

# ÇOKLU ETMEN TABANLI TRAFİK YÖNETİM SİSTEMİ

## Multi Agent Based Traffic Management System

Kadriye Soysal, Muhammet Balcılar, A.Coşkun Sönmez

Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

[kadriyesoysal@yahoo.com](mailto:kadriyesoysal@yahoo.com), [muhammed@ce.yildiz.edu.tr](mailto:muhammed@ce.yildiz.edu.tr), [acsonmez@ce.yildiz.edu.tr](mailto:acsonmez@ce.yildiz.edu.tr)

### Özet

*Bu bildiriye, dağıtık çoklu etmen tabanlı trafik yönetim sisteminin tasarımı ve uygulanması anlatılmıştır. Sistemde kararsız yapıda olan nesnelere etmen olarak tanımlanmıştır. Bunlar araç, şerit ve kavşak etmenleridir. Araç etmenleri bilgilerini sıklıkla şerit etmenlere gönderir. Gönderdiği bilgiler arasında hız, araçtaki kişi sayısı, acil durum bilgisi gibi parametreler vardır. Şerit etmen, üzerinde bulunan araç etmenlerin bilgilerini toplayarak özet çıkarır. Oluşturulan bilgiyi bağlı olduğu kavşak etmene gönderir. Kavşak etmen şerit etmenlerden gelen şerit bilgilerini değerlendirerek sinyalizasyona karar verir ve şerit etmenleri bilgilendirir. Şerit etmenler de araç etmenlere sinyalizasyon bilgisini gönderir. Önerilen uyarlanabilen trafik yönetimi sayesinde, trafik kazaları ve sıkışıklık azalacak, trafik akışı hızlanacak, dolayısıyla enerji tüketimi de azalacaktır. Aynı zamanda araçlar arasında haberleşmenin yapılabilmesini sağlayacak bir altyapı elde edilecektir.*

### Abstract

*In this paper, we present the design and implementation of a distributed multi agent traffic management system. Indeterminate objects are defined as agents which are vehicle, lane and junction agents. Vehicle agents send their information including speed, person count, emergency coefficient etc. to lane agent. Lane agent summarizes collected vehicle information and sends these to junction agent. Junction agent evaluates incoming knowledge and decides signalization. Then they send this to lane agents. Lane agents broadcast this to vehicle agents. By proposed traffic system traffic accident count is decreased, and traffic flow gains speed, so energy consumption is decreased. Also a communication infra-structure between vehicles is achieved.*

### 1. Giriş

Günümüzde büyük ve kalabalık şehirlerin en önemli problemlerinden biri trafik problemidir. Trafik oluşturulan nesnelere sayısı arttıkça yönetimi zorlaşmaktadır. Planlamanın yanlış yapıldığı yollarda, yol trafik ağırlığını kaldıramadığı için sıkışıklara neden olmaktadır. Trafik sıkışıklığı, zaman, para, enerji, can kaybına neden olabilir. Bu sıkışıklığa çözüm getirebilmek için akan sistem üzerinde düzenlemeler yapmak gerekir, yaşayan bir sistem üzerinde düzenleme yapmak çok vakit alan ve riskli bir durumdur. Hem gereksiz masrafı önlemek hem de başarısız olabileceği bir ortam yaratabilme ihtimali olması yüzünden, trafik

problemi çözüm önerilerinde trafik simülasyonu kullanmak akılcı görünmüştür [1]. Trafik simülasyonunda amaç; önceliği olan araçların olay yerine daha hızlı bir şekilde ulaşabilmelerini sağlamak ve trafiği daha kolay işler hale getirmektir.

Trafik probleminin çözüm önerisi; yoğun bir trafiğin öncelikli olarak kurallarının statik değil dinamik olmasını içerir. Gün içinde şeritlerin yoğunluk oranı değişecektir, günün belli bir saat dilimine göre ayarlanan trafik ışıkları başka bir saatte bir şeritte uzun kuyrukların oluşmasına neden olabilir. Acil durum araçlarının kolay ilerleyebilmesi ve ilerlerken de diğer araçları zor durumda bırakmaması, güvenli bir şekilde hareket edebilmeleri için trafik ışıkları ayarlanabilir. Bu gibi anlık ayarlamalar sayesinde trafik uyarlanabilen bir hale gelir. Uyarlanabilen trafik yönetimi trafik simülasyonunda uygulanacaktır.

Simülasyonu gerçeklemek için etmenlerden faydalanılmıştır. Etmenler dağıtık çalışmaya müsait, otonom olma ve sosyal olma gibi birçok özelliğe sahip etmen akademik ve ticari alanda kullanılmaktadır [2]. Nwana ve Wooldridge'nın [3] bu konudaki görüşü ise şöyledir: "Etmen tanımlaması yaparsak, etmen sorumluluğundaki işleri gerçekleştirmek için çalışan yazılım veya donanım bileşenidir. Her etmen yaptığı işe göre tanımlanır, dolayısıyla özel bir etmen tanımlama yapmak zordur.". Etmen, insanın bakış açısına sahip olarak geliştirilmiş bilgisayar sistemidir [4].

Etmen sistem tasarımı ve gerçekleşmesi için çeşitli geliştirme aracı vardır. Etmen haberleşmesi için FIPA standartlarına uygun bir dil kullanılır [5]. JADE, MadKit, Seagent, JATLite açık kaynak kodlu etmen geliştirme platformlarıdır [6] [7] [8] [9]. JADE, FIPA standartlarına uyan ve çoklu etmen sistemler geliştirmek için kullanılan bir etmen geliştirme platformudur. JADE, etmenlerin çalışabilmesi için her zaman aktif olması gereken etmen yaşama ortamı sağlar. Etmen geliştirmekte kullanılan ve etmen geliştirmeyi kolaylaştıran kütüphane sunar [8].

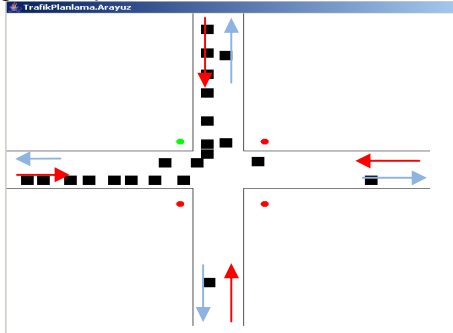
Çoklu etmen sistemleri, trafik yönetim probleminin çözümü için çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Oliveira ve Duarte [1] çalışmasında, trafiği oluşturan araçlar nesne, trafik ışıkları ve kavşaklar ise etmen olarak tanımlandığı çoklu etmen sistemi gerçekleştirilmiştir. Bu çözüm önerisinde araçlar etmen olarak tanımlanmadığı için araç bazındaki farklılıklardan kaynaklanabilecek problemlerde kavşak etmen doğru bir çözüm önerisi sunamaz. Paruchuri [10] çalışmasında kavşak bazında düzensiz trafik için çoklu etmenli simülasyon gerçekleştirilmiştir. Asıl amaç araçların kendilerini yöneten bir sistem olmadan -trafik ışıkları, trafik polisi vb.- akabilmelerini sağlamaktır. Yoğun trafik olan kavşaklarda bu

sistemin kullanımı zor ve trafik oluşumunu engelleme performansı düşük olabilir. Önerilen çalışmanın bu çalışmalardan farkı, günlük hayatta uygulanabilirliğinin yüksek olması, iki taraflı haberleşme yapılması ile birlikte tüm nesnelerin kontrol altında olması, kullanılan etmen platformunun FIPA standartlarına uygun olması, birden fazla kavşak için çoğullanabilir özelliğinin olmasıdır.

## 2. Trafik Kavşak Yönetiminde Etmen Kullanımı

### 2.1. Sistem Tasarımı

Problemin çözümü için; trafik sisteminin en temel birimi olan kavşak ele alınmıştır. Her ne kadar bu çözüm bir kavşak üzerinde uygulanmış olsa da ardışık olarak diğer kavşaklara da uygulandığında; trafik akışını artıracaktır. Kavşağa bağlı gidiş dönüş yönlerine sahip dört şerit bulunmaktadır. Her şeridin sonunda trafik ışıkları mevcuttur ve araçlar bu trafik ışıklarına göre hareket edeceklerdir. Karar verme, iletişim kurma ihtiyacı olan yapılar etmen olarak tasarlanmıştır. Bunlar, kavşak, şerit ve araçlardır. Kavşak için kavşak etmen tipinde bir etmen yaratılarak; kavşaktaki trafik sinyalizasyonu hakkında karar vermesi ve verdiği kararı kendine bağlı olan şeritlere dağıtması sağlanmıştır. Her şerit, şerit etmen tipinden etmen ile yaratılmış ve araçlar ile kavşak arasında ara yüz oluşturmuştur. Araçlar ise; araç etmeni tipinden yaratılarak, şeritler üzerinde hareketi sağlanmış ve yol üzerinde yük yaratarak, kavşağın bu yükü dağıtmadaki yeteneği izlenmiştir. Sistemdeki şerit etmenleri birbirleri ile aynı özelliklere sahiptir. Ama her araç etmeninin kendine has özellikleri vardır. Bu özelliklerin başında; araçtaki kişi sayısı, aracın önem durumu, aracın yavaşlama ve hızlanma katsayıları gelmektedir. Bu parametreler kullanılarak; kavşak etmen, şeritler için ağırlık değerlerini hesaplayarak sinyalizasyon için karar verir. Trafik akışını izleyebilmek için bir kavşak arayüzü gerçekleştirilmiştir. Kavşağa bağlı olarak tanımlanan şeritler üzerinde gidiş ve dönüş olmak üzere iki yön vardır. Şekil 1’de araçların şeritler üzerindeki akış yönleri gösterilmiştir. Araçlar kavşağa geldiklerinde şerit değiştirerek istedikleri yöne hareket edebilirler. Siyah olarak görülen arabalar geçiş önceliği olmayan araçlardır. Geçiş önceliği olan araçlardan itfaiye sarı, polis mavi ve ambulans kırmızı renk ile gösterilmiştir.



Şekil 1: Kavşak örneği

Etmen olarak tanımlanmış yapılar ve detayları şunlardır:

#### 2.1.1. Araç Etmeni:

Sahadaki her araç için araç etmeni yaratılacaktır. Araç etmeninin sahip olduğu özellikler, aracın fiziksel durumundan ve aracı kullanan kişiden gelen özelliklerdir. Bu özellikler, araç ontolojisi tipinde ifade edilir ve her aracın özellikleri kendi ontoloji bilgisinde yer alır. Araç değişken V hızı ile hareket edebilir, kavşaklardan geçebilir, bir rotaya sahip olabilir. Araç etmeninin sahip olduğu davranışlar ise, şerit etmen bulmak, şerit etmene kayıt yaptırmak, araç bilgisini şerit etmene göndermek, şerit bilgisini beklemek, şerit etmene kayıt sil mesajı göndermektir.

Sistemdeki araçların hızlanma algoritması şu şekildedir:

```

İf(YeniAraç=true)
    Rasgele_Hiz_Hesapla()
Else İf (Kavşak_Geçiş_Mesafesinde)
    Kavşak_İçindeki_Hizi_Hesapla()
Else
    Kontrollü_Sürüş_Mesafesi_İçin_Hizi_Hesapla
    (Yol_Sonu_Mesafesi, AraçTipi, GeçişHakki)

```

Sisteme yeni giren araç için 3-18 pixel/sn aralığında hız atanır. Eğer araç ışıklardan geçmiş ve kavşak içerisindeyse, aracın yol güzergahına göre hız atanır. Bunların dışında kavşağa doğru ilerleyen bir araç ise, aracın trafik ışıklarına olan mesafesi, araç tipi, geçiş hakkı, önündeki araç ile olan mesafesi gibi bilgiler kullanılarak aracın yeni hızı hesaplanır. Hızlanma algoritması için TickerBehaviour() tanımlanmıştır. 1 saniyelik periyotta çalışmaktadır.

#### 2.1.2. Şerit etmeni:

Her şerit; şerit etmen tipinden etmen ile yaratılmış ve araçlar ile kavşak arasında mesajlaşmada ara yüz oluşturmuştur. Şeridin sahip olduğu özellikler; çift yönlü, N araç kapasitesine sahip ve kavşağa bağlı olmasıdır. Sahip olduğu bilgiler ise; üzerindeki her araca ilişkin araçların ontolojisiyle gelen bilgilerdir. Şerit, araçların hareket edebilmesi için fiziksel bir alan sunar, hiç bir eylem gerçekleştirmez. Dolayısıyla şerit etmeninin sahip olduğu davranışlar artı bir özelliktir. Şerit etmeninin sahip olduğu davranışlar; kavşak etmeni bulmak, kavşak etmene kayıt yaptırmak, şerit bilgisini kavşak etmene göndermek, kavşak bilgisini beklemek, araç kayıt işlemlerini yapmak, araç bilgisi beklemek, araca şerit bilgisini göndermektir.

Şerit etmen her zaman mesaj bekleme ve mesaj gönderme halindedir. En önemli özelliği araçlardan gelen bilgi mesajlarını kavşak etmen için anlamlı hale getirerek kavşağa bilgilendirme mesajı göndermektir. Tasarım araç etmenlerle kavşak etmenler iletişim kuracak şekilde de yapılabilir. Ama sadece bir etmenin tüm etmenlerle sıklıkla konuşmasının performans düşürücü olabileceği düşünülmüştür. Dolayısıyla şerit etmenler yaratılmıştır. Şerit etmeni aynı şekilde kavşak etmenden mesaj bekleyip, gelen mesajları uygun formata sokarak kendi listesindeki tüm araçlara gönderir. Şerit etmenin kavşak etmene gönderdiği mesajın içeriği şerit ontolojisi tipindedir.

### 2.1.3. Kavşak Etmeni:

Trafik ışıklarını yönetecek ve sinyalizasyona karar verecek olan etmendir. Kavşak etmeni şerit etmenlerden gelen bilgilerle beslenir, kendine ait bilgileri oluşturarak kavşak ontolojisinde taşır. Kavşak etmeninin sahip olduğu davranışlar, şerit kayıt işlemlerini yapmak, şerit etmeden şerit bilgisi beklemek, kavşak bilgisini göndermektir.

## 2.2. Kavşak Etmeninin Karar Verme Algoritması

Sinyalizasyon mekanizmasına göre farklılık gösteren iki kavşak etmen tipi vardır. Bunlar günlük hayatta kullanılan standart kavşak ve çözüm olarak önerilen akıllı kavşaktır. Kavşak etmenlerin trafik ışıklarını yönetme algoritmaları farklıdır.

### 2.2.1. Akıllı Kavşak Karar Verme Algoritması

Kavşak etmen TickerBehaviour davranışından türetilmiş olan SeritEtmenlereBilgiGonder davranışında; şerit etmenlerden gelen mesajları değerlendirerek ürettiği sonucun araç etmenlere dağılması için şerit etmenlere gönderir. Sinyalizasyon karar verme mekanizmasında; önceliğe sahip olan etmenlerin kontrolü yapılır. Eğer önceliğe sahip etmen varsa, bu araçların bulunduğu şerit geçiş hakkına sahip olur. Geçiş önceliği olan araç yoksa her şeridin trafik ağırlığı oluşturulur ve ağırlığı en büyük olan şeride geçiş hakkı tanınır.

Şerit ağırlığını (6) eşitliği kullanarak hesaplamak için (1), (2), (3), (4), (5) eşitliklerinden ara değerler hesaplanır.

$$C_{max} = \text{Max}(C1, C2, \dots, CN) \quad (1)$$

$$P_{max} = \text{Max}(P1, P2, \dots, PN) \quad (2)$$

$$D_{max} = \text{Max}(D1, D2, \dots, DN) \quad (3)$$

$$V_{max} = \text{Max}(V1, V2, \dots, VN) \quad (4)$$

$$T_{max} = \text{Max}(T1, T2, \dots, TN) \quad (5)$$

$$\delta N = EC * (CN / C_{max}) + EP * (PN / P_{max}) + ED$$

$$* (DN / D_{max}) + EV * (VN / V_{max}) \quad (6)$$

Ağırlık değerine göre kıyaslandığında geçiş hakkına sahip şerit: Ağırlık değeri  $\delta_{max}$  olan şerittir. (7) eşitliği kullanılarak bu sonuca ulaşıılır.

$$\delta_{max} = \text{Max}(\delta 1, \delta 2, \dots, \delta N) \quad (7)$$

EC, EP, ED, EV değerleri kavşak karar verme süreci etkilerine bakılarak atanmıştır. Örnek olarak araç sayısı yeşil ışık yanması gereken şeriti belirlemede en büyük ağırlığa sahiptir.

### 2.2.2. Standart Kavşak Karar Verme Algoritması

Kavşak etmen, TickerBehaviour davranışından türetilmiş olan SeritEtmenlereBilgiGonder davranışında; sıradaki şerit etmen için yeşil ışık yanmasını sağlar. Kavşak etmen, tuttuğu şerit bilgilerinden faydalanarak şerit etmenler arasında sinyalizasyonun periyodik olarak yapılmasını sağlar. Şeritler arasında öncelik yoktur.

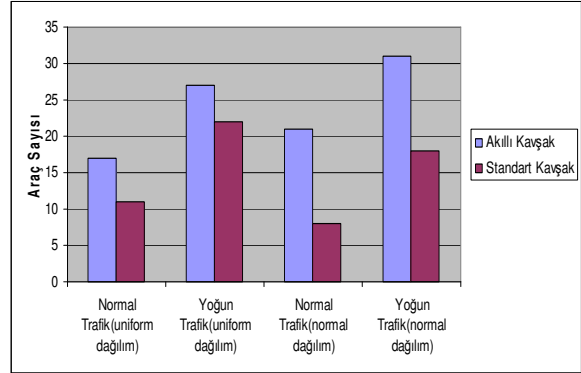
## 3. Deneyler

Çözüm önerisinin başarısını ölçmek için deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar hazırlanan simülasyon programı kullanılarak yapılmıştır. Sistemde kavşak etmen; karar verme mekanizmasını kullanarak sinyalizasyona karar vermektedir. Yapılan deneylerde genel amaç; etmen

kullanarak gerçekleştirilmiş olan sistemin başarısını ölçmektir. Bunun için de kavşak etmenin yönettiği sinyalizasyon mekanizması üzerine deneyi kurmak gerekir. Yapılan ölçümü değerlendirmek için gerekli olan parametreler; kavşaktan geçen araç tipine göre araç sayıları, her aracın sistemden geçiş zamanı ve süresidir. Deneylerde akıllı ve standart kavşak mekanizmaları kullanılmıştır, akıllı kavşağın başarısını gösterebilmek için standart kavşak ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Standart kavşak, trafik sinyalizasyonunda her yön için eşit sürelerde yeşil ışık yanmasını sağlar. Kendine atanmış olan değişim sıklığına göre trafik sinyalizasyonunu yapar. Akıllı ve standart kavşakla yapılan deneylerde kullanılan altyapı aynıdır, sadece kavşak karar verme süreci farklıdır. Standart kavşak ile günlük hayattaki trafik sinyalizasyonu kastedilmiştir. Sisteme giren aracın ilk hızı 3-18 pixel/sn olarak rasgele atanmaktadır ve hız hesaplama algoritmasına göre de araçların hızı değişmektedir.

### 3.1. Normal ve Yoğun Trafikte Kavşaktan Geçen Araç Sayısının İncelenmesi

Amaç; normal ve yoğun trafikte zamana bağlı olarak akıllı ve standart kavşaktan geçen araç sayısı ölçmektir. Araçlar normal ve uniform dağılım kullanılarak ayrı ayrı yaratılmıştır. Normal dağılım ile kimi şeritlerde aşırı trafik yoğunluğu oluşturulur. Uniform dağılımda şeritler üzerinde yaklaşık aynı oranda trafik yoğunluğu oluşur. Elde edilen sonuçlar, standart ve akıllı kavşağın normal ve yoğun trafiği yönetme başarısı göstermektedir. Acil durum araçlarına bu testte yer verilmemiştir.



Şekil 2: 1 dakika içinde sistemden çıkan araç sayısı grafiği

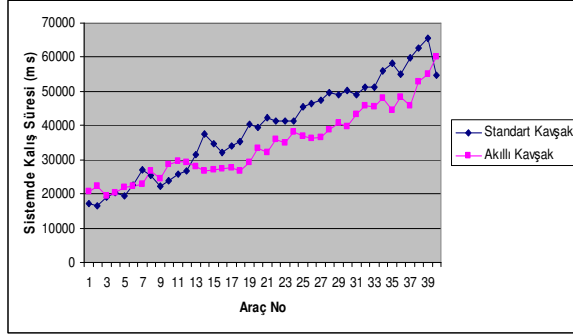
Sonuç olarak; yoğun ve normal trafikte akıllı kavşak sisteminden bir dakika içinde geçen araç sayısı standart kavşağa göre daha fazladır. Uniform dağılım için normal trafikte akıllı kavşağın başarısı daha belirgin iken, yoğun trafikte standart kavşaktan geçen araç sayısı akıllı kavşaktan geçen araç sayısına yakındır. Bunun nedeni, her şeridin araçlarla tampon tampona dolu olmasıdır. Standart kavşakta şeritlere sırayla yeşil yanar ve şerit değiştiren araçların yerine yeni araçlar gelir. Aynı durum akıllı kavşak için de geçerlidir. Şeritler arasında kıyaslama yapabilecek çok fazla özellik bulunmamaktadır, her birinde araç sayısı fazladır ve hepsinin yeşil ışığa ihtiyacı vardır. Dolayısıyla da akıllı kavşak sistemi de standart kavşakta olduğu gibi sırayla yeşil yakar hale gelir. Ama yine de şeritlerdeki araçları değerlendirip sinyalizasyona karar verdiği için yoğun ve normal trafikte daha çok aracın geçmesine olanak sağlamıştır. Normal dağılımda, normal

trafikte akıllı kavşaktan standart kavşağa göre daha çok araç geçmiştir. Uniform dağılım ile karşılaştırıldığında, akıllı kavşaktan geçen araç sayısı artmış ama standart kavşaktan geçen araç sayısı da azalmıştır. Akıllı kavşakta trafik ışıkları daha az değişeceği ve trafik ışıklarında ihtiyacı olan şerit geçiş hakkına sahip olacağı için geçen araç sayısı artmıştır. Standart kavşakta kimi zaman şeritlerde araçlar uzun süre bekledikleri için geçen araç sayısı azalmıştır. Yoğun ve uniform dağılımda, kavşak trafiğe adapte olmasa bile performans kaybı çok değildir, normal trafikte kavşak trafiğe adapte olamazsa performans kaybı çok olacaktır. Bu kaybı önlemek için kavşağın trafiğe adapte olarak geçiş hakkını yönlendirebilmesi gerekir. Bu yönlendirmeyi de akıllı kavşak yapmaktadır. Dolayısıyla normal dağılımda kavşaklardan geçen araç sayısı arasındaki fark uniform dağılımdaki kavşaklardan geçen araç sayısı farkından daha büyüktür.

### 3.2. Araç Sayısının Sistemde Kalış Süresine Etkisinin İncelenmesi

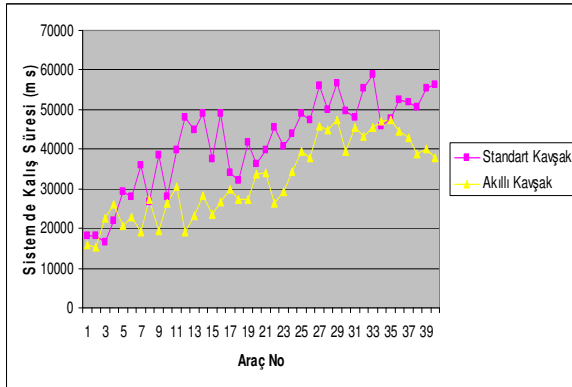
Amaç; araç sayısı arttıkça, araçların sistemden çıkış sürelerini incelemektir. Bu deneyle birlikte trafiğin oluşumu karşısında kavşakların davranışları gözlemlenerek, karşılaştırılabilecektir.

Uniform dağılım ile yoğun trafik oluşturulduğunda bu deneyin sonucu:



Şekil 3: Yoğun trafikte araçların geçiş süresi grafiği

Uniform dağılım ile normal trafik oluşturulduğunda elde edilen sonuç:

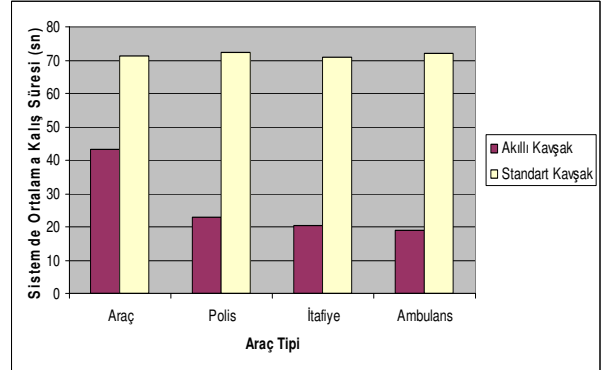


Şekil 1: Normal trafikte araçların geçiş süresi grafiği

Sonuç olarak; trafikte az araç olması bir aracın kavşaktan daha kısa sürede ayrılmasına neden olur. Araç sayısı arttıkça kavşakta bekleme süresi artmaktadır. Bu artış standart kavşakta çok fazla iken, akıllı kavşak sisteminde daha azdır. Standart kavşaktan yoğun trafikte geçen araçların sistemden geçiş süreleri sürekli olarak artmaktadır. Normal trafikte artış bu kadar düzenli değildir. Trafik ışıkları 10 saniyelik periyotta değişir, bir şerit için 30 sn kırmızı ışık yanıyorken 10 sn yeşil ışık yanar. Bu yüzden araçların en fazla bekleme süresi yeşil ışık yanma süresi ile kavşağa yaklaşma süresinin toplamıdır. Kavşaktan geçemediği durumda ise bekleme süresine bir sonraki yeşil ışığın yanma süresi de eklenmektedir. Araç sayısı arttıkça standart kavşak yönetiminde sistemde kalış süresinin artmasının nedeni budur. Akıllı kavşak yönetiminde son yaratılan araçların da geçiş süresi azdır. Çünkü kavşak, önceki trafiği düzgün bir şekilde yönetebilmiş ve araçların sistemden çıkmasını sağlamıştır. Bu da aynı zamanda yeni araç sayılarına adapte olup, sinyalizasyonu düzenlemesiyle sağlanmıştır. Bu şekilde araçların bekleme süreleri azaltılmıştır. Grafiklerde tek araç bazında fark izlenmiştir. Sistemdeki toplam geçiş süresini incelersek; akıllı kavşağın trafiği yaklaşık %35 daha kısa sürede dağıttığı görülmüştür.

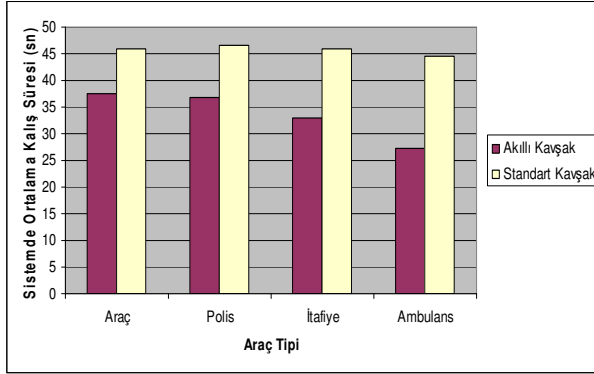
### 3.3. Geçiş Önceliği Olan Araçların Kavşaktan Geçiş Süresinin İncelenmesi

Bu deneydeki amaç; geçiş önceliği olan araçların kavşaktan geçiş süresini incelemektir. Çünkü bu araçların sistemde en az süre kalarak, sistemden ayrılması önemlidir. Elde edilen sonuçlarla birlikte standart ve akıllı kavşağın farklı araç tiplerinden oluşan trafiği yönetmekteki başarısı incelenecektir. Bu deney için, sistemde %5 itfaiye, %5 polis, %10 ambulans, %80'i normal araç olmak üzere rasgele 50 araç yaratılmıştır. Normal ve yoğun trafikte araçların sistemde kalma süreleri akıllı ve standart kavşakta ölçülmüştür. Uniform dağılım ile normal yoğunlukta trafik oluşturulduğunda, deney sonuçları şu şekildedir:



Şekil 5: Normal yoğunlukta araçların ortalama geçiş süresi grafiği

Uniform dağılım ile oluşturulan yoğun trafik için sonuçlar şu şekildedir:



Şekil 6: Yoğun trafikte araçların ortalama geçiş süresi grafiği

Normal yoğunlukta bir trafikte; standart kavşak yönetimi yapıldığında, araçlar diğer şeritler boş olsa bile kendi şeritleri için geç işareti gelene kadar beklemek zorundadır. Bu durum normal araçların sisteme kalış süresini artırmıştır. Ayrıca bu sistemin geçiş önceliği olan araçlar için sinyalizasyonda önceliği bulunmamaktadır. Dolayısıyla polis, itfaiye ve ambulans gibi araçlar şerit boş olsa bile sinyalizasyon yüzünden geçememektedir. Pratikteki uygulamada, bu araçlar sinyalizasyona bakmaksızın kavşaktan geçmeye çalışır, diğer şeritteki araçların yol üstünlüğü olan araçlara yol vermesi gerekir. Bu durum yayaları ve araç sürücülerini zorlayacak bir trafik oluşmasına neden olur. Akıllı trafik sisteminde ise geçiş önceliği olan araçlar göz önünde bulundurularak sinyalizasyon yapılır. Bu araçların üzerinde bulunduğu şeride yeşil ışık yanar ve bu araçların kavşaktan daha kısa sürede geçmeleri sağlanır. Acil durum araçlarına kavşaklarda yol verme işlemi standart ve kurallı bir şekilde yapılmış olur.

Yoğun trafikte, acil durum araçlarının kavşaklardan bir an önce geçebilmeleri gerekir. Yoğun trafikte bu süreci yönetebilmek daha da zorlaşır. Akıllı kavşak sisteminde, geçiş üstünlüğü ile ters orantılı olarak acil durum araçlarının sisteme kalış süresi azalmıştır. Standart kavşak yönetiminde araçların birbirlerinden farklı olduğu düşünülmediği için, her aracın geçiş ortalaması yaklaşık aynıdır.

#### 4. Sonuçlar

Günümüz önemli problemlerinden biri olan trafik yönetim sistemi için önerilen çözüm çoklu etmen yapılarıyla gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu uygulama kullanılarak, çoklu etmen yapısı ile gerçekleştirilen trafik yönetim sisteminin başarısı ölçülmüştür. Trafiği oluşturan her kararsız yapı, sistemde etmen olarak tanımlanmıştır. Araçların anlık durumları, sürücülerine bağlıdır. Şeridin durumu o an şeritte bulunan araçlara bağlıdır. Kavşak durumu ise kendine bağlı olan şeritlerdeki araçlara bağlıdır. Bu kararsızlığın nedeni olan araçlar hakkında anlık bilgiye şeridin ve kavşağın ulaşabilmesi önemlidir. Gerçekleştirilen sistemde de araçlar bilgilerini üzerinde oldukları şeritle paylaşır, şerit bilginin özeti çıkararak kavşağa iletir. Kavşak ise bu bilgiyi değerlendirerek sinyalizasyonu yönetir. Amaç araçların kavşaktan en kısa sürede ayrılmasını sağlamaktır. Bu sistemde iki yönlü haberleşme olduğu için kararsızlık azaltılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda önerilen sistemden geçen araç sayısı belirli bir süre için fazladır. Araçların

sistemde ortalama kalış süresi kısadır. Sistemden geçen tüm araçlar için ortalama kalış süresi daha da önem kazanır. Tek bir araç için N sn kadar fark olsa bile, tüm araçlar için  $N_{sn} * \text{Araç sayısı}$  kadar zaman kazanılır. Kazanılan zaman enerji kaybını azaltır. Bunlarla birlikte, güvenlik durumunu deneylerle test edilemese bile acil durum araçlarının geçişinde de sağladığı düzenle kaza riskini azaltan bir sistemdir. Ayrıca araçlara bilgi dağıtmak ve bilgi alışverişini sağlamak için de altyapı sunar.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, duyarlı telsiz ağlardan faydalanılarak simülasyon gerçeğe uygulanabilir. Kavşak etmeninin karar verme mekanizması için farklı kriterler eklenebilir. Birden çok kavşak oluşturularak çoklu kavşak yönetimi gerçekleştirilebilir.

#### 5. Kaynakça

- [1] Oliveira E. ve Duarte N., (2005), A Multi-Agent System for Simulation of Traffic Control, Proceedings of the ESM 2005 (European Simulation and Modelling), Sayfalar: 128 - 135
- [2] FIPA Resmi Sitesi, <http://www.fipa.org>
- [3] Nwana H.S. ve Wooldridge M., (1996), Software Agent Technologies, British Telecommunications Technology Journal, In BT Technology Journal 14(4), Sayfalar: 68 – 78
- [4] Grosso A., Gozzi A., Coccoli M. ve Boccialatte A., (2003), An Agent Programming Framework Based on the C# Language and the CLI, in Proc. of 1st Int. Workshop on C# and .NET, Computer Graphics, Visualization, Computer Vision and Distrib. Computing Czech Republic, Sayfalar: 13 - 20
- [5] FIPA Resmi Sitesi, <http://www.fipa.org>
- [6] MadKit Resmi Sitesi, <http://www.madkit.org/>
- [7] Seagent Resmi Sitesi, [http://seagent.ege.edu.tr/wiki/index.php/Main\\_Page](http://seagent.ege.edu.tr/wiki/index.php/Main_Page)
- [8] JADE Resmi Sitesi, <http://jade.tilab.com>
- [9] Bellifemine F., Caire G., Trucco T. ve Rimassa G., (2005), JADE Programmer's Guide, [jade.tilab.com/doc/programmersguide.pdf](http://jade.tilab.com/doc/programmersguide.pdf)
- [10] Paruchuri P., Pullalarevu A.R., Karlapalem K., (2001), Multi Agent Simulation of Unorganized Traffic, International Conference on Autonomous Agents, Sayfalar: 176 - 183