

Araştırma Makalesi

Şehir geçişi hizmet sınıfındaki yollarda yan yol katılımlarından kaynaklanan sorunların çözümüne bir öneri: Samsun örneği

Melis Dönmez Akın^{1,*}, Ufuk Kırbaş¹ Emre Akın¹

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

*Correspondence: melisdonmez07@gmail.com

DOI: 10.51513/jitsa.1086347

Özet: Trafik yoğunluğuna cevap veremeyen kavşaklar, taşıt gecikmeleri, akaryakıt tüketimiyle oluşan enerji kayıpları, havaya salınan gazların ve çevresel taşıt gürültüsünün artması gibi olumsuzlukları barındırır. Çalışmada, Samsun ili içerisinde şehirleşmiş bir bölgede Batı Karadeniz transit trafiği ile şehir içi trafiğinin birlikte çalıştığı Atatürk Bulvarı üzerinde trafik hacmi oldukça yüksek birbirini takip eden dört adet dönel kavşakta özellikle yan yol katılımlarından kaynaklı hacim artışıyla ortaya çıkan sorunların giderilmesinde bir geometrik düzenleme önerisi analiz edilmiştir. Bu maksatla öncelikle havadan çekilmiş görüntüler yardımıyla mevcut trafik hacimleri belirlenmiş “Vissim” trafik simülasyon yazılımına işlenerek mevcut trafik sirkülasyonu kalibre edilmiştir. Devamında çözüm önerisi olarak sunulan yol geometrisi kalibre edilen trafik koşullarında simüle edilmiştir. İlaveten trafik hacmi artışı mevcut durum için %10 planlanan tasarım için ise %10 ve %20 oranlarında artırılarak mevcut ve önerilen yol geometrilerinin karşılıklı değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirmelerde gecikme miktarları, ağın performans değerlendirmeleri ve araç seyahat süreleri gibi önemli trafik parametreleri başarımlı ölçütleri olarak karşılaştırılmıştır. Yapılan tüm analiz sonuçlarına göre kuyruk uzunluğu, en büyük kuyruk uzunluğu ve araç gecikme süreleri parametrelerine göre Yeşilyurt, Mimar Sinan ve Ömürevleri kavşak kollarının %75’inde, Türkîş kavşak kollarının ise %100’ünde iyileşme sağlandığı ve trafiğin akıcı bir şekilde devam ettiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sinyalizasyon, vissim, sinyalize dönel kavşak, gecikme

A suggestion to solve the problems arising from side road participation in roads in the city crossing service class: the example of Samsun

Abstract: Intersections that cannot respond to traffic density have negativities such as vehicle delays, energy losses due to fuel consumption, increased gases released into the air and environmental vehicle noise. In the study, a geometric arrangement proposal was analyzed in order to eliminate the problems caused by the increase in volume, especially due to the side road participation, in four consecutive roundabouts with a very high traffic volume on Atatürk Boulevard, where the Western Black Sea transit traffic and the urban traffic work together in an urbanized region in the province of Samsun. For this purpose, firstly, current traffic volumes were determined with the help of aerial images, and the current traffic circulation was calibrated by processing them into the “Vissim” traffic simulation software. The road geometry, which is presented as a solution proposal, is simulated in calibrated traffic conditions. In addition, the traffic volume increase was increased by 10% for the current situation and 10% and 20% for the planned design, and a mutual evaluation of the existing and proposed road geometries was made. In the evaluations, important traffic parameters such as delay amounts, network performance evaluations and vehicle travel times were compared as performance measures. According to the results of all analyzes, according to the parameters of queue length, maximum queue length and vehicle delay times, it was observed that 75% of Yeşilyurt, Mimar Sinan and Ömürevleri junction branches and 100% of Türkîş junction branches improved and the traffic continued fluently.

Keywords: Signaling, vissim, signalized roundabout, delay

* Corresponding author. Melis Dönmez Akın

E-mail address: melisdonmez07@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6435-8947¹; 0000-0002-2389-425X²; 0000-0001-6423-4779³

Received 11.03.2022; accepted 20.06.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylul University.

1. Giriş

Ulaştırma, yük ve yolcuların bir noktadan başka bir noktaya taşınması olarak tanımlanmaktadır. Ulaştırma hizmetinin emniyetli, rahat, hızlı ve ekonomik olması ülkelerin kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sanayileşme süreciyle başlayan ekonomik gelişme ve nüfusun artışı ile taşıt sayıları giderek artmaktadır. Bu artış özellikle şehir içi trafik ağlarında çeşitli sorunların oluşmasına yol açmaktadır. Bu sorunların başında trafik kazaları, hava ve çevre kirliliği, trafik sıkışıklıkları ve gecikmeler gelmektedir. Kavşaklar, farklı doğrultulardan gelen trafik akımlarının kesişim noktaları olduğundan, yol ağı genelinde görülen trafik sirkülasyon sorunlarının büyük bir kısmı da kavşak bölgelerinde yaşanmaktadır (Murat, 1996).

Literatürde, karayolu ağlarında hemzemin kavşak problemlerinin çözümünde, muhtelif geometrik düzenleme önerileri ile başarımın artırıldığı çalışmalar dikkat çekmektedir. Maji vd. (2015) çalışmalarında, trafik hareketlerini bir ada tasarımıyla ayırarak sinyal devre süresini %40 oranında azaltmaya başarmışlardır. Çalışmada, tasarımın verimliliğini doğrulamak için Vissim simülasyon yazılımı kullanılmıştır. Benzer şekilde Bayata ve Bayrak (2018), Erzurum ilinde kavşak olmayan bir bölgeye yarım yonca yaprağı şeklinde kavşak geometrisi önermişlerdir. Tasarım Vissim yazılımı kullanarak analiz edilmiş, seyahat süreleri ve taşıt gecikmelerinde %35, kuyruk uzunluklarında %83, egzoz emisyon oranlarında %23 oranında azalma olduğu görülmüştür. Vinayaka (2016) ise, üç adet kavşak verisini kullanarak doygunluk ve gecikme parametrelerini modellemiştir. Vissim’de kalibre ettiği kavşak modellerinde gecikmeyi azaltacak çözümler önermiştir. Shaaban ve Kim (2015), iki ve üç şerit katımlı kavşakları; trafik hacmi, taşıtların sola dönüş oranları ve ağır taşıt oranı değişimi gibi farklı senaryolarda modellemiştir. Modellemelerde SimTraffic ve Vissim simülasyon yazılımları kullanmış ve bu iki programın performanslarını karşılaştırmış, anlamlı farkların oluşmadığını vurgulamışlardır. Uludamar ve Tüccar (2018) çalışmalarında, Adana ilinde bir dönel kavşağı incelemişler, faz planlarındaki değişimin kuyruk uzunluğu, taşıt gecikmeleri, araç emisyon oluşumuna etkilerini araştırmışlardır. Vissim yazılımında oluşturulan modelde yalnızca yeni planlama ile seyahat sürelerinde %14,7, kuyruklanma mesafelerinde %27,3 ve araç emisyonlarında yaklaşık %20 iyileşmenin sağlanabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca Tianzi vd. (2013), Buck vd. (2017) ve Arfat vd. (2020) gibi araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda geometrik düzenleme yapmaksızın yalnızca sinyalizasyon düzeninin doğru seçilmesi ile kavşak başarımın artırılabilmesine dikkat çekmişlerdir.

Öte yandan literatürde, kavşakların yanında yol koridorlarında da geometrik düzenlemenin etkilerinin araştırıldığı çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. Yavuzylmaz ve Dündar (2017), çalışmalarında 15 Temmuz Şehitler Köprüsü katılımda gişe sahası kaldırılıp, ek şerit uygulamasından da vazgeçildiğinde ortalama taşıt gecikmelerinde %16,26, duraklamalardan kaynaklı gecikmelerde %28,17 oranında azalmanın sağlandığını tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada, düzenleme ile taşıt ortalama hızlarında %16,32 oranında artış görüldüğü belirtilmiştir. Benzer şekilde Stanek (2019) Vissim yazılımı ile analizlerini tamamladığı çalışmasında geometrik düzenleme ile otoyol katılımda kapasitenin %36 oranında artırılabilmesine dikkat çekmiştir. Arkatkar vd. (2016) ve Maitra vd. (2004) tarafından yapılan araştırmalarda yoğun trafik koşullarının hakim olduğu yol koridorlarında katlı kavşak çözümlerinin etkinliğini karşılaştıran analizler yer almaktadır. Lin vd. (2013) ise çalışmalarında tek yön uygulamasının trafik sirkülasyonu üzerindeki başarımını araştırmışlardır. Çalışmada Çin’in Pekin merkezi iş bölgesindeki karayolu ağı Vissim yazılımı aracılığıyla modellenerek ortalama seyahat süresi, ortalama seyahat hızı, kuyruk uzunluğu ve ortalama taşıt gecikmesi parametrelerine göre tek yön uygulamasının başarı sağladığı tespit edilmiştir.

Ayrıca araştırmacılar belirli bir koridor ya da bölgedeki trafiği Vissim simülasyon yazılımında modellemiş sahadan topladıkları trafik etüd verileri ile kalibrasyonlarını sağlamışlardır. Elde edilen bu matematik sorgulama altyapısı ile sirküle olan trafiğin parametre değerlerini belirlemişlerdir. Suleiman vd. (2016) çalışmalarında 15 Temmuz Şehitler Köprüsü’nün batı sınır yaklaşımı boyunca etkili olan D100 koridorunda 5,7 km uzunluğunda bir kesimde hız yönetimi uygulamasının uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Akıllı Ulaşım Sistemlerine (AUS) de altlık oluşturan hız yönetimin yaklaşımın uygulanması durumunda ortalama taşıt gecikmelerinin %7 oranında arttığı, 36 km/sa akım hızında trafik hacminin ise %17 oranında arttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde Kandregula vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada hız yönetimi yaklaşımının seyahat sürelerini %17 oranında, taşıt gecikmelerini ise neredeyse %40 oranında azalttığı açıklanmıştır. Karakikes vd. (2016) tarafından Almanya’nın Baviera

eyaletinde ve Stogios vd. (2019) tarafından Kanada'nın Toronto şehrinde yapılan çalışmalarda AUS temelini oluşturan sistemlerin uygulanması durumunda %20'lere yakın gecikmelerin azaltılmasında %30'lara yakın çevreye salınan zararlı gazların azaltılmasında başarımın sağlandığı kayıtlara geçmiştir. Hatta, Erol (2018)'ün çalışmasında trafik sirkülasyonunun iyileştirilmesinin hemzemin kavşaklarda %40 - %60 aralığında karşılaşılan kazaların azaltılmasında etkili olduğunun altı çizilmiştir.

Bu bölümde incelenen çalışmaların çeşitli parametrelere göre sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Örnek çalışmalara ait sonuçların karşılaştırılması

Yazar	Yer	Gecikmeler	Kuyruk Uzunluğu	Egzoz Emisyon	Seyahat Süresi
Kandregula vd. (2013)	Hindistan Hyderabad	%40,00	-	-	%18,00
Yavuzylmaz ve Dünder (2017)	İstanbul	%16,26	-	-	-
Uludamar ve Tüccar (2018)	Adana	-	%27,30	%20,64	%14,70
Bayata ve Bayrak (2018)	Erzurum	%35,00	%83,00	%23,00	%35,00

Bu çalışmada, Samsun ilinde hem kentsel taşıt trafiğine hem de bölgesel transit geçişlerine hizmet eden Atatürk Bulvarı üzerinde bulunan dört adet kavşakta, geometrik düzenleme ile taşıt kapasitesinin artırılmasının uygulanabilirliği araştırılmıştır. Analizlerde koridorun bütünündeki platform kesiti ile benzerlik gösteren Yeşilyurt, Mimar Sinan, Türkiş ve Ömürevleri sinyalizasyonlu dönel kavşakları değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme için kullanılan uygulama yazılımının kısıtlarından dolayı çalışma alanı dört adet kavşakla sınırlanmıştır. Seçilen bu kavşakların koridorun bütününe trafik karakteristiğini yansıttığı öngörülmüştür. Öncelikle çalışma alanında zirve saatlerde video kayıtları yapılarak ve görüntüler gözle çözümlenerek trafik hacim verileri elde edilmiştir. Ulaşılan veriler, kavşaklarda uygulanan faz planları ve kavşakların geometrik özellikleri Vissim simülasyon yazılımına girdi oluşturacak şekilde kesişme noktalarında dönel kavşakların sirkülasyonu yönlendirdiği mevcut koridor sayısal ortamda modellenmiştir. Mevcut haliyle 2x3 şeritli ve koridorun güney bandında çift yönlü 2 şeritli yan yol olarak çalışan ve mevcut trafik koşulları için kalibre edilen yol kesiti, yan yolları da ana koridora dahil edecek şekilde 2x4 şeritli olarak yeniden modellenmiştir. Devamında çözüm önerisi olarak sunulan yol geometrisi kalibre edilen trafik koşullarında simüle edilmiştir. İlâveten trafik hacmi artışı mevcut durum için %10 planlanan tasarım için ise %10 ve %20 oranlarında artırılarak mevcut ve önerilen yol geometrilerinin karşılıklı değerlendirmesi yapılmıştır.

Değerlendirmelerde gecikme miktarları, ağın performans değerlendirmeleri ve araç seyahat süreleri gibi önemli trafik parametreleri başarım ölçütleri olarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) sorumluluğunda bulunan yol ağında şehir geçişi hizmet sınıfındaki yollarda olup protokollerle devredilen veya yoğun şehirleşme bölgesinde kalması sebebiyle KGM tarafından alternatifleri üretilerek ilgili belediyelere geçen karayolu koridorlarında yan yol katılımlarından kaynaklanan sorunların çözümüne bir öneri olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda geliştirilen kavşak geometrisi önerisi ile özellikle yüksek trafik hacmine sahip yan yol katılımlarının çok şeritli ana koridor üzerindeki olumsuz etkisinin en aza indirilebileceği çok açıktır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmanın bu bölümünde değerlendirilen koridor ve kavşakların geometrileri, kullanılan sinyalizasyon devre planları ile kalibrasyon süreci açıklanmıştır.

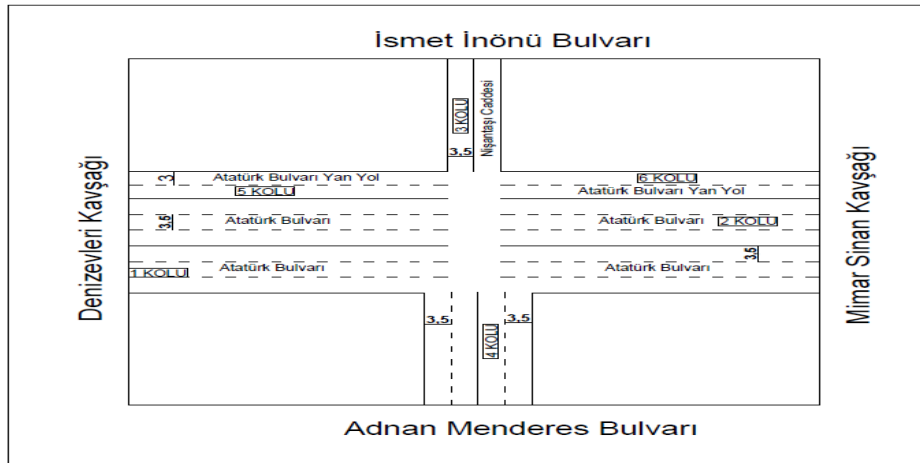
2.1. Çalışma alanı ve mevcut geometri

Çalışmada Samsun ili Atatürk Bulvarı üzerinde yer alan ve koordineli olarak çalışan ayrıca trafik hacimleri oldukça yüksek olan Yeşilyurt, Mimar Sinan, Türkis ve Ömürevleri sinyalize dönel kavşakları incelenmiştir. Atatürk Bulvarı üzerinde ana koridor boyunca aynı trafik akımının üzerinden geçtiği bu kavşakların aralarındaki mesafe yakın olduğundan kavşaklar için üretilen çözüm önerileri de trafik akımlarının etkileşimleri bakımından önem arz etmektedir. Arazi çalışmalarında Yeşilyurt Kavşağı ile Mimar Sinan Kavşağı arasındaki mesafe yaklaşık olarak 495 metre, Mimar Sinan Kavşağı ile Türkis Kavşağı arasındaki mesafe yaklaşık olarak 1014 metre ve Türkis Kavşağı ile Ömürevleri Kavşağı arasındaki mesafe 1108 metre olarak ölçülmüştür. Çalışmada analiz edilen ulaşım koridoru Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Samsun Atatürk Bulvarı üzerinde yer alan Yeşilyurt, Mimar Sinan, Türkis ve Ömürevleri kavşakları

Kavşakların mevcut çalışma durumunu bilgisayar ortamına taşıyabilmek için, diğer bir değişle kalibrasyon için kullanılan trafik sayımları, trafik yoğunluğunun fazla olduğu pazartesi günü 17.30 – 18.30 saatleri arasında yapılmıştır. Kavşak üzerinde İnsansız Hava Aracı (İHA) kullanılarak trafik video kayıtları oluşturulmuş ve kayıt edilen videolar üzerinden manuel olarak trafik hacimleri sayılmıştır. Değerlendirilen koridorda kavşaklara tipik bir örnek kavşak olarak çalışma kapsamında incelenen Yeşilyurt kavşağının fiziksel özellikleri Şekil 2’de görülmektedir.

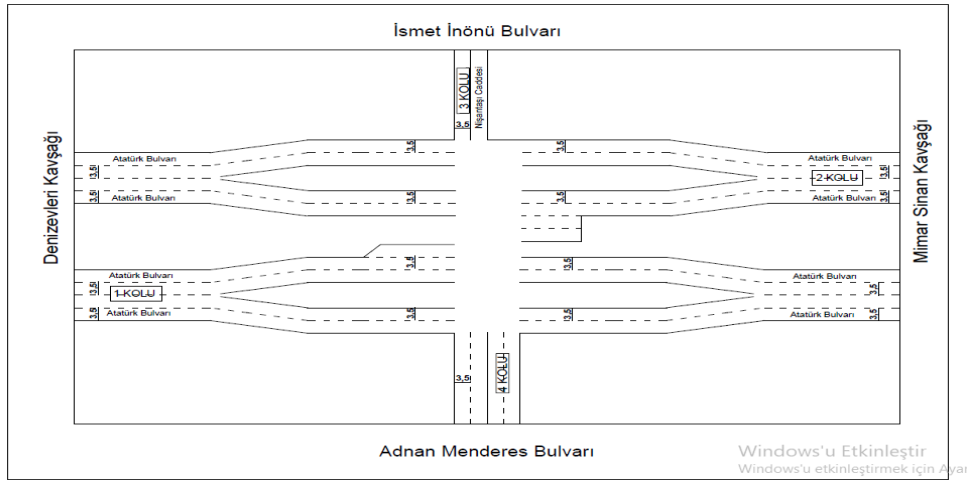


Şekil 2. Mevcut durumda Yeşilyurt Kavşağı

2.2. Planlanan kavşak geometrisi

Planlanan tasarımda, öncelikle trafik yoğunluğunun fazla olması sebebiyle mevcutta bulunan sinyalize dönel kavşak kaldırılarak dönel olmayan, sinyalize kavşak uygulamasına geçilmiştir. Ayrıca yine mevcutta bulunan tek şerit gidiş ve tek şerit dönüş olan Atatürk Bulvarı yan yolu da iptal edilmiştir. Yol

platformu her bir yön için kavşak bölgelerinde en az kavşağın 200 m öncesi ve sonrası yol kesimlerinde, sola dönüş rampası (1 ya da 2 şerit), 2 şerit devam eden ve 2 şerit sağa dönen ya da devam eden olmak üzere 4 şerit ve sola dönüş şerit(ler)i şeklinde tekrar tasarlanmıştır. Koridorun kavşak bölgeleri dışında kalan kesimlerinde 2x4 şeritli bir tasarım öngörülmüştür. Tasarımda şerit genişlikleri 3,5 metre olarak planlanmıştır. Tekrar vurgulamak gerekirse kavşak bölgelerinde 4 şerit olarak devam eden yol platformunda mevcut her bir kavşak bölgesinde öncesinde arada geçiş olmayacak şekilde iki şerit sağ ve iki şerit sol gidiş istikametinde ayrılmıştır. Sağ tarafta kalan iki şerit, düz devam eden araçlar ve sahile dönen araçlar için ayrılmıştır. Sol tarafta kalan iki şerit yaklaşık olarak 60 metre kadar devam edip 2 şerit ve sola dönüş şeritlerine bağlanmıştır. Buradan kavşak bölgesini geçip düz devam edecek olan araçlar bu şeritlerden sağ tarafta kalan 2 şeridi kullanmaya zorlanmıştır. Sola dönüş yapmak isteyen araçlar yine bu şeritlerden sol tarafta sola dönüş şeritleri ve U dönüşü yapmak isteyen araçlar ise bu sola dönüş şeritlerinden en soldaki şeridi kullanmaları öngörülmüştür. Öte yandan, U dönüşü yapmak isteyen araçlar kavşak bölgesine gelmeden yaklaşık 35 - 40 metre öncesinde karar verip U dönüşü yapmak zorunda bırakılmıştır. Tasarımda trafik akımının aksamaması ve akıcı bir şekilde devam etmesi için ayrılan şeritler arasında geçiş bulunmamaktadır. Basit delinatörler yardımıyla hayata geçirilebilecek bu tasarımda, kavşak bölgelerinden sonra yolun önce ayrı ayrı iki şerit olarak yaklaşık 180 - 200 metre daha devam edip sonrasında birleşerek dört şerit şeklinde devam etmesi tasarlanmıştır. Planlanan tasarımın Yeşilyurt kavşağını betimleyen tipik gösterimi Şekil 3'de görülmektedir.

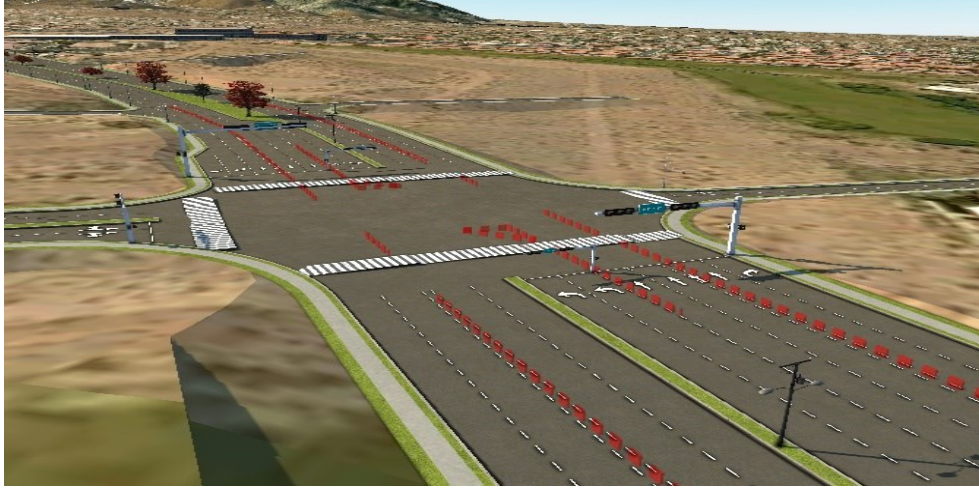


Şekil 3. Planlanan durumda Yeşilyurt Kavşağı

Açıklamaların daha rahat anlaşılması ve görsel olarak ifade edilebilmesi açısından Yeşilyurt kavşağının mevcut hali ve planlanan hali sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterilmektedir. Ayrıca, geometrileri neredeyse bütünüyle birbirine benzeyen Mimar Sinan, Türkis ve Ömürevleri kavşaklarının mevcut halleri ve planlanan halleri sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Mevcut Yeşilyurt kavşağı



Şekil 5. Planlanan Yeşilyurt kavşağı



Şekil 6. Mevcut tipik Mimar Sinan, Türkis ve Ömürevleri kavşakları



Şekil 7. Planlanan tipik Mimar Sinan, Türkis ve Ömürevleri kavşakları

2.3. Kalibrasyon süreci ve model analizleri

İHA video görüntülerinden elde edilen 1 saatlik trafik sayımlarına göre; Yeşilyurt kavşağında 5226 araç, Mimar Sinan kavşağında 5351 araç, Türkis kavşağında 6393 araç, Ömürevleri kavşağında 5439 taşıtın

geçtiği tespit edilmiştir. Havai çekim görüntülerden trafik hacim değerleri sayılırken; otomobil, otobüs, minibüs, midibüs, kamyon, tır, ticari araç ve motosiklet sınıfları dikkate alınmıştır. Ayrıca model kalibrasyonunda, her bir taşıt türü için sahada gözlemlenen hız dağılımlarına uygun veriler girilmiş, böylece modelin gerçeğe yakınlığı artırılmıştır.

Mevcut trafik sayımlarından elde edilen sonuçlar Yeşilyurt, Mimar Sinan, Türkış ve Ömürevleri sinyalizasyon dönel kavşakları için Vissim Simülasyon programına girilerek benzetim analizi yapılmıştır. Burada taşıt cinsleri, taşıt hız limitleri, mevcut sinyalizasyon sistemi esas alınarak kalibrasyon yapılmış ve kuyruk uzunlukları, en büyük kuyruk uzunlukları, araç gecikme süreleri, araçların ortalama seyahat süreleri sonuçlarına ulaşılmıştır. Aynı zamanda trafik sayım sonuçları %10 oranında artırılarak yeniden analiz yapılmıştır. Ancak mevcut trafik hacmi ile yapılan analizde bile yetersiz kalan kavşak geometrileri trafik hacmi %10 artırıldığında büyük oranda trafiğin kilitlenmesine ve aksamasına neden olmuştur.

Aynı trafik hacim verileri, araç cinsleri ve ortalama hızları esas alınarak dönel kavşak uygulamasından vazgeçilmiş ve sinyalizasyon kavşak modellemeleri yapılmıştır. Yeni tasarlanan kavşaklardan elde edilen sonuçların başarılı olduğu görülmüş olup trafik hacim verileri aynı şartlar altında %10 ve %20 oranlarında artırılarak analizler tekrarlanmış ve ortalama kuyruk uzunlukları, en büyük kuyruk uzunlukları, araç gecikme süreleri, araçların ortalama seyahat süreleri sonuçlarına ulaşılmıştır. Mevcut durumdaki kavşak geometrisi ve tasarlanan kavşak geometrisinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2.4. Sinyalizasyon faz düzenleri

Çalışmada mevcut durumdaki kavşak geometrisinin işletiminde kullanılan ve önerilen geometrik tasarımda kullanılması uygun görülen faz düzenleri burada kısaca açıklanmıştır. Mevcut durumu ifade eden ve tüm kavşaklarda aynı olduğu gözlemlenen faz planı saha gözlemlerinden elde edilen verilerle modele uygulanmış, önerilen geometrik tasarımda öngörülen faz düzeni ise tüm kavşaklarda aynı olacak şekilde kurgulanmıştır. Ayrıca tasarımın analizlerinde kullanılan sinyal süreleri tüm kavşaklarda aynı olacak şekilde Webster yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1’de mevcut kavşaklarda kullanılmakta olan 80 saniye devre süresine ve iki faz düzenine sahip tipik faz planı gösterilmiştir. Burada ana yola yan yollardan yapılan katılımlar sonucunda ciddi kesişimler meydana gelmekte olup kavşak bölgesinde sıkışıklığa neden olmaktadır. Bunun bir çözümü için Çizelge 2’de belirtilen 110 saniyelik devre süresine ve dört faza sahip olacak şekilde tasarlanan faz planı gösterilmiştir.

Merkez-Üniversite (Ana Yol)								
Üniversite-Merkez (Ana Yol)								
İsmet İnönü-Adnan Menderes Bulvarı								
Adnan Menderes-İsmet İnönü Bulvarı								
Merkez-Üniversite (Yan Yol)								
Üniversite-Merkez (Yan Yol)								
SÜRELER	2	43	3	2	2	22	4	2

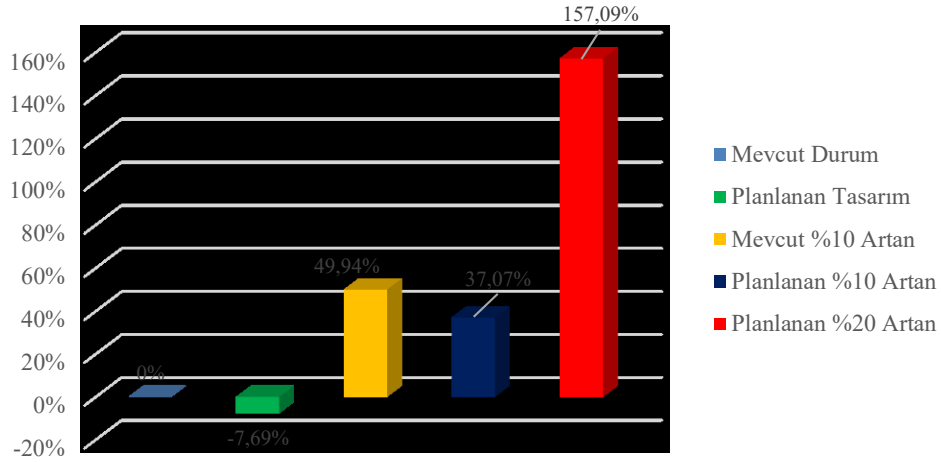
Çizelge 1. Mevcut sinyal faz planı

Merkez-Üniversite (Ana Yol)	2	35	3	1	2	21	3	1	1	15	4	1	16	4	1
Üniversite-Merkez (Ana Yol)	2	35	3	1	2	21	3	1	1	15	4	1	16	4	1
İsmet İnönü-Adnan Menderes Bulvarı	2	35	3	1	2	21	3	1	1	15	4	1	16	4	1
Adnan Menderes-İsmet İnönü Bulvarı	2	35	3	1	2	21	3	1	1	15	4	1	16	4	1
Merkez-Üniversite Kavşak Katılım Ek Şeridi	2	35	3	1	2	21	3	1	1	15	4	1	16	4	1
Üniversite-Merkez Kavşak Katılım Ek Şeridi	2	35	3	1	2	21	3	1	1	15	4	1	16	4	1
SÜRELER	2	35	3	1	2	21	3	1	1	15	4	1	16	4	1

Çizelge 2. Planlanan sinyal faz planı

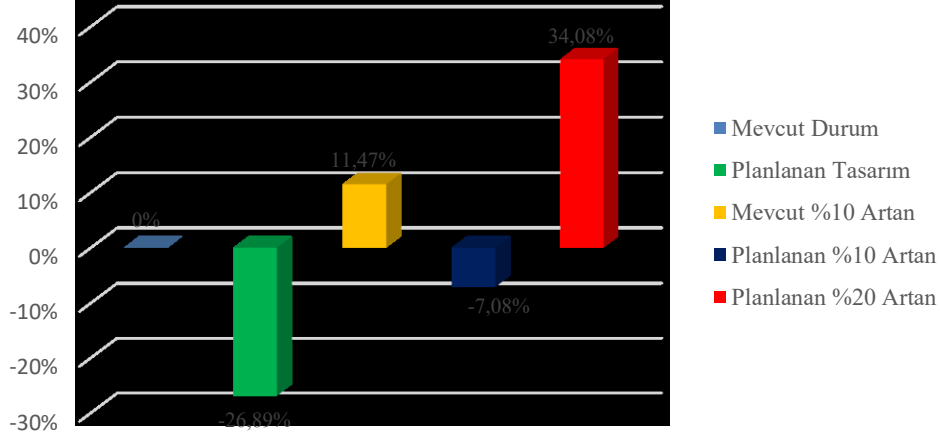
3. Bulgular ve tartışma

Vissim simülasyon programından elde edilen sonuçlara göre Yeşilyurt, Mimar Sinan, Türkîş ve Ömürevleri Kavşak kollarının mevcut durum ve planlanan tasarım için elde edilen sonuçları yüzdeler cinsinden hesaplanarak Şekil 10'dan başlayarak Şekil 21'e kadar gösterilmiştir.



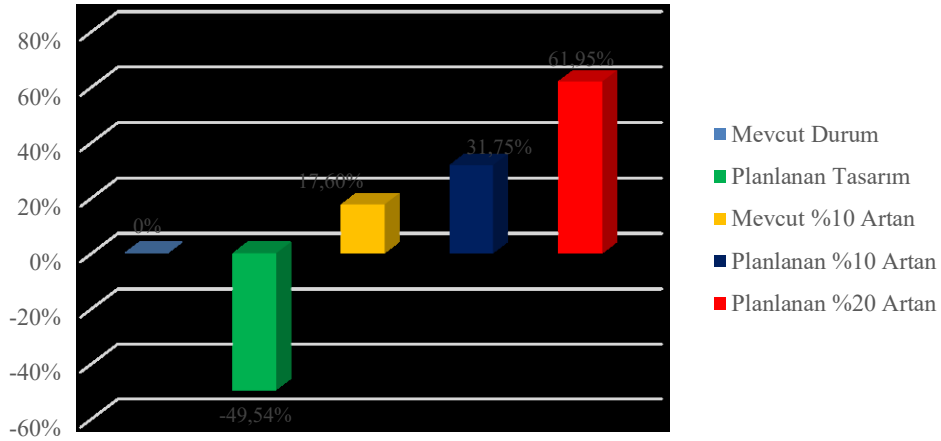
Şekil 10. Yeşilyurt kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için kuyruk uzunluklarının yüzdeler olarak karşılaştırılması.

Yeşilyurt kavşağında mevcut durum ve planlanan tasarım için kavşak geometrileri Şekil 4 ve 5'de gösterilmiştir. Kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 10'da görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama kuyruk uzunluğu %7,69 azalmıştır.



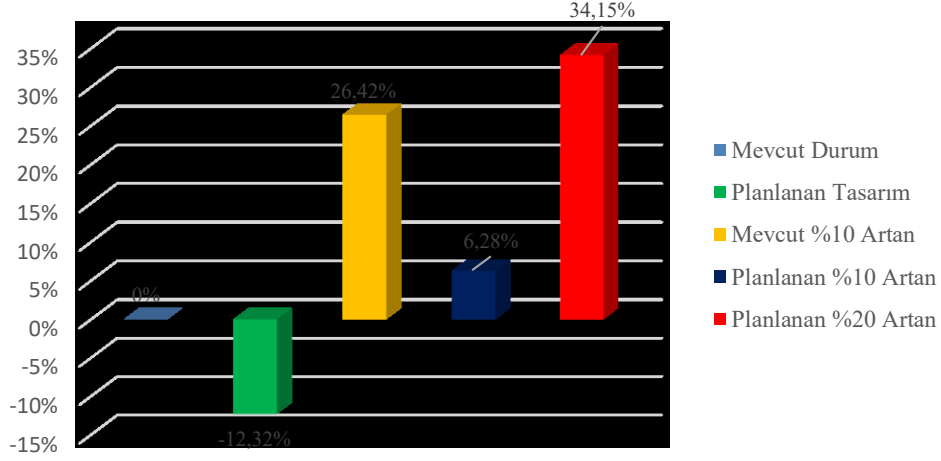
Şekil 11. Yeşilyurt kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için en büyük kuyruk uzunluklarının yüzelik olarak karşılaştırılması.

En büyük kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 11’de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama en büyük kuyruk uzunluklarında %26,89 azalma görülmüştür. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 artırıldığı durumda bile mevcut geometriye göre en büyük kuyruk uzunluklarının %7,08 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olacağını göstermektedir.



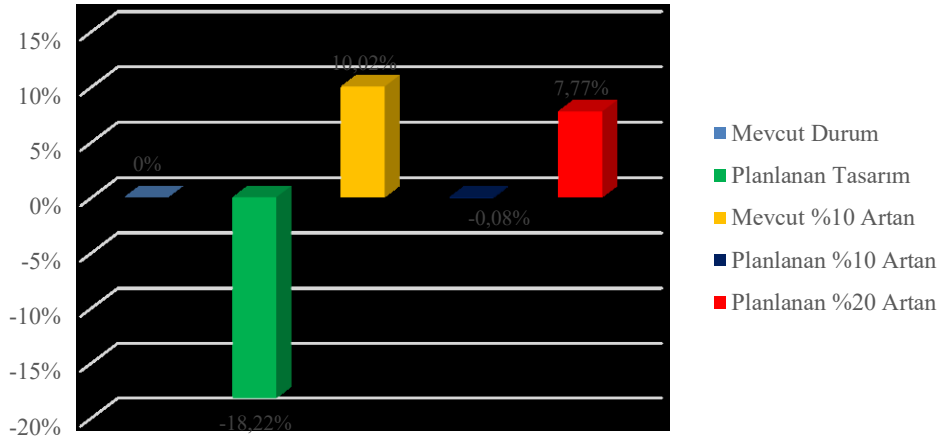
Şekil 12. Yeşilyurt kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için araç gecikme sürelerinin yüzelik olarak karşılaştırılması.

Araç gecikme sürelerinin karşılaştırıldığı Şekil 12’de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarındaki ortalama araç gecikme süreleri %49,54 azalmıştır.



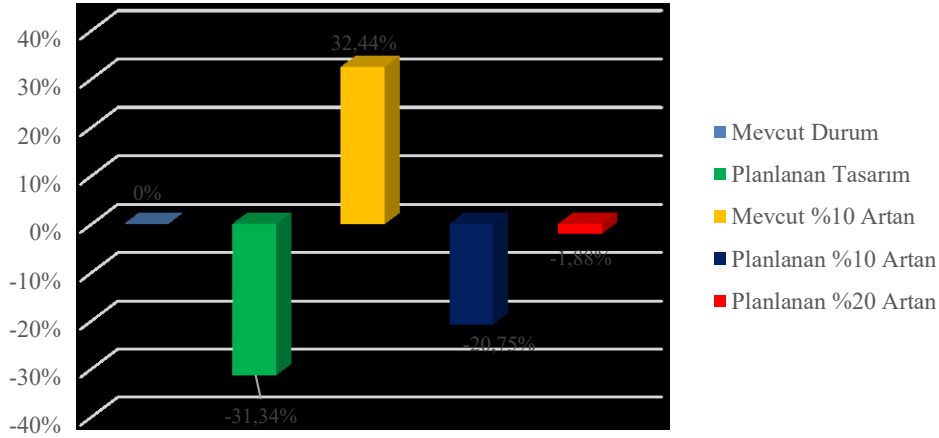
Şekil 13. Mimar Sinan kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için kuyruk uzunluklarının yüzdeleri olarak karşılaştırılması.

Mimar Sinan kavşağında mevcut durum ve planlanan tasarım için kavşak geometrileri Şekil 8 ve 9'da gösterilmiştir. Kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 13'de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama kuyruk uzunluğu %12,32 azalmıştır.



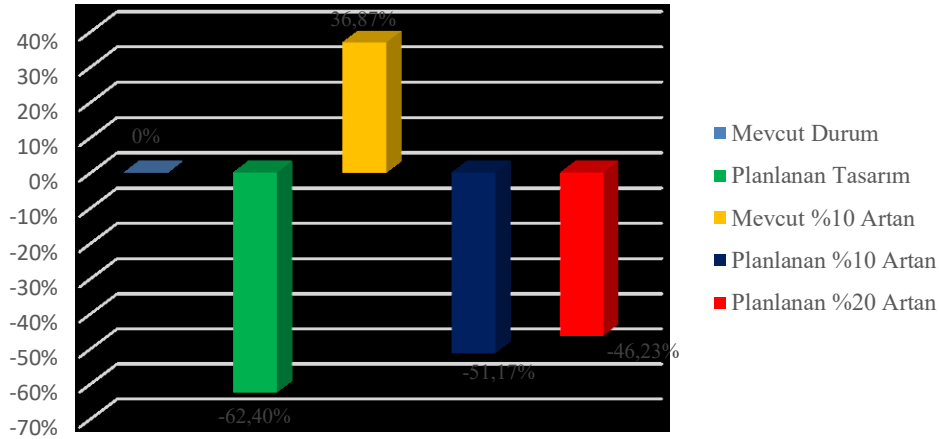
Şekil 14. Mimar Sinan kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için en büyük kuyruk uzunluklarının yüzdeleri olarak karşılaştırılması.

En büyük kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 14'de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama en büyük kuyruk uzunluklarında %18,22 azalma görülmüştür. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 artırıldığı durumda bile mevcut geometriye göre en büyük kuyruk uzunluklarının %0,08 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olacağını göstermektedir.



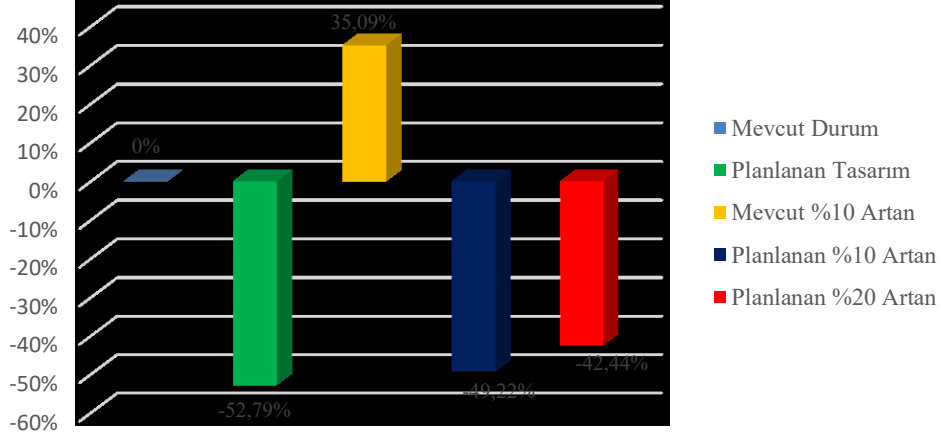
Şekil 15. Mimar Sinan kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için araç gecikme sürelerinin yüzelik olarak karşılaştırılması.

Araç gecikme sürelerinin karşılaştırıldığı Şekil 15’de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarındaki ortalama araç gecikme süreleri %31,34 azalmıştır. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 ve %20 artırıldığı durumlarda bile mevcut geometriye göre araç gecikme sürelerinin sırasıyla %20,75 ve %1,88 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olacağını göstermektedir.



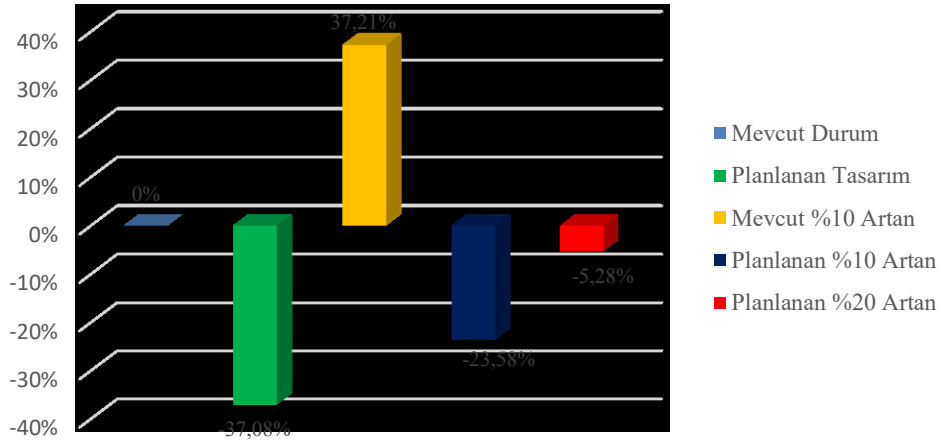
Şekil 16. Türkış kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için kuyruk uzunluklarının yüzelik olarak karşılaştırılması.

Türkış kavşağında mevcut durum ve planlanan tasarım için kavşak geometrileri Şekil 8 ve 9’da gösterilmiştir. Kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 16’da görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama kuyruk uzunluğu %62,4 azalmıştır. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 ve %20 artırıldığı durumlarda bile mevcut geometriye göre kuyruk uzunluklarının sırasıyla %51,17 ve %46,23 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olacağını göstermektedir.



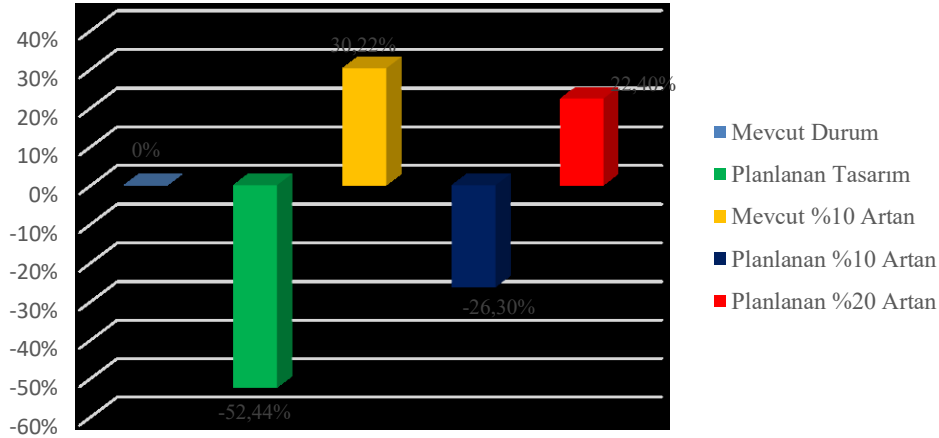
Şekil 17. Türkiye kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için en büyük kuyruk uzunluklarının yüzdeler olarak karşılaştırılması.

En büyük kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 17’de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama en büyük kuyruk uzunluklarında %52,79 azalma görülmüştür. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 ve %20 artırıldığı durumlarda bile mevcut geometriye göre en büyük kuyruk uzunluklarının sırasıyla %49,22 ve %42,44 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olduğunu göstermektedir.



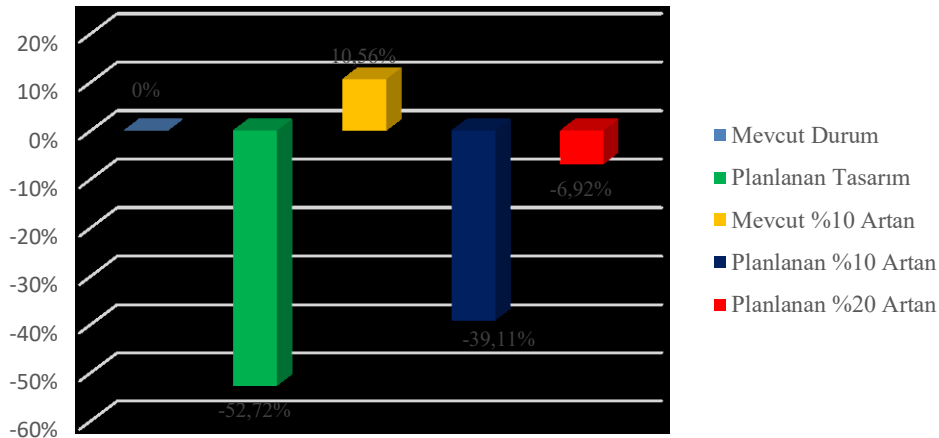
Şekil 18. Türkiye kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için araç gecikme sürelerinin yüzdeler olarak karşılaştırılması.

Araç gecikme sürelerinin karşılaştırıldığı Şekil 18’de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarındaki ortalama araç gecikme süreleri %37,08 azalmıştır. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 ve %20 artırıldığı durumlarda bile mevcut geometriye göre araç gecikme sürelerinin sırasıyla %23,58 ve %5,28 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olduğunu göstermektedir.



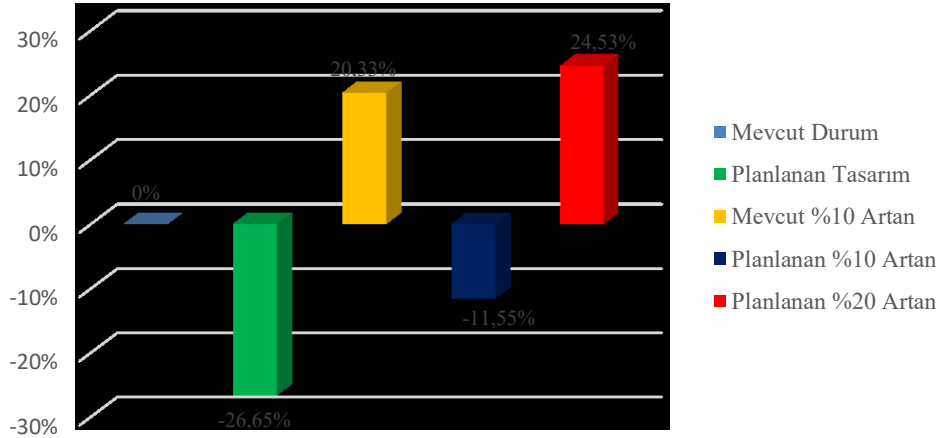
Şekil 19. Ömürevleri kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için kuyruk uzunluklarının yüzdeler olarak karşılaştırılması.

Ömürevleri kavşağında mevcut durum ve planlanan tasarım için kavşak geometrileri Şekil 8 ve 9’da gösterilmiştir. Kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 19’da görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama kuyruk uzunluklarında %52,44 azalma görülmüştür. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 artırıldığı durumda bile mevcut geometriye göre kuyruk uzunluklarının %26,30 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olacağını göstermektedir.



Şekil 20. Ömürevleri kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için en büyük kuyruk uzunluklarının yüzdeler olarak karşılaştırılması.

En büyük kuyruk uzunluklarının karşılaştırıldığı Şekil 20’de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarının ortalama en büyük kuyruk uzunluklarında %52,72 azalma görülmüştür. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 ve %20 artırıldığı durumlarda bile mevcut geometriye göre en büyük kuyruk uzunluklarının sırasıyla %39,11 ve %6,92 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olacağını göstermektedir.



Şekil 21. Ömürevleri kavşak kollarının mevcut ve planlanan tüm durumları için araç gecikme sürelerinin yüzdelik olarak karşılaştırılması.

Araç gecikme sürelerinin karşılaştırıldığı Şekil 21’de görüldüğü üzere planlanan tasarımda mevcut geometriye göre kavşak kollarındaki ortalama araç gecikme süreleri %26,65 azalmıştır. Ayrıca planlanan tasarıma göre mevcut trafik hacminin %10 artırıldığı durumda bile mevcut geometriye göre araç gecikme sürelerinin %11,55 azaldığı görülmüştür. Bu sonuç planlanan kavşak geometrisinin mevcut kavşak geometrisine göre daha başarılı olacağını göstermektedir.

4. Sonuç

Çalışmada, Samsun ilinin önemli bir ana ulaşım koridoru olan Atatürk Bulvarı üzerinde bulunan Yeşilyurt, Mimar Sinan, Türkiş ve Ömürevleri kavşaklarında meydana gelen ve özellikle kavşak bölgesine yan yol katılımlarından kaynaklanan sorunların çözümüne ilişkin bir geometrik tasarımın uygulanabilirliği araştırılmıştır. Trafik sirkülasyonunun değerlendirilmesi için Vissim simülasyon yazılımı kullanılarak mevcut ve planlanan kavşak geometrilerinin benzetim yapılmıştır. Analizler sonucu mevcut geometride ve tasarlanan geometride elde edilen kuyruk uzunlukları, en büyük kuyruk uzunlukları, araç gecikme süreleri, araçların ortalama seyahat süreleri gibi trafik parametreleri kullanılarak tasarımın verimliliği incelenmiştir.

Yapılan tüm analiz sonuçlarına göre mevcut durumlarında sinyalizasyon dönel kavşakların Atatürk Bulvarı üzerinde devam eden trafik hacmine uygun dönüşler için ihtiyaç duyulan yeterli depolama kapasitelerine sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle sinyalizasyon dönel kavşak uygulamasından vazgeçilip sinyalizasyon kavşak uygulamasına geçilmesinin, ayrıca yan yolların iptal edilerek ana akım üzerinde şerit sayılarının artırılmasının doğru olacağı öngörülmüştür. Çalışmada sinyalizasyon faz planı ve devre sürelerinin değiştirilmesiyle birlikte ortalama kuyruk uzunluğu, en büyük kuyruk uzunluğu ve araç gecikme süreleri parametrelerine göre Yeşilyurt, Mimar Sinan ve Ömürevleri kavşak kollarının %75’inde, Türkiş kavşak kollarının ise %100’ünde iyileşme sağlandığı ve trafiğin akıcı bir şekilde devam ettiği görülmüştür.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışma herhangi bir destek almamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

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

Kaynakça

- Arkatkar, S., Velmurugan, S., Puvvala, R., Ponnu, B., & Narula, S.** (2016). Methodology for simulating heterogeneous traffic on expressways in developing countries: A case study in India. *Transportation Letters*, 8(2), 61–76. <https://doi.org/10.1179/1942787515Y.0000000008>
- Bayata, H., F. & Bayrak, O. Ü.** (2018). Yeni yapılması planlanan bir kavşağın mikro-simülasyon ile modellenmesi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11:3, 550-559. doi: 10.18185/erzifbed.441327.
- Buck, H. S., Mallig, N., & Vortisch, P.** (2017). Calibrating vissim to analyze delay at signalized intersections. *Transportation Research Record*, 2615(1), 73–81. <https://doi.org/10.3141/2615-09>
- Çetinkaya, G.** (2008). *Işıklı kavşaklarda değişik hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması*. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Erol, D.** (2018). *Kentiçi ışıklı ve dönel kavşak uygulamalarının performans kriterlerine etkisi: Denizli örneği*. [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi].
- Kandregula, H., P., Shankar, C., S., R., K., Prasad, K. & Reddy, T.,S.** (2013). Evaluation area traffic management measures using microscopic simulation model. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 104, 815-824.
- Karakikes, I., Spangler, M. and Margreiter, M.** (2016). Designing a Vissim-Model for a motorway network with systematic calibration on the basis of travel time measurements. *Transportation Research Procedia*, 24, 171-179. doi: 10.1016/j.trpro.2017.05.086.
- Lin, D., Yang, X. & Gao, C.,** (2013). Vissim-based simulation analysis on road network of CBD in Beijing, China. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 96, 46-472.
- Maitra, B., Azmi, M., Kumar, N., & Sarkar, J.** (2004). Modeling Traffic Impact of Flyover at an Urban Intersection Under Mixed Traffic Environment. *European Transport* 27, 57–68.
- Maji, A., Maurya, A. K., Nama, S., & Sahu, P. K.** (2015). Performance-based intersection layout under a flyover for heterogeneous traffic. *Journal of Modern Transportation*, 23(2), 119–129. <https://doi.org/10.1007/s40534-015-0072-4>
- Murat, Y. Ş.** (1996). *Denizli şehir içi kavşaklarındaki trafik akımlarının bilgisayarla incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi].
- Murat, Y. Ş.** (2012). *Trafik Mühendisliği Ders Notları*. [Pamukkale Üniversitesi, Denizli].
- Shaaban, K. and Kim, I.** (2015). Comparison of SimTraffic and Vissim microscopic traffic simulation tools in modeling roundabouts. *Procedia Computer Science*, 52, 43-50. doi: 10.1016/j.procs.2015.05.016.
- Stanek, D.** (2019). A procedure to estimate the effect of autonomous vehicles on freeway capacity. *Transportation Research Board 98th Annual Meeting* 702 (January).
- Stogios, C., Kasraian, D., Roorda, M.J., Hatzopoulou, M.** (2019). Simulating impacts of automated driving behavior and traffic conditions on vehicle emissions. *Transport. Res. Part D: Transp. Environ.* 76 (October), 176–192. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.09.020>
- Suleiman, G., M., Bezgin, N., Ö., Ergun, M., Gürsoy, M. and KaraÇahin, M.** (2016). Effects of speed management and roadway parameters on traffic flow along arterials. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 170, 346-362.
- Tianzi, C., Shaochen, J. and Hongxu, Y.** (2013). Comparative study of Vissim and Sidra on signalized intersection. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 96, 2004-2010. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.226.
- Uludamar, E. & Tüccar, G.** (2018). Comparison of traffic densities at different signalization timings in roundabouts. *Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences*, 7, 217-223.

Yavuzylmaz, F. & Dünder, S. (2017). 15 Temmuz Şehitler Köprüsü gişe sahasının trafik akımına etkisinin araştırılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8:4, 703-714.