

# ATM şebekelerde bandgenişliğinin ve CLR üst sınırının tahmini için bulanık çıkarım yaklaşımı

**Mahmut HEKİM\*, Günsel DURUSOY**

*İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul*

## Özet

*Bu çalışmada, Asenkron Transfer Modu (ATM) şebekelerinin bağlaşma sisteminde bağlantı talepleri için tahsis edilmesi gereken bandgenişliği değerlerini, kullanıcılar tarafından bildirilen trafik parametrelerine dayalı olarak tahmin eden yeni bir yöntem sunulmaktadır. Önerilen yöntem bulanık mantık kurallarına dayalı olarak geliştirilmiştir. Yöntem, karmaşık hesaplamalar olmadan bandgenişliğini tahmin etmeyi, bağlantı kabulünün hızını artırmayı ve transmisyon hattının kullanımını iyileştirmeyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca, ATM şebekeleri için bulanık mantık teorisi kullanılarak hücre kayıp oranı üst sınırı dağılımının tahminine dayalı bir bağlantı kabul kontrol yöntemi önerilmektedir. Önerilen yöntem, geleneksel yöntemlerde ortaya çıkan büyük hücre kayıp oranı değerlerine yol açmamaktadır. Böylece, öngörülen hücre kayıp oranı sağlanmakta ve yüksek istatistiksel çoğullama kazancı elde edilmektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** ATM, hücre kayıp oranı, bağlantı kabul kontrolü, bulanık sonuç çıkarma.

## A fuzzy inference approach to the estimation of the bandwidth and upper bound of CLR in ATM networks

### Abstract

*In this study, a new method is proposed to estimate bandwidth values to be allocated for the connection requests in the switching system of the Asynchronous Transfer Mode (ATM) networks based on the traffic parameters specified by the users. A B-ISDN (Broadband-Integrated Services Digital Network) has been developed as a next generation network by which all the communication services (voice, data, video, etc.) could be integrated. In ATM networks, bandwidth allocation deals with determining the amount of bandwidth required by a connection for the network to provide the required quality of service (QoS). Asynchronous Transfer Mode is a technique for converting all the information into cells for enabling higher information transfer. The proposed method is developed based on the fuzzy logic rules. The method enables to estimate the bandwidth without complex calculations and increases the rate of connection admission and improves the use of the network transmission line. A connection admission control (CAC) method is also proposed for ATM networks based on the estimation of upper bound distribution of cell loss ratio by using the fuzzy logic theory. In contrast to conventional methods, the proposed method does not cause excessively large values of the cell loss ratio. Therefore, the allowed cell loss ratio is ensured and higher multiplexing gain is obtained.*

**Keywords:** ATM, cell loss ratio, connection admission control, fuzzy inference.

---

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Mahmut HEKİM. mhekim@gop.edu.tr; Tel: (356) 252 12 06 dahili:3335.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi'nde tamamlanmış olan "ATM şebekelerde kalite ve trafik yönetimi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 28.01.2003 tarihinde dergiye ulaşmış, 05.11.2003 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.06.2005 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

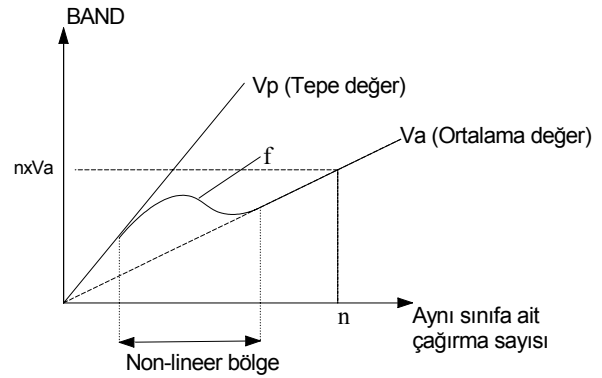
## Giriş

ATM, çok ortamlı hizmetleri destekleyen Genişbandlı ISDN (B-ISDN) yeteneği için bir bağlaşma tekniğidir. B-ISDN tüm haberleşme hizmetlerini (ses, veri, hareketli görüntü, vb) birleştirebilen haberleşme şebekesi olarak araştırılmakta ve geliştirilmektedir. ATM şebekelerde yeni hizmetleri karşılamak açısından, bilinmeyen ve değişken trafik isteğine uyarlanabilirlik ve esneklik çok önemlidir. ATM, yüksek hızda bilgi transferini sağlamak için (hareketli resim gibi sürekli bilgiye ve veri gibi öbekli bilginin meydana gelmesine bakmaksızın) tüm bilgiyi hücrelere dönüştüren bir tekniktir. Her türlü trafik karakteristiğine sahip verinin iletiği ATM şebekeler doğal olarak yönetimi ve kontrol edilmesi zor şebekeler arasında yer almaktadır (Saito, 1994). Bununla beraber, şebekede yığılmadan sakınırken, farklı trafik tiplerine hizmet kalitesini garanti etmede bazı problemler hala devam etmektedir. ATM, şebeke kullanımını maksimum yapmakla birlikte, şebeke kararlılığını sağlamak için bir çok yığılma kontrol mekanizmasının kullanılması zorunlu olmaktadır.

ATM bağlaşma sistemlerinde bir çağırma uygulanan kontrol prosedürü aşağıda tanımlanan adımlardan oluşmaktadır: kullanıcı ilk olarak maksimum hız ve ortalama hız gibi o an talep edilen haberleşme hizmetinin trafik parametrelerini bildirmekte; merkezi kontrol ünitesi, bildirilen parametrelere ve karmaşık hesaplamalara göre kullanıcının haberleşme hizmet kalitesini sağlayan tahmini bandgenişliğini hesaplamaktadır. Transmisyon hattının boş bandında tahmini bandgenişliğine yer verilebilirse, sistem çağırma kabul etmekte; yer verilmezse çağırma reddedilmektedir. Bununla birlikte, trafik parametreleri bildirimini ve bandgenişliği tahmininin kesin olarak yerine getirilmesi durumunda, uzun bir hesaplama zamanına gereksinim duyulması gibi bir başka problem ortaya çıkmaktadır. Sistemin trafik karakteristikleri Şekil 1’de gösterilmektedir. Burada  $V_p$  bildirilen tepe bandgenişliğini,  $V_a$  ise bildirilen ortalama bandgenişliğini göstermektedir.

Pratikte bandgenişliği, Şekil 1’de  $f$  eğrisi ile gösterilen bir karakteristiğe sahiptir. Başka bir

deyişle, çağırma sayısının küçük ve büyük olduğu alan arasında doğrusal olmayan bir bölge söz konusu olmaktadır (Soumiya ve Abe, 1998). Bu nedenle, bu doğrusal olmayan bölgeyi tahmini bandgenişliği olarak elde etmek gerektiğinde karmaşık hesaplamalara gereksinim duyulmakta ve bandgenişliğini bu metotlara göre tahmin etmek için uzun hesaplama zamanı kullanılmaktadır. Bu problemin üstesinden gelmek için, trafik parametreleri kullanılarak daha basit bir bandgenişliği tahmin değeri hesaplama yöntemini geliştirmek mümkündür. Ancak, bu basit yöntemde, bandgenişliği çok iyi kestirilemediği ve hizmet kalitesini güvence altına almak amacıyla bandgenişliği daha güvenli bir sayısal değere ayarlandığı için tahmin edilen bandgenişliği gerektiğinden daha fazla band işgal etmekte; bu durumda da transmisyon hattı verimli kullanılmamaktadır (Soumiya ve Abe, 1998). B-ISDN terminalerin her birinden gelen çağırma kurma talebinden sorumlu bir ATM bağlaşma sisteminde, bu problemi ortadan kaldırmak için, kullanıcı tarafından bildirilen trafik parametrelerine dayalı bulanık kararlara göre bir bandgenişliği tahmin edilebilir. Bu sayede, bandgenişliği tahminini karmaşık hesaplamalar olmadan yapmak, çağırma kabulü hızını artırmak, öngörülen hizmet kalitesini sağlamak ve şebeke transmisyon hattı verimini iyileştirmek mümkün olabilmektedir.

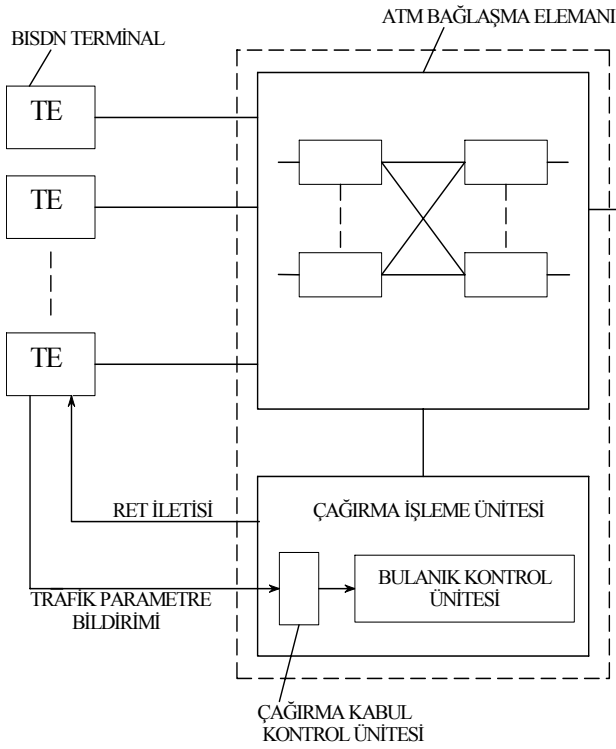


Şekil 1. Çağırmanın trafik karakteristikleri

## Bulanık bağlantı kabul kontrolü

Şekil 2’de bulanık bağlantı kabul kontrol sistemi blok diyagramı görülmektedir. Bu sistem çağırma işleme ünitesinden, B-ISDN terminalden

gönderilen trafik parametrelerinin bildirimini kabul eden çağırma kabul kontrol ünitesinden ve kabul edilen çağırmanın uygun bandgenişliğini bulanık teoriye göre saptayan bulanık kontrol ünitesinden meydana gelmektedir. Bulanık kontrol ünitesi kullanıcılardan kabul kontrol ünitesi aracılığı ile trafik parametrelerini almakta ve bağlantı kabul kontrolünü başarmak için bulanık hesaplama esasına göre sıralı çağırımlar için uygun bandgenişliğini elde etmekte, bağlantı talebi çağırımlarına öngörülen hizmet kalitesini sağlamakta ve yığılmayı önlemektedir. Böylece, sistem bulanık bağlantı kabul kontrolü sayesinde transmisyon hattının kullanım verimini iyileştirebilmektedir.



Şekil 2. Bulanık kontrole dayalı ATM bağlaşma sistemi

Bu sistemde bulanık kontrol, bağlantı kabul kontrolüne uygulanmaktadır. Başka bir deyişle; bulanık kontrol, bağlantı kabul kontrolünde bir uzman sistem gibi de düşünülebilir; yani *if-then* bulanık kontrol kuralları esasına göre trafik karakteristikleri lojik olarak analiz edilmekte ve gerekli bandgenişliği hesaplanmaktadır. Sonuç olarak, yüksek çağırma kabulü işlevi mümkün

kılınır ve bu sayede şebekenin transmisyon hattının kullanım verimini iyileştirmek olasıdır.

Kontrol sisteminde kullanılmak için uyarlanan *if-then* bulanık kontrol kuralları aşağıdaki gibi gösterilecektir:

$$\begin{aligned} \text{Kural 1: } & \text{if } X1 \text{ is } A \text{ then } Y \text{ is } B \\ \text{Kural 2: } & \text{if } X2 \text{ is } B \text{ then } Y \text{ is } A \end{aligned} \quad (1)$$

(1) nolu ifadede,  $x_1$  ve  $x_2$  sistemin gerçek giriş değişkeni değerleridir.  $x_1$  değerinin  $A$ 'ya ait olduğundaki hız (derece değeri) kural 1'in uyarlanabilirliği ve  $x_2$  değerinin  $B$ 'ye ait olduğundaki hız kural 2'nin uyarlanabilirliğidir. Buna göre çıkarım sonuç değeri ( $y$ ) kural 1 ve kural 2'nin uyarlanabilirlikleri ile çıkış üyelik fonksiyonlarının grafiklerinin ağırlıklı ortalaması alınarak grafiğin ağırlık merkezi olarak elde edilebilir (Ross, 1995).

Bu sistem, B-ISDN terminallerden (B-TE), B-ISDN terminallere bağlanan ATM bağlaşma biriminden ve ATM bağlaşma birimi ile işbirliğinde çağırımları işleyen çağırma işleme biriminden meydana gelmektedir.

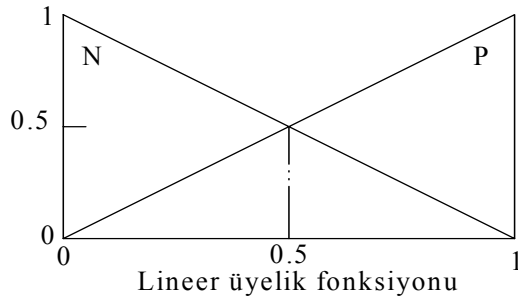
Çağırma işleme birimi, B-ISDN terminalden gönderilen trafik parametreleri bildirimini kabul eden çağırma kabul kontrol ünitesinden ve bulanık teorisi esaslarına göre çağırmanın bandgenişliğini saptayan bulanık kontrol ünitesinden oluşmaktadır.

Bulanık kontrol ünitesi, bağlantı talebine hizmet kalitesini sağlamak ve haberleşme yığılmasını önlemek için; kullanıcılardan (B-ISDN terminal) bağlantı kabul kontrol ünitesi aracılığı ile trafik parametrelerini almakta ve bağlantı kabul kontrolünü yerine getirmek amacıyla, bulanık hesaplama esasına göre aynı sınıfa ait çağırımlar için uygun bandgenişliğini hesaplamaktadır.

İlk olarak, kontrol ünitesi B-ISDN terminalden trafik parametrelerini alır (adım 1) ve bulanık kontrol kurallarının uyarlanabilirliklerini ( $\omega_i$ ) sırayla hesaplar (adım 2). Uyarlanabilirliklere ( $\omega_i$ ) ve sonuç üyelik fonksiyonlarına göre bulanık

kontrol kurallarının çıkarım sonuçlarını ( $y_i$ ) saptar (adım 3). Sonra, toplam çıkarım sonucu ( $y_o$ ),  $y_i$  ve  $w_i$ 'nin ağırlıklı ortalaması olarak elde edilir (adım 4). Transmisyon hattında çıkarım sonucu ( $y_o$ ) değerinde bir bandgenişliğinin tahsis edilip edilemeyeceği kontrol edilir (adım 5). Tahmin imkanı varsa kontrol çağırma kabul eder (adım 6); aksi takdirde reddeder (adım 7).

Şekil 3'te giriş ve çıkış değişkenleri için kullanılan üyelik fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 3. Kullanılan üyelik fonksiyonu

Haberleşme hizmetinin trafik parametreleri olarak maksimum ve ortalama hızları kullanıcılar tarafından bildirilmektedir. Burada aşağıda verilen bulanık kontrol kuralları uyarlanmaktadır. Aynı hizmet sınıfındaki çoğullanan çağırımların sayısı  $m$  ise,  $x_1 = 1/m$  alınmaktadır.  $x_2$ , maksimum hızın transmisyon hattı kapasitesine oranını göstermektedir. Buna göre, bulanık kurallar aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} R1: & \text{if } x_1 \text{ is } N1 \text{ and } x_2 \text{ is } N2 \text{ then } y \text{ is } P \\ R2: & \text{if } x_1 \text{ is } P1 \text{ and } x_2 \text{ is } P2 \text{ then } y \text{ is } N \end{aligned} \quad (2)$$

(2) nolu ifadede,  $N1$ ,  $P1$ ,  $N2$ ,  $P2$ ,  $N$  ve  $P$  Şekil 3'te gösterilen lineer üyelik fonksiyonlarıdır. Örneğin,

Maksimum hız :  $V_p = 1$  Mbit/sn  
Ortalama hız :  $V_a = 0.5$  Mbit/sn  
Çağırımların sayısı:  $m = 20$   
Transmisyon hattı hızı:  $V_t = 156$  Mbit/sn

$$\begin{aligned} X1 &= 1/m = 1/20 = 0.05 \\ X2 &= V_p/V_t = 1/156 = 0.00641 \end{aligned}$$

İlk olarak,  $R1$  ve  $R2$  kurallarının uyarlanabilirlikleri ( $w1$  ve  $w2$ ) sırayla elde edilmektedir:

$$\begin{aligned} w1 &= N1(x1) \cap N2(x2) \\ &= \min[N1(0.05), N2(0.00641)] \\ &= \min[0.05, 0.99359] \\ &= 0.05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w2 &= P1(x1) \cap P2(x2) \\ &= \min[P1(0.05), P2(0.00641)] \\ &= \min[0.05, 0.00641] \\ &= 0.00641 \end{aligned}$$

$N1$ ,  $N2$ ,  $P1$  ve  $P2$  değerlerini Şekil 3'te gösterilen karakteristiklerden okumak mümkündür.  $R1$  ve  $R2$  kurallarının çıkarım sonuçları ( $y1$  ve  $y2$ );

$$\begin{aligned} y1 &= 2/3 = 0.667 \\ y2 &= 0.495 \end{aligned}$$

olarak elde edilmektedir.

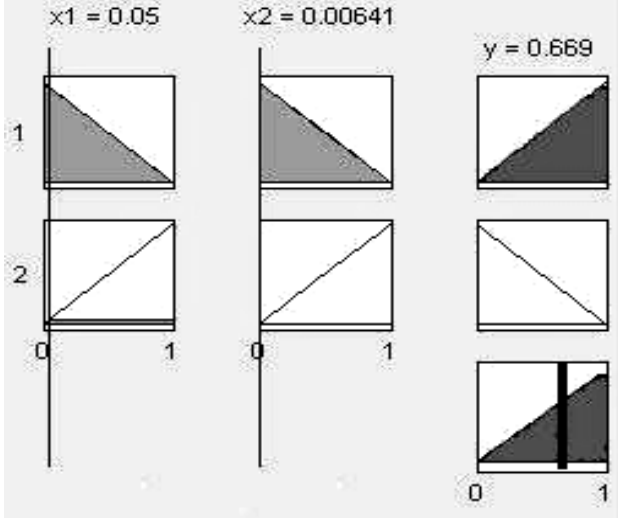
Ayrıca, toplam çıkarım sonucu ( $y_o$ ),  $y1$  ve  $y2$ 'nin uyarlanabilirliklerinin ( $w1$  ve  $w2$ ) ağırlıklı ortalaması olarak elde edilmektedir ve bu değer bir bağlantıya tahsis edilmesi gereken bandgenişliği değeridir. Örneğimizde,

$$\begin{aligned} y_o &= \frac{w1y1 + w2y2}{w1 + w2} \\ &= \frac{0.05 \times 0.667 + 0.00641 \times 0.495}{0.05 + 0.00641} \\ &= 0.667 \text{ Mbit/sn} \end{aligned}$$

olarak bulunur (Şekil 4).

Şekil 4'te gösterildiği gibi, yukarıda nümerik olarak hesaplanan bandgenişliği değeri grafiksel olarak da kolayca bulunabilmektedir.

Aynı kalite sınıfına ilişkin çağırımlara tahsis edilen bandgenişliği değerlerinin ( $V_p = 1$  Mbit/sn,  $V_a = 0.5$  Mbit/sn) toplamı 13.38 Mbit/sn'dir ( $0.669$  Mbit/sn  $\times 20$ ) ve bu değere transmisyon hattında yer verildiği sürece, çağırma kabul edilmektedir. Çağırma kabul edildikten sonra, kabul edilen çağırmanın ait olduğu kalite sınıfının toplam bandgenişliği tahsis değeri 13.38 Mbit/sn'ye güncellenmektedir.



Şekil 4. Bulanık karara göre tahmin edilen bandgenişliği değeri

Bu örnekte, Şekil 3'te gösterilen lineer tip üyelik fonksiyonları uyarlanmıştır. Ancak, duruma bağlı olarak bu üyelik fonksiyonlarının tipini değiştirmek gerekebilir.

### Hücre kayıp oranının tahmininde bulanık çıkarım yaklaşımı

Bulanık mantık teori esasına göre hücre kayıp oranının üst sınırının tahmin edilebilmesi için farklı bulanık değişkenler kullanılabilir. Bu bulanık değişkenlerin tümü veya bazıları kullanılarak CLR üst sınırı çıkartılmaya çalışılmaktadır. Buradaki uygulamada, giriş değişkeni olarak bağlantı sayısı ve çıkış değişkeni olarak da CLR kullanılmıştır. Üyelik fonksiyonlarının üyelik dereceleri bağlantı sayılarına karşı düşen ve önceden ölçülerek saptanan CLR değerlerine göre belirlenmiştir.

CLR tahmini değerini elde etmek için kullanılan bulanık yaklaşımda, *if* kısımları transmisyon hattı sınıfındaki bağlantı sayılarını göstermekte, buna karşın *then* kısımları *if* kısımları ile verilen koşul altında tahmin edilen CLR'yi tanımlamaktadır (Ross, 1995):

- Kural 1) If x1 is 250 then CLR is  $10^{-5}$
- Kural 2) If x1 is 260 then CLR is  $10^{-4}$
- Kural 3) If x1 is 280 then CLR is  $10^{-3}$
- Kural 4) If x1 is 300 then CLR is  $10^{-2}$

Eğer, bulanık kuralları bir üyelik fonksiyonlarına bağlı bir şekilde ifade edecek olursak, kullanılan bulanık kurallar řu biçime dönüşmektedir (Soumiya ve Abe, 1998; Ross, 1995):

- Kural 1) If *bağlantı\_sayısı* is *mf1* then CLR is *mf1*
- Kural 2) If *bağlantı\_sayısı* is *mf2* then CLR is *mf2*
- Kural 3) If *bağlantı\_sayısı* is *mf3* then CLR is *mf3*
- Kural 4) If *bağlantı\_sayısı* is *mf4* then CLR is *mf4*

Burada dikkat edilmesi gereken, üyelik fonksiyonlarına ait üyelik derecelerini belirli bağlantı sayısına göre önceden ölçülerek saptanan CLR değerlerinde maksimum yani, 1 almaktır.  $w_i$  üyelik derecesi ile ağırlaştırılan bulanık kümelerin ortalaması (CLR),

$$CLR = \frac{\sum_{i=1}^4 w_i y_i}{\sum_{i=1}^4 w_i} \quad (3)$$

ile hesaplanmaktadır. Bulanık kümelerin ağırlıklı ortalamasına dayanan bir bulanık sonuç çıkarım metodu, aşağıda verilen adımlarla gösterilebilir (Soumiya ve Abe, 1998):

- Adım 1) Bulanık kuralların uyarlanabilirliklerini ( $w_i$ ) hesapla.
- Adım 2) *Then* kısmının üyelik fonksiyonları ve uyarlanabilirliklere ( $w_i$ ) göre bulanık kuralların çıkarım sonuçlarını ( $y_i$ ) hesapla.
- Adım 3) Toplam çıkarım sonucunu (CLR),  $y_i$  ve  $w_i$ 'nin ağırlıklı ortalaması olarak elde et.

Tablo 1 ve 2, kaynakların trafik karakteristiklerini ve kaynaklar için uygulama örneklerini göstermektedir.

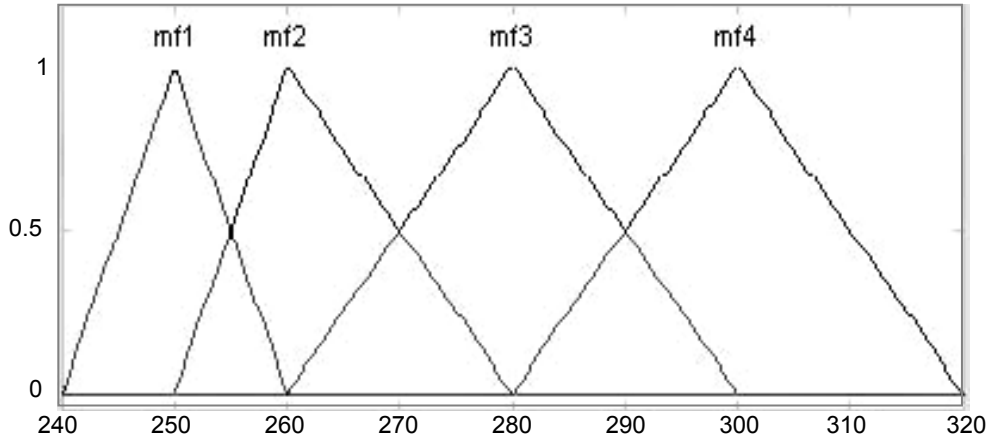
Şekil 5 ve 6'da, uyarlanan üyelik fonksiyonları ve tahmin edilen CLR değerlerinin grafiksel olarak bulunması örneği gösterilmektedir.

Tablo 1. Haberleşme trafik sınıfları

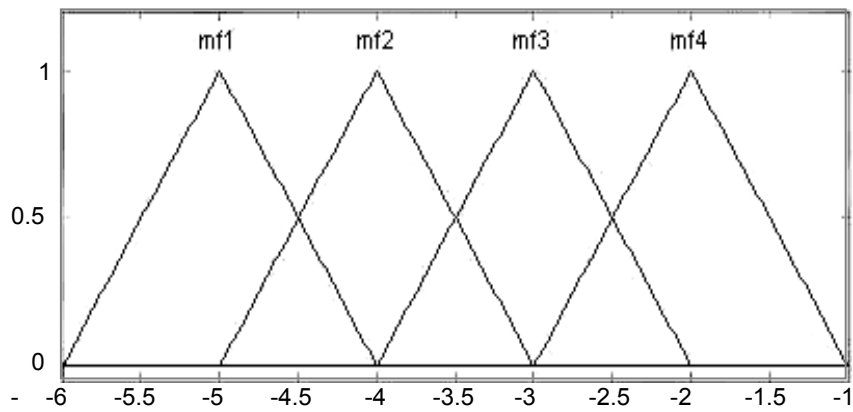
Trafik sınıfı	Tepe hız (Mbit/s)	Ortalama hız (Mbit/s)	Öbek uzunluğu (hücre)
Ses	0.064	0.022	58
Veri	10	1	339
Görüntü	2	0.087	2604

Tablo 2. Uygulama için örnek değerler

Uygulama	Trafik tipleri	Bağlantı sayısı	Yük	Link kapasitesi (Mbit/sn)	Tepe/Link kapasitesi	Şekiller
A1	Ses	250-300	0.8-0.95	7	0.00914	7
A2	Ses	15-25	0.05-0.08	0.7	0.0914	8
A3	Veri	160-300	0.5-0.85	350	0.28	9
A4	Veri	8-26	0.15-0.5	52	0.192	10
A5	Görüntü	4-20	0.05-0.25	30	0.133	11
A6	Görüntü	80-220	0.25-0.65	7	0.285	12

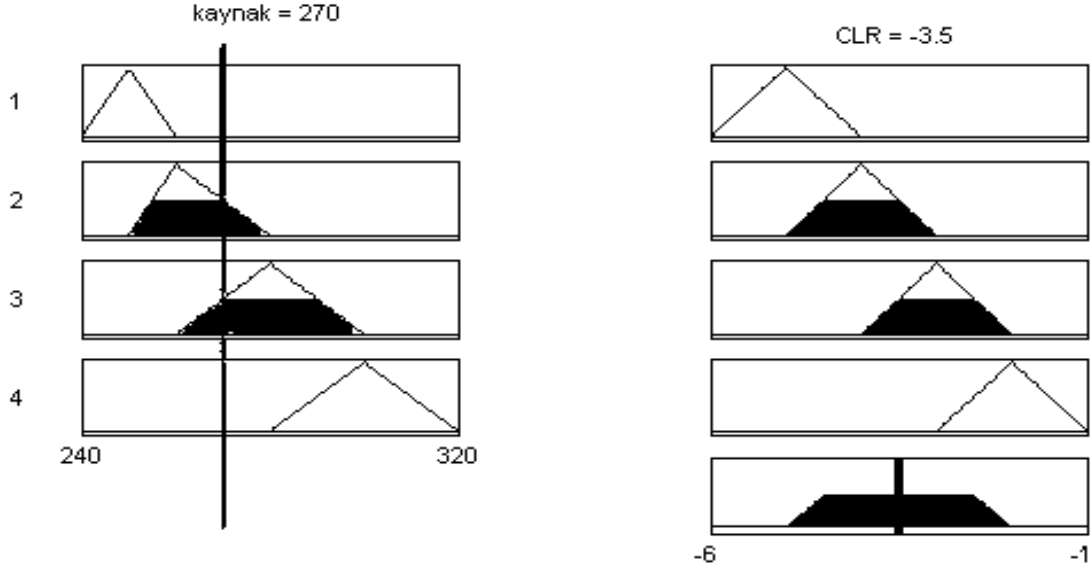


(a)  
Giriş değişkeni "x"



(b)  
Çıkış değişkeni "CLR"

Şekil 5. Uygulama 1'de kullanılan (a) bağlantı sayısı ve (b) CLR için kullanılan üyelik fonksiyonları

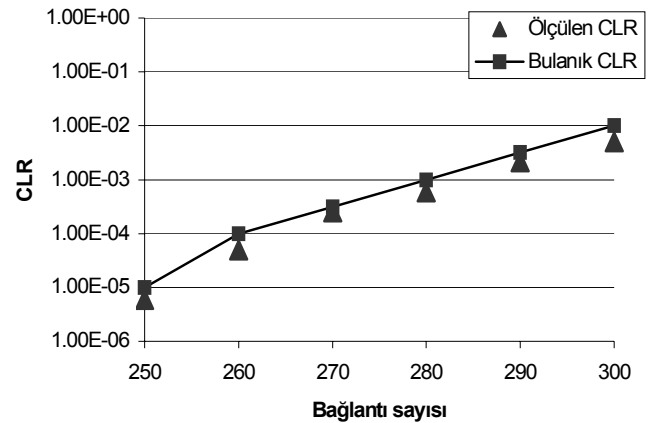


Şekil 6. Uygulama A1 için CLR'nin tahmini değerinin saptanması örneği (Matlab 6.0 programı kullanılarak saptanmıştır,  $CLR=10^{-3.5}$ )

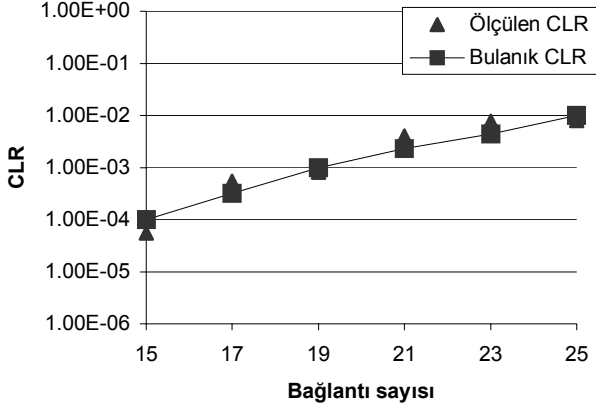
Şekil 7, 8, 9, 10, 11 ve 12, farklı kaynaklara ait CLR'nin tahmin değerlerini göstermektedir. Buna göre, CLR'nin olasılık dağılımını tahmin etmek için uyarlanan bulanık çıkarım yaklaşımı tüm kaynak türlerine uygulanabilmektedir. Bağlantı kabul kontrolü sisteminde en önemli etken, bağlantılara tahsis edilen bandgenişliklerinin öngörülen CLR amacını yerine getirebilecek nitelikte olmasıdır. Yani, yeni bir bağlantı kabul edilebilmesi için halihazırdaki bağlantıların bandgenişlikleri toplamı ve kabul edilecek yeni bir bağlantının bandgenişliğinin toplamının link kapasitesini aşmaması gerekmektedir (Onvural, 1993). Bununla birlikte, tahmin edilen CLR'nin de öngörülen CLR amacını aşmaması gerekmektedir. Eğer tahmin edilen CLR, öngörülen CLR'yi aşarsa bağlantı reddedilmelidir.

İstatiksel çoğullama kazancını maksimum yapmak amacıyla bağlantıya tahsis edilecek tahmini bandgenişliğinin saptanması için bulanık teoriye dayalı bir algoritma geliştirilirken, trafik tipine göre belirlenen CLR amacı da hesaba katılmaktadır. Çünkü istatiksel çoğullamada sağlanması gereken en önemli hizmet kalitesi parametresi, öngörülen hücre kayıp oranıdır. Sonuç olarak, bağlantı kabul kontrol sisteminde çözülmesi gereken iki önemli problem vardır. Bunlardan

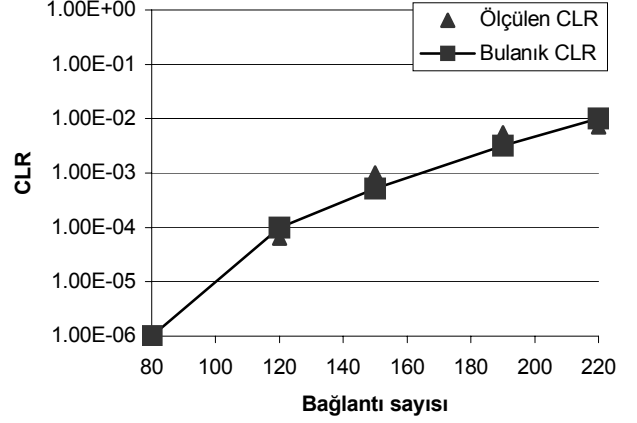
biri, bağlantılara tahsis edilecek bandgenişliklerinin saptanması ve diğeri de kurulmuş bağlantılardaki hücre kayıp oranının tahmin edilmesidir. Bu çalışmada, hücre kayıp oranının üst sınırı, bulanık mantık teorisi esaslarına göre saptanmıştır ve elde edilen grafikler gösterilmiştir. Önerilen yöntem kullanıldığında, hücre kayıp oranı değerleri, geleneksel yöntemlerde ortaya çıkan büyük hücre kayıp oranı değerlerinden düşük olmaktadır. Böylece, öngörülen hücre kayıp oranı sağlanmakta ve yüksek istatistiksel çoğullama kazancı elde edilmektedir.



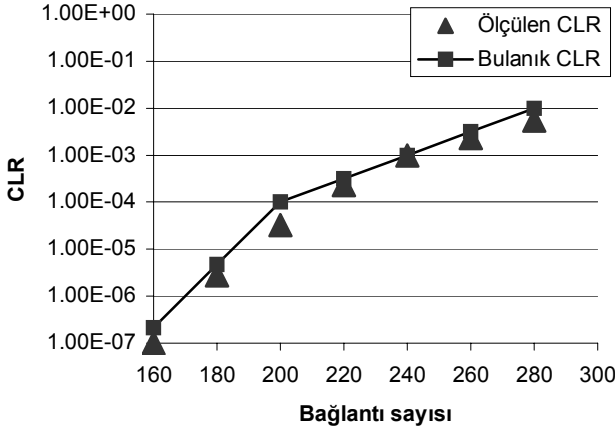
Şekil 7. Uygulama A1 için tahmin edilen CLR değerleri (Ses kaynakları,  $C=7$  Mbit/sn)



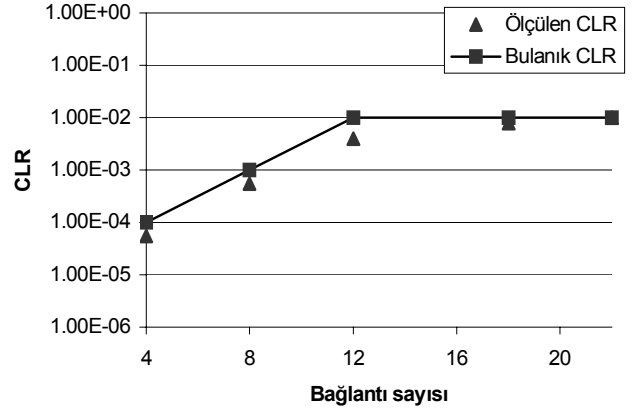
Şekil 8. Uygulama A2 için tahmin edilen CLR değerleri (Ses kaynakları,  $C=0.7$  Mbit/sn)



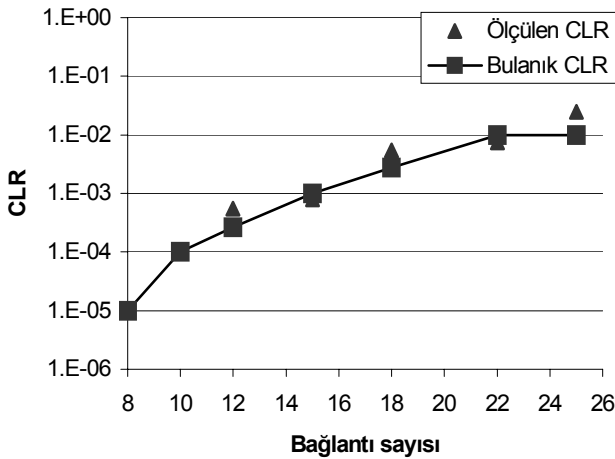
Şekil 11. Uygulama A5 için tahmin edilen CLR değerleri (Görüntü kaynakları,  $C=30$  Mbit/sn)



Şekil 9. Uygulama A3 için tahmin edilen CLR değerleri (Veri kaynakları,  $C=350$  Mbit/sn)



Şekil 12. Uygulama A6 için tahmin edilen CLR değerleri (Görüntü kaynakları,  $C=0.7$  Mbit/sn)



Şekil 10. Uygulama A4 için tahmin edilen CLR değerleri (Veri kaynakları,  $C=52$  Mbit/sn)

## Sonuç

Bu çalışmada, Asenkron Transfer Modu (ATM) şebekelerinin bağlaşma sisteminde bağlantı talepleri için tahsis edilmesi gereken bandgenişliği değerlerini, kullanıcılar tarafından bildirilen trafik parametrelerine dayalı olarak tahmin eden yeni bir yöntem sunulmaktadır. Önerilen yöntem bulanık mantık kurallarına dayalı olarak geliştirilmiştir. Yöntem, karmaşık hesaplamalar olmadan bandgenişliğini tahmin etmeyi, bağlantı kabulünün hızını artırmayı ve şebeke transmision hattının kullanımını iyileştirmeyi mümkün kılmaktadır. Simülasyon sonuçları bir bağlantıya tahsis edilecek bandgenişliğini tahmin etmede, bulanık sonuç çıkarma metodunun oldukça



etkili olduğunu göstermiştir. Bulanık mantık teorisine göre elde edilen bandgenişliğinin kullanılması transmisyon hattının veriminin yüksek olmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak, mevcut bağlantı kabul kontrolünde meydana gelen hizmet kalitesi problemlerini çözmek için bildirilen trafik parametrelerine dayalı bulanık bağlantı kabul kontrol sistemi oluşturulmuş ve bu sistemde kullanılabilen bulanık kontrol algoritma akış diyagramı gösterilmiştir.

Ayrıca, ATM şebekeleri için bulanık mantık teorisi kullanılarak hücre kayıp oranı üst sınırının dağılımının tahminine dayalı bir bağlantı kabul kontrol yöntemi önerilmiştir. Önerilen

yöntem, geleneksel yöntemlerde ortaya çıkan büyük hücre kayıp oranı değerlerine yol açmamaktadır. Böylece ngrlen hücre kayıp oranı sağlanmakta ve yüksek istatistiksel oğullama kazancı elde edilmektedir .

### **Kaynaklar**

- Onvural R. O., (1993). Asynchronous transfer Mode Networks, Artec House, Boston and London.
- Ross T. J., (1995). Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw-Hill, Inc.
- Saito H., (1994). Teletraffic Technologies in ATM Networks, Artech House, London.
- Soumiya T. ve Abe S., (1998). Connection Admission Control System, US PN: 5751691.