

İLLERDE DİNAMİK KAVŞAK YÖNETİMİNİN ETKİLERİ: ÇORUM ÖRNEĞİ

Celalettin BAYRAK¹

Osman Nuri KÜRELİ²

Şule YÜCEL³

ÖZET

Dinamik Kavşak Kontrol Sistemi CHAOSTM, kavşakların trafik yoğunluğuna göre yönetilmesini sağlayarak, kavşaklardaki bekleme sürelerini azaltmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, Çorum'da 6 kavşakta kurulumu tamamlanan ve devreye alınan Dinamik Kavşak Kontrol Sistemleri'nin performans analizini yapmayı amaçlamıştır. Çalışmada, Çorum Belediyesi sınırları içerisinde mevcut Dinamik Kavşak Kontrol Sistemleri'nden alınan veriler ve kavşaklardaki sabit süreli sinyal programları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, her bir kavşak için, günün üç farklı zaman dilimindeki ortalama bekleme süreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca, araç yoğunlukları dikkate alınarak tekrar hesaplama yapılmış ve "Ağırlıklandırılmış Bekleme Süreleri" çıkarılmıştır. Sonuç olarak, tüm kavşaklardaki ortalama bekleme sürelerinin ortalaması 41.9 saniye iken, dinamik kavşak kontrolü ile bu değer 21.8 saniyelere düştüğü gözlenmiştir. Bu durumda sağlanan iyileşme yaklaşık %48 olup, kavşakların ortalama hizmet seviyesi D'den C'ye çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler / Kavramlar: Dinamik Kavşak Yönetimi, ortalama bekleme süresi, ağırlıklı bekleme süresi, performans analizi, kavşak hizmet seviyesi.

1. GİRİŞ

Trafik yoğunluğunun giderek artmasıyla birlikte, dinamik kavşak yönetimi her geçen gün daha önemli bir hale gelmektedir. Dinamik Kavşak Yönetim Sistemleri, sadece büyükşehir belediyeleri tarafından değil, il belediyeleri tarafından da uygulanmaya başlamıştır. Gün geçtikçe sayısı artan bu sistemlerin performans analizlerinin yapılması ve sağladığı iyileşmenin ölçülmesi, kavşaklarda yaşanan trafik sorunlarının tespiti ve giderilmesi açısından son derece kritik bir öneme sahiptir.

Literatürde, farklı tipte kavşakların performans analizi konusunda yapılmış çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. (Jimoh vd., 2012) kontrolsüz bir kavşağa sabit süreli sinyalizasyon

¹ Çorum Belediyesi, Çorum, Türkiye

² Çorum Belediyesi, Çorum, Türkiye

³ Integrated Systems & Systems Design (ISSD), Ankara, Türkiye

kurulumu öncesi/sonrası performans analizini yapmıştır. Sabit süreli sinyalizasyon ile birlikte yapılan geometrik düzenlemeler sonucunda kavşak hizmet seviyesinde iyileşme sağlanmıştır. (Arasan ve Jagadeesh, 1995; Kumar ve Dhinakaran, 2012), yol kullanıcılarına yaya ve bisikletleri de dahil ederek, ortalama kontrol gecikme hesabı için model önermişlerdir. Gelişen teknoloji, kendine performans analiz çalışmalarında da kullanım bulmuştur. (Abbas vd., 2013) Bluetooth teknolojisini, (Huand vd., 2013) GPS teknolojisini, (Ban vd., 2011; Sun ve Ban, 2013) mobil sensör teknolojisini kullanarak kavşak hizmet seviyesi, ortalama gecikme süresi, kuyruk uzunluğu gibi parametrelerin ölçümü ile kavşak performans analizini amaçlamaktadır.

Ancak literatürde, dinamik olarak yönetilen kavşaklarda doğrudan performans analizini amaçlayan pek fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, Çorum'da Dinamik Kavşak Kontrol Sistemleri'nin kurulu olduğu kavşaklarda ortalama gecikme süresi ve kavşak hizmet seviyesi hesaplaması ile performans analizi amaçlanmaktadır. Böylece, kavşaklarda ne kadar iyileşme sağlandığı konusunda fikir sahibi olunabilecek, problemlerli noktalar tespit edilerek gerekli önlemler alınabilecektir.

2. YÖNTEM

2.1. Sabit Süreli Kavşak Kontrolü için Ortalama Bekleme Süresinin Hesaplanması

Sabit süreli kavşak kontrolündeki ortalama bekleme sürelerinin hesaplanması için, Dinamik Kavşak Kontrol Sistemi kurulmadan önce kavşakta çalışmakta olan sinyal programından yararlanılmıştır. Bu programda, her yöne ait sabit yeşil süreler verilmekte olup, kırmızı sürelerine, dolayısıyla da ortalama bekleme sürelerine ulaşmak mümkündür.

Örneğin, Abide Kavşağı'nda 07:00-09:00 saatleri arasında çalışan sinyal programı Şekil.1'deki gibidir. Bu programdan, her yöne ait yeşil sürelerine ve döngü süresine ulaşmak mümkündür. Ortalama bekleme sürelerini hesaplamak için;

$$\text{Ortalama bekleme süresi} = \frac{\text{Döngü süresi} - \text{O yöne ait yeşil süresi}}{2} = \frac{\text{O yöne ait kırmızı süresi}}{2} \quad (1)$$

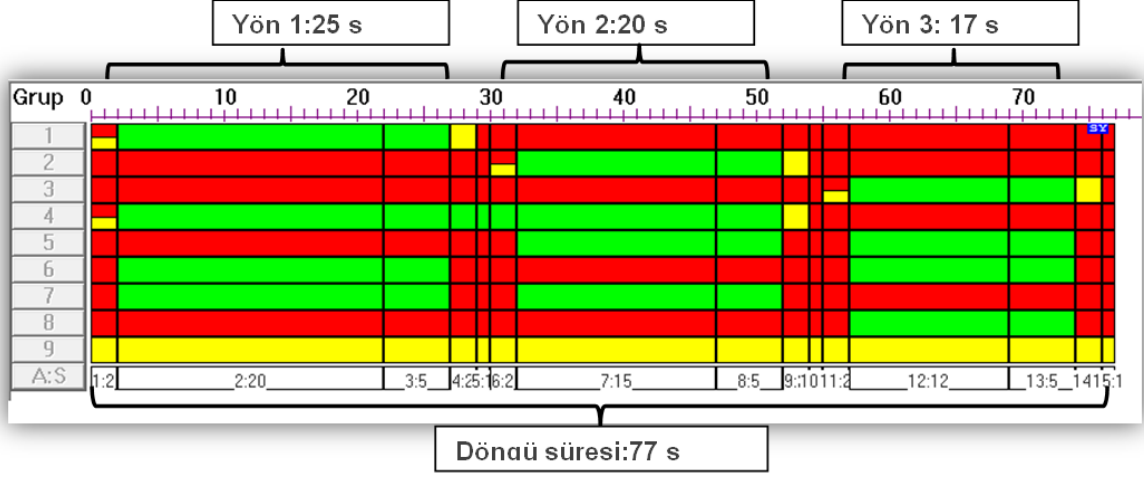
bağintısından faydalanılmıştır. Burada, araçların normal dağılımla geldiği varsayılmış, bu yüzden bir yöne ait kırmızı süresi ikiye bölünerek ortalama bekleme süresine ulaşılmıştır. (Araçların bir kısmının kırmızı ışığın başında, bir kısmının ise sonunda geleceği varsayılmıştır.)

Bu metoda göre Abide Kavşağı için ortalama bekleme süreleri;

$$T_{\text{yön1}} = \frac{77-25}{2} = 26 \text{ s}; \quad T_{\text{yön2}} = \frac{77-20}{2} = 29 \text{ s}; \quad T_{\text{yön3}} = \frac{77-17}{2} = 30 \text{ s}$$

olarak hesaplanır. Bu değerlerin de ortalamasını alarak, kavşağa ait bir ortalama bekleme süresi elde etmek mümkündür.

Şekil 1 Abide Kavşağı Sabah Sinyal Programı



2.2. Dinamik Kavşak Kontrolü için Ortalama Bekleme Süresinin Hesaplanması

Dinamik Kavşak Kontrol Sistemi'nin kurulu olduğu tüm kavşakların verileri bir veri tabanına kaydedilmektedir. Bu veri tabanına, Trafik Kontrol Merkezi yazılımı METIS arayüzü üzerinden erişilip, istenen zaman aralıkları arasındaki her faza ait yeşil süreleri kaydedilir. Elde edilen süreler her yöne ait yeşil sürelerini gösterdiği için, her yöne ait kırmızı sürelerinin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için önce bağıntı 2 ile döngü süreleri bulunur:

$$\text{Döngü süresi} = \text{Yeşil süresi}_{\text{yön1}} + \text{Yeşil süresi}_{\text{yön2}} + \text{Yeşil süresi}_{\text{yön3}} + \dots + \text{koruma süresi} \quad (2)$$

Daha sonra ise, aşağıdaki bağıntı 3 ile ortalama bekleme süresi hesaplanır:

$$\begin{aligned} \text{Ortalama bekleme süresi} &= \frac{\text{Ortalama}[(\text{Döngü süresi})_i - (\text{O yöne ait yeşil süresi})_i]}{2} \\ &= \frac{\text{Ortalama}[\text{O yöne ait kırmızı süresi}]}{2} \quad ; i = \text{faz indeksi} \end{aligned} \quad (3)$$

Şekil 2 Abide Kavşağı METIS Arayüzü Geçmiş Verisi Sorgulama

Faz No	Faz Adı	Gruplar	Tarih	Zaman(saniye)
2	Telekom Geliş	Telekom Geliş	06/01/2014 08:59:48	16
1	Emniyet Geliş	Emniyet Geliş	06/01/2014 08:59:27	15
3	Kıgla Geliş	Kıgla Geliş	06/01/2014 08:59:14	8
2	Telekom Geliş	Telekom Geliş	06/01/2014 08:58:56	13
1	Emniyet Geliş	Emniyet Geliş	06/01/2014 08:58:37	13
3	Kıgla Geliş	Kıgla Geliş	06/01/2014 08:58:19	13
2	Telekom Geliş	Telekom Geliş	06/01/2014 08:58:04	10
1	Emniyet Geliş	Emniyet Geliş	06/01/2014 08:57:46	12
3	Kıgla Geliş	Kıgla Geliş	06/01/2014 08:57:28	13
2	Telekom Geliş	Telekom Geliş	06/01/2014 08:57:11	12
1	Emniyet Geliş	Emniyet Geliş	06/01/2014 08:56:55	11
3	Kıgla Geliş	Kıgla Geliş	06/01/2014 08:56:41	8
2	Telekom Geliş	Telekom Geliş	06/01/2014 08:56:18	18
1	Emniyet Geliş	Emniyet Geliş	06/01/2014 08:56:01	11
3	Kıgla Geliş	Kıgla Geliş	06/01/2014 08:55:48	8
2	Telekom Geliş	Telekom Geliş	06/01/2014 08:55:33	10
1	Emniyet Geliş	Emniyet Geliş	06/01/2014 08:55:16	11
3	Kıgla Geliş	Kıgla Geliş	06/01/2014 08:55:00	11
2	Telekom Geliş	Telekom Geliş	06/01/2014 08:54:44	11
1	Emniyet Geliş	Emniyet Geliş	06/01/2014 08:54:28	11

2.3. Ağırlıklandırılmış Ortalama Bekleme Süresinin Hesaplanması

Bölüm 2.2'deki hesaplamalar, her yönden aynı sayıda araç geldiği varsayımı ile yapılmış olup, ortalama bekleme sürelerini daha gerçekçi bir yaklaşımla hesaplayabilmek için her yöne ait araç sayıları da hesaba katılmalıdır. Bunun için öncelikle, sayım değerleri kullanılarak her yön için bir çarpım faktörü bulunur:

$$\text{Çarpım faktörü}_{i.\text{yön}} = \frac{i.\text{yöne ait araç sayısı}}{\text{Her yöndeki toplam araç sayısı}} \quad (4)$$

Bölüm 2.2'de elde edilmiş olan bekleme süreleri bu çarpım faktörü ile çarpılır. Bu işlem sabah, gün içi ve akşam değerleri için ve her yön için yapılır. Ağırlıklı Ortalama Bekleme Süresi hesabı için, elde edilen değerler sabah, gün içi ve akşam olacak şekilde toplanır ve ortalaması alınır.

3. SONUÇLAR

Kavşaklara Dinamik Kavşak Kontrol Sistemi kurulduktan sonraki ortalama bekleme sürelerinin hesaplanması için, 01.03.2014 - 31.03.2014 tarih aralığına ait veriler, sabah 7:00-9:00, gün içi 11:00-13:00 ve akşam 17:00-19:00 zaman dilimlerine ait veriler olarak ayrı ayrı kaydedilmiştir. Bu verilerin, 2. Bölümde anlatılan yöntemle analiz edilmesi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Performans Analiz Sonuçları (HCM, 2010)

	Sabit Süreli Kontrol			Dinamik Kontrol		
	Ortalama bekleme süresi (s)	Ağırlıklı bekleme süresi (s)	Hizmet Seviyesi	Ortalama bekleme süresi (s)	Ağırlıklı bekleme süresi (s)	Hizmet Seviyesi
Abide Kavşağı	28.2	28.1	C	12.2	12.2	B
Anıt Kavşağı	36.4	38.9	D	21.6	21.1	C
Emniyet Kavşağı	43.1	43.1	D	28.7	27.8	C
Kışla Kavşağı	42.2	43.9	D	23.7	23.5	C
Telekom Kavşağı	43.9	50.1	D	21.4	21.0	C
Vilayet Kavşağı	43.5	47.1	D	25.7	25.5	C
ORTALAMA HİZMET SEVİYESİ		D			C	

Ortalama bekleme sürelerinin Dinamik Kavşak Kontrol Sistemi öncesi/sonrası karşılaştırılması sonucu, Sabit süreli kontrol durumunda tüm kavşaklardaki ortalama bekleme sürelerinin ortalaması 39.5 saniye iken, dinamik kavşak kontrolü ile bu değer 22.2 saniyelere düştüğü gözlenmiştir. Bu da, %43.8'lere varan iyileşmenin sağlandığı anlamına gelmektedir.

Ağırlıklandırılmış ortalama bekleme süreleri hesaplandığında ise, sabit süreli kontrol durumunda tüm kavşaklardaki ortalama bekleme sürelerinin ortalaması 41.9 saniye iken, dinamik kavşak kontrolü ile bu değer 21.8 saniyelere düştüğü gözlenmiştir. Bu durumda sağlanan iyileşmenin ise %47.8'lerde olduğu gözlenmiştir. Araç sayımları dikkate alındığında hesaplanan iyileşme oranı, olması gerektiği gibi daha fazladır.

Kavşakların her birinden gün boyunca ortalama 11.000 aracın geçtiği ve tüm kavşaklarda her aracın, sabit süreli yönetime göre ortalama 20.1 saniye daha az beklediği değerlendirilerek, CO2 salınımı ve akaryakıt tüketimi baz alınarak yapılan hesaplar doğrultusunda:

- Günlük, yaklaşık 1.326 TL'ye denk gelen akaryakıt tasarrufu sağlanmıştır. ⁴
- Günlük, yaklaşık 0.553 ton daha az CO2 salınımı gerçekleşmektedir. ⁵

⁴ Araçların bekleme anında, ortalama 0.9 litre/saat yakıt tükettikleri varsayılmıştır. (TÜİK verileri doğrultusunda, araçların %25'i Dizel, %35'i Benzinli, %40 LPG'li olarak kabul edilmiştir. Akaryakıt fiyatları: Mazot, 4.37 TL, Benzin, 5,02 TL, LPG, 2.89 TL olarak hesaplanmıştır.) (tuik.gov.tr, 2014)

⁵ Araçların bekleme anında, ortalama 25 gr/dakika CO2 salınımına sebep oldukları varsayılmıştır. (tuik.gov.tr, 2014)

KAYNAKÇA

Abbas, M., Rajasekhar, L., Gharat, A., Dunning J.P. (2013), “Microscopic Modeling of Control Delay at Signalized Intersections Based on Bluetooth Data”, *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, 17(2): 110-122.

Arasan, V.T., Jagadeesh, K. (1995), “Effect of Heterogeneity of Traffic on Delay at Signalized Intersections”, *Journal Of Transportation Engineering*, 121:397-404.

Ban, X., Herring, R., Hao, P., Bayen, A.M. (2009), “Delay Pattern Estimation for Signalized

Huang, J., Li, G., Wang, Q., Yu, H. (2013), “Real Time Delay Estimation for Signalized Intersection Using Transit Vehicle Positioning Data”, *ITST*, 216-221.

http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf , (22.04.2014).

<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13485>, (17.04.2014)

Intersections Using Sampled Travel Times”, *Transportation Research Record*, 109-119.

Jimoh, Y.A., Adeleke, O.O., Afolabi A.A. (2012), “An Evaluation of the Operation of a Fixed-Time Signalization Scheme for a Four Leg Intersection in Ilorin Metropolis, Nigeria”, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(17): 2839-2845.

Kumar, R.P., Dhinakaran, G. (2012), “Estimation of delay at signalized intersections for mixed Traffic conditions of a developing country”, *International Journal of Civil Engineering*, 11(1): 53-59.

Sun, Z., Ban X.J. (2013), “Vehicle trajectory reconstruction for signalized intersections using mobile traffic sensors”, *Transportation Reserch Part C*, 36: 268–283.