

Sinyalize Kavşaklarda Trafik Akımlarının Kontrol Tekniklerine İlişkin Eğitim İçin Bir Düzenek Çalışması

Erhan AKDOĞAN¹

Ahmet AKBAŞ²

^{1,2}Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, 81040 Göztepe-İstanbul

¹eaakdogan@marmara.edu.tr

²ahmetakbas@marmara.edu.tr

Özet

Günümüzde tipik bir kent içi ulaşımının taşıt-kilometre birimiyle değerlendirildiğinde üçte ikisi; taşıt-saat birimiyle değerlendirildiğinde ise, üçte ikisinden daha büyük bir kısmı *ışıklı işaretler* ile kontrol edilen karayolu ağlarında gerçekleşmektedir. Bu durum, kentiçi ulaşım performansının büyük ölçüde ışıklı işaretlerin kontrolü ile sağlanan verime bağlı olduğunu gösterir. Dolayısı ile kentiçi trafiğini düzenleyen ışıklı işaretlerin tesisi, bakımı ve onarımı kadar, bunların kontrolüne ilişkin tekniklerin eğitimi de büyük önem arz eder. Hal böyle iken, ülkemizde trafiğin kontrolü ile ilgili dersler yalnızca inşaat mühendisliği ile ilgili teknolojik eğitim programlarında verilmekte; buna karşılık elektronik, bilgisayar, kontrol eğitiminin verildiği programlarda konu ile ilgili eğitim çalışmalarının olmayışı dikkat çekmektedir. Bu çalışmada trafik akımlarının kontrolüne ilişkin derslerin elektronik, bilgisayar, kontrol eğitiminin verildiği programlarda da yer alması gerektiğinin üzerinde durulmuş, bu çerçevede geliştirilen "sinyalize kavşak eğitim düzeneği" tanıtılmış ve çeşitli deney konuları önerilmiştir.

1. Giriş

Günümüzde tipik bir kent içi ulaşımının taşıt-kilometre birimiyle değerlendirildiğinde üçte ikisi; taşıt-saat birimiyle değerlendirildiğinde ise, üçte ikisinden daha büyük bir kısmı *ışıklı işaretler* ile kontrol edilen *karayolu* ağlarında gerçekleşmektedir. Bu durum, kentiçi ulaşım performansının, büyük ölçüde karayolu trafiğinin kontrolünde elde edilen başarıya, dolayısıyla, ışıklı işaretlerin kontrolü ile sağlanan verim artışına bağlı olduğunu göstermektedir. [Akbaş 2001]

Bunun doğal bir sonucu olarak, gelişmiş ülkeler, kentiçi ulaşım performansını arttırmak amacıyla bir yandan ışıklı işaretlerin kullanımını yaygınlaştırırken, diğer yandan da bu işaretlerle yapılan kontrol uygulamalarında kullanılan tekniklerin geliştirilmesine özel bir önem vermektedir. Bütün modern kentiçi trafik kontrol sistemlerinin üzerinde önemle durduğu bu hususun, ülkemizde de kentiçi ulaşım sorunlarının yoğunlaştığı kentlerden başlayarak yaygınlaşmakta olduğu dikkat çekmektedir. Nitekim, bu sistemlerle ilgili ekipmanlar, ülkemizdeki genel teknolojik ürün spektrumu içerisinde giderek daha önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Dolayısı ile ülkemizde bu sistemlerin bakımı ve onarımı kadar tasarımı için de, nitelikli teknik eleman gücünün artırılması giderek daha büyük bir ihtiyaç haline gelmektedir. [Siemens 1984, İstanbul Büyükşehir Belediyesi APK Daire Başkanlığı 1996]

Bununla beraber, ülkemizde kentiçi trafik kontrol sistemlerinin ve bu sistemlerde kullanılan kontrol tekniklerinin eğitimi ve araştırılması üzerine yapılması gereken çalışmaların, henüz yeterince önemsendiğinden bahsetmek oldukça güçtür. Nitekim, trafiğin kontrolü ile ilgili dersler halen yalnızca inşaat mühendisliği ile ilgili teknolojik eğitim programlarında verilmektedir. Konunun disiplinler arası bir karakter kazanmış olmasına rağmen, elektronik, bilgisayar ve kontrol eğitiminin verildiği programlarda konu ile ilgili derslerin verilmemesi dikkat çekmektedir. Bu durumda ilgili tüm disiplinlerdeki teknik eğitim sürecinde konu ile ilgili teorik derslerin verilmesi ve bu derslerin pratik eğitimle desteklenmesi hususu gözden uzak tutulmamalıdır.

Yukarıda belirtilen düşünceler ışığında, sinyalize kavşaklarda trafik akımlarının kontrolüne ilişkin eğitim çalışmalarına katkıda bulunmak amacıyla gerçekleştirilen bir pratik eğitim düzeneği, bu çalışmada tanıtılmaktadır.

2. Kentiçi Trafik Akımlarının Kontrolü

Kentiçi karayolu ağlarında karşılaşılan trafik akımları, karakteristik yapıları itibariyle iki ana başlık altında toplanmaktadır: *kesintili akımlar* ve *kesintisiz akımlar*. Kesintili akımlar, kavşak yapılarıyla örülmüş alanlar ya da arterler üzerinde; kesintisiz akımlar ise, kavşak yapılarının bulunmadığı uzun arterler ya da transit yollar üzerinde cereyan eden akımlardır. Kesintili akımların kontrolü için kullanılan temel kontrol mekanizması, *kavşak trafik ışıklarına ilişkin zamanlama (sinyal zamanlaması)* vasıtasıyla; kesintisiz akımların kontrolü için kullanılan temel kontrol mekanizması ise, *sürücülere aktarılabilecek uyarı mesajları* vasıtasıyla oluşturulmaktadır. [Akçelik 1995, Philips 1995]. Buna göre, karayolu trafiğinin kontrolü olgusu, gerçekte ışıklı işaretlere ilişkin kontrol parametrelerinin belirlendiği ve yürürlüğe konduğu bir *optimal kontrol* sürecini dikkate sunmaktadır. Dolayısıyla, başarılı bir kontrol işlevini gerçekleştirmek için; trafik akımlarının *akım, hız ve yoğunluk* kavramları ile ifade edilen temel karakteristikleri iyi bilinmeli ve kontrol sürecinde elde edilmek istenen faydalara bağlı olarak bir *performans indeksi* belirlenmelidir.

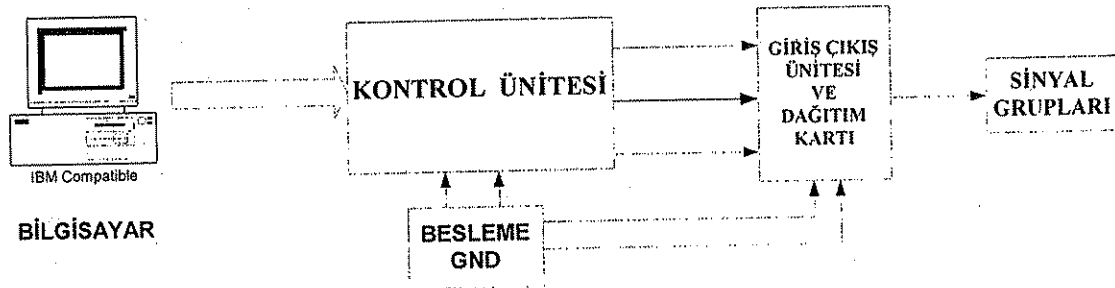
Performans indeksi, *güvenlik* ve *etkinlik* gibi ekonomik veya sosyal faydalar için somut ölçüler verebilecek performans parametrelerine bağlı olarak belirlenir. Bu amaçla, kesintili akımlar için kullanılan temel performans parametreleri, *gecikme, duruş sayısı ve kuyruk uzunluğu*; kesintisiz akımlar için kullanılan temel performans parametresi ise, çoğu kere *ortalama ulaşım hızı* olarak dikkate alınır. [Akçelik 1995, Philips 1995]

Yukarıdaki temel tanımlamalara bağlı olarak bir kavşağın kontrol süreci dikkate alındığında, gecikme ve duruşlar gibi kaçınılmaz olarak oluşan performans azaltıcı sonuçların en aza indirilmesi, böylece bütün sürücü-taşit birimlerine sağlanan faydaların en yüksek düzeye çıkarılması amaçlanır.

Sinyalize kavşaklarda bu amaçla kullanılan kontrol teknikleri, esas olarak *sabit zamanlı kontrol teknikleri* ve *trafik uyarımlı kontrol teknikleri* olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır. Sabit zamanlı kontrol tekniklerinde *sinyal çevrim süresi* ve *yeşil ışık sürelerinin* kavşağa yaklaşan akımların doygunluğuna göre önceden belirlendiği sabit sinyal planları kullanılır. Bu planlar günün saatlerine bağlı olarak uygulanabildiği gibi (time of day, TOD), trafik şartlarına bağlı olarak da seçilip uygulanabilmektedir (yarı trafik uyarımlı - YTU). Trafik uyarımlı kontrol tekniklerinde ise, sinyal çevrim süresi ve yeşil ışık süreleri, trafik akımlarına ilişkin karakteristik bilgilerin ölçülüp değerlendirilmesi suretiyle gerçek zamanlı olarak hesaplanmakta ve uygulanmaya konulmaktadır.

3. Sinyalize Kavşak Trafik Akım Kontrol Teknikleri Eğitim Seti

Bu çalışmada sinyalize kavşaklarda trafik akımlarının kontrol tekniklerinin öğrenciye tanıtılması için kullanılabilecek bir eğitim seti gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen eğitim setinin donanımına ilişkin blok diyagram Şekil 1' de verilmiştir. Buna göre sistemi donanımını oluşturan birimlerin işlevi ve sistemin yazılımı aşağıda kısaca izah edilmiştir:



Şekil 1. Eğitim Seti Blok Diyagramı

Bilgisayar, gerçekleştirilen yazılım yoluyla sinyalize kavşağın hangi çalışma moduna göre çalışacağını (günün saatlerine göre çalışma yada yarı trafik uyarımlı) belirlemekte, ayrıca akım talepleri kontrol ünitesine seri kapı üzerinden göndermektedir. Bilgisayar, mevcut uygulamalarda kontrol merkezinde bulunan ana kumanda

bilgisayarını temsil etmektedir. Araç yoğunluğunu ölçen algılayıcılar ve kameralar bu verileri ana kumanda merkezi bilgisayarına ya da direk olarak kavşak denetleyicilerine vermektedir. Bu çalışmada algılayıcı bilgisi bilgisayar yolu ile kontrol ünitesine aktarılmaktadır. Kontrol ünitesinde akım talepleri değerlendirilip ilgili sinyal planı uygulamaya konmaktadır. Sinyal grupları giriş-çıkış ünitesi ve dağıtım kartı üzerinden sürülmektedir.

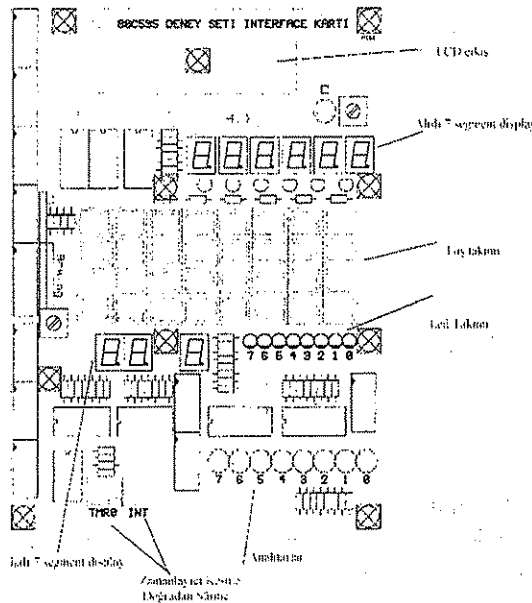
Kontrol Ünitesi: Kontrol ünitesinde seri kapıdan gelen mod seçim bilgisi ve akım talebinin alınması ve bu bilgiler ışığında planların seçilerek uygulamaya konması işlemleri gerçekleştirilir. Kontrol ünitesi şu elemanlardan meydana gelir:

- 80C535: 8 bit mikrodenetleyici [Siemens 1992],
- 28PC64: 8KB (64 Kbit) EEPROM (işletim programı için),
- 2064 : 8 KB(64 Kbit) RAM (kullanıcı programı için),
- 8255: Programlanabilir kapı denetleyicisi,
- 74HC138 kod çözücü,
- 74HC573 adres tutucu,
- MAX 232 seri haberleşme için RS232 arabirimi.

Giriş-Çıkış Kartı ve Dağıtım Ünitesi:

Giriş-Çıkış Kartı ve Dağıtım Ünitesi, çeşitli tiplerdeki analog ve dijital işaret giriş taleplerine ve özellikle gösterge sistemlerini kapsayan çeşitli dijital çıkış taleplerine cevap verebilecek şekilde oluşturulmuş modüller giriş ve çıkış birimlerinin bir araya toplandığı bir karttır. Şekil 2' de giriş-çıkış kartı ve dağıtım ünitesinin görünüşü verilmiştir. Bu birimi oluşturan modüller aşağıdaki gibidir:

- 8 bit anahtarlı giriş modülü,
- 8 bit LED çıkış modülü,
- Direk bağlantılı yedi segment display çıkış modülü,
- İkili gurup 7 segmentli gösterge sürücülü çıkış modülü,
- Altılı gurup 7 segmentli gösterge sürücü çıkış modülü,
- İki satır 40 karakter ASCII çözücülü LCD gösterge çıkış modülü,
- İki adet zamanlayıcı, kesme ve doğrudan sürme giriş modülü,
- Analog/sayısal çevirici giriş modülü,
- 4x8 tuş takımı giriş modülü.

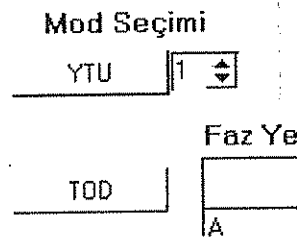


Şekil 2. Giriş-Çıkış Kartı ve Dağıtım Ünitesinin görünüşü.

İkili grup 7 segmentli gösterge çıkış modülünde YTU çalışma moduna ilişkin fazların yeşil süreleri görülmektedir. 8 bit led çıkışında kavşak denetleyicisinin kaçınıcı çevrimde olduğu gözlenebilmektedir. Ayrıca TOD modunda saat bilgisi altılı grup 7 segmentli gösterge çıkış modülünden izlenebilmektedir. Giriş-çıkış kartının bu özellikleri, öğrenciye çok geniş bir yelpazede deney yapabilme olanağı vermektedir.

Eğitim Seti Yazılımı: DELPHI 5.0 programlama dili ile geliştirilen yazılım yoluyla kavşak faz yeşil süreleri ve çevrim süresi hesaplanabilmektedir. Kontrol ünitesine gönderilecek çalışma modu seçim ve akım talebi bilgisi de yazılım yoluyla gerçekleştirilmektedir. Yazılım giriş bilgileri kavşağa ilişkin akım parametreleridir. Çıkış bilgileri ise kavşağın faz bilgileri, çevrim süresi ve fazlara ilişkin yeşil süreleridir.

Şekil 3' te mod seçim ekranı görülmektedir. YTU çalışma modunda kavşağın daha önceden yapılan gözlemlere göre en yüksek akım talebine sahip olan akımına göre planlar uygulamaya konur. Bu akımın numarası mod seçim ekranından seçilip YTU butonuna basıldığında bilgisayarın seri kapisına, ilgili bilgi, kontrol ünitesinde algılanmak üzere gönderilir. TOD modunun uygulanması için ise mod seçim ekranındaki TOD butonuna basılır.



Şekil 3. Mod seçimi ekranı.

4. Eğitim Seti İle Yapımı Önerilen Deneyler

Eğitim seti ile gerçekleştirilebilecek çeşitli deney konuları önerilmiştir. Bu deneyler iki kısımdan oluşmaktadır:

1. Deney setinin kullanımına yönelik deneyler
2. Trafik akımlarının kontrolü ile ilgili deneyler

Bu amaçla yedi adet deney hazırlanmıştır. Bu deneylerin dört tanesi setin kullanımın öğrenilmesine yönelik, üç tanesi ise trafik kontrolünün öğretilmesine yöneliktir. Bu deneylerin adları ve amaçları şu şekildedir:

Deney No: 1

Deneyin Adı: 80C535 Giriş/Çıkış İşlemleri

Deneyin Amacı: 80C535 mikrodenetleyicisinin giriş çıkış işlemlerini öğrenmek.

Deney No: 2

Deneyin Adı: 80C535 Deney seti üzerindeki 8255 entegresinin kapılarının kullanımı.

Deneyin Amacı: 80C535 mikrodenetleyicisinin giriş çıkış işlemlerini 8255' i kullanarak gerçekleştirmek.

Deney No: 3

Deneyin Adı: 80C535 'in Zamanlayıcı / Sayıcı kullanımı.

Deneyin Amacı: 80C535 mikrodenetleyicisinin zamanlayıcı/sayıcısını kullanarak çeşitli sürelerdeki gecikme işlemlerini yapabilmek.

Deney No: 4

Deneyin Adı: 80C535 'in seri kapı kullanımı.

Deneyin Amacı: 80C535 mikrodenetleyicisinin seri kapı kullanımı ve özelliklerini tanıma, yarı trafik uyarımlı mod için seri kapıya yazılım üzerinden araç yoğunluk bilgisini gönderme.

Deney No: 5

Deneyin Adı: T-kavşak uygulaması.

Deneyin Amacı: Trafik akımlarının kapasite ve sürelerinin hesaplanmasında kullanılan temel parametreleri öğretmek. Bir T-kavşak için sinyal sürelerinin hesaplanması ve denetleyiciye yüklenmesi.

Deney No:6

Deneyin Adı: 4-kollu kavşak uygulaması.

Deneyin Amacı: 4-kollu bir kavşak için sinyal planının hazırlanması ve yarı trafik uyarımlı olarak gerçekleştirilecek programın denetleyiciye yüklenmesi.

Deney No:7

Deneyin Adı: 4-kollu kavşak için günün saatlerine göre çalışma (TOD) modunun uygulaması.

Deneyin Amacı: Dört kollu bir kavşak için sinyal planının hazırlanması ve TOD modunda çalışacak şekilde bir kontrol gerçekleştirilmesi, trafik akım parametrelerinin irdelenmesi.

Tasarlanan bu eğitim seti ve hazırlanan deney föyleri mikrodenetleyici laboratuvarlarında da kullanılabilir nitelikleri haizdir. Özellikle tasarlanan giriş-çıkış kartı son derece geniş bir yelpazede deney yapılmasına olanak sağlar.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada trafik kontrolünün inşaat mühendisliğinin ilgi alanını aşmış, elektronik, bilgisayar, kontrol dallarını da içine alan disiplinler arası bir olgu haline gelmesiyle, trafik kontrolüne ilişkin derslerin bu bölümlerde de yer alması gerektiği üzerinde durulmuştur. Bu eğitimlerin gerçekleştirilmesinde uygulama çalışmalarına yardımcı olacak "sinyalize kavşaklarda trafik akımlarının kontrol tekniklerine ilişkin eğitim" için bir deney seti hazırlanmış ve çeşitli deney konuları önerilmiştir.

Modern anlamdaki bir *kent içi trafik kontrol sistemi*, tüm kent içi ulaşımına hakim güçlü bir *trafik kontrol merkezi* çevresinde oluşturulmaktadır. Trafik kontrol merkezi, gerçekte güçlü bir kontrol ve haberleşme merkezi olan bir *SCADA* (sequential control and data acquisition) merkezi olarak organize edilmekte ve bu merkeze bağlı *bölgesel kontrol* birimleri üzerinden, en alt seviyedeki *lokal kontrol* birimlerine (sinyalize kavşak denetleyicileri, değişebilir mesaj işaretlerinin denetleyicileri gibi) kadar ulaşılan, hiyerarşik bir sistem organizasyonu esas alınmaktadır. Trafik kontrol merkezinde, kontrol sürecine ilişkin etkinlik denetimlerinin yanı sıra; kaza bilgileri gibi tüm kent içi ulaşımını ilgilendiren veriler gerçek zamanlı olarak toplanmakta, işlenmekte ve ihtiyaç duyan bütün yerel ve merkezi yönetim birimlerine aktarılmaktadır.

Bir kentiçi trafik kontrol sistemi bu çerçevede düşünüldüğünde, çok çeşitli teknolojik araştırma çalışmalarının belirlenebileceği açıktır. Bu kapsamda teknoloji eğitiminin her kademesinde, pratik çalışmaları destekleyen sistemler ya da ekipmanların geliştirilmesi, bu amaçla araştırma ve proje çalışmalarının planlanması, üzerinde önemle durulması gereken hususlardır. Bu kapsamda, kesintisiz akımların kontrolü için kullanılan bir değişebilir mesaj panosunun (variable message sign, VMS) kontrolüne ilişkin eğitim düzenine ilişkin çalışma planlanmaktadır.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı trafik kontrol teknikleri ilgili dersler elektronik, bilgisayar ve kontrol eğitiminin verildiği üniversitelerimizin ilgili bölümlerinde ders olarak verilmelidir. Bu kapsamda bir ilk adım olarak Marmara Üniversitesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Ana Bilim Dalı, Bilgisayar-Kontrol Eğitimi Yüksek Lisans Programı'nda 2001-2002 Güz yarıyılında "Kentiçi Trafik Kontrol Sistemleri" isimli bir ders verilmeye başlanmıştır. Bu ve bu tip dersler yaygınlaştırılmalı ve diğer üniversitelerimiz eğitim programlarında yer almalıdır.

Kaynakça

- [1] Akbaş, A. "Kent İçi Trafik Sinyal Sisteminin Optimal Kontrolü (Trafik Optimizasyonu)", Marmara Üniversitesi F.B.E. Doktora Tezi, İstanbul, 2001.
- [2] Akçelik, R.; "Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis", ARRB Transport Research Ltd., Victoria, Australia, (September 1995)
- [3] İstanbul Büyükşehir Belediyesi APK Daire Başkanlığı;" 1996 yılı İleri Trafik Sinyalizasyon Projesi Tanıtım Raporu", İstanbul, 1996.
- [4] PHILIPS: Basic Traffic Controller Theory, Philips Traffic and Engineering Systems, 1995
- [5] Siemens,. *Contract for Signalization Project of İstanbul Metropolitan Area*. İstanbul Büyük Şehir Belediyesi-Etmař-Siemens, İstanbul, 1984.
- [6] SIEMENS, "Microcomputer Components, SAB 80C515/SAB 80C535 8-Bit Single Chip Microcontroller Family User's Manual", 1992.