



# Kahramanmaraş Sütçü İmam University

## Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 12.10.2022  
Kabul Tarihi : 01.11.2022

Received Date : 12.10.2022  
Accepted Date : 01.11.2022

### SİNYALİZE BİR KAVŞAKTA PERFORMANS ANALİZİNİN YAPILMASI VE SİNYAL PLANININ EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

#### ANALYSING PERFORMANCE OF A SIGNALIZED INTERSECTION AND INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SIGNAL PLAN ON EXHAUST EMISSIONS

*Bahadır ERSOY ULUSOY*<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0003-3367-8312)  
*Sevil KÖFTECİ*<sup>2\*</sup> (ORCID: 0000-0002-5096-2545)

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sevil KOFTECİ, skofteci@akdeniz.edu.tr

#### ÖZET

Karayollarında kavşakların sundukları hizmet, yol ağlarının bu bölümlerinde oluşan gecikme, bekleme süreleri ve kuyruklanmalar ile ölçülmektedir. Kavşağın performansını göstermekte olan bu parametrelerdeki artış, sürücü davranışlarını, seyahat kalitesini ve kavşağın hizmet düzeyini olumsuz etkilemektedir. Kavşaklarda oluşan uzun bekleme süreleri, yalnızca seyahat kalitesi bakımından değil, aynı zamanda taşıtların gaz salınımları (CO, NO<sub>x</sub>, VOC) ve oluşturdukları ses kirliliği sebebiyle, olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu çalışmada, Antalya kent içi trafiği bakımından önem arz eden Konyaaltı İlçesi'ndeki sinyalize bir kavşak incelenmiştir. Yoğun trafik, sabah ve akşam saatlerinde video kamera ile kaydedilmiştir. Saha çalışmalarından elde edilen trafik verileri ve kavşağın geometrik özellikleri kullanılarak kavşak, bilgisayarda Vissim programı aracılığıyla modellenmiştir. Kavşaklardaki motorlu taşıt kaynaklı çevre kirliliğinin sinyal planında değişiklik yapılarak azaltılabileceğinin araştırılabilmesi için, Vissim programında yeni sinyal planı ile bir durum oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, sinyalize kavşakların sinyal planlarının, kavşaktaki gecikmelere ve dolayısıyla taşıtların egzoz emisyonlarına etki ettiği görülmüştür. Sinyal planında yapılan değişikliklerle, kavşağı kullanan araçların uzun bekleme sürelerinden dolayı sebep oldukları yoğun egzoz emisyonlarının ve artış gösteren yakıt tüketimlerinin azaltılabileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre kirliliği, egzoz emisyonları, kavşak analizi, simülasyon, trafik yönetimi

#### ABSTRACT

The service offered by the intersections is measured with the delays, waiting times and queuing that occur in these parts of the road networks. Long waiting times at intersections have negative effects on the environment, not only in terms of travel quality but also due to gas emissions (CO, NO<sub>x</sub>, VOC) from vehicles and the sound pollution they create. In this study, a signalized intersection in the Konyaaltı District, which is important in terms of Antalya urban traffic, was examined. Heavy traffic was recorded with a video camera during the morning and evening hours. The intersection was modelled on the computer using the Vissim program. In order to investigate whether the environmental pollution caused by motor vehicles at the intersections can be reduced by changing the signal plan, a situation was created with the new signal plan and analyzed in the Vissim program. As a result of the study, it has been seen that the signal plans of the signalized intersections affect the delays at the intersection and therefore the exhaust emissions of the vehicles. With the changes made in the signal plan, it has been determined that the intense

ToCite: ULUSOY, B.E. & KÖFTECİ, S., (2022). SİNYALİZE BİR KAVŞAKTA PERFORMANS ANALİZİNİN YAPILMASI ve SİNYAL PLANININ EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(Özel Sayı), 144-150.

exhaust emissions caused by the long waiting times of the vehicles using the intersection and the increasing fuel consumption can be reduced.

**Keywords:** Environmental pollution, exhaust emissions, intersection analysis, simulation, traffic management

## GİRİŞ

Ülkemizde yolcu ve yük taşımacılığı bakımından ulaşım, büyük bir oranda karayolu taşımacılığı ile sağlanmaktadır. (Aksoy, 2019; Yiğit 2019) Karayollarının yaygın kullanımının yanı sıra, gün geçtikçe artan motorlu taşıt sayısından kaynaklı problemlerin çözümü için, daha detaylı araştırmalar ve faydalı uygulamalar yapabilmek adına, kavşak analizleri, akıllı ulaşım sistemleri ve trafik yönetimi üzerine çalışmalara yoğunlaşılmıştır. (Cheng, Pang, Pavlou, 2020; Madziel, Campisi, Jaworski, Kuszewski, Wos, 2021; Liang, Xiao, Flötteröd, 2021).

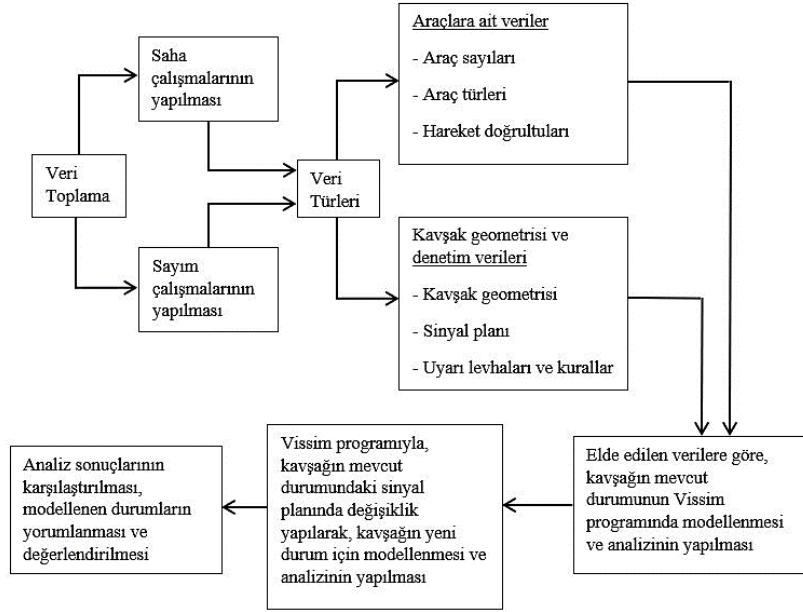
Eşdüzey kavşaklar; aynı düzlemde bulunan ve farklı yönlerdeki trafik akımlarının birlikte kullandığı ortak alan olarak tanımlanabilir. Bu sebeple, özellikle araçların ve yayaların bir arada bulunduğu kent içi yollarda eşdüzey kavşaklar büyük önem taşımaktadır. Yayla (2006), kavşakları; trafik akımlarında en fazla kuyruklanmanın, gecikmenin ve kazaların gerçekleştiği yerler olarak belirtmiş ve bundan dolayı ayrıntılı şekilde analizlerinin yapılarak planlanmasının ve ona göre inşa edilmesinin gerekliliğini vurgulamıştır. Kent içi yollarda genellikle eşdüzey (hemzemin) kavşaklar uygulanmaktadır. Katlı kavşaklar, trafik yoğunluğunu azaltmak ve kavşak performansı açısından en uygun çözüm olmasına rağmen, yüksek yapım maliyetleri sebebiyle öncelikli olarak başka çözümler aranmaktadır. Çözüm yollarından en önemlisi eşdüzey kavşak kontrolünün trafik ışıkları ile sağlanmasıdır. Trafik ışıkları güvenlik bakımından kavşağa katkı sağlamaktadır, ancak; araçların ve yayaların bekleme sürelerini arttırması ve gecikmeye sebep olması kavşaklar için en büyük dezavantajdır. Bu sebeple, kavşakta taşıtların bekleme durumuna ait trafik yoğunluğunun saptanmasında ve ışıklı kavşakların sinyal zamanlarındaki düzenlemelerde gecikme çok önemli bir faktördür (Şimşir, Özkaynak, Ekmekçi,2013)

Kavşak tasarımı ve sinyalizasyon; artan nüfus, motorlu araç kullanımı ve kentleşme ile birlikte ortaya çıkan trafik sorunlarını minimuma indirmek için, güncel olarak üzerine çalışılması gereken konulardır. Doğa dostu uygulamaların yapılabilmesi için motorlu taşıt kullanımı ve sanayileşmenin zararlı etkilerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu sebeple, şehirlerdeki trafik karmaşasının sebep olduğu çevre kirliliğinin azaltılması konusunda, Antalya ilinde sinyalize bir kavşakta iyileştirme önerileri üzerine bir çalışma yapılmıştır. Trafik sayımları yapılarak kavşak mevcut durumuna ait zirve saat trafik değerleri elde edilmiş ve Vissim mikrosimülasyon program ile kavşağın mevcut durum analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonrasında sinyal planında değişiklik yapılarak, yeni durum oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni durum ve mevcut durum arasında karşılaştırma yapılarak, motorlu taşıt trafiğinden kaynaklı çevreye zararlarının azaltıldığı tespit edilmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Çalışma Şeması

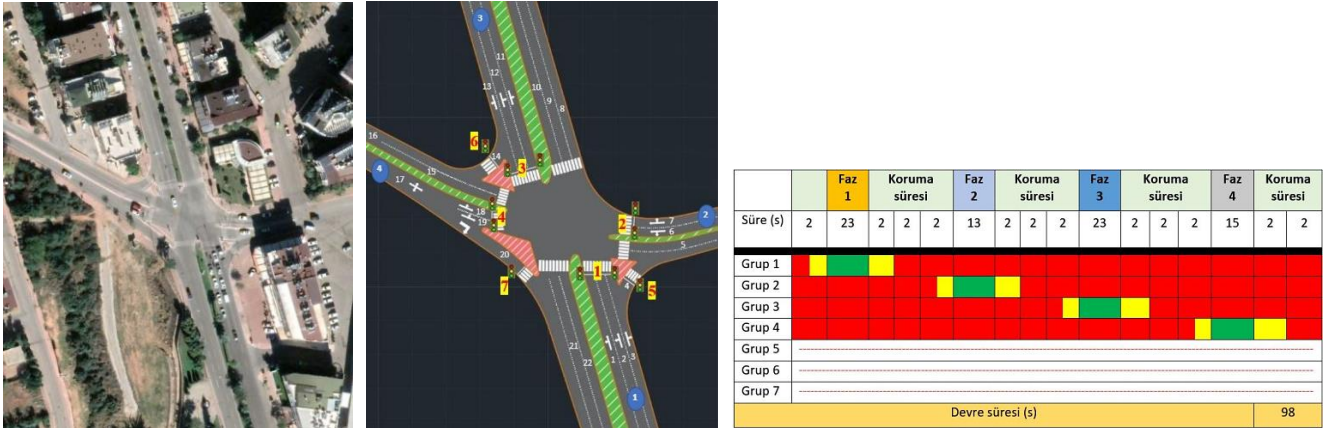
Çalışma adımlarının görsel şeması Şekil 1’de gösterildiği gibidir. Çalışmanın ilk aşamasında, kavşağa ait bilgilerin toplanabilmesi için saha çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma Şeması

Yapılan saha çalışmaları ile **a** yavaşça ait video kaydı yapılarak **b** sonrasında görüntüler izlenerek, trafik ve araç verileri **c** elde edilmiştir. Bu veriler birlikte, kavşağın mevcut durumunu Vissim simülasyon programında modellenmiştir. Modellenen mevcut durum simülasyon programında analiz edilmiştir. Daha sonrasında kavşak için sinyal planında değişiklik yapılarak, yeni durum oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni durum için de Vissim’de modelleme yapılmış ve bu senaryo, programda analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, mevcut durum ve yeni durum arasında karşılaştırmalar yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

### Çalışma Alanı



Şekil 2. a) Kavşağın Uydu Görüntüsü, b) Kavşak İşletim Planı, c) Mevcut Durum Sinyal Planı

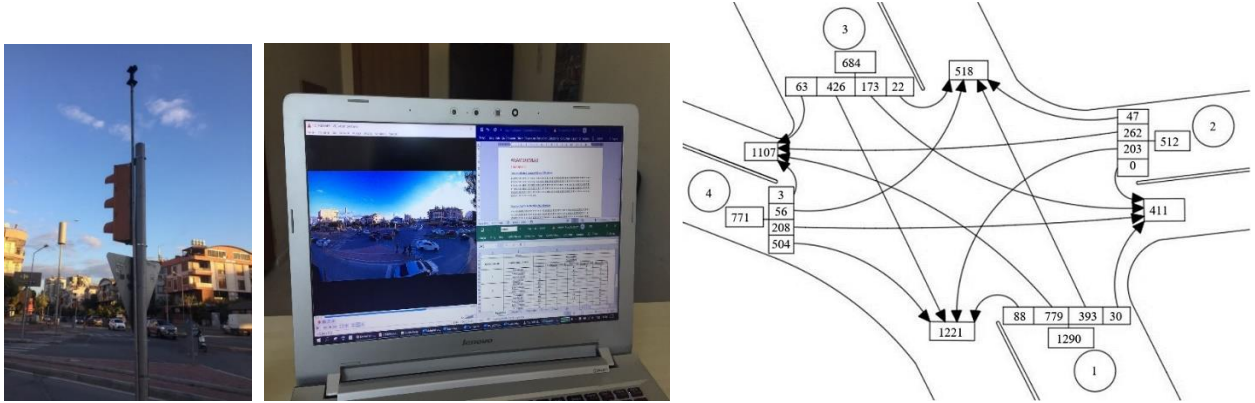
1, 2, 3, ve 4 numaralı yaklaşım kolundan gelen araçlar; U dönüş, sağa dönüş, sola dönüş ve düz gidiş hareketi yapabilmektedirler. Sağa dönüşler için kanallama yöntemi kullanılarak, trafik ışığı beklemeksizin kontrollü geçiş imkanı verilmiştir. 1, 3 ve 4 numaralı kavşak yaklaşım kollarından gelen taşıtların sağa dönüş hareketleri için birer trafik adası bulunmaktadır. Trafik adalarıyla ayrılan bu kanallama kısımlarında kırmızı flaşlar ile, sağa dönüş yapacak taşıtların, yolu kontrol ettikten sonra hareketlerine trafik ışığı beklemeden devam etmeleri sağlanmaktadır.

Mevcut sinyal planına ait görsel Şekil 2c’de gösterilmiştir. 5,6 ve 7 numaralı trafik lambaları, kırmızı flaş olarak işlemektedir ve taşıtların bir sonraki yola bağlanmalarında kontrollü geçiş imkanı sunmaktadır. 1,2,3 ve 4 numaralı sinyal grupları, kavşak yaklaşım kollarından gelen trafik akımlarına ardışık sırayla geçiş hakkı sunacak şekilde tasarlanmıştır.

Şekil 2c’de, kırmızı boyalı alanlar, kırmızı ışığı temsil etmektedir. Yeşil boyalı alanlar, yeşil ışığı; sarı boyalı alanlar, sarı ışığı ve kırmızı-sarı boyalı alanlar, kırmızı-sarı geçişli ışığı temsil etmektedir. Kırmızı kesik çizgili olarak taralı alanlar ise kırmızı yanıp sönen ışığı temsil etmektedir.

### Trafik Sayım Çalışmaları

Çalışmanın yapıldığı kavşak; Antalya ili Konyaaltı ilçesi Pınarbaşı Mahallesinde, Pınarbaşı Caddesi üzerinde bulunmaktadır. 732. Sokak ile Pınarbaşı Caddesi kesişiminde yer alan bu kavşak, hafta içi en yoğun olduğu gözlemlenen üç gün sabah 08:00-09:00 ve akşam 17:00-18:00 arası kamera kurulumu yapılarak kayıt altına alınmıştır. Yapılan sa [a] ların sonucunda zirve saat tra [b] olarak Pazartesi günü saat 17:00-18:00 aralı [c] spit edilmiştir. Mevcut du [a] analizinin yapılmasında zirve sa [b] afiği dikkate alınarak çalışılmıştır. Kavşağa ka [c] nın kurulabilmesi için, Antalya Valiliği ve Antalya İl Emniyet Müdürlüğü’nden, gerekli resmi yazışmalar yapılarak, izinler alınmıştır.

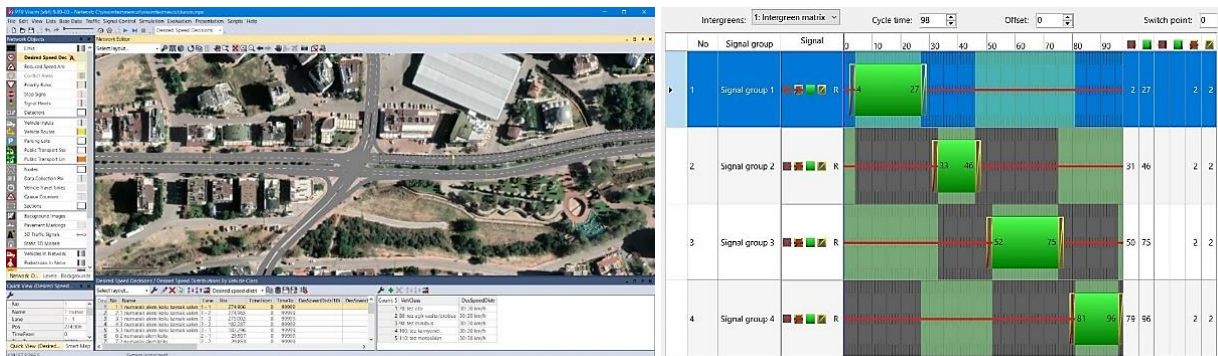


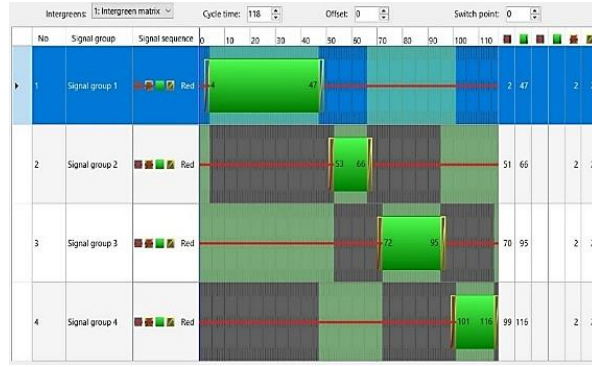
Şekil 3. a) Kavşağa Kamera Kurulumu, b) Sayım Çalışmaları, c) Zirve Saat Trafik Sayımları

Kavşağa kurulan kamera sistemi Şekil 3a’da gösterilmiştir. Kamera kayıtları elde edildikten sonra bilgisayarda bu görüntüler izlenerek sayım çalışmaları yapılmıştır (Şekil 3b). Yapılan sayım çalışmaları sonrasında kavşaktaki taşıt hareketleri ve sayıları Şekil 3c’deki gibi görselleştirilmiştir. Kavşaktaki trafiğin modellenebilmesi için, elde edilen verilerin VISSIM programına girilmesi gerekmektedir. Bu sebeple her veri; araçların cinsleri, sayıları ve hareket doğrultusu oranları şeklinde, yapılan her sayım işlemi ardından titizlikle tablolardaki yerlerine yazılarak program için düzenli hale getirilmiştir.

### Kavşağın Mevcut Durumu ve Yeni Durumunun Vissim Programında Analiz Edilmesi

Kavşağın performans analizlerinin yapılabilmesi amacıyla [a] ssim’de kavşağın modellenmesi yapılmıştır. [b] naçla, öncelikle kavşağın uydu görüntüsü altlık olarak kullanıla [a] gerçek geometriye uygun olacak şekilde yolla [b] izimi tamamlanmıştır. Şerit genişlikleri, sinyal planı, faz planı, sürücü davranışları, kavşağın işletim kuralları gerçeğe uygun şekilde Vissim programında tanımlanmıştır. Kavşağın Vissim’de oluşturulan modeli Şekil 4’te gösterilmiştir.



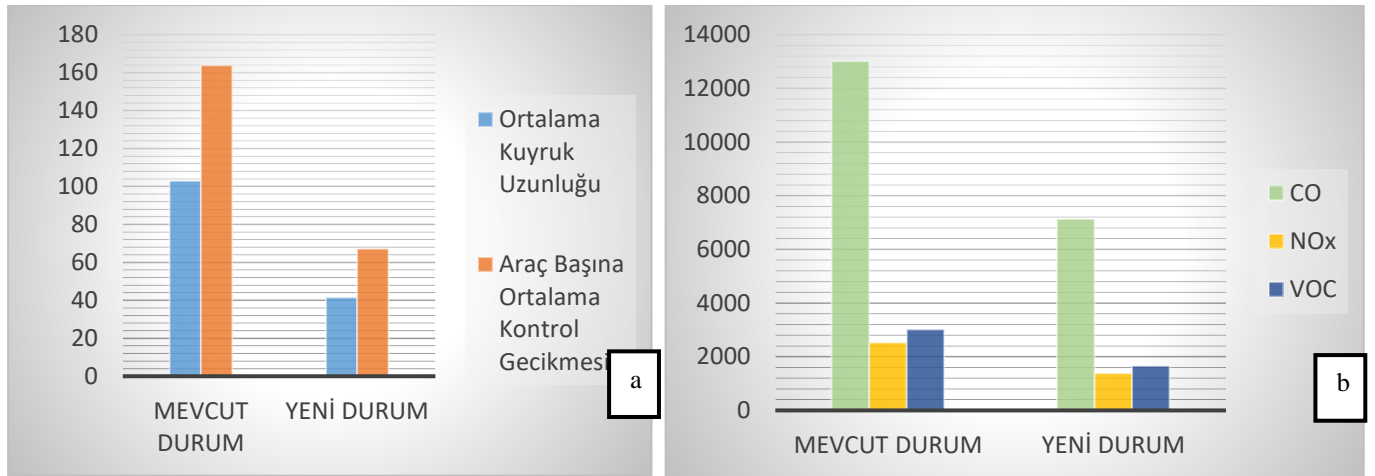


Şekil 4. a) Kavşağın Vissim Modeli, b) Mevcut Sinyal Planı Vissim Gösterimi, c) Yeni Sinyal Planı Vissim Gösterimi

Kavşağın mevcut durumu ve yeni durumu için sinyal zaman diyagramları Vissim’de oluşturulmuştur. Yeni durum oluşturulurken baz alınan temel kriter, yaklaşım kollarından gelen taşıt sayıları olmuştur. 1 numaralı yaklaşım kolundan gelen taşıt sayısı, diğer yaklaşım kollarına göre belirgin şekilde fazladır. Bu sebeple, kavşak performansını artırabilmek ve aynı zamanda egzoz emisyonlarında azaltıcı etki oluşturabilmek amacıyla, 1 numaralı yaklaşım koluna ait yeşil ışık süresi 23 s’den 43 s’ye çıkarılmıştır.

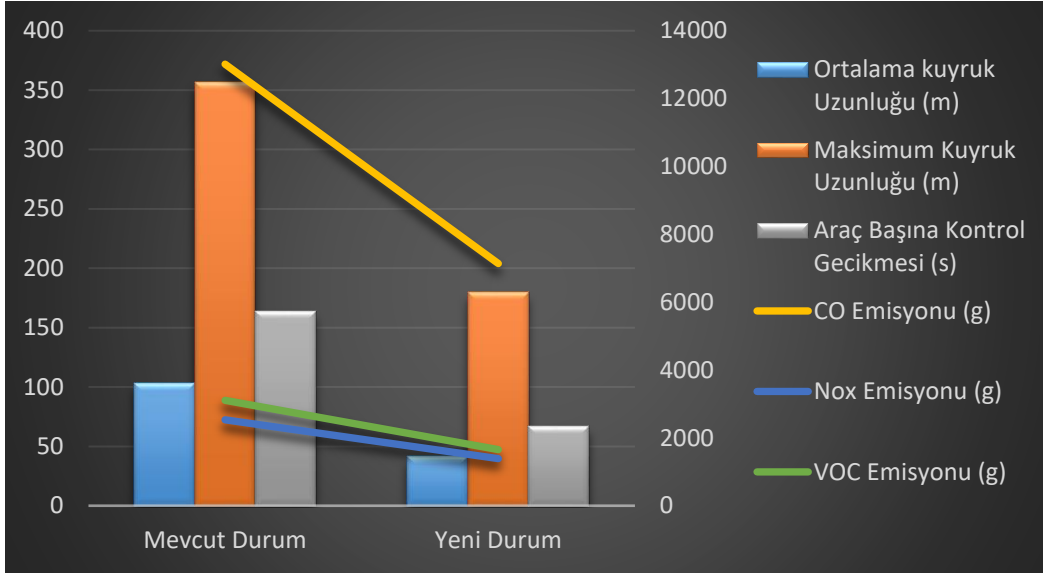
## SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Yapılan analizler sonucunda, mevcut durum ve yeni duruma ait gecikme ve kuyruk uzunluğu parametreleri ile egzoz emisyonları sonuçları Şekil 5’te grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5. Mevcut Durum ve Yeni Durum İçin Analiz Sonuçları; a) Kuyruk Uzunlukları, b) Egzoz Emisyonları

Kavşağın mevcut sinyal planı ile yapılan analizler sonucunda, ortalama kuyruk uzunluğu değeri 102,97 m, araç başına gecikme değeri ise 163,87 s olarak elde edilmiştir. Yeni sinyal planı ile yapılan analiz sonuçlarında ise ortalama kuyruk uzunluğu değerinin yaklaşık %60 azalarak 41,46 m’ye düştüğü, araç başına gecikme değerinin de yaklaşık %59 azalarak 67,17 s’ye düştüğü görülmektedir (Şekil 5a). Elde edilen bu iyileştirmeler, egzoz emisyonlarına da yansımaktadır. Analiz sonuçlarına göre mevcut durumda 13014,8 g olan CO salınımı 7137,65 g’a, NOx salınımı 2532,2 g’dan 1388,72 g’a, ve VOC salınımı da 3016,3 g’dan 1654,22 g’a düşmüştür (Şekil 5b).



Şekil 6. Kuyruk Uzunlukları ve Gecikme Parametreleri İle Egzoz Emisyonları İlişkisi

Şekil 6'da, kavşak performans parametrelerinden kuyruk uzunluğu ve gecikme parametrelerinin, taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarına doğrudan etki ettiği görülmektedir. Sinyalize kavşaklarda oluşan gecikmelerin, sinyal planında oluşturulan değişikliklerle azaltılabildiği, motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının kontrol edilebilmesi için önemli bir çözümdür. Bu çözümü destekleyecek bir yorum, Sert (2008) tarafından yapılan çalışmada egzoz emisyonlarının azaltılması yönünde alınacak önlemlerden birisi olarak sunulmuştur.

Yapılan bu deneysel çalışma sonucunda elde edilen çıkarımlar ve öneriler aşağıdaki gibidir:

- Deneysel çalışmanın sonuçlarından görüldüğü üzere, motorlu taşıtların oluşturduğu trafik sıkışıklığı çevre kirliliğine sebebiyet vermektedir ve trafik yönetimi ile doğaya zararlı bu etkiyi azaltmak mümkün olabilmektedir. Sinyal planlarında, doğru noktalarda doğru müdahalelerle bulunarak, artan motorlu taşıt kullanımından kaynaklı trafiğin sebep olduğu çevre ve hava kirliliğini azaltmak mümkün olabilmektedir. Doğru müdahalelerin tespit edilebilmesi için, saha çalışmalarında çalışılan alana ait bilgilerin doğru temin edilmesi önem arz etmektedir.
- Karayolu kullanıcılarının güvenli, hızlı ve ekonomik olarak seyahatlerini gerçekleştirmeleri amacının yanı sıra, karayolu trafiği kaynaklı çevre kirliliğinin azaltılması yönünde, gelişen teknolojinin avantajlarından faydalanarak, kentsel trafik yönetim çalışmaları ile çözümler üretilebilir. Bu çözümlerin en başında AUS (Akıllı Ulaşım Sistemleri) gelmektedir. Trafiğin durumunu algılayan sensörler ile dinamik sinyalizasyon çözümleri kullanılarak, kavşak kollarından gelen trafik akımlarına ait geçiş haklarının dengeli dağıtılması ile daha çevreci, düzenli, güvenli, az vakit kaybına sebep olan kavşak denetimi sağlamak mümkün olabilmektedir. Ayrıca, toplu taşıma kullanımı, elektrikli araç kullanımı, sinyal koordinasyonu konularında yapılacak çalışmalar ve analizler, gelişen teknoloji ile insan kaynaklı olan trafiğin ve motorlu taşıt kullanımının oluşturduğu çevre kirliliğinin azaltılmasında büyük rol oynayacaktır.
- Doğa dostu uygulamalar ve trafik yönetimi ilişkisi, farklı disiplinleri bir arada çalışmaya teşvik etmektedir. Bu sebeple, otomotiv, makine, elektrik elektronik, çevre mühendisliklerinin, şehir ve bölge planlaması disiplinlerinin bu konuda farklı yaklaşımlarla çözümler üretmeleri, hayatımızın elzem bir parçası olan doğamızın korunabilmesi için faydalı olacaktır.
- Araç türleri, araçların motor hacimleri ve motor türleri, hızlanma ve yavaşlama parametreleri, mevsimsel koşullar ve karayolu malzemesi koşulları gibi alt parametreler ile trafik sıkışıklığı ilişkileri incelenerek, motorlu taşıt kullanımları ile çevreye yayılan gazların azaltılması için detaylı çalışmalar yapılabilir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar bu çalışmaya FYL-2022-5780 numaralı proje ile finansal destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne katkılarından dolayı teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- Aksoy, P. (2019). Işıklı Kavşaklarda Sola Dönüşlerde Sürücülerin Kurallara Uymamaları ile Trafik İşaretlemeleri ve Kavşak Geometrisi Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Cheng, Z., Pang, M. S. & Pavlou, P. A. (2020). Mitigating traffic congestion: The role of intelligent transportation systems. *Information Systems Research*, 31 (3): 653–674. <https://doi.org/10.1287/isre.2019.0894>
- Liang, Z., Xiao, Y. & Flötteröd, Y. P. (2021). An overlapping phase approach to optimize bus signal priority control under two-way signal coordination on urban arterials. *Journal of Advanced Transportation*, 2021 (6): 1-13. <https://doi.org/10.1155/2021/6624130>
- Mądział, M., Campisi, T., Jaworski, A., Kuszewski, H. & Woś, P. (2021). Assessing vehicle emissions from a multi-lane to turbo roundabout conversion using a microsimulation tool. *Energies*, 14 (15). <https://doi.org/10.3390/en14154399>
- Sert, İ. (2008) Balıkesir il merkezinde motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyon envanterinin hesaplanması. Yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Şimşir, F., Özkaynak, E. & Ekmekçi D. (2013). Kavşaklarda Trafik Sinyalizasyon Sisteminin Modellemesi ve Benzetimi. XV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, ss. 833-837, 23-25 Ocak, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Yayla, N. (2004). Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi, İstanbul, 285 s.
- Yiğit, H. İ. (2019). Koordine sinyalize kavşaklarda gecikme modellemesi: Ulus Bulvarı örneği, Denizli. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.