

BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE TRAFİK AKIMLARININ KONTROLÜ

Özlem ULUKUT¹

Ufuk ÖZKAYA²

Selçuk ÇÖMLEKÇİ³

^{1,2,3} Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Süleyman Demirel Üniversitesi, 32260, Çünür, Isparta.

¹e-posta: oulukut@mmf.sdu.edu.tr ²e-posta: ufuk@mmf.sdu.edu.tr
³e-posta: scom@mmf.sdu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Trafik Akımları, Bulanık Mantık

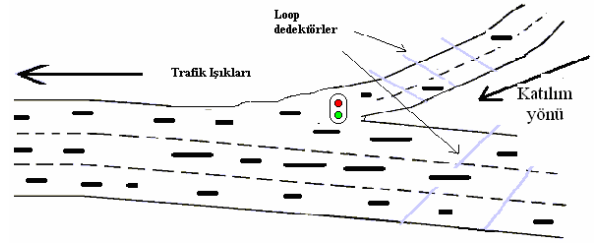
ABSTRACT

In this study an introduce for a fuzzy control mechanism about letting by green light duration in a vehicle traffic, an application as well. To this aim, input variables of the fuzzy controller are the flow in a main route (traffic volume) and queue length. Output variable is green light duration of signal group. Loop duration was chosen as a coefficient value. Red line duration was defined, for every new signal loop, by the subtracting from the duration defined by the controller.

1. GİRİŞ

Kent içinden geçen ekspres yolların en temel karakteristiği, trafik ışıklarının yerine, trafik işaretlerinin kullanılmasıdır. Bir başka karakteristik ise bu yollara gerek çevre yollardan gerekse kent içi yollardan katılımların olmasıdır. Bu yollarda trafiğin kontrolü için hız önemli bir kontrol parametresidir. Yan yollardan ekspres yollara katılım noktalarında bu parametrenin değişimine bağlı olarak; diğer bir parametre olan yoğunluğun artması, yani trafik sıkışıklığı ortaya çıkar. İşte bu problemin çözümü için katılım noktalarından ekspres yollara giriş kısmında trafik ışıkları ile kontrolün sağlanması, hem ekspres yoldaki ulaşım hızını optimize etmede hem de katılımdaki bekleme ile kuyruklanmayı en aza indirmede önemli bir faktör olacaktır.

Bu amaçla buradaki trafiğin kontrolü için modern trafik kontrol teknikleri incelenmiş ve yapay zeka uygulamalarının bir alt disiplini olan Bulanık Kural Tabanlı Uzman Sistemin bu tür problemin çözümünde uygun bir yöntem olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ekspres yoldaki parametremiz hız ve katılımdaki parametremiz kuyruk uzunluğu olup bunlara bağlı olarak yeşil süresi optimize edilerek trafiğin kontrolü sağlanır.



Şekil-1. Gerçekleştirilen Sistem

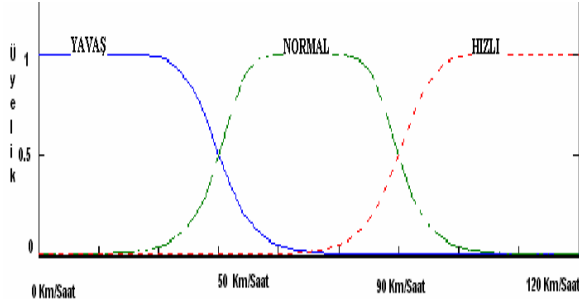
2. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık ilk defa 1960 yılında, California Üniversitesi Berkeley'den Dr. Lotfi Zadeh tarafından, doğal dildeki belirsizliği modellemek için ortaya konmuştur. Zadeh, bulanık mantık teorisinin bağımsız ve tam bir teori olmaktan çok bulanıklaştırma yönteminin herhangi bir teorisinin ayrı formdan sürekli forma dönüştürülmek suretiyle genelleştirilmesi için kullanılan bir yöntem olarak ele alınmasını istenmektedir.

Bulanık mantık, bir bulanık küme mantığına dayanır. Bulanık küme, küme'ye aitlik derecesi üyelik değeri ile tanımlanmış olan kümeyi ifade eder. Klasik küme kavramında bir eleman bir kümenin üyesidir veya değildir. Bulanık mantıkta küme aitlik derecesi μ , 0 ile 1 arasında değişir. 0 kümeye ait olmayı gösterir, 1 ise kesin olarak o kümenin üyesi olmayı gösterir. Küme aitlik derecesi üçgen, yamuk, Gauss eğrisi gibi standart fonksiyonlarla tanımlanabildiği gibi çok farklı fonksiyonlarda oluşturulabilir.

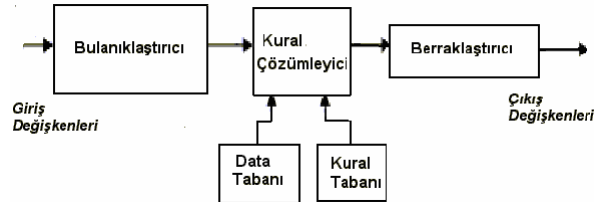
Örnek olarak bir otomobilin otoyol üzerinde yapabileceği hızı 0 ile 120 km/saat arasında olabileceğini varsayalım. Bu hız uzayını Yavaş (0 ile 40 km/saat), Normal Hızda (60 ile 80 km/saat) ve Hızlı (100 ile 120 Km/saat) gibi 3 ayrı kümeye ayıralım. Bu otoyolda 70 km/saat hızında giden bir otomobil Normal kümesine, 90 km/saat hızında giden bir otomobil ise belli bir üyelik derecesinde Normal

ve belli bir üyelik derecesinde Hızlı kümesine girer. Bu örneğe göre otomobil $\mu_{Hızlı}(90)=0.5$ ve $\mu_{Normal}(90)=0.5$ üyelik değerlerinde her iki kümenin de üyesidir. Çan eğrisi üyelik fonksiyonu kullanılarak oluşturulan bu otomobilin hızına ait bulanık üyelik değerleri Şekil-2’de görülmektedir.



Şekil-2. Örnek bir Otomobil Hız Uzayının Bulanıklaştırılması.

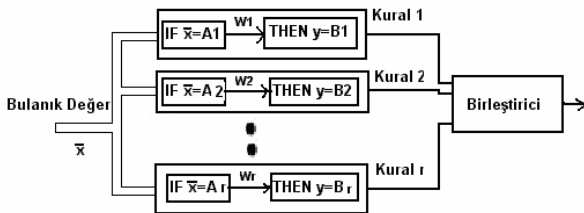
Bulanık denetleyici, giriş ve çıkış parametrelerinden bir kısmı veya tamamı bulanık üyelik fonksiyonları tarafından tanımlanan kural tabanlı bir kontrol sistemidir. Böyle bir kontrol sisteminin önemli özellikleri, kuralların sözel değişkenlerle ifade edilebilir olması, uzman bilgisinin tam olarak kontrol kurallarına yansıtılabilmesi ve kesin olmayan bilgiler üzerinden çıkarım yapabilme yeteneğine sahip olmasıdır. Ayrıca çıkışta elde edilen bulanık değerleri bulanık olmayan bir değere dönüştüren berraklaştırıcı mevcuttur. Bu şekilde oluşturulan bir bulanık denetleyici Şekil-3’de görülmektedir.



Şekil-3. Genel Bir Bulanık Denetleyici Yapısı.

Bir bulanık denetleyicinin temelini kural çözümleyici, data tabanı ve kural tabanından oluşan kural tabanlı sistem oluşturur.

Burada uzman sistemlerde olduğu gibi kural tabanında IF-THEN yapısında oluşturulan kurallar, data tabanında ise kullanılan üyelik fonksiyonlarının tipleri ve sınır değerleri tutulur. Bulanık denetleyici de kullanılan bir kural tabanlı çıkarım sisteminin yapıları daha ayrıntılı olarak Şekil-4 de görülmektedir.



Şekil-4. Bulanık Kural Tabanlı Çıkarım Sistem Yapısı.

Bir bulanık kural tabanlı sistemde, farklı çözümleme yöntemleri uygulanabilir. Bunlardan en önemlileri Mamdani ve Sugano modelidir. Ayrıca birleştiricide birden fazla kural arasında oluşturulacak olan ilişkilerde uygulanan farklı çıkarım yöntemleri mevcuttur. Bulanık denetleyicide farklı berraklaştırma yöntemleri de vardır. Bu yöntemlerin bazıları; yamuk ağırlık noktası, ağırlıklı ortalama yöntemi, maksimumların ortalaması yöntemidir. Kullanılan berraklaştırma yöntemi bulanık denetleyicinin performansını önemli ölçüde etkiler.

Bulanık denetleyicide; bulanık giriş ve çıkış parametrelerini sayısı, kullanılan üyelik fonksiyonlarının tipi ve adedi, kural tabanını oluşturan kurallar, kural çözümleme yöntemi, birleştirme operatörleri, berraklaştırma metodu belirlenmesi gereken en önemli parametrelerdir. Bu parametrelerin belirlenmesinde bazı sayısal yaklaşımlar var ise de çoğunlukla bu parametreler bir uzman tarafından veya deneme yanılma metodu ile test edilerek oluşturulur.

Bulanık denetleyicilerin ulaşım sistemlerinde planlama, yönetim ve kontrol alanlarında oldukça geniş bir uygulama alanı vardır. Bu uygulamalardan bazıları; bulanık mantık kuralları kullanarak araç yönlendirme, izole edilmiş işaretlerle kavşaklarda bulanık mantık ile kontrol, kent içi ekspres yollarda bulanık kontrol sistemleri, bulanık ve geleneksel metotları kullanarak trafik akış ve kontrol benzetimleri, bulanık mantık ile kontrol problemlerinin çözümü olarak verilebilir.

3. TASARLANAN BULANIK DENETLEYİCİ

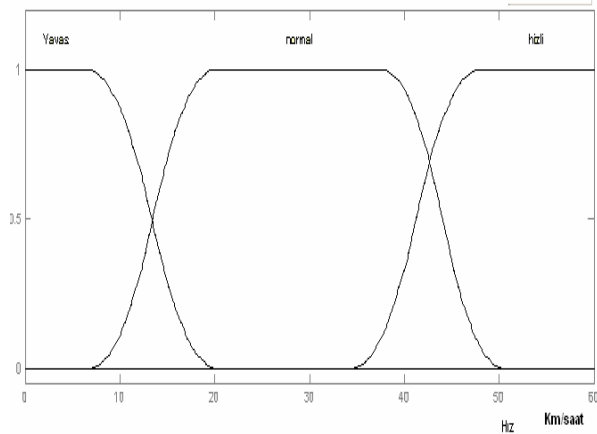
Bu makalede bir kontrol mekanizması için, katılım akımına yol hakkı verildiği yeşil ışık sürelerinin bulanık kontrol yaklaşımı ile belirlendiği; bir trafik denetleyicisinin tasarımı ve uygulamasına ilişkin çalışmalar tanıtılmıştır. Buna göre, bulanık denetleyicinin giriş değişkenleri olarak, ana yoldaki hızı (trafik hacmi) ve katılım kolundaki kuyruk uzunluğu; çıkış değişkeni olarak da sinyal grubunun yeşil ışık süresi kullanılmıştır. Sinyal grubunun çevrim süresi sabit bir değer olarak seçilmiştir. Kırmızı ışık süresi, her yeni sinyal çevrimi için bulanık denetleyicinin belirlediği sürenin bu değerden çıkarılması suretiyle belirlenmektedir.

Gerçekleştirilen bulanık denetleyici, bir benzetim programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Trafik yoğun olduğu bir saatte yapılan kamera çekimlerinden yararlanarak belirlenen trafik kompozisyonu ve akım değerlerine ilişkin saha bilgileri, benzetime aktarılmıştır. Toplam 1 saat süreli test sürecinde; giriş değişkenlerine ilişkin benzetimin ürettiği veriler, 5 dakikalık aralıklarla alınarak bulanık kontrolöre girilmiştir. Bulanık denetleyicinin her seferinde belirlediği yeşil ışık süreleri, bir sonraki benzetim

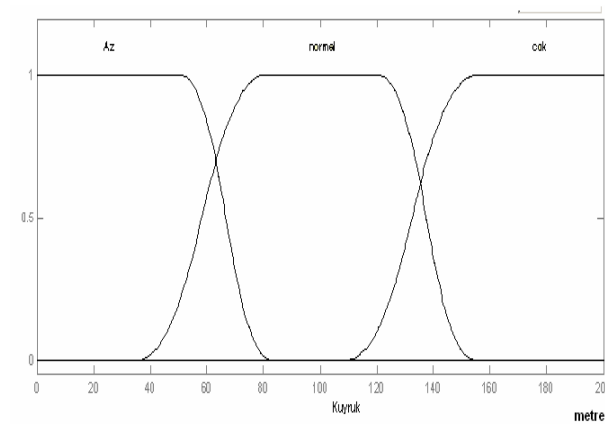
aralığı için dikkate alınacak şekilde benzetim işlemi tekrarlanmıştır. Bu şekilde yapılan yeni iterasyonlar sonucunda 1 saatlik bulanık kontrol süreci tamamlanmıştır. Gerçekleştirilen bulanık denetleyicinin kural yapısı aşağıda verilmektedir.

Bulanıklaştırılmış giriş ve kontrol değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları Şekil-5, 6 ve 7'de görülmektedir.

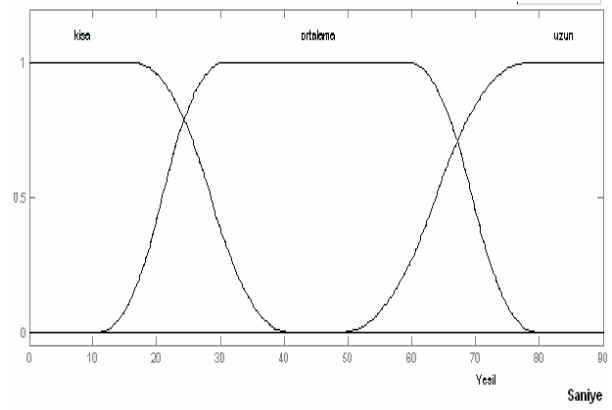
1. If [Hiz is Hizli] then [YesilZamani is Uzun] [1]
2. If [Hiz is Normal] and [KuyrukUzunluğu is Az] then [YesilZamani is Kısa] [1]
3. If [Hiz is Normal] and [KuyrukUzunluğu is Normal] then [YesilZamani is Ortalama] [1]
4. If [Hiz is Normal] and [KuyrukUzunluğu is Çok] then [YesilZamani is Uzun] [1]
5. If [Hiz is Yavas] and [KuyrukUzunluğu is Az] then [YesilZamani is Ortalama] [1]
6. If [Hiz is Yavas] and [KuyrukUzunluğu is Normal] then [YesilZamani is Ortalama] [1]
7. If [Hiz is Yavas] and [KuyrukUzunluğu is Çok] then [YesilZamani is Uzun] [1]



Şekil-5. Anayoldan Gelen Araçların Hızlarının Bulanıklaştırılmış Değerleri.



Şekil-6. Katılım Kolunda Bekleyen Araçların Oluşturduğu Kuyruk Uzunluğunun Bulanıklaştırılmış Değerleri



Şekil-7. Yeşil Işık Süresine Ait Çıkış Bulanık Değerleri.

4. SONUÇ

Gerçekleştirilen kontrol sürecinde elde edilen performans artışını tespit etmek üzere, benzetim bir kez de aynı trafik akımı şartlarında ve hiçbir kontrolün söz konusu olmadığı şartları benzeticek şekilde tekrarlanmıştır. Benzetim gerek kontrollü ve gerekse kontrolsüz şartlar için ürettiği performans verileri yine 5'er dakikalık aralıklarla alınarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuçlar, kontrolsüz şartlarda oluşan taşıt başına gecikme süreleri, duruş sayıları ve kuyruk uzunluklarının bulanık kontrol sürecinde %30'a varan oranlarda iyileştiğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Teodorovic, D.; Vukadinovic, K.: (1998) *Traffic Control and Transport Planning A Fuzzy Setes and Neural Networks Approach* (Sayfa 69), Kluwer academic Publishers .
- [2] Teodorovic, D.; Vukadinovic, K.: (1998) *Traffic Control and Transport Planning A Fuzzy Setes and Neural Networks Approach* (Sayfa 89), Kluwer academic Publishers .
- [3] Teodorovic, D.; Vukadinovic, K.: (1998) *Traffic Control and Transport Planning A Fuzzy Setes and Neural Networks Approach* (Sayfa 95), Kluwer academic Publishers .
- [4] Robert L.K.; Keith R.B.: (1993) *Fuzzy Logic and Control* (sayfa 262) ,Prentice Hall .
- [5] Brubaker, D.; Sheerer C.: (Haziran, 1992) EDN Magazin (Sayfa 121).