik sorunun çözümüne faydası olacaktır. Bu çalışma kapsamında Kocaeli genelinde yapılan analizlerden ortaya çıkan trafik sıkışıklığı ve sorunlarının gözlemlendiği Yeşilova Kavşağı incelenerek ulaşım yatırımlarının trafik sıkışıklığına etkileri trafik modellemesinde kullanılan PTV Vissim yazılımı yardımıyla analiz edilecektir. PTV Vissim yazılımı yardımıyla mevcut durum ve önerileri üzerinde mikro simülasyon modeli oluşturularak halihazırda işleyen mevcut trafik akışı daha önceden yapılan trafik sayımları verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Ulaşım yatırımları alternatifleri arasında geliştirilen senaryolar mevcut ve projeksiyon trafik hacminde test edilerek, Yeşilova kavşağı üzerinde yapılması planlanan projelerin çözüme katkısı karşılaştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: planlama, trafik güvenliği, trafik sıkışıklığı, ulaşım, simülasyon

Evaluation of the Feasibility of Highway Projects with a Simulation Model

Abstract

As a result of the increase in living standards and technological developments in the last two decades of our country, travel preferences have begun to change in cities. If the increased journeys are not managed well, it can lead to many problems such as air pollution, traffic accidents, loss of time and traffic congestion. With the increase in the time people spend in traffic, city managers and experts have tried to find solutions to the traffic problems by implementing new highway projects and new transportation investments. If investment decisions are not made as a result of detailed examination and research, it becomes difficult to get the desired result in the solution of traffic problems. The cost-benefit analysis and detailed feasibility of the proposed solutions will be beneficial for the public and for the solution of the traffic problem. Within the scope of this study, Yeşilova Junction, where traffic congestion and its problems are observed, will be examined and the effects of transportation investments on traffic congestion will be analyzed with the help of PTV Vissim software used in traffic modeling. With the help of PTV Vissim software, a micro-simulation model was created on the current situation and recommendations, and the current traffic flow, which is currently operating, was analyzed using the data of traffic counts made before. In the scenarios developed among the transportation investment alternatives, the existing and projection traffic volumes will be tested and the contribution of the projects planned to be built on the Yeşilova junction to the solution will be compared.

Keywords: planning, traffic congestion, traffic safety, transportation, simulation

* Bu çalışma Süleyman Saraç Yüksek Lisans Tezi kapsamında yapılmıştır.

† Corresponding Author: suleymansarac@kocaeli.bel.tr

<http://dergipark.gov.tr/ejosat>

1. Giriş

Dünyada ve Ülkemizde özel araç kullanımına bağlı olarak artan trafik yoğunluğu ile birlikte trafik sıkışıklıkları da artmış ve ülkemizin önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Trafik sıkışıklıkları sadece zaman ve hava kirliliği bağlamında değil aynı zamanda sosyal ve psikolojik açıdan da toplum sağlığının en önemli sorunlarından biri olduğundan incelendiğinde sorunun önemi daha net ortaya çıkmaktadır.

Kocaeli yaklaşık 1.7 milyon nüfusu ve hızla gelişen imkânlarıyla yoğun göç alan bir kente dönmüş ve özel araç sahiplik oranı da her geçen gün arttığı belirlenmiştir. Araç sahipliğinin artması yeni ulaşım yatırımları incelendiğinde motorlu araç sahipliğinin ve seyahat taleplerinin artması trafik sıkışıklığının artmasıyla orantılı bir yapı oluşturduğu anlaşılmıştır.

Trafik sıkışıklığının yüksek maliyetli ulaşım yatırımları ve kent formunu bozacak köpürülü kavşak çözümleri yerine, hemzemin kavşak çözümleri, sinyaline çözümler, akıllı ulaşım yönlendirmeleri, yoğunluk ölçümleri vb. trafik yönetim uygulamaları ile daha aza indirilebileceğini bazı ölçüm ve değerler ile ortaya koyulacaktır.

Kentlerde artan nüfus ile beraber kentlilerin erişilebilirlik sorunları ortaya çıkmıştır. Bu sorunun çözümü için kent yöneticileri teknik uzmanlar ile çözüm önerileri geliştirmektedir. Yaşanan teknolojik gelişmeler ve kentlilik bilincinin gelişmesi ile yolculuk davranışlarında çeşitlilikler olmaktadır.

Bu çalışma ile ulaşım sorunlarına getirilecek olan çözüm önerileri irdelenerek yapılacak olan yatırımların fayda maliyet karşılaştırması yapılacak olup alternatifler projeksiyon verileri de göz önünde bulundurulacaktır. Simülasyon modellerinin bilgisayar ortamında yapılarak öneriler ve mevcut durumu gerçek zamanlı karşılaştırma yeteneklerinin kullanılmasını sağladığından birbiriyle benzeşen ve ortak amaca hizmet eden programlar kullanılmaktadır. Kentlerde yaşanan trafik sorunlarının çözüm önerileri PTV Vissim yazılımı yardımıyla ortalama gecikme, toplam yolculuk mesafesi, toplam durma sayısı vb. kriterleri irdelenerek yapılacak olup çalışmanın alternatifler arası seçimlerde karar verme mercilerine destek olacaktır. Trafik sorunu yaşanan yerlerde geliştirilecek önerilerin karar verilmesi açısından da literatüre katkı sunması hedeflenmektedir.

Çalışma kapsamında örneklem üzerinden mevcut durum analizlerinin çıkarılması ve irdelenmesi yaşanan sorunların ortaya koyulması, üretilecek alternatiflerin değerlendirilmesi ve karşılaştırılarak çalışma alanı örnekleme için en iyi alternatif ortaya koyulmaya çalışılacaktır.

2. Literatür Taraması

Kentlerde nüfus artış hızı kişisel ve toplumsal tercihleri değiştirmiş olup altyapı ihtiyacı gibi dünya genelinde yaklaşımlar yeni ulaşım altyapılarının yapım politikalarını zorunlu kılmaktadır. (Doğru, Evren, 2017)

Ülkelerin ekonomik gelişimini ve refah seviyesinin göstergelerinden biri de ulaştırma. Erişilebilirliği arttıran sosyo-ekonomik imkan ve yararları oluşturan etkin ulaştırma sistemleri şehirler için fırsatlar oluşturmaktadır. Kentlerin nüfusunun artması, küreselleşme ve ekonomik büyüme ile paralel olarak kentlerin ulaşımı hızlı bir değişim göstermektedir. Her alanda olduğu gibi ulaşım alanında da yapılan bilimsel araştırmaların ve teknolojinin hızlı gelişimi ile konforlu, daha hızlı, güvenli ve kapasitesi yüksek ulaşım isteği de ön plana çıkmıştır. (Durna, Tosun, Yüksel, Demirkol, 2016)

Kentlerde bireysel araç sahipliğinin hızlı bir artış göstermesi ve kentlerin sosyo-kültürel yaşantısının gelişmesi sonucu işe yolculuk oranlarının giderek artması kentlerdeki ulaşım sorunlarını arttırmaktadır. Bunun sonucu olarak kent yöneticileri bireysel otomobil kullanımının yasaklanması, saat kısıtlamaları, yayalaştırma önerileri ve toplu taşıma yönlendirme gibi öneriler geliştirdiler de aynı önerileri sunan yetkililer karayolu ulaşımını destekleyen tünel, katlı kavşak ve yeni yollar açarak sorunu çözme gayreti içindedirler. (Öncü, 2013)

Kentlerin ulaşım sistemi seçiminde ekonomik etkinlik göz ardı edilmemesi gereken bir faktör olmasına karşın birçok ülkede kamu hizmeti ve sosyal politika aracı olarak görülmektedir. Ulaştırma hizmetinin planlaması ve fiyatlandırılmasında ekonomik etkinlik kısıtı dikkate alınmadığında kaynak israfı veya kaynakların etkin kullanılmaması, finansman yetersizliği ulaşım sistemlerinin değerlendirilmesinde çarpıklıklar gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. (Kabasakal, Solak, 2010)

Kamu yatırımları devletin genel kalkınma hedeflerini ve stratejilerini takip etmek için kullandığı temel politika araçlarıdır. Yapımı planlanan altyapı projeleri, mevcut sınırlı kaynaklar dikkate alındığında ülkenin genel kalkınma stratejisi ile uyumlu olmalıdır. Prensip olarak kamu; potansiyel altyapı projeleri için yatırım programı hazırlamalı ve bu programda yer alan proje listesini günün şartlarını göz önüne alarak nihai yatırımın gerçekleşmesinden önce sürekli olarak değerlendirmeye tabi tutmalıdır. (Yılmaz, 2019)

Üretilen çözüm alternatifleri arasında doğru karar verebilme yeteneğini arttırmak amaçlı maliyet, kur değişiklikleri, malzeme fiyatı değişiklikleri, ekonomik süreçlerin değişimleri ile yapılmaktadır. Birbirinden ayrıık gerçekleşen çok sayıda analiz karar verme aşamasında sonuçların değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır.

Trafik akımlarının değerlendirilmesi neticesinde günlük trafik hacmindeki doyunluk gün içerisinde farklılıklar gösterdiği veya önceden kestirilemeyen trafik sıkışıklıkları olan büyük kentlerde sinyal sistemlerinin gerçek zamanlı yönetilebilmeli ve fiziksel düzenleme yapılması önerilerini de çıkartılabildiği ileri düzey yardımcı tekniklere başvurulmalıdır. (Akbaş, İlecal, 1999)

Kocaeli kenti İstanbul'a yakın bir konumda ve İstanbul Ankara Karayolu ve raylı sistem bağlantılarının transit hattında bulunan, güçlü denizyolu bağlantılarına sahip, gelişmiş sanayisi ile ulusal ölçekte ülke ekonomisine katkı sağlayan, il sınırları içinde 1,9 milyonu geçen nüfusuyla öne çıkan önemli bir metropol karakteri sergilemektedir.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nin sınırları Kocaeli il sınırlarını kapsamaktadır. 3.418 km'lik büyükşehir sınırları içinde 12 ilçe bulunmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre Kocaeli İl nüfusu 1.906.391 kişi, Kocaeli kenti merkez ilçesi olan İzmit ilçesinin nüfusu ise 371,002 kişidir (TÜİK, 2021).

Bu çalışmanın amacı, Kocaeli genelinde yapılan analizlere göre trafik sıkışıklığı ve sorunlarının gözlemlendiği Yeşilova Kavşağı özelinde ulaşım yatırımlarının trafik sıkışıklığına etkilerini trafik modellemesinde kullanılan PTV Vissim yazılımı yardımıyla analiz etmektir. İzmit kentinin Yeşilova bölgesinde Sekbanlı Kentsel Dönüşüm Bölgesi, Sepetçi Kentsel Dönüşüm Bölgesi, Kabaoğlu Kentsel Dönüşüm Bölgesi Projeleri devam etmektedir. Kentsel dönüşüm projeleri tamamlandığında artacak nüfusun trafik yüküne yapacağı etki ile mevcut durumdaki sorunlarının tespit edilerek saha gözlemleri ile trafik sayım verileri doğrultusunda tespit edilen sorunlarla ilgili ihtiyaç duyulan analizleri gerçekleştirerek çözümler üretilecektir. Mevcutta sinyalize olarak hizmet veren Yeşilova Kavşağı erişim ve trafik güvenliği açısından yetersiz durumda olup bu kapsamda yolun sınıfı ve fonksiyonu, projelendirme kriterleri, işletme performans düzeyi, trafik güvenliği, çevresel etkiler, yörenin sosyo-ekonomik yapısı ve kültürel özellikleri, trafik hacmi ve kompozisyonu ile kamulaştırma, yapım, bakım ve işletme maliyetleri gibi ayrıntılı mühendislik bilgileri ele alınmıştır.

Fayda Maliyet Analizi (FMA) ülkemizde ve dünyada ulaştırma projelerinin ekonomik değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan önemli bir karar verme tekniğidir. Ancak bu metod çok sayıda verinin analiz edilmesini gerektirmektedir. Bu sebeple doğasında yer alan ve sonuçları olumsuz yönde etkileyen belirsizlik etkisiyle başa çıkmaya ihtiyaç duymaktadır. Bir karayolu projesi veri eksikliği, gelecek yıllara ait tahminler, ekonomik belirsizlik vb. nedenlerden dolayı yüksek belirsizlik etkisine sahiptir. Geleneksel yaklaşımda söz konusu problemi çözmek için Duyarlılık Analizine (DA) dayalı bir risk analizi uygulanmaktadır. (Bağdatlı, 2016)

Simülasyon kelime manası olarak benzetme olarak geçmektedir fakat bilimsel olarak olaya bakacak olursak matematik, istatistik gibi belirli bir model kurmadığımız olayların özünü incelemek amacıyla konuyu suni olarak canlandırmaya, kağıda dökmeye, olay üzerinde kontrol kurma çabasının tamamına simülasyon denir (Aydın, 2007).

Simülasyon kullanmanın amacı hayatımızda meydana gelen her türlü doğal veya beşeri olayların sonucunda elde edilen sonuçları kullanarak tekrar karşılaşılabilecek senaryoları kurgulamaktır. Üretilen senaryoların değişiklikleri barajlarda biriken akarsuların getireceği su yükünün taşması sonucu oluşacaklar üzerine olabileceği gibi nükleer enerji santrallerindeki çevreye olan etkileri üzerine de olabilir. Trafik alanında yapılan simülasyonlar da diğer simülasyonlar gibi aynı amaca hedeflemektedir. Trafik simülasyonları, trafik ağlarının geliştirilmesi ve öneri durumların planlanmasında yardımcı olarak çokça kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Boz ve Gülgen, 2018).

Gelişen ve değişen ülkemizde insan hayatını etkileyen eteklerin ilk sıralarında ulaşım faktörü gelmektedir. Ulaşımın hareketlerinin ve araç sahipliğinin kentlerde artması ile beraber yakıt tüketimi, sera gazı emisyonu, trafik kazaları ve trafikte yaşanan gecikmelerden ötürü zaman kayıplarının artmasını beraberinde getirmiştir. Tüm bunların artması ile beraber hava kirliliği hem çevreyi hem de insan hayatını olumsuz yönde etkilemektedir. Kavşak çözümleri üzerine çalışan meslek gruplarının temel amaçlarından konfor ve güvenlik için kazaların azalması için kamu kurumları yoğun bir mesai harcamaktadır. Ulaştırma mühendisliği dalında plan ve düzenleme verimliliğini tahmin etmek önem arz etmekte olup farklı ulaştırma modları arasında ulaşım ağlarını analiz etmek için de mikro-simülasyon modellemeleri tercih edilmektedir. (Bayata ve Bayrak, 2018).

Son dönemde çözüm alternatiflerinin değerlendirilmesinde trafik simülasyonu, bir çok bilim dalında artarak daha popüler hale gelen bir analiz yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzmanlar, bilgisayar ortamında yapay deney ortamlarını simüle ederek farklı bilimsel sorunların çözümünü aramaktadırlar. "Fizibilitelerini ve doğruluğunu kanıtlamak veya çürütmek, bilimsel modelleri test etmek için bu simülasyon ortamlarını kullanırlar"(Akkaya ve Engin, 2022).

Trafik simülasyon yazılımları

- SUMO - Simulation of Urban Mobility,

Açık kaynaklı bir yazılım olan SUMO yazılımı TraCI modülü ile Python programlama dili kullanılarak simülasyon içerisinde tüm bileşenlere müdahale edebilmektedir. Sunuduğu çeşitlendirme özelliği sayesinde diğer simülasyon programlarına göre çok daha kolaydır (Boz, Gülgen, 2018).

- Aimsun, sürüm 6.0.4

AIMSUN, üç tür taşıma modelini tek bir yazılım uygulamasına entegre eder. Bunlar trafik atama modelleri, mezoskopik bir simülatör ve bir mikro simülatördür. Mikroskobik model, araba takip, şerit değiştirme ve boşluk kabul algoritmalarına dayalı olarak geliştirilmiştir (Akkaya ve Engin, 2022).

- Trafficware SimTraffic,

SimTraffic, sokak ağlarını modellemek için SYNCHRO programını kullanan mikroskobik bir simülasyon paketidir. Başlangıçta arteriyel sinyal sistemi zamanlamasını modellemek için geliştirilmiştir. Yüzeysel sokak ağlarını, otoyolları, örülme bölümlerini, önceden ayarlanmış ve çalıştırılan trafik sinyallerini, dur kontrollü kavşakları, döner kavşakları, toplu taşıma işlemlerini, yayaları vb. simüle edebilir (Akkaya ve Engin, 2022).

- PTV Vissim - Sürüm 9

VISSIM, ayrık, stokastik ve zaman adımına dayalı mikroskobik bir model olan bir trafik akış modeline dayanmaktadır. Model, sürücü-araç birimlerini tekil varlıklar olarak kabul eder ve uzunlamasına araç hareketi için psiko-fiziksel bir araba izleyen modeli ve yanal hareketler için kural tabanlı bir algoritma içerir (Akkaya ve Engin, 2022).

Sinyalize bir kavşakta sinyal programında yapılacak değişiklikleri yerinde uygulamadan önce simülasyonda test edilerek etkisi değerlendirilebilir. Mikrosimülasyon alanında yaygın olarak kullanılan programlardan birisi de VISSIM programıdır. VISSIM, kavşak analizi, ulaşım planlama ve operasyon açısından diğer programlara göre detaylı ve bir çok üstün analizler ortaya koyabilen bir mikro simülasyon programıdır.

3. Metodoloji

Çalışma kapsamında trafik sorunlarının çözüm önerileri hakkında mevcut durum analizleri yapılarak önerilerin birbiri ile ve mevcut durumla karşılaştırılarak en iyi alternatif tespit edilmeye çalışılacaktır.

Çalışma kapsamında Kocaeli ili İzmit İlçesi Yeşilova bölgesinde yer alan Yeşilova Kavşağı örneklem alan olarak belirlenmiştir. Kuzey-Güney aksında D605 Devlet Karayolu ile Yeşilova Mahallesi ile kesişen alanda yoğun konut ve ticaret bölgeleri ile transit trafiği barındıran kavşak alanında mevcut durum trafik sayımları, yaşanan sorunlar irdelenecek olup kavşak performansı ortaya koyulacaktır. Yaşanan sorunları gidermek için 2 adet alternatif karayolu projesi geliştirilecek olup bu alternatiflerin de kavşak performansı analiz edilecektir.

Tüm öneriler ve mevcut durum analizlerinin çıkartılmasının ardından detaylı bir şekilde karşılaştırma yapılacak olup Yeşilova Kavşağı bölgesinde yaşanan trafik sıkışıklıkları ve trafik güvenliği sorunlarını en aza indiren karayolu önerisi seçimi tespit edilmeye çalışılacaktır.

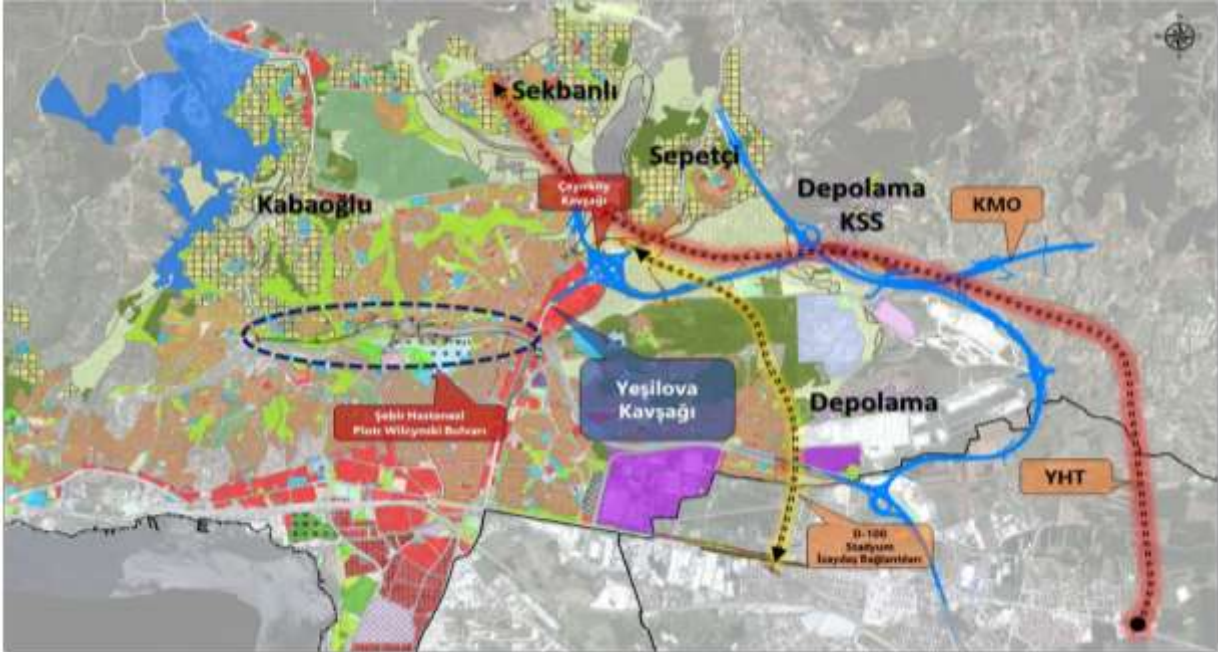
Sağlanan fayda ile proje yatırımlarının seçiminde uygulama süreçlerinde karar verici niteliğinde örnek olması ve simülasyon tekniklerinin kullanılmasına yönlendirmekte çalışmanın sağlayacağı faydalardan biridir.

4. Çalışma Alanı ve Yaşanan Sorunların İrdelenmesi

4.1. Çalışma Alanı

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün projelendirdiği Kuzey Marmara Otoyolu'nun Çayırköy Kavşağı ile bağlantısını, Kabaoğlu, Sekbanlı ve Sepetçi Kentsel Dönüşüm Bölgelerinin ve D-605 Kandıra Otoyolu'nun İzmit ilçesi merkezi ile bağlantısını sağlayabilmek ve mevcuttaki bağlantılarını iyileştirmek adına başlatılmıştır. Şekil-1

Proje bölgesi İzmit ilçesinin Kabaoğlu, Sekbanlı ve Sepetçi Dönüşüm Bölgelerinin güneyinde Küçük Sanayi Sitesi Depolama Alanı'nın batısında, Bölge Hastanesi'nin kuzeydoğusunda İzmit Kent Merkezi'nin kuzeyinde yer alan bölgeyi tanımlamaktadır.



Şekil 1. Proje bölgesinin konumu (Kocaeli Nazım İmar Planı)

4.2. Yaşanan Sorunların İrdelenmesi

Çalışma alanı incelendiğinde (Şekil 2) ulaşım bakımından en mühim sorunlardan birinin kavşağın dört kolundan da gelen trafik akımının yoğun olması ve sinyalize kavşakla düğümlenmesidir. Bu ana bağlantının yakınına büyük yatırımlar yapılmış olması ve gelecek ek trafik yüküyle kapasitenin yetersiz kalması tehlikesidir.

Şekil 3'ün incelenmesi neticesinde; proje bölgesindeki mevcut durumda ortalama gecikme süresinin 1.26 dk, ortalama durma süresinin 2.45 dk, ortalama durma gecikmesinin 0.92 dk, ortalama hız 17.12 km/s olduğu gözükmetedir.



Şekil 2. Proje bölgesinin konumu

Yeşilova Kavşağı'nda mevcut durumdaki durma süresi ve ortalama hız değerleri incelendiğinde trafik yoğunluğu açısından büyük problemler yaşanmakta olduğu gözükmetedir. D-605 ve D-130 Karayolu koridorunda Kandıra ilçesi ile Gölcük ilçesi arasındaki güzergahtaki tek sinyalize kavşak olması da projenin uygulanmasının önemini vurgulamaktadır.



Şekil 3. Proje Bölgesinin Mevcut Durumu

4.3. Sorunların Tespiti ve İrdelenmesi

Şehirler planlanırken kent içerisindeki arazi kullanımlarının oluşturacağı trafik üretim ve çekim yükleri hesaplanarak yeni yol ağları da oluşturulmaktadır. Yani nazım imar planları oluşturulurken yol ağları arasında bir kademelenme oluşturulur ve buna göre yolların tipleri, yönleri ve kapasiteleri belirlenerek erişimi sağlanması amaçlanır.

Uygulanmış veya önerilen farklı dolaşım planları bulunmakta ve şehirlerin arazi kullanımı ile yapılarına göre bir veya birkaç farklı tür dolaşım sistemi bir arada kullanılmaktadır. Örneğin yoğunlukla kent merkezi alanlarında tercih edilen yön uygulamalarını kapsayan dolaşım şemaları, toplam yolculuk mesafeleri ve kesitte ortalama yolculuk hacimlerini arttırmasına rağmen yol ağları üzerindeki kesişme sayısı azaltarak ortalama yolculuk sürelerinde iyileştirmeler sağlanmaktadır.

Dolaşım şemasının oluşturulmasında bisiklet yolları, yayalaştırma, toplu taşıma güzergâhları, özel araç sirkülasyonu ve otopark konumları ile ilgili kararlar göz önünde bulundurularak gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Çalışma bölgesi Kocaeli'nin Kandıra ilçesini diğer ilçelere bağlayan bir bağlantı görevi görmektedir. Dolayısı ile D-605 Karayolu ile D-130 Karayolu arasındaki sinyalize olarak kalan tek kavşak olup güzergahın performansının düşmesine sebep olmaktadır. Güzergahın sürekliliğinin sağlanması için bu kavşağın düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bölgede artacak konut ve ticaret kullanımı bu kavşağın sinyalize olarak hizmete devam etmesi durumunda hizmet seviyesini düşürecektir. Bölgede kullanımların çeşitli olması ve planlanan yeni yatırımlar nedeniyle yolculukların kendi güzergâhlarına erişimlerinin daha hızlı bir şekilde sağlanması için bağlantıların güçlendirilmesi gerektiği öngörülmektedir.



Şekil 4. Proje Bölgesinin Trafik Sayımları

Şekil 4 de proje bölgesinde kavşak üzerinde yapılan trafik sayımları ve simülasyona girilen değerler bulunmaktadır. Trafik sayım verilerinin incelenmesi neticesinde trafik akımının Kol-1 yönünden Kol-2 yönüne 696 araçla olduğu gözükmektedir. Sonra sırasıyla Kol-2 yönünden Kol-1 yönüne, Kol-3 yönünden Kol-2 yönüne ve Kol-2 yönünden Kol-3 yönüne olduğu gözükmektedir. D605 Karayolu olarak adlandırılan İzmit-Kandıra erişimine imkan sağlayan ana arterde yoğun trafik hacmi olmasına rağmen, Kol-2 den Kol-3 e ve Kol-1 den Kol-4 e olan dönüşlerin transit trafiğin ilerlemesinde de gecikmelere sebep olmaktadır. Kent içi erişimler ile transit erişimlerin etkileşiminin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Kente ilişkin olarak üst ölçekte hedeflerin ve stratejilerin belirlendiği Kocaeli Ulaşım Ana Planı çalışması 2015 yılında tamamlanmış ve onaylanmıştır. Planlama hiyerarşisi kapsamında üst ölçekli kararlar uygulama ölçeğine yaklaştıkça alınan bu kararlar detaylı olarak irdelenmektedir.

Bu doğrultuda, mevcut çalışmanın amacı, Kocaeli Ulaşım Ana Planı'nda alınan üst ölçekli kararların detaylı analizlerini ve etütlerini gerçekleştirerek mevcut güncel kullanımları da göz önünde bulunduran çözüm alternatifleri geliştirmektir.

Projeksiyon yılında da mevcut durumda olduğu gibi Şekil 5 de görüldüğü üzere D-130 ve D-605 Karayolu'nda çok yoğun bir trafik oluşacağı ve herhangi bir yatırım yapılmadığı takdirde kapasite açısından yetersiz kalacağı öngörülmektedir. Bu kesimde D-605 Karayolu'nda sabah zirve saatte tek yönde yaklaşık 4,900 araç olması beklenmektedir. (KUAP 2014)



Şekil 5. Projeksiyon Yılında Bölgedeki Trafik Durumu (KUAP 2014)

Bölgede projeksiyon yılında oluşması öngörülen ekstra trafiğin sağlıklı bir şekilde yönetilebilmesi adına İzmit Sektöründe bu doğrultuda yatırım yapılması öngörülmektedir. Bölgede karayolu ve raylı sistem yatırımları ile yaşanacağı öngörülen problemlerin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Proje çalışmaları devam eden KHRS (Kuzey Hafif Raylı Sistem Hattı) ve Üniversite Hafif Raylı Sistem hattı yanı sıra işletme altındaki Otogar-Plajyolu Tramvay hattı çalışma bölgesi yakınındaki raylı sistem yatırımlarıdır. Çalışma bölgesinin yakınında yer alan Çayırköy Kavşağı ve Şehir Hastanesi Kavşağı Projeleri tamamlanmış olup İzaydaş-Stadyum Arası İmar Yolu Düzenlemesi ve Kavşak Projesi Piotr Wilczynski Bulvarı Projelerinin çalışmaları devam etmektedir. (KBB Ulaşım Proje Envanteri)

Ulaşım Ana Planı kararlarından anlaşılacağı üzere Karayolu Bağlantı Yolu üzerindeki çalışma alanındaki kavşak, bölgesel gelişmeler ile birlikte revize edilerek oluşacak projeksiyon trafiğine hizmet edecek hale getirilmelidir.

4.4. Çözüm Önerilerin Karşılaştırılması

İzmit ilçesi Yeşilova Bölgesinde dört kollu sinyalizasyon kavşağının yarattığı sorunlar yerinde yapılan analizler ile tespit edilen mevcut sorunların çözümüne ilişkin olarak iki farklı çözüm önerisi ile alternatifler geliştirilmiş ve Yeşilova Bölgesindeki kavşak üzerindeki sorunlara çözümler üretilmiştir. Karayolu öneri projeleri transit trafik ile kentiçi trafiğini birbirinden ayırarak daha güvenli bir yol ağı oluşturmak hedeflenmiş olup kuzey güney yönlü yoğun akımın kesintisiz bir şekilde devam etmesi ve konut ile ticaret fonksiyonlarının yer aldığı doğu-batı güzergahındaki dönüşleri de trafikte yaşanan gecikmelerin önüne geçecek şekilde tasarlanmıştır. Kuzey- güney yönlü trafiği kesintisiz bir şekilde devam ettirmek doğu-batı yönündeki trafik akışını güvenli bir şekilde sağlamak amacıyla karayolları tasarım el kitabı tasarım kriterleri doğrultusunda projelendirilmiştir.

4.4.1. Alternatif 1

Alternatif 1'de Yeşilova Kavşağı'nın kuzeyinde ve güneyinde firkete kavşak düzenlenmiş ve kavşağın batısında ise dönel kavşaktan önce erken dönüş önerilmiştir.



Şekil 6. Alternatif 1. Proje

Şekil 6 da yer alan bu projeye birlikte kuzeyde 2 şeritli, güneyde ise tek şeritli firkete kavşaklar yapılmıştır. Karadenizliler Mahallesi için dönel kavşak tasarlanmıştır. Karadenizliler Mahallesi ve Yeşilova Mahallerine ulaşılacak yollar gidiş-geliş olarak çift şeritli olarak tasarlanmış erken U dönüşten sonra Yeşilova Mahallesi'ne doğru yol tek yöne çevrilmiştir. Transit trafik 2X2 şeklinde tasarlanmıştır. Bu alternatif kesişen trafik akımlarını en aza indirmek amaçlanmış olup transit trafiğin seyrettiği D605 Devlet Karayolu üzerindeki sinyaller kaldırılmış ve ortalama hız, ortalama gecikmelerdeki değişim gözlenmiştir.

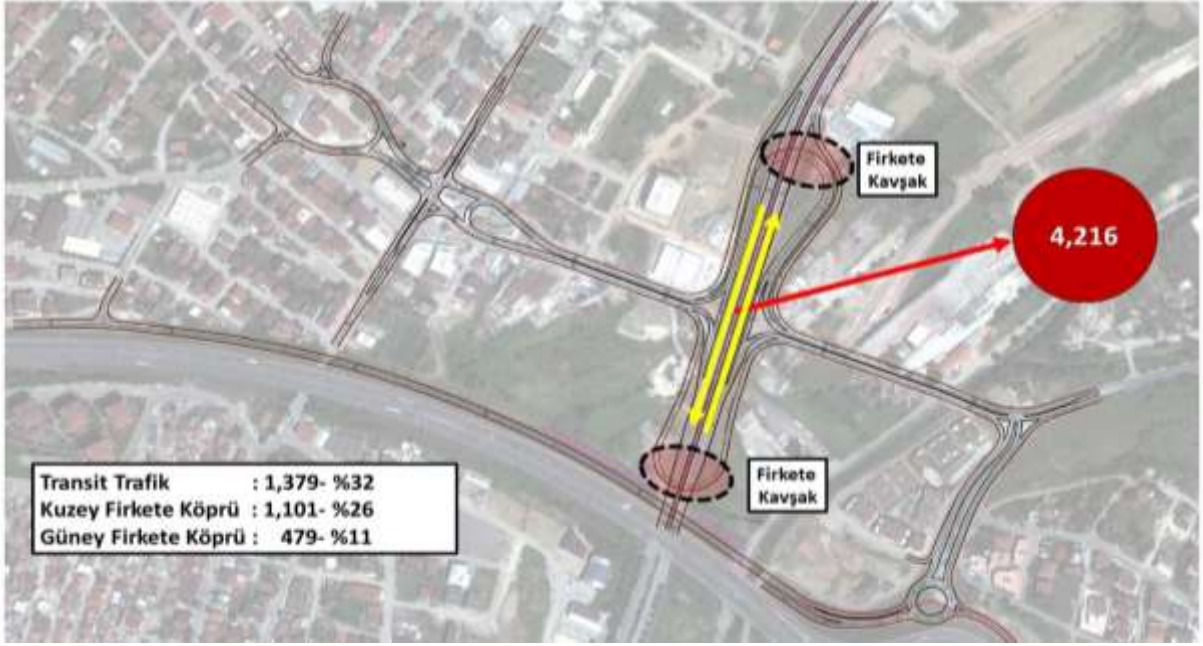


Şekil 7. Alternatif 1 Trafik Simülasyonu

Şekil 7 de yer alan alternatif 1 projesinin trafik simülasyon sonuçlarında renkler hız değişimini, genişlik ise hacim değişimini göstermektedir. Buna göre 50 km altında hızın sadece kavşak yaklaşımlarının da olduğu ortalama kuyruk mesafesinin 24 metre, ortalama gecikmenin 28 olduğu toplam sisteme dahil olan araç sayısının 2331 birim otomobil olduğu analiz çalışmasında sistem performansının C seviyesi olduğu görülmüştür.

4.4.2. Alternatif 2

Alternatif 2' de ise Yeşilova Kavşağı'nın kuzeyinde ve güneyinde firkete kavşak tasarlanmıştır. Karadeniz Mahallesi'ne erişim için dönel kavşak önerilmiştir. Ayrıca Yeşilova girişinde erken u dönüş tasarlanmış Yeşilova'nın merkezindeki yolların tasarımında da değişiklik önerilmiştir.



Şekil 8. Alternatif 2. Proje

İki nolu alternatif proje de (Şekil 8) yapılan iki adet firkete kavşak ile İzmit-Kandıra yolundaki trafik akıcılığı engellenmemiş olup Karadenizliler Mahallesinden gelenler için kuzeyde yapılan iki şeritli firkete kavşak ile Yeşilova Mahallesine gidiş ve İzmit yönüne gidecekler içinde u dönüş tasarlanmıştır. Yeşilova Mahallesinden gelenler için güneyde yapılan tek şeritli firkete kavşak ile Karadenizliler Mahallesine gidiş tasarlanmıştır.



Şekil 9. Alternatif 2 Trafik Simülasyonu

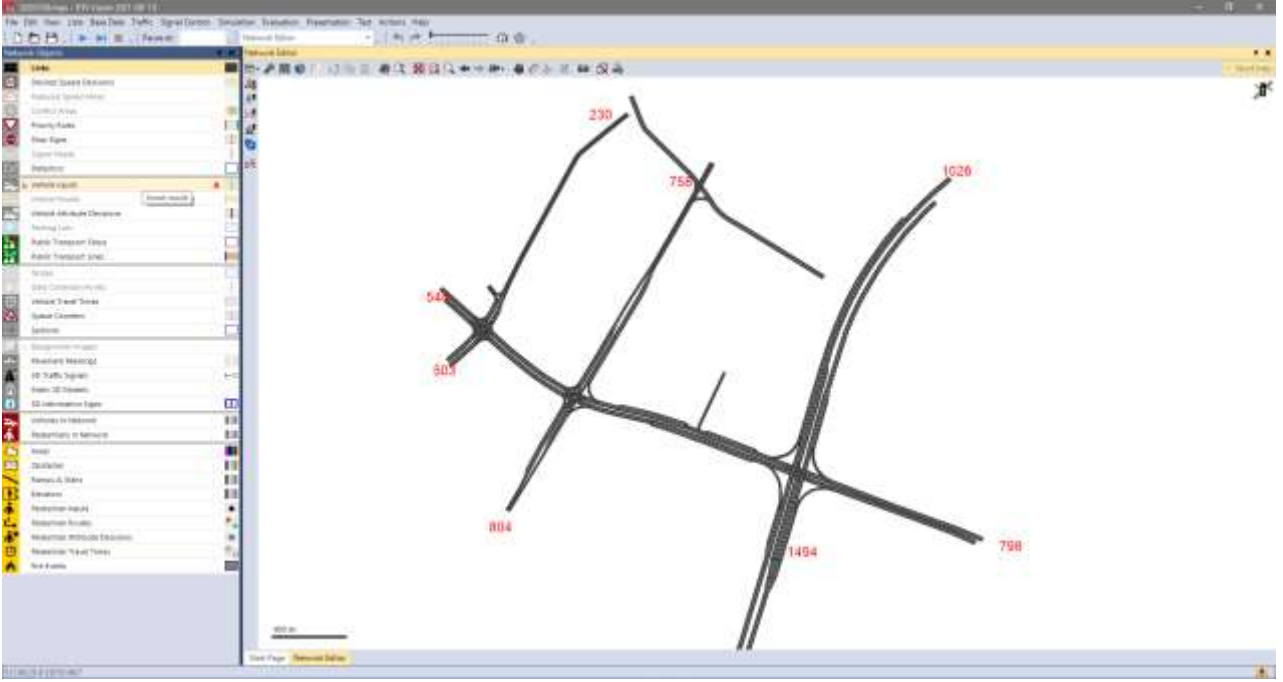
Şekil 9'daki trafik simülasyonu üzerindeki renkler araç hızlarını ifade etmektedir. Yapılan firkete kavşaklar ile İzmit-Kandıra yolundaki, Karadenizliler ve Yeşilova Mahallerinden geliş kısımlarındaki araç hızlarının Şekil 3 de gösterilen mevcut duruma göre arttığı gözlemlenmektedir. Simülasyon genel hizmet seviyesinin ise B seviyesinde olduğu görülmüştür.

5. Sonuç ve Öneriler

5.1. Bulgular

Geliştirilen alternatif önerileri değerlendirecek olursak Alternatif 1'de D-605 Karayolunun kuzey ve güney tarafında iki adet firkete kavşak yapılarak alternatif yönlere dönüşler sağlanmıştır. Alternatif-2 seçeneğinde ise D-605 Karayolu üzerinde iki adet firkete kavşak yapılarak dolaşım sağlanmış ayrıca Yeşilova Caddesi üzerinde erken U dönüşü getirilmiş ve Karadenizliler Mahallesiine ulaşmak için döne kavşak tasarlanmıştır.

PTV Group Vissim yazılımı kabiliyetiyle Yeşilova Kavşağı mevcut şekliyle koridor olarak olduğu şekliyle yolların özellikleri ile beraber (linkler) çizilerek modeli kurulmuş yolların resmi hız verileri, dönüş öncelikleri, sinyal planı ve mevcuttaki trafik hacimleri gibi bilgileri sisteme girilmiştir



Şekil 10. PTV Group Vissim Trafik Hacimlerinin Girilmesi

Koridor üzerindeki kavşakların (cycle time, reduce speed, vehicle input, piortiy rulues) gibi toplam sinyal süresi, faz planı, kavşak dönüş kuralları, hızları, bölgelerden sisteme dahil olan araç sayıları da aynı şekilde simülasyona girilmiştir. Şekil 10 da sisteme yapılan sayım değerleri girildiği görülmektedir. Bu şekilde gerçeğe en yakın modeli yansıtan mikro simülasyon modeli çalıştırılarak mevcut durum analizleri ortaya koyulmuştur. Cycle Time (Toplam sinyal süresi) 120 sn olarak kollara dağıtılan sinyal süreleri aşağıdaki gibidir. (Şekil 11)



Şekil 11. PTV Vissim Sinyal Faz Planlarının Sisteme Girilmesi

Önerilen 2. Alternatifte PTV Vissim yazılımı marifetiyle analiz edilmiş ve sonuçları sadeleştirilerek Tablo 1'deki gibidir. Alternatifler incelendiğinde 1. öneride ortalama gecikme süresi 12,99 sn, ortalama hızın 40,58 km/h, toplam gecikme 19,42 sn, ortalama durma araç başına 0,88 olduğu görülmektedir. 2. öneride ise; ortalama gecikme 10,63 sn, ortalama hız 43,94 km/h, ortalama durma gecikmesi 0,29 sn, toplam gecikmesinin ise 18,21 sn olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Alternatif Projelerin Karşılaştırılması

Ağ Analizi	ALT.-01	ALT.-02	BİRİM
Ortalama Gecikme	12.99	10.63	(sn/araç)
Ortalama Durma	0.88	0.29	Araç/adet
Ortalama Hız	40.58	43.94	(km/sa)
Ortalama Durma Gecikmesi	3.41	4.35	(sn/araç)
Toplam Seyahat Mesafesi	4625.81	5296.94	(km)
Toplam Seyahat Süresi	113.99	120.54	(sn)
Toplam Gecikme	19.42	18.21	(sn/araç)
Toplam Durma Gecikmesi	5.1	0.49	(sn)
Aktif Araç	128	140	adet
Erişmiş Araç	5254	6028	adet
Hesaplanmamış Gecikme	88.774	0.217	(sn)
Hesaplanmamış Araç	166	0	adet

Tablo 2. Kavşak Hizmet Düzeyleri

Karşılaştırma	ALT.-01	ALT.-02	BİRİM
Ortalama Gecikme	12,99	10,63	(sn/araç)
Ortalama Hız	40,58	43,94	(km/sa)
Toplam Seyahat Mesafesi	4625,81	5296,94	(km)
Toplam Kamulaştırma	₺43,307,715.00	₺44,287,930.00	TL
Toplam Yapım Maliyeti	₺53,186,800.00	₺49,000,000.00	TL

Sinyalize Kavşaklar için Hizmet Seviyesi Kriterleri		Sinyalize Olmayan Kavşaklar için Hizmet Seviyesi Kriterleri	
Hizmet Seviyesi	Ortalama Gecikme (sn)	Hizmet Seviyesi	Ortalama Gecikme (sn)
A	≤10	A	0-10
B	>10-20	B	>10-15
C	>20-35	C	>15-25
D	>35-55	D	>25-35
E	>55-80	E	>35-50
F	>80	F	>50

Şekil 1. Kavşak Hizmet Düzeyleri (Chater 35. Capacity And Level Of Service)

2 nolu tabloda sinyalize ve sinyalize olmayan kavşaklar için hizmet seviyesi kriterleri verilmiştir. İncelenmekte olan kavşakta üç nolu şeklin incelenmesi neticesinde hizmet seviyesinin E olduğu gözükmektedir. Yapılan alternatif projeler ile kavşağın hizmet seviyesi 1 nolu alternatif proje ile C seviyesine, 2 nolu alternatif proje ile B seviyesine geldiği anlaşılmaktadır.

5.2. Tartışma

Karşılaştırılan alternatifler incelenmesinde hizmet seviyelerinin yanında kamu kuruluşlarına getirecek olduğu kamulaştırma maliyetleri de göz önüne alınmıştır. Çalışma yapılan alanın çevresi incelendiğinde konut alanları, ticaret alanları ve sanayi bölgelerini kapsamaktadır. Alanı çevreleyen her üç arazi kullanımının da trafik çekim ve üretimleri yüksek olduğu görülmektedir. Bölgesel erişim yolları ile kesişen bir alanda olması hasebiyle de sinyalize bir kavşak olarak hizmet vermesinin de mümkün olmadığı tespit edilmiştir. Zira bölgenin yakın çevresinde Kuzey Marmara Otoyolu ve Tem Bağlantı Otoyolu bağlantısı ile kandıra yolu kesişiminde yer aldığı yaklaşık 100000 aracın bu bağlantı kollarından giriş yapacağı tahmin edilmektedir.

Çalışma yakın çevresinin şehir hastanesi gibi bölgesel gelişimler de göz önüne alındığında Yeşilova kavşağının mevcut haliyle hizmet veremeyeceğini göstermektedir.

Trafik sorunlarının yaşandığı alanlarda simülasyon teknikleri gibi gelişmiş ileri seviye teknolojik programların yaygın olmadığı zamanlarda geliştirilen çözüm önerileri yine bilimsel genel araştırma sonuçları kapsamında oluşturulan karayolları tasarım kriterleri kullanılarak kavşak çözüm tipleri seçilerek yapılıyor olması sınırlı sayıdaki ve projeksiyon verileri göz ardı edilerek yatırım yapıldığından kamu kaynaklarının doğru yere ve doğru zaman projeksiyonunun da kullanılmasını engelleme ihtimalleri bulunmaktaydı. Kentlerdeki seyahat çeşitlilikleri ve sayılarının artmasıyla mikro ölçekte gelişmiş simülasyon teknikleri ile doğru karar ve doğru yatırım kararı alınmasına gerçek zamanlı veriler ışığında karar verilmesi sağlanmıştır.

Kamu yararına uygulanması gereken alternatif 2' nin simülasyon değerlerinde sistemin tamamında ortalama hız 43,94 km/saat olarak seyredeceği, araç başına ortalama gecikmelerin ise 10,63 saniye olacağı belirlenmiştir. Simülasyon sonunda sistemdeki araçların hepsi rotasını tamamlayabilmiştir. D-605 Karayolu Kuzey Marmara Otoyolu Bağlantısı üzerinde oluşması öngörülen trafik yoğunluğunun gerçekleşmesinden önce aksiyon alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yukarıdaki Tablo 3 incelendiğinde 1. ve 2. düzenleme önerilerinin karşılaştırmaları yer almaktadır. Mevcut duruma göre ortalama gecikmeleri baz alacak olursak 1. düzenlemede 12,99 sn, 2. Düzenlemede 10.63 sn ye gerilediği görülmüştür.

İki alternatif de mevcut durum trafik sirkülasyonuna katkı sağladığı ve mevcut durum analizlerinden elde edilen sonuçlara göre de koridor boyunca düzenleme yapılması gerekliliğini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Simülasyon tekniklerinin kullanılması geliştirilen çözüm önerisinin yerinde uygulamalar yapılmadan önce ortaya çıkacak sonuçların incelenmesine fayda sağlamaktadır. Bu yöntemin kullanarak detaylı bir şekilde önerilerin trafik güvenliğinin artması, gecikmelerin azalması, durma sayılarının azalması ve toplam seyahat mesafesi gibi parametlerin değerlendirmesi ile aynı zamanda çevreye salınan azot ve sera gazı emisyonlarının azalmasında ki etkiside gözlemlenebilmektedir. Kentlerdeki sınırlı kaynakların doğru çözüm önerisine yatırım yapılmasına da yön veren bu uygulamaların tüm kentlerde uygulanmasına örnek teşkil edecektir. Gelişen ve değişen dünyada çözüm önerilerinin mevcut durum ile karşılaştırma yapabilme imkanı sağlaması verimli olsa da gerçek zamanlı oranının teknolojinin de gelişmesiyle daha gerçekçi durumları da ortaya koymak adına gelişen versiyonların kullanılmasında fayda olacaktır. Sürücü davranışının da kentlere göre değişkenlik gösterdiği düşünüldüğünde bu verilerin de sistemler üzerinden girilebilmesi aynı zamanda

sayım verilerinin ve makro ölçekli planların da birbiri ile entegre çalışması ile ortaya çıkan sonuçların yatırım kararlarına sunacağı katkı artacaktır.

Trafik sorunlarını yaşadığı kavşak bölgelerinin çözümlerinde değerlendirme kriterlerinde kamulaştırma ve yapım maliyetlerini de göz önünde bulundurarak en yapılabilir ve fizibil çözüm getiren alternatifinin seçilmesi birçok kıstası içerisinde barındırmakta olup çözüm yatırımlarının kıyaslanması sürecinin iyi değerlendirilmesi gerekliliğini göstermektedir.

Kocaeli arazi fiyatları belediye verilerinden elde edilmiş olup proje yaklaşık maliyetler piyasa fiyatları kullanılarak yaklaşık bir maliyet ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Kamu kaynaklarının en iyi şekilde yönetilmesi açısından önerilerin kente sağlayacağı katkının süresi göz önünde bulundurularak hareket edilmesi kamu yararına olacaktır.

Alternatifler arasında seçim yapılırken kentlerin gelecekteki gelişim süreçleri göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Çözüm üretilen bölgenin, projeksiyon trafik hacimleri, gerçek ihtiyaçları, kamulaştırma-yapım maliyetleri ve yatırım öncelikleri değerlendirilmelidir. Gerek duyulması halinde kamu kaynaklarını en doğru şekilde kullanmak adına kısa-orta-uzun vade çözüm önerilerinin kıyaslanması gerekmektedir. Bu şekilde yapılması en doğru yatırımın, doğru zamanda yapımına başlamasına hem de bölgede yaşanan sorunların çözümüne katkı sağlayarak şehirlerin gelişimine çevresel ve yaşanabilir şehirler açısından oldukça katkı sağlayacağı gibi şehirlerin gelecek nesillere aktarımı noktasında da oldukça önemlidir.

Kaynaklar

- Bağdatlı, M.E.C. (2016) Karayolu Projelerinin Fayda Maliyet Analizleri İçin Risk Eklentili Yeni Bir Bulanık Bilişsel Harita Modeli
Yılmaz, S. (2019) Türkiye’de Karayolu Altyapı Yatırımlarının Ekonomik Değerlendirilmesi ve Önceliklendirilmesi
Kocaeli Ulaşım Ana Planı, (2014)
Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] (2021). “İlçe Nüfus İstatistikleri”
Kabasakal, A., Solak, A.O. (2010) Demiryolu ve Karayolu Ulaştırma Sistemlerinin Ekonomik Etkinlik Analizi
Akbaş, A., İlecal, M. (1999) Kent İçi Karayolu Trafikinin Optimasyonu İçin Sinyalize Kavşakların Gerçek Zamanlı Kontrolü
Öncü, E. (2013) Kent İçi Ulaşımında Karar Süreçleri ve Karar Ölçütleri
Durna, T., Tosun, H., Yüksel, Y., Demirkol, İ. (2016) Karayolları 5. Trafik Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi
Doğru, Ş., Evren, G. (2017) Ulaştırma Yatırımlarının Finansmanı
Chapter, Capacity of Level Of Service, Nptel May 3, 2007