



**GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANA BİLİM DALI**

**YAPAY SİNİR AĞLARI VE BULANIK MANTIK  
KULLANILARAK TÜRKİYENİN SU İHTİYACININ  
YILLARA GÖRE TAHMİNİ OLARAK TESPİTİ**

**İŞLETME BÖLÜMÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÖMER ŞAHİN**

**AĞUSTOS-2015**

**GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANA BİLİM DALI**

**Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık Kullanılarak  
Türkiye'nin Su İhtiyacının Yıllara Göre  
Tahmini Olarak Tespiti**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet AYTEKİN**

**Ömer ŞAHİN**

**AĞUSTOS-2015**

©2015 Ömer ŞAHİN


T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANA BİLİM DALI

Türkiye'nin Su İhtiyacının Yapay Sınır Ağları ve Bulanık Mantık Yöntemleri ile Tespiti

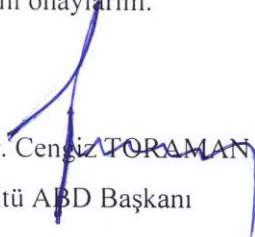
ÖMER ŞAHİN

Tez Savunma Tarihi: 14.08.2015


Sosyal Bilimler Enstitüsü onayı:

  
Prof. Dr. Hilmi BAYRAKTAR  
SBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.

  
Prof. Dr. Cengiz TORAMAN  
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımda (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Yrd. Doç. Mehmet AYTEKİN  
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Yrd. Doç. Mehmet AYTEKİN

Doç. Dr. Necati OLGUN

Yrd. Doç. Yakup DURMAZ

İmzası



## ÖZET

### TÜRKİYE’NİN SU İHTİYACININ YAPAY SİNİR AĞLARI VE BULANIK MANTIK YÖNTEMLERİ İLE TESPİTİ

Ömer ŞAHİN  
Yüksek Lisans Tezi, İşletme Bölümü  
Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Mehmet AYTEKİN  
Ağustos 2015, 62 Sayfa

Bu tezde Türkiye’nin gelecekteki su ihtiyacı bulanık yapay sinir ağı metodu kullanılarak tahmini olarak elde edilmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) alınan veriler bulanık yapay sinir ağı metodunda kullanılmak üzere (0-1) aralığına sıkıştırılmıştır, daha sonra bu verilerin %80 i kullanılarak yapay sinir ağlarının veriler arasındaki ilişkiyi öğrenmesi sağlanmıştır. Yapay sinir ağları öğrenmeyi gerçekleştirdikten sonra geriye kalan %20 oranındaki veri ile yapay sinir ağlarının öğrenmeyi ne kadar iyi gerçekleştirdiği test edilmiştir. İstenilen başarılı öğrenme oranı yakalandıktan sonra gelecek yıldaki olması muhtemel veriler üzerinden Türkiye’nin su ihtiyacının bir analizi elde edilmiştir.

Son olarak elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler halinde verilip Türkiye’nin su ihtiyacının yıllara göre değişimi irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Türkiye’nin Su İhtiyacı, Yapay Zeka.

**ABSTRACT****THE IDENTIFICATION OF FUTURE WATER NEED THROUGH ARTIFICIAL  
NEURAL NETWORKS AND FUZZY LOGIC METHODS IN TURKEY**

Ömer ŞAHİN

MBA, Department of Administration

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet AYTEKİN

August 2015, 62 pages

In this thesis, the future water need of Turkey is estimated through the methods of Artificial Neural Networks and Fuzzy Logic.

The data taken from Turkish statistics. Institution is established in (0-1) interval using fuzzy artificial neural network. Later, using 80 percent of the data. It is made for artificial neural network to learn relationship between data. After realizing this with the rest of 20 percent of the data level of learning realized by artificial neural network is tested. The desired level is caught. Then the water need of Turkey in following year is analyzed using data obtained.

As a last step, the results are given in tables, graphs and the changes in water need of Turkey are analyzed according to years.

**Key Words:** Artificial Neural Networks, Fuzzy Logic, Water need of Turkey, Artificial Intelligence

## TEŐEKKÖR

Bu alıŐma sűresince gűsterdiĐi yol ve yűntemlerle desteĐini esirgemeyen Sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet AYTEKİN' e, kullanılan verilerin toplanmasını saĐlayan TÖRKİYE İSTATİSTİK KURUMU'na ve benden maddi manevi hiçbir desteĐini esirgemeyen deĐerli aileme teŐekkűr ederim...

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
SEMBOLLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix

### I. BÖLÜM

GİRİŞ.....	1
------------	---

### II. BÖLÜM LİTERATÜR

2.1. Bulanık Mantık.....	3
2.2. Bulanık Küme Kavramı.....	4
2.3. Yapay Sinir Ağları.....	7
2.3.1. Yapay Sinir Ağlarının Çalışma Prensipleri.....	9
2.3.2. Biyolojik Sinir Hücreleri.....	11
2.3.3. Yapay Sinir Hücreleri.....	12
2.3.4. Yapay Sinir Ağının Yapısı.....	13
2.3.5. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme.....	13
2.3.5.1. Danışmanlı Öğrenme.....	14
2.3.5.2. Danışmansız Öğrenme.....	14
2.3.5.3. Takviyeli Öğrenme.....	15
2.3.6. Yapay Sinir Ağı Mimarileri.....	15
2.3.6.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları.....	15
2.3.6.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları.....	15
2.4. Sinirsel Bulanık Mantık Denetimi (SBMD).....	16
2.4.1. Sinirsel Bulanık Mantık Ağ Yapıları.....	18



### III. BÖLÜM UYGULAMA

3.1. Türkiye’de Su.....	20
3.1.1. Türkiye’nin Su Potansiyeli.....	20
3.1.2. Yağışlar ve Yağışların Oluşturduğu Su Potansiyeli.....	22
3.1.3. TÜİK Verileri.....	24
3.2. Tük Değerinin YSA Metoduyla Hesabı.....	36
3.2.1. Değerlerin Klasik YSA Metoduyla Hesaplanması.....	36
3.2.2. Değerlerin Sinirsel Bulanık Mantık Denetim Metoduyla Hesaplanması.....	36
SONUÇLAR.....	56
KAYNAKLAR.....	60

**TABLULAR LİSTESİ**

Tablo 1. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1994.....	24
Tablo 2. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1995.....	25
Tablo 3. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1996.....	26
Tablo 4. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1997.....	27
Tablo 5. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1998.....	28
Tablo 6. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2001.....	29
Tablo 7. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2002.....	30
Tablo 8. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2003.....	31
Tablo 9. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2004.....	32
Tablo 10. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2006.....	33
Tablo 11. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2008.....	34
Tablo 12. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2010.....	35

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Biyolojik Sinir Hücresi ve Bileşenleri .....	11
Şekil 2. Yapay Sinir Hücresi .....	12
Şekil 3. Çok Katmanlı Bir Yapay Sinir Ağı.....	13

**SEMBOLLER LİSTESİ**

$\mu$	Küme fonksiyonu
$\tilde{E}$	Bulanık küme
gof	gve f fonksiyonlarının bileşkesi
$\tilde{f}$	Bulandırma fonksiyonu

**KISALTMALAR LİSTESİ**

<b>YSA</b>	: Yapay Sinir Ağları
<b>ARIC</b>	: Approximate Reasoning Based Intelligent Control
<b>ASN</b>	: Action Selection Network
<b>SBMD</b>	: Sinirsel Bulanık Mantık Denetimi
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu

## I. BÖLÜM

### GİRİŞ

Mühendislik sistemlerinin analizi, genel anlamda iki evreyi içerir: Mevcut bir fiziksel sistemin matematik modelinin kurulması ve elde edilen matematik denklemin analitik olarak veya çeşitli yaklaşık sayısal yöntemler kullanılarak çözülmesi. Bu iki evreden birincisi deneyim, sezgi ve iyi bir matematik alt yapı, ikincisi ise modellemede kullanılan sezgi ve bilgiye ek olarak hızlı ve kapsamlı bir hesaplayıcıyı gerektirir. Bilgisayar tekniğindeki yenilikler sayısal analiz metotlarında büyük bir gelişmeye neden olmuştur (33). Bu gelişmelerden en önemlisi ise yapay sinir ağları metodudur. YSA, insan beyninin çalışma tarzına benzer bir biçimde, biyolojik nöron hücrelerinin yapısı ve öğrenme karakteristiklerinden esinlenerek geliştirilmiş, birlikte işleyen çok sayıda işleme elemanından (nöron) oluşan bir bilgisayar işleme ve hesaplama sistemi olarak tanımlanabilir (15,37).

Yapay sinir ağları örneklerden “öğrenir” ve örnekleme verileri (eğitim seti) üzerinde “genelleştirme” yeteneğini kullanır. Genelleştirme, sinir ağının örnekleme veri seti içinde yer almayan yeni verileri enterpole ya da ekstrapole edebilme yeteneğidir. Bir sinir ağının “gücü”, örnekleme verilerinden ne kadar iyi genelleştirme yapabildiğine bağlıdır. Öğrenme algoritması; istenen (hedef) çıkış vektörü ile gerçekleşen çıkış vektörü arasındaki fark cinsinden bir ölçü değeri olan hata fonksiyonunu kullanarak; deneme (eğitim) seti üzerindeki ortalama hatayı azaltacak şekilde, ağ içindeki ağırlıkları dengelemektedir. Bu doğru olarak gerçekleştirildiğinde sinir ağı, yeni giriş verileri için istenen sonuçları doğru olarak tahmin edecektir (16). Genel anlamda YSA, beynin bir işlevini yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir (17). YSA'nın hesaplama ve bilgi işleme gücünü, paralel dağılmış yapısından, öğrenebilme ve genelleme yeteneğinden aldığı söylenebilir. Genelleme, eğitim ya da öğrenme sürecinde karşılaşılmayan girişler için de YSA'nın uygun tepkileri üretmesi olarak tanımlanır. Bu üstün özellikleri, YSA'nın karmaşık problemleri çözebilme yeteneğini gösterir (11). Olayların örneklerine bakmakta,

onlardan ilgili olay hakkında genellemeler yapmakta, bilgiler toplamakta ve daha sonra hiç görmediği örnekler ile karşılaşınca öğrendiği bilgileri kullanarak o örnekler hakkında karar verebilmektedir. Bundan 15-20 sene önce böyle bir şeyin olacağını düşünmek bile mümkün değildi. O zaman bilgisayarlar öğrenebilecek denilseydi bu hayal ürünü olarak görülürdü. Fakat zaman içinde gelişmeler bunun bir hayal değil gerçek olabileceğini gösterdi. Gelecekte de bugün için hayal olarak görebileceğimiz birçok yenilikler ortaya çıkacaktır (26).

## II. BÖLÜM LİTARATÜR

### 2.1. Bulanık Mantık

1965’de L. A. Zadeh, yeni bir matematiksel yöntemi açıklayan “Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)” (34) adlı ünlü makalesini Information and Control isimli dergide yayınlamıştır. Bu yöntem, “kısa adam”, “güzel kadın” veya 1’den daha büyük gerçek sayılar” gibi belirsiz kümeleri veya şüpheli fikirleri elde etmeye ve tanımlamaya olanak sağlamıştır. O zamandan günümüze, bulanık kümeler kuramı hem Zadeh’in kendisi, hem de sayısız araştırmacı tarafından hızlı bir biçimde geliştirilmiştir (31).

Bulanık mantığın en geçerli olduğu iki durumdan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve değer yargılarına yer vermesi, ikincisi ise insan muhakemesine, kavrayışlarına ve karar vermesine gereksinim gösteren hallerdir. Genellikle bilinen matematik, stokastik veya kavramsal sistemlerin hemen hepsi üç ayrı birimden ibarettir. Bunlar giriş, bu girişi çıkışa dönüştüren ve sistem davranışı olarak isimlendirilen bir kutu ve buradan çıkış kısımlarıdır. Bu birimlerin hepsinde sayısal veri çıkış veya işlemler yapılmaktadır (20).

1965 yılına kadar matematikte, incelenen konuların (olayların) daha önce saptanmış olan kurallara kesin olarak uyup uymadığı incelenmiştir. Bu incelemeler de her zaman kendimize göre bir kesinlik aranmıştır. Araç olarak, düşünce sistemimizde, iki değerli mantık kullanılmıştır. Örneğin bir önerme için, daha önce saptanan kurallara uyuyorsa doğru, uymuyorsa yanlış denilmiştir. Buna karşın yaşadığımız evrende birçok olay vardır ki, bunlarla ilgili önermelerin doğru ya da yanlış olduğunu ayırt etmek çoğu kez bizi güç durumda bırakabilir. Başka bir deyişle bizi yanılgıya düşürebilir. Örneğin elinizdeki elmanın bir parçasını ısırın ve şu soruyu sorun;"elimdeki nedir?" yanıt "elma" olacaktır. Bir parça daha alın ve yine aynı soruyu sorun. Yanıtınız belki yine "elma" olacaktır ama içinizden bu yanıtı biraz daha açmak geçecektir. Örneğin, "biraz yenmiş bir elma" gibi. Isırmaya ve soruyu sormaya devam edin. Öyle bir an gelecektir ki, elinizde tuttuğunuz, her neye benziyor ise, artık sadece "elma" sözcüğü ile



açıklanamayacaktır. Yemeye devam edin. Sonunda elma yok olacak ve sorunun yanıtı da "hiçbir şey" olacaktır. Şimdi sorunuzu değiştirin, "elma ne zaman elma olmaktan çıktı?". Bu soruya bir yanıt bulamayacaksınız. Burada verilen örnek, bulanık mantığın mantığını anlatan çok güzel bir örnektir. Soruda, "ne zaman" sözcüğü, içerisinde bir kesinlik taşımaktadır. Yani yanıtın "5.ısırdıktan sonra", ya da "elma yemeye başladıktan 5 dk. sonra" gibi, kesin bir şekilde ifade beklenmektedir. Bulanık mantık, " elmadan, elma değile geçişi" bir derece meselesi olarak algılar, klasik mantık(Aristo mantığı) ise, kesin bir an ister (2).

## 2.2. Bulanık Küme Kavramı

Şimdiye kadar, bir kümenin belirtilmesini bu kümenin iyi tanımlanmış olması koşuluna bağladık. Başka bir deyişle, A kümesinin tanımlı olması için evrensel kümeden seçtiğimiz bir x elemanı A kümesinin elemanı mıdır? Sorusuna kesinlikle evet ya da hayır dememiz gerekirdi. Bunu  $X \neq \emptyset$  bir küme olmak üzere, A kümesinin

$$\forall x \in X \text{ için } \mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases}$$

ile tanımlı  $\mu_A : X \rightarrow \{0,1\}$  üyelik fonksiyonu ile ifade ediyorduk (18). Zadeh'in de ortaya koyduğu aşağıdaki tanıma göre  $0 \leq r \leq 1$  olmak üzere  $x \in X$  elemanı, A kümesinin üyelik derecesi r olan bir elemanı olmaktadır (21,24,25).

Tanım 2.2.1.  $X = \{x : x \in X\}$  kümesi verilmiş olsun.  $\forall x \in X$  için  $\mu_A(x) \in [0,1]$  olmak üzere

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$$

kümesine  $X$  in A bulanık kümesi denir.  $\mu_A$  fonksiyonuna A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu,  $\mu_A(x)$  değerine  $x$  n üyelik derecesi (ya da değeri) ve  $\mu_A(x)$  kümesine de A bulanık kümesine ait elemanların üyelik derecelerinin kümesi denir (34).

0 ve 1 sayıları (0,1) aralığının elemanları olduğundan her kümeyi bir bulanık küme olarak düşünebiliriz.

Eğer;  $\sup_{x \in X} \mu_A(x) = 1$

İse bulanık kümeye normal denir (22,23,30).

Tanım 2.2.2. Eğer her  $x \in X$  için  $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$  ise  $A \subset B$  denir.

Tanım 2.2.3. Bulanık kümelerde birleşme işlemi  $A \cup B$ , " $\vee$ " verilen bulanık kümelerin en büyük işlemi olmak üzere aşağıdaki biçimde tanımlanır;

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

Tanım 2.2.4. Bulanık kümelerde kesişim işlemi,  $A \cap B$ ; " $\wedge$ " verilen bulanık kümelerin en küçük işlemi olmak üzere aşağıdaki biçimde tanımlanır;

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

Benzer biçimde eğer  $\{A_t : t \in T\}$  bulanık kümelerinin bir sınıfı ise  $\cup_{t \in T} A_t$  ve  $\cap_{t \in T} A_t$  bulanık kümeleri de aynı üyelik fonksiyonları kullanılarak;

$$\sup_{t \in T} \mu_{A_t}(x) \quad \text{ve} \quad \inf_{t \in T} \mu_{A_t}(x)$$

ile bulunur (35).

Tanım 2.2.5.  $A$  bir bulanık küme olsun.  $A$  nın tümleyeni  $\bar{A}$ , aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad \forall x \in X$$

Teorem 2.2.1. Bulanık kümelerde birleşim, kesişim ve tümleyen işlemleri aşağıdaki özelliklere sahiptir (3,36)

Tek kuvvet	$A \cup A = A$
	$A \cap A = A$
Değişme	$A \cup B = B \cup A$
	$A \cap B = B \cap A$
Tümleme	$\bar{\bar{A}} = A$
Yutma	$A \cup (A \cap B) = A$
	$A \cap (A \cup B) = A$
Evrensel ve boş kümede yutma	$A \cup X = X$
	$A \cap \emptyset = \emptyset$
Özdeşlik	$A \cap X = A$
	$A \cup \emptyset = A$

Birleşme  $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap C$

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup C$$

Dağılıma

$$B \cap \left( \bigcup_{t \in T} A_t \right) = \bigcup_{t \in T} (A_t \cap B)$$

$$B \cup \left( \bigcap_{t \in T} A_t \right) = \bigcap_{t \in T} (A_t \cup B)$$

De Morgan kuralı

$$\overline{\left( \bigcup_{t \in T} A_t \right)} = \bigcap_{t \in T} \bar{A}_t$$

$$\overline{\left( \bigcap_{t \in T} A_t \right)} = \bigcup_{t \in T} \bar{A}_t$$

Klasik kümelerden farklı olarak;

$$\mu_{A \cup \bar{A}}(x) \neq \mu_X(x)$$

$$\mu_{A \cap \bar{A}}(x) \neq \mu_{\emptyset}(x)$$

olabilir.

Tanım 2.2.6.  $A \in V(x)$  olsun.  $\{x: \mu_A(x) > 0\}$  klasik kümesi  $A$  nın desteği olarak isimlendirilir ve  $\sup A$  ile gösterilir.

Tanım 2.2.7.  $A \in V(x)$  olsun.  $\forall \alpha \in [0,1]$  için

$$\{x: \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad \text{ve} \quad \{x: \mu_A(x) > \alpha\}$$

klasik kümelerine  $\alpha$  - kesim ve güçlü  $\alpha$  - kesim kümeleri denir ve sırasıyla  $A_\alpha, A_{\alpha^+}$  ile gösterilir (5).

Tanım 2.2.8.  $X = (-\infty, \infty)$  olsun. Eğer  $\forall \alpha \in (0,1]$  için  $A_\alpha$  bir sonlu kapalı aralık ise  $A \in V(x)$  bulanık kümesine bulanık sayı denir. Eğer  $A$  bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu ve  $a, b \in R$  ve  $b \geq 0$  olmak üzere;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & , x < a - b \quad \text{veya} \quad x > a + b \\ (x - a + b)/b & , a - b \leq x < a \\ (a + b - x)/b & , a \leq x < a + b \\ 1 & , x = a \end{cases}$$

ise  $A$  ya üçgensel bulanık sayı denir (7).

Her üçgensel bulanık sayı bir bulanık sayı, her reel sayı özel bir üçgensel bulanık sayı ve buradan her reel sayı aynı zamanda bulanık sayıdır.

Tanım 2.2.9.  $X = (-\infty, \infty)$  olsun. Eğer  $\forall x_1, x_2, x_3 \in X$  için  $x_1 \leq x_2 \leq x_3$

$$\mu_A(x_2) = \mu_A(x_1) \wedge \mu_A(x_3)$$

ise  $A \in V(x)$  bulanık kümesine konveks denir. (3)

Teorem 2.2.2. Her bulanık sayı  $(-\infty, \infty)$  un konveks bulanık alt kümesidir ve bunların üyelik fonksiyonları üstten yarı süreklidir.

Tanım 2.2.10.  $A, B$  bulanık sayılar olsun. Bu durumda  $A+B, A-B, A.B, A/B$  aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\mu_{A+B}(z) = \sup_{x+y=z} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)]$$

$$\mu_{A-B}(z) = \sup_{x-y=z} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)]$$

$$\mu_{A.B}(z) = \sup_{x.y=z} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)]$$

$$\mu_{A/B}(z) = \sup_{\frac{x}{y}=z, y \neq 0} [\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)]$$

### 2.3. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), biyolojik sinir ağlarından esinlenilerek ortaya çıkarılan ve biyolojik sinir ağlarına benzer bazı performans özellikleri içeren bir bilgi işleme sistemidir (12). YSA, herhangi bir olayın, örneğin; mühendislik problemlerinde daha önceki şartlara bakarak ilgili olay hakkında genellemeler yapmakta, bilgiler toplamakta ve daha sonra benzer şartlar ortaya çıktığında önceden öğrendiği bilgileri kullanarak bu yeni durum hakkında karar verebilmektedir. Doğrusal olmayan bir yapıyı modelleyebilme ve örnek veri setindeki yapıyı öğrenerek, istenilen görevi yerine getirecek şekilde genelleştirmeler yapabilme yeteneği, bu yöntemin en güçlü yanıdır (1).

Bilgisayar teknolojisindeki ve kullanılan programlardaki gelişmeler karmaşık mühendislik problemlerinin çözümünde YSA analizi ile doğrusal olmayan ilişkiler kurulmasına olanak sağlamaktadır (13).

Yapay Zekâ yöntemleri olarak bilinen Yapay Sinir Ağları; Bulanık Küme Teorisi, Genetik Algoritmalar, Uzman Sistemlerdir. İlerleyen zaman içinde yapay sinir ağları ve diğer mantıksal programlama tekniklerinin ispatlanmış teorilerinin ortaya çıkartılması nedeniyle konu pek çok farklı disiplinlerdeki araştırmacıların ilgisini çekmiştir (4).

YSA'nın kullanım alanları içerisinde sınıflandırma, kümeleme, vektör sayısallaştırması, desen uygunluğu fonksiyon yaklaşımı, tahmin yapma, kontrol sorunları çözme, optimizasyon ve arama çalışmaları gibi alanlar bulunmaktadır.

YSA'nın faydaları arasında; istatistik ve başka modelleme için gerekli olan veri ile ilgili kabullerin bulunmaması, doğrusal olmayan çok giriş ve çok çıkışlı sistemlerin kolayca modellenebilmesi ve değişkenlerin dönüşümlerinin otomatik olarak yapılması sayılabilirken sakıncaları arasında fazla uyumun arz ettiği rastgelelik, giriş ve çıkış değişkenlerinin ikişerli ilişkilerinin bilinmemesi ve güvenilir sonuç almak için fazla veriye ihtiyaç duyması görülmektedir.

YSA modellemesi yapmak için olayın fiziğini önceden anlamak gerekmez. Buna ilave olarak, matematiksel modele ihtiyaç duymamaları, kural tabanı kullanımı gerektirmemeleri ve öğrenme kabiliyetlerinin oluşu ve farklı öğrenme algoritmalarıyla öğrenebilmeleri gibi üstünlüklerinin yanında sistem içerisinde ne olduğunun bilinmemesi, bazı ağlar hariç kararlılık analizlerinin yapılamaması ve farklı sistemlerde uygulama zorlukları da sakıncaları arasında da yer almaktadır. YSA'nın veri madenciği, optik kareler taşıma, optimum rota belirleme, parmak izi tanıma, malzeme analizi, iş çizelgelemesi ve kalite kontrol, tıbbi analizler gibi bir çok alanda günlük hayatımızda görebileceğimiz başarılı örneklerine rastlamak mümkündür. Son yıllarda YSA uygulamalarında müthiş artışlar görülmektedir. İstatistik yöntemlere rakip olarak modelleme ve sonrasında tahmin yapma işlemlerinde çok etkin olarak kullanılabilir (29,27,10).

### 2.3.1. Yapay Sinir Ağlarının Çalışma Prensibi

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. YSA günümüzde birçok probleme çözüm üretebilecek yeteneğe sahiptir. Girdiler bir yapay sinir hücresine (proses elemanına) dış dünyadan bilgilerdir. Bunlar ağın öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenir. Yapay sinir hücresine dışarıdan olduğu gibi başka hücrelerden veya kendi kendisinden de bilgiler girilebilir (27).

Bir yapay sinir hücresi (nöron), kendisine gelen bir giriş değerini, kendisine gelen birden fazla bağlantıya ait ağırlık değerleri ile çarparak toplamını hesaplar. Sonra toplam değerini etkinlik fonksiyonundan geçirerek bir sonraki katmana çıkış olarak iletir. Çok katmanlı ağlarda, ara katmanlarda genellikle sigmoid etkinlik fonksiyonu, çıkış katmanında ise lineer etkinlik fonksiyonu kullanılır. Yapay sinir ağı modelinde giriş katmanından gelen giriş değerleri  $x_i, i=1, \dots, k$  vektörü ile ifade edilmektedir. Giriş katmanı ile ilk gizli katman arasındaki ara bağlantı ağırlık değerleri  $w_{ij}, j=1, \dots, h$  ile çarpılmakta ve sonuçlar  $i$  indeksi boyunca toplanmakta ve gizli birimlerin giriş değerleri ( $H_j$ ) hesaplanmaktadır. Bu işlem için;

$$H_j = \sum_{i=1}^k w_{ij} x_i, \quad j = 1, \dots, h$$

formülasyonu kullanılmaktadır. Burada  $H_j$ ,  $j$ . gizli sinir hücresinin girdi değerini,  $w_{ij}$  ise  $i$ . sinir hücresinden  $j$ . sinir hücresine olan ara bağlantının ağırlık değerini göstermektedir. Her gizli sinir hücresi bir sigmoid etkinlik fonksiyonu kullanarak bir gizli nöron çıktısı  $HO_j$  oluşturur.  $HO_j$  aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$HO_j = f(H_j) = \frac{1}{1 + \exp(-(H_j + \theta_j))}$$

$f(H_j)$ ,  $j$ . gizli nöronun çıktı değeridir.  $\theta_j$  bias sabiti olarak ifade edilen başlangıç değeridir.  $HO_j$  bir sonraki katmanın girdisi olacaktır. Daha sonra çıktı katmanında,

$$IO_n = \sum_{j=1}^h w_{jn} HO_{jn}, \quad n = 1, \dots, m$$

formülasyonu kullanarak çıkış düğümlerinin girdi değerleri hesaplanır,  $IO_n$  çıkış katmanındaki nöronların girdi değeridir. Elde edilen bu değerler çıkış katmanının etkinlik fonksiyonundan geçirerek  $O_n = f(IO_n)$  ağ çıkış değerlerini hesaplanır. Daha sonra ağırlık güncellemesi ve öğrenme süreci geri yayılım algoritması ile sağlanır. Çeşitli geri yayılım algoritmaları vardır. YSA' da kullanılan geri yayılım algoritmaları arasında “trainlm”, “traingd”, “traingdx” vs. en bilinenleridir. Ağın ürettiği çıktı değerleri ile hedef değerler arasındaki ortalama tahmini hata (MSE) hesaplanır. Geri yayılım algoritmasının amacı elde edilen karesel hatanın iterasyonlarla en aza indirilmesidir. Bu amaçla ortalama karesel hata ile elde edilen hata gradyanları girdi değerlerine eşit şekilde dağıtılarak girdi ağırlıkları güncellenir ve süreç tekrar başlatılır. Ortalama karesel hata istenen değere ulaştığında veya belirlenen iterasyon sayısına ulaşılan kadar bu işlemler tekrarlanır (15).

$$E = \frac{1}{2} \sum_j \sum_n (K_{jn} - O_{jn})^2$$

formülasyonunda  $K_{jn}$  hedeflenen çıkış değerini,  $O_{jn}$  sinir ağının ürettiği çıkış değerini ifade etmektedir. Ağırlıkların güncellenmesi;

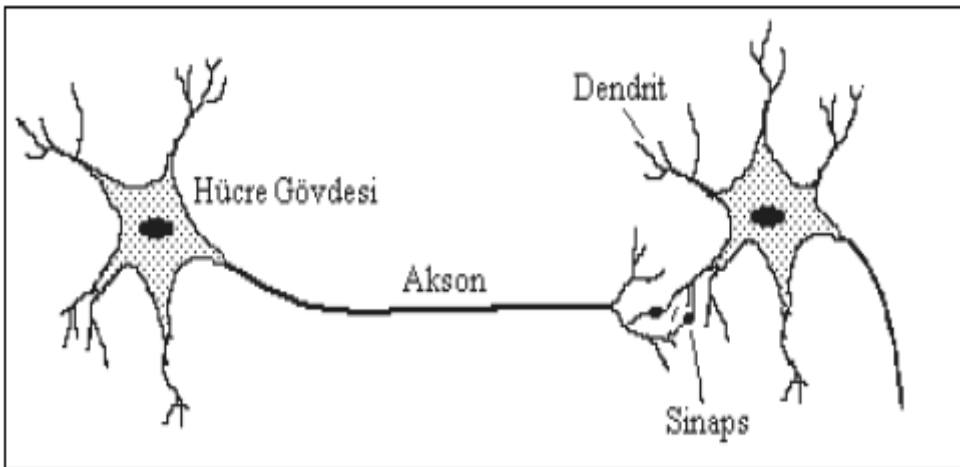
$$\Delta w_{jn} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{jn}}$$

formülü ile en dik iniş yöntemiyle değiştirilerek hatanın en aza indirilmesine çalışılır.  $\eta$  öğrenme oranı olarak bilinir, eğer  $\eta$  küçük ise iniş çok yavaş olabilir.  $\eta$  nin büyük olduğu durumlarda da yüksek genlikli salınımlar gözlenebilir. Bu soruna getirilen çözümlerden birisi  $\alpha(w_{jn}^t - w_{jn}^{t-1})$  şeklinde bir terim eklemektir.  $\alpha$  momentum sabiti olarak isimlendirilir. Basit cümlelerle YSA' nın sonunda bizim elimize geçen sonuçların neler olduğu vurgulanmalıdır. Ayrıca baştan beri YSA ile ilgili bilgiler daha basitleştirilmeli.

Yapay sinir hücreleri bir araya gelerek yapay sinir ağını oluştururlar. Sinir hücrelerinin bir araya gelmesi rastgele olmaz. Genel olarak hücreler 3 katman halinde ve her katman içinde paralel olarak bir araya gelerek ağı oluştururlar. Bu katmanlar; Girdi Katmanı, Ara Katmanlar (Gizli Katman) ve Çıktı Katmanı'dır.

### 2.3.2. Biyolojik Sinir Hücreleri

Biyolojik sinir ağınının temel elemanları, biyolojik sinir hücreleridir. İnsan beyninin korteks kısmında yer alan sinir hücresi sayısı yaklaşık olarak 1011 olup her hücre sayısı, 1000-10000 arasında değişen başka hücrelerle karşılıklı iliksi içerisinde. Şekil 1'de görüldüğü gibi, bir sinir hücresinin temel elemanları hücre gövdesi, dendrit ve akson'dur. Sinir hücresine diğer sinir hücrelerinden gelen uyarımlar, dendritler aracılığıyla hücre gövdesine taşınır ve hücre içi aktivasyonun/kararlılık halinin bozulmasıyla oluşan bir kimyasal süreç içerisinde diğer hücrelere aksonlarla iletilir; uyarımların diğer sinir hücrelerine taşınabilmesinde akson uçları ile dendritler arasındaki sinaptik boşluklar (sinaps) rol oynar. Sinaptik boşluk içinde yer alan "sinaptik kesecikler", gelen uyarımların diğer hücrelere dendritler aracılığıyla geçmesini koşullayan elemanlardır. Sinaptik boşluğa, "sinaptik kesecikler" tarafından sağlanan nöro-iletken maddenin dolması uyarımların diğer hücrelere geçişini koşullar. Hücrelere gelen uyarımlarla uyumlu olarak hücreler arasındaki mevcut sinaptik ilişkilerin değişimi veya hücreler arasında yeni sinaptik ilişkilerin kurulması "öğrenme" sürecine karşılık gelir (Koç, 2004).

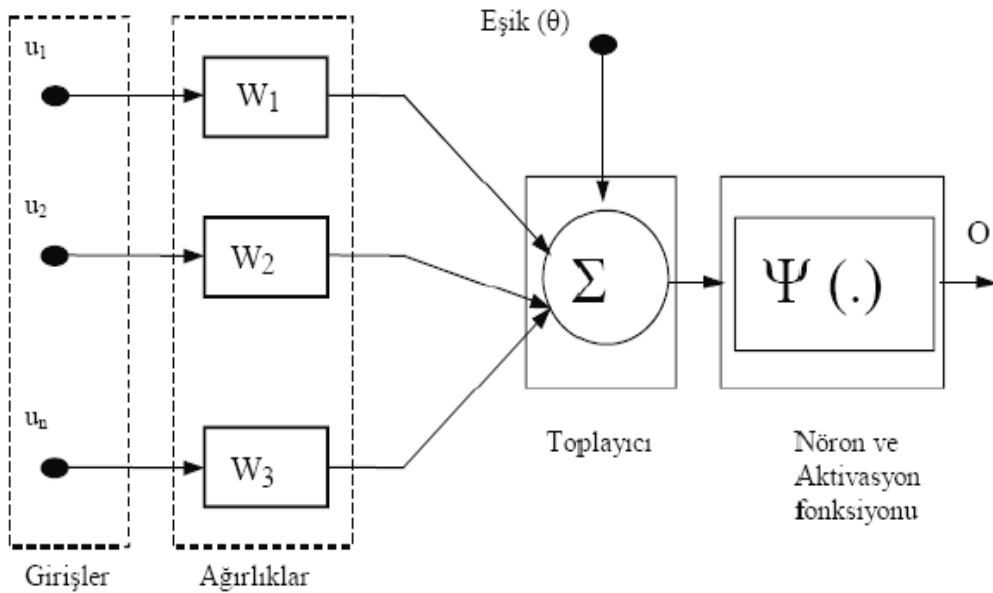


Şekil 1. Biyolojik Sinir Hücresi ve Bileşenleri



### 2.3.3. Yapay Sinir Hücreleri (Artificial Neurons)

Biyolojik sinir ağlarında olduğu gibi, yapay sinir ağları da, yapay sinir hücrelerinin ya da diğer adıyla nöronların bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Nöronlar sinir ağlarını oluşturan, tek basına ele alındıklarında çok basit işleve sahip işlemcilerdir. Bir nöron yapısı içerisinde üç ana bölüm bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla sinapslar, toplayıcı ve aktivasyon fonksiyonudur. Şekil 2’de görüleceği gibi, nöron girdileri sinaptik bağlantılar üzerindeki ağırlıklar ile çarpılarak bir toplayıcıya uygulanmakta ve elde edilen toplam, nöronun aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek çıkışlar hesaplanmaktadır. Yapılan araştırmalarda toplama fonksiyonu olarak değişik formüllerin kullanıldığı görülmektedir. Bazı durumlarda gelen girdilerin değeri dikkate alınırken bazı durumlarda ise gelen girdilerin sayısı önemli olabilmektedir. Bir problem için en uygun toplama fonksiyonunu belirlemek için bulunmuş bir formül yoktur. Genellikle deneme-yanılma yolu ile toplama fonksiyonu belirlenmektedir. Ayrıca, bir yapay sinir ağında bulunan nöronların tamamının aynı toplama fonksiyonuna sahip olmaları gerekmez. Her nöron bağımsız olarak farklı bir toplama fonksiyonuna sahip olabilir (Öztemel, 2003).

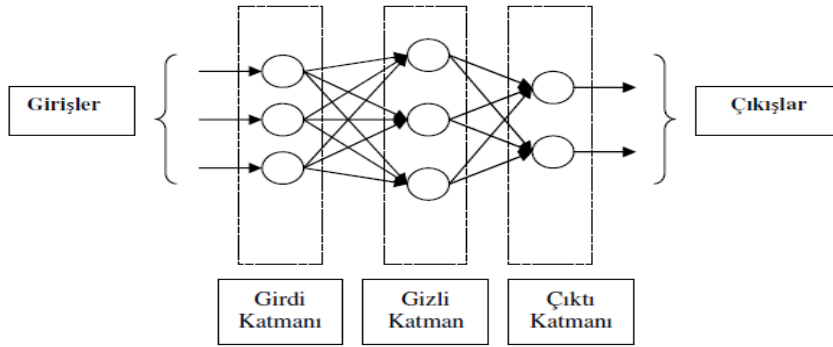


Şekil 2. Yapay Sinir Hücresi (Nöron)

Kaynak: Kaynak ve Önder, 2000: 6

### 2.3.4. Yapay Sinir Ağının Yapısı

Yapay sinir hücrelerinin (nöronların) birbirleriyle bağlantılar aracılığıyla bir araya gelmeleri yapay sinir ağını oluşturmaktadır. Genel olarak, sinir hücreleri katmanlar halinde ve her katman içinde paralel olarak bir araya gelerek ağı meydana getirirler. Şekil 3’de görüldüğü gibi; bir yapay sinir ağında birbirleriyle bağlantılı sinir hücrelerinin yer aldığı girdi katmanı (input layer); çıktı katmanı (output layer) ve gizli katman (hidden layer) olmak üzere temelde üç katman bulunmaktadır.



Şekil 3. Çok Katmanlı Bir Yapay Sinir Ağı

Kaynak: Fırat ve Güngör, 2005: 61

Girdi katmanından alınan girişler, girdi katmanı ve gizli katman arasında bulunan bağlantı ağırlıkları ile çarpılıp gizli katmana iletilmektedir. Gizli katmandaki nöronlara gelen girişler toplanarak aynı şekilde gizli katman ile çıktı katmanı arasındaki bağlantı ağırlıkları ile çarpılarak çıktı katmanına iletilir. Çıktı katmanındaki nöronlar da, kendisine gelen bu girişleri toplayarak buna uygun bir çıkış üretirler (Elmas, 2003). Bağlantıların ağırlık değerleri öğrenme sırasında belirlenmektedir. Yapay sinir ağlarında öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ve bağlantı ağırlıklarının nasıl belirlendiği, izleyen bölümde açıklanmıştır.

### 2.3.5. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme

Yapay sinir ağları, öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretebilmektedirler. Bir insanın düşünme ve gözleme yeteneklerini gerektiren problemlere yönelik çözümler üretebilmesinin temel sebebi ise insan beyninin ve dolayısıyla insanın sahip olduğu yasayarak veya deneyerek öğrenme yeteneğidir.

Biyolojik sistemlerde öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik (synaptic) bağlantıların ayarlanması ile olmaktadır. Yani, insanlar doğumlarından itibaren bir “yasayarak öğrenme” süreci içerisine girerler. Bu süreç içinde beyin sürekli bir gelişme göstermektedir. Yaşayıp tecrübe ettikçe sinaptik bağlantılar ayarlanır ve hatta yeni bağlantılar oluşur. Bu sayede öğrenme gerçekleşir. Bu durum yapay sinir ağları için de geçerlidir (Yurtoğlu, 2005). Yapay sinir ağlarının öğrenme sürecinde, dış ortamdan gözle veya vücudun diğer organlarıyla uyarıların alınması gibi dış ortamdan girişler alınır, bu girişlerin beyin merkezine iletilerek burada değerlendirilip tepki verilmesi gibi yapay sinir ağında da aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek bir tepki çıkışı üretilir (Keleşoğlu, 2005).

### **2.3.5.1. Danışmanlı Öğrenme**

Danışmanlı öğrenmede, yapay sinir ağı kullanılmadan önce eğitilmelidir. Eğitim işlemi, sinir ağına giriş ve çıkış bilgileri sunmaktan oluşur. Ağ giriş bilgisine göre ürettiği çıkış değerini, istenen değerle karşılaştırarak ağırlıkların değiştirilmesinde kullanılacak bilgiyi elde eder. Girilen değerle istenen değer arasındaki fark hata değeri olarak önceden belirlenen değerden küçük oluncaya kadar eğitime devam edilir. Hata değeri istenen değer altına düştüğünde tüm ağırlıklar sabitlenerek eğitim işlemi sonlandırılır. Danışmanlı öğrenmeye; çok katmanlı perceptron (multilayer perceptron), geriye yayılım (backpropagation), delta kuralı, “Widrow-Hoff” veya en küçük karelerin ortalaması (least mean square) ve uyarlanabilir doğrusal eleman anlamına gelen “ADALINE” örnek olarak verilebilir (Elmas, 2003).

### **2.3.5.2. Danışmansız Öğrenme**

Danışmansız öğrenmede sistemin doğru çıkış hakkında bilgisi yoktur ve girişlere göre kendi kendisini örnekler. Danışmansız olarak eğitilebilen ağlar, istenen ya da hedef çıkış olmadan giriş bilgilerinin özelliklerine göre ağırlık değerlerini ayarlar. Danışmansız öğrenmeye; “Yarışmacı Öğrenme (Competitive Learning)”; “Kohonen’in Öz örgütlemeli Harita Ağları (Self-Organizing Maps); “Hebbian Öğrenme ve “Grossberg Öğrenme” gibi öğrenme kuralları örnek olarak verilebilir. Kohonen tarafından geliştirilen danışmansız öğrenme yönteminin kullanıldığı öz örgütlemeli harita ağı, biyolojik sistemlerdeki öğrenmeden esinlenmiştir. Bu yöntemde nöronlar

öğrenmek için elverişli durum ya da ölçülerini güncellemek için yarışır. En büyük çıkış ile islenen nöron, kazananı belirler ve komsularına bağlantı boyutlarını güncellemeleri için izin verir. Kazanan nöron ile birlikte, onun topolojik komşuluğunda bulunan belli sayıda nörona gelen ağırlıklar da benzer şekilde değiştirilir (Elmas, 2003).

### **2.3.5.3. Takviyeli Öğrenme**

Bu öğrenme kuralı, danışmanlı öğrenmeye yakın bir metoddur. Denetimsiz öğrenme algoritması, istenilen çıkışın bilinmesine gerek duymaz. Hedef çıktıyı vermek için bir öğretmen yerine burada yapay sinir ağına bir çıkış verilmemekte, elde edilen çıkışın verilen girişe karşılık iyi yada kötü olarak değerlendiren bir kriter kullanılmaktadır. Performans bilgisi genellikle iki sayıdır ve denetim hareketlerinin başarısını göstermektedir. Optimizasyon problemlerini çözmek için Hilton ve Sejnowski tarafından geliştirilen “Boltzman Kuralı”, takviyeli öğrenmeye örnek olarak verilebilir.

### **2.3.6. Yapay Sinir Ağı Mimarileri**

Yapay sinir ağlarında yer alan sinir hücreleri ve bağlantılar, çok değişik biçimlerde bir araya getirilebilmektedir. Yapay sinir ağı mimarileri, sınırlar arasındaki bağlantıların yönlerine göre veya ağ içindeki işaretlerin akış yönlerine göre birbirlerinden ayrılmaktadır. Buna göre, ileri beslemeli (feed forward) ve geri beslemeli (feedback, recurrent) ağlar olmak üzere iki temel ağ mimarisi bulunmaktadır.

#### **2.3.6.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları**

İleri beslemeli yapay sinir ağlarında, hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı, dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan gizli katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, orta ve çıkış katmanında islenerek ağ çıkışı belirlenir. Bu yapısı ile ileri beslemeli ağlar doğrusal olmayan statik bir işlevi gerçekleştirir.

#### **2.3.6.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları**

Geri beslemeli ağ mimarileri, genellikle danışmansız öğrenme kurallarının uygulandığı ağlarda kullanılmaktadır. Bu tip ağlarda en az bir hücrenin çıkışı kendisine ya da diğer hücrelere giriş olarak verilir ve genellikle geri besleme bir geciktirme

elemanı üzerinden yapılır. Geri besleme, bir katmandaki hücreler arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki hücreler arasında da olabilir. Bu yapısı ile geri beslemeli yapay sinir ağları, doğrusal olmayan dinamik bir davranış göstermektedir. Geri beslemeli ağlara örnek olarak Hopfield, Elman ve Jordan ağları verilebilir (Alataş, 2004 ).

#### **2.4. Sinirsel Bulanık Mantık Denetimi (SBMD)**

Bulanık mantık, sinir ağları, genetik algoritmalar ve uzman sistemler gibi bütün yapay zeka tekniklerinin her birinin kendisine özgü yetenekleri bulunmaktadır. Örneğin yapay sinir ağları öğrenme, örnekleri tanımlamada iyi iken, kararların nasıl alındığı konusunda iyi değildir. Bulanık mantık yaklaşımı karar almada çok iyi sonuçlar verir, fakat karar alma sürecindeki kural oluşturmayı kendiliğinden gerçekleştiremez. Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı, yapay sinir ağlarının öğrenme yeteneği, en uygunu bulma ve bağlantılı yapılar gibi, bulanık mantığın insan gibi karar verme ve uzman bilgisi sağlama kolaylığı gibi üstünlüklerinin birleştirilmesi fikrine dayanmaktadır. Bu yolla, bulanık denetim sistemlerine, sinir ağlarının öğrenme ve hesaplama gücü verilebilirken, sinir ağlarına da bulanık denetimin insan gibi karar verme ve uzman bilgisi sağlama yeteneği kazandırılmaktadır.

Sinirsel bulanık denetim sisteminin asıl amacı, sinirsel bulanık denetim sistemlerinin yapısını, değişkenlerini ayarlamak ve bulmak için sinirsel öğrenme tekniklerini uygulamaktır. Bulanık mantık denetleyicilerde yapısal ayarlama ve değişken ayarlama olmak üzere iki önemli ayarlama gerekir. Yapısal ayarlama hesaplanacak değişkenlerin sayısı, kuralların sayısı, her bir giriş çıkış değişkeninin tanım uzaylarının bölümlenmesi gibi bulanık mantık kuralı yapılarının ayarlarından oluşur. Uygun kural yapısının elde edilmesinden sonra, denetleyici değişkenlerin ayarlanmasına ihtiyaç duyar. Değişkenlerin ayarlanması bölümünde üyelik işlevlerinin uygun merkezleri, eğimleri, genişlikleri, bulanık mantık kurallarının ağırlıkları hesaplanır (10).

Sinir ağları öğrenme yöntemlerinin üç kategorisi içinden, harici bir bilgi almaksızın giriş vektörlerindeki kurallara uygun olanları muhafaza ederek, dahili yapılar kuran danışmansız öğrenme, yapıyı öğrenmek için uygundur. Çıkış vektörlerini belirtmek için öğretmen gerektiren danışmanlı öğrenme ve çıkışın sadece tek ölçekli değerlendirmesini gerektiren yaparak öğrenme ise değişken öğrenme için uygundur. Bir

denetleyicinin kendi kendisini düzenleyebilme özelliği, doğrusal olmayan sistemler için kesin bilinmeyen sistem dinamiklerinin ve zamanla değişebilen değişkenlerin denetiminde çok etkili olmasını sağlar. Bulanık denetim sistemlerinin endüstriyel alanlarda uygulanmasıyla birlikte, yüksek performanslı bulanık sistem kurmanın her zaman kolay olmadığı görülmüştür. Literatürde çok gelişmiş tasarım yöntemlerinden bahsedilse de, uygun üyelik işlevlerinin ve bulanık kuralların bulunması için yapılan deneme yanılma işlemi çoğunlukla uzun zaman almakta ve en iyi değerler yine de bulunamayabilmektedir. Bu işlemleri kolaylaştırabilmek için bulanık mantık denetleyici sistemlerine öğrenme algoritmaları eklenmesi fikri doğmuştur ve eğitim veya uyum sağlama algoritmaları ile oluşturulan bu sistemler, uyarlamalı bulanık sistemler olarak bilinmektedir. Bu konudaki ilk tasarımlar 1979 yılında Procky ve Mamdani tarafından ortaya atılan uyarlamalı veya kendi kendisini düzenleyebilen bulanık denetleyiciler olarak bilinmektedirler. Bu tip uyarlamalı modeller genellikle mevcut bilgiye dayanan yöntemlerdir. Bununla birlikte bulanık sistemlerin değişkenlerinin yapay sinir ağları tarafından elde edilmesi de mümkündür. Bu alandaki ilk tasarımlar sinirsel bulanık sistemler (neuro-fuzzy systems veya fuzzy-neural systems) olarak adlandırılmıştır. Günümüzde bu yaklaşımlar çok geneldir ve denetim, veri analizi, karar verme gibi birçok alanlara uygulanmaktadır. Sinirsel bulanık ağların yapılarındaki bağlantıların ağırlıkları, yayılmaları ve transfer işlevleri klasik sinir ağlarından farklıdır. Bu tip bulanık denetim sistemlerinde, değişkenlerin öğrenilmesinde genellikle eğimli iniş yöntemi kullanılır (10).

Klasik uyarlamalı denetim literatüründe, uyarlamalı bulanık denetleyiciler doğrudan ve dolaylı denetim olmak üzere iki gruba ayrılır. Doğrudan uyarlamalı denetimdeki denetleyici değişkenleri, sistem çıkışı ve istenen değer arasındaki hata değerini küçültmek için ayarlanır. Dolaylı uyarlamalı denetimdeki sistem değişkenleri tahmin edilir ve denetleyici değişkenleri, sistem değişkenlerinin doğru değerlerini temsil ettiği kabul edilenlerin içerisinde seçilir.

Modern sinirsel bulanık sistemler genellikle ileri beslemeli çok katmanlıdır. Son yıllarda birçok araştırmacı tarafından yoğun olarak ANFIS, FAL- CON, FuNe, RuleNet, GARIC, NEFCLASS, NEFCON, NEFPROX diye adlandırılan sinirsel bulanık sistemler kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra diğer ağ yapılarında da bulanıklaştırma çalışmaları yapılmaktadır (10).

Sinirsel bulanık ağlarda öğrenmeyle ilgili çok sayıda farklı yaklaşım bulunmaktadır. Jang'ın ANFIS modeli Sugeno benzeri bulanık sistemi içeren bir yapıdadır ve geri yayımlı öğrenmeyi kullanır. Sadece türevlenebilen üyelik işlevlerini kullanarak bunlara ait değişkenleri düzenler. GARIC modeli ise türevlenebilen özel bir işlev kullanır. Bu tür modellerde Mamdani tipi bulanık sistem kullanılmamaktadır. NEFCON, NEFCLASS ve NEFPROX modelleri ise özel öğrenme algoritmaları ile eğitilirler ve Mamdani tip bulanık sistemleri kullanırlar. İleri beslemeli çok katmanlı ağların yanı sıra başka ağ yapıları da bulanık teknikleri kullanabilmektedir. Bunlara örnek olarak kendisini düzenleyebilen ağlar ve bulanık ilişkisel hafızalar verilebilir. Bunlar sadece bulanık sistemin değişkenlerini öğrenebilmektedir (10).

#### **2.4.1. Sinirsel Bulanık Mantık Ağ Yapıları**

Sinirsel bulanık mantık ağları temel olarak iki yapıdan oluşmaktadır. Birinci sinirsel bulanık mantık yapısında, bulanık çıkarımın dilsel ifadelerle ifade edilmesine göre oluşturduğu çıkışlar çok katmanlı sinir ağına giriş vektörü olarak verilmektedir. Bu yapıda, sinir ağı eğitilmekte ve istenen çıkışları sağlamaktadır. İkinci sinirsel bulanık mantık yapısında ise çok katmanlı sinir ağının çıkışları bulanık çıkarım mekanizmasını sürmektedir.

Bulanık mantık yaklaşımında uzman bilgilerinden oluşturulan kurallar dilsel ifadelerle etiketlenebildiği halde genellikle tasarım deneme yanılma yöntemiyle yapıldığından uzun zaman almaktadır. Sinir ağları kullanılarak bu kurallar oluşturulabilmektedir. Sinirsel bulanık mantık yaklaşımında, sinir ağları bulanık mantık sistemlerin karar verme mekanizmasının üyelik işlevlerini uyarlamada kullanılmaktadır.

Temel bir sinirsel bulanık mantık sistemi Bejenji'nin ARIC (Approximate Reasoning based Intelligent Control, yaklaşık çıkarım temelli zeki denetim) mimarisidir. ARIC hareket durum değer ağı (Action-state Evaluation Network, AEN) ve hareket seçme ağı (Action Selection Network, ASN) olmak üzere iki çift ileri besleme sinir ağı içermektedir.

ARIC, fiziksel sistemin davranışları ve denetim bilgi tabanından sağlanan kestirimlere göre yapılan uyarlamalarla bulanık mantık denetleyicinin yapay sinir ağının eğitilmesi temeline dayanmaktadır. Bu mimaride, sinir ağları ve bulanık mantık denetimin üstünlüklerinin birleştirilmesi mümkün olmaktadır. Bu sistem öğrenebilmekte ve sistem içindeki bilgiler "EĞER O Halde" kuralları yapısına sahip

olmaktadır. Önceden tanımlanan bu kurallar nedeniyle sinirsel bulanık mantık sistemleri sinir ağlarından daha hızlı öğrenirler.

ASN, gerçekte iki ayrı ağdan oluşmaktadır. Ağın biri, bulanık çıkarım bölümünü, diğeri ise,  $t$  ve sistem durumu  $(t+1)$  zamanında ki ağırlıkları kullanarak bulanık çıkarım değerini  $(t+1)$  bileşim ölçümü  $p(t, t+1)$  ile hesaplama yapan sinir ağıdır. Bir stokastik uyarlayıcı olarak bulanık çıkarım parçasının denetim değeri  $u(t)$ 'yi birleştirir ve olasılık değeri  $p$  ile anılır. Bu durumda ASN'nin çıkış değerleri,

$$u(t) = o(u(t), p(t, t+1))$$

ile saptanır.(10)



## **III. BÖLÜM**

### **UYGULAMA**

#### **3.1. Türkiye’de Su**

Su yaşamın temel öğelerinden biridir. Su, bir besin maddesi olmasının yanında, içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde inanılmaz derecede etkin rol oynamaktadır. Vücudumuzun pH dengesinin korunmasından başlayarak, hücrelerdeki moleküllere ve organellere dağılma ortamı oluşturmaya; besinlerin, artık maddelerin ilgili yerlere taşınmasına kadar pek çok görev alır. Bu nedenle susuz hayat düşünülemez. Su canlının ve canlılığın her şeyidir. Su, aynı zamanda canlılar için bir yaşam ortamıdır (Baysal, 1989:9; Himes, 1991:198; Benjamin ve ark., 1997:192; Akın ve ark., 2005:133; Atabey, 2005:124). Yeryüzünün  $\frac{3}{4}$ ’ünün sularla kaplı olması, dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyorsa da, içilebilir nitelikteki su oranı ancak % 0.74 civarındadır. 18. yüzyılın son çeyreğinde, Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2.5 milyar, 2005 sonunda ise yaklaşık 6.5 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada içilebilir su miktarının giderek azalmasına sebep olmaktadır. Bunların yanı sıra, içilebilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Atalık 2006:20; Dağlı, 2005:21; Haviland, 2002:504). Tahminler, artan su ihtiyacı ile giderek azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında kesişeceğini göstermektedir. Bu durum doğal olarak evrensel bir kriz olacağı anlamına gelmektedir (Özgüler, 1997:58).

#### **3.1.1. Türkiye’nin Su Potansiyeli**

Ülkemizde ortalama yıllık yağış miktarı 643 mm olup, bu yağış miktarı ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Yağışın 274 milyar m<sup>3</sup>’ü çay, nehir, göl ve denizler ile bitkilerden buharlaşma yoluyla atmosfere geri döner. Yağışla toprağa düşen

suyun 158 milyar m<sup>3</sup>'ü irili ufaklı pek çok akarsuyla deniz ya da göllere taşınmaktadır. Geriye kalan 69 milyar m<sup>3</sup>'ü yeraltı suyunu oluşturur. Oluşan yeraltı suyunun 28 milyar m<sup>3</sup>'ü kaynak suyu (pınarlar) halinde yüzey sularına tekrar katılmaktadır. Ayrıca Meriç ve Asi gibi nehirlerle komşu ülkelerden ülkemize yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su gelmektedir. Yağışla oluşan 158 milyar m<sup>3</sup>'lük yüzey suları ve yeraltı sularından kaynak suyu şeklinde tekrar yüzeye ulaşan 28 milyar m<sup>3</sup>'lük su ile komşu ülkelerden akarsularla gelen 7 milyar m<sup>3</sup>'lük sular ülkemizin brüt su potansiyelini (158+28+7=193) oluşturur. Yeraltına inerek yeraltı suyuna katılan 41 milyar m<sup>3</sup>'lük (69-28=41) su da ilave edildiğinde, ülkemizin yenilenebilir brüt su potansiyeli 234 milyar m<sup>3</sup>'e (193+41) ulaşır (Burak ve ark., 1997:4; Öziş ve ark., 1997:42). Günümüz teknolojik ve ekonomik koşulları çerçevesinde çeşitli amaçlara yönelik tüketilebilecek yüzey suyu potansiyeli, ülke içindeki akarsulardan 95 milyar m<sup>3</sup> su ve komşu ülkelerden ülkemize gelen 3 milyar m<sup>3</sup> suyla toplam 98 milyar m<sup>3</sup>'ü bulmaktadır. Yapılan teknik hesaplara göre, çeşitli şekillerde yerüstüne çıkarılabilen su miktarı 14 milyar m<sup>3</sup> civarındadır. Çalışmalar ve etütler, günümüz şartlarında yurdumuzun tüketilebilir yüzey ve yeraltı suyu potansiyelinin yılda ortalama 112 milyar m<sup>3</sup> (98+14) olduğunu göstermektedir (Burak ve ark., 1997:6). Bugünkü koşullarda 95 milyar m<sup>3</sup> yüzey suyu potansiyelimizin ancak 27.5 milyar m<sup>3</sup>'ünden (%29) yararlanılabilmektedir. Yararlanılan su potansiyelinin 20.9 milyar m<sup>3</sup>'ü (%76) sulamada, 3.85 milyar m<sup>3</sup>'ü (%14) belediyeler tarafından içme suyu olarak, 2.75 milyar m<sup>3</sup>'ü (%10) de sanayide kullanılmaktadır (Burak ve ark., 1997:1). Ülkeler, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarına göre sınıflandırılırlar. Buna göre, yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1000 m<sup>3</sup>'ten az ise su fakiri, 1000-2000 m<sup>3</sup> arasında su azlığı çeken ve 2000 m<sup>3</sup>'ten çok ise su zengini ülkeler olarak nitelendirilirler. Bugün ülke nüfusumuzun tahmini 72 milyon olduğu kabul edilirse, kişi başına düşen 1555 m<sup>3</sup>'lük yıllık kullanılabilir su miktarıyla su azlığı yaşayan bir ülke olduğumuz söylenebilir (Atalık, 2006:21; Burak ve ark., 1997:4). Ülkemizde kentlerin hem sayısının hem de nüfuslarının giderek hızlı bir şekilde artması, oluşan kentlerin su ihtiyaçlarının sadece kaynak ve yeraltı sularından karşılanmasını imkansız hale getirmektedir. Bu nedenle hızla büyüyen kentlerin su ihtiyaçları, kaynak ve yeraltı sularının yanısıra, büyük bir kısmı akarsu, baraj ve göllerden arıtma yapılarak temin edilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca son yıllarda membran teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle deniz suyundan arıtma yöntemiyle de

içme suyu elde edilmektedir (Özgüler, 1997:58). Kentleşme, çağı yakalama çabaları olarak değerlendirilir. Yerleşim yerinin topoğrafik, jeolojik ve iklimsel durumu, yapılaşma biçimi ve ergonomik olarak ne kadar nüfusu barındırabileceği gibi kriterler şehirleşmede dikkate alınmalıdır. Öte yandan kentin su, kanalizasyon, ulaşım, park, yeşil alan gibi yaşamsal ihtiyaçlarının nasıl karşılanıp oluşturulacağı önceden planlanırsa, kentleşmenin çağı yakalama çabaları olarak değerlendirilmesi geçerlilik kazanır. Ergonomi, mühendislik, mimarlık, coğrafya, jeoloji, psikoloji gibi bilimlerin verilerinden yararlanılmadan yapılan hızlı ve plansız kentleşmenin birçok sorunları da beraberinde getirdiği unutulmamalıdır (Sönmez, 1992:44; Keleş ve Hamamcı, 1998:236).

### **3.1.2. Yağışlar ve Yağışların Oluşturduğu Su Potansiyeli**

Bir ülkenin iklimi ve dolayısıyla su potansiyeli, bulunduğu yerin enlemine, boylamına, jeolojik, topoğrafik yapısına ve bitki örtüsüne göre oluşmaktadır. Aynı şekilde ülkemizin jeolojik, topoğrafik ve iklim (yağış) özelliklerinin yöre ve bölgelere göre farklı olması nedeniyle yeraltı ve yüzey suyu potansiyelinde farklılıklar görülmektedir (Bilgin, 1997:18; Özgüler, 1997:59). Yağış getiren rüzgarlara karşı olan ve özellikle cephesel depresyonların yolu üzerinde bulunan yerlere fazla yağış düşer. Buna örnek olarak Doğu Karadeniz Bölgesi'ni verebiliriz. Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin en fazla yağış alan bölgesidir. Yıllık ortalama yağış miktarı 1198 mm'dir. Buradaki illerden Rize'de yıllık yağış miktarı 2346.3 mm, Giresun'da 1267.7 mm'dir. Bulduğu bölgenin yıllık yağış ortalamasının hayli üzerinde olan, konumu ve özelliğiyle bu gruba giren illerden Muğla 1216.4, Antalya 1057, Bitlis 1034.3, Muş 870.9 mm yıllık yağış almaktadır (Koçman., 1993:50). İç Anadolu platoları, Doğu Anadolu'nun yüksek dağlarla çevrili havzaları ve Güneydoğu Anadolu platoları ile ovaları ülkemizin az yağış alan bölgeleridir. Buralarda yıllık ortalama yağış miktarı 400-500 mm'nin altına düşmektedir. İç Anadolu'da Konya Ovası ve Tuz Gölü çevresi Türkiye'nin en geniş yüzey alanlı, az yağışlı yöreleridir. Buradaki illerden olan Konya'da yıllık yağış ortalaması 336.1 mm'dir. Aynı şekilde Doğu Anadolu'da yüksek dağlarla çevrili depresyonlar ile vadi tabanlarında yer alan Malatya'da ortalama yıllık yağış miktarı 393.8 mm, Erzincan'da 374.9 mm, Iğdır'da 258.8 mm kadardır. Batı Toroslardan başlayarak doğuya doğru Suriye platformuna gidildikçe yağış miktarında

önemli ölçüde azalma göze çarpar. Suriye platformunda yer alan Diyarbakır'da yıllık yağış miktarı 499.7, Şanlıurfa'da 476.6 ve Ceylanpınar'da ise 336.8 mm'dir (Koçman, 1993:51; Bilgin, 1997:18). Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin en fazla yağış alan bölgesi olmasına karşın, topografyasının aşırı derecede eğimli ve jeolojik yapısının genelde volkanik kayaç niteliğinde olmasına bağılı olarak kaynak ve yeraltı suyu potansiyeli açısından ülkemizin en fakir bölgeleri arasında yer alır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzey bölümünde, kuzeyden güneye doğru derin vadilerle kesilmiş ve aşırı eğimli bir topografyanın bulunması, mevsimlik su debisi değışiminin yüksek olmasına neden olmuştur. Buna rakamlarla örnek vermek gerekirse, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yıllık yüzey suyu miktarı 15 milyar m<sup>3</sup> düzeyindedir. Bu miktar, Türkiye genelindeki yüzey suyu potansiyelinin % 7.9'unu oluşturmasına karşın, toplam ülke yüzölçümü içindeki oranı ise ancak % 5.1'i kadardır. Doğu Karadeniz'in güney kesiminin topoğrafik ve jeolojik yapı özellikleri kuzey gölgesinden farklı olduğundan, burası daha az yağış almasına rağmen kaynak ve yeraltı suyu bakımından daha zengindir. Doğu Karadeniz'in güney kesiminde jeolojik birimlerin yüksek oranda kalsiyum karbonat içermeleri ve akifer niteliğinde olmaları nedeniyle kaynak ve yeraltı suyu miktarı da fazladır. Yöre, hamsu temini yönünden uygun niteliğe sahip havza özelliğindedir (Koçman, 1993:51; Öziş ve ark., 1997:43).

### 3.1.3. TÜİK Verileri

Tablo 1. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1994

Belediye Su Temel Göstergeleri,1994	
1997 Genel Nüfus Tespitine göre toplam nüfus	62.810.111
Toplam belediye sayısı	2.740
Toplam belediye nüfusu	47.597.657
Anket uygulanan belediye sayısı	2.134
Anket uygulanan belediye nüfusu	45.658.019
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	1.962
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	42.068.230
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	67
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	88
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (bin m <sup>3</sup> /yıl)	3.279.083
Baraj	936.057
Kuyu	1.295.410
Kaynak	837.622
Akarsu	101.270
Göl-gölet/deniz(1)	108.724
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl) (1)	1.146.051
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl)	2.133.032
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	214
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	60
Fiziksel	26
Konvansiyonel	33
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m <sup>3</sup> /yıl)	1.925.231
Fiziksel	138.050
Konvansiyonel	1.786.676
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl)	981.900
Fiziksel	47.984
Konvansiyonel	933.916
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	132
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	14.134.849
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	23
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	30

...Bilgi elde edilememiştir.

(1)2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 2. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1995

Belediye Su Temel Göstergeleri, 1995	
Toplam belediye sayısı	2.801
Toplam belediye nüfusu	47.774.543
Anket uygulanan belediye sayısı	2.278
Anket uygulanan belediye nüfusu	46.327.226
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	2.134
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	43.931.706
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	70
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	92
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (bin m <sup>3</sup> /yıl)	3.768.958
Baraj	1.013.113
Kuyu	1.451.466
Kaynak	912.014
Akarsu	108.439
Göl-gölet/deniz(1)	283.925
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl) (1)	1.405.477
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl)	2.363.480
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	235
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	68
Fiziksel	29
Konvansiyonel	38
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m <sup>3</sup> /yıl)	2.095.651
Fiziksel	141.388
Konvansiyonel	1.953.759
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m <sup>3</sup> /yıl)	1.144.488
Fiziksel	56.821
Konvansiyonel	1.087.667
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	143
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	13.051.851
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	21
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	27

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 3. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1996

Belediye Su Temel Göstergeleri,1996	
Toplam belediye sayısı	2.827
Toplam belediye nüfusu	47.843.698
Anket uygulanan belediye sayısı	2.322
Anket uygulanan belediye nüfusu	45.920.465
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	2.194
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediyen üfusu	44.049.447
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	70
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	92
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm3/yıl)	3.975.028
Baraj	1.069.422
Kuyu	1.521.606
Kaynak	930.533
Akarsu	167.152
Göl-gölet/deniz(1)	286.314
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm3/yıl) (1)	1.522.888
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm3/yıl)	2.452.139
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	247
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm3/yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	71
Fiziksel	30
Konvansiyonel	40
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm3/yıl)	2.099.007
Fiziksel	141.545
Konvansiyonel	1.956.957
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm3/yıl)	1.262.543
Fiziksel	58.433
Konvansiyonel	1.204.110
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	150
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	13.405.602
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı(%)	21
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	28

...Bilgi elde edilememiştir.

(1)2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 4. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1997

Belediye Su Temel Göstergeleri,1997	
1997 Genel Nüfus Tespitine göre toplam nüfus	62.810.111
Toplam belediye sayısı	2.835
Toplam belediye nüfusu	47.865.511
Anket uygulanan belediye sayısı	2.456
Anket uygulanan belediye nüfusu	46.755.860
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	2.329
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	44.906.669
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	71
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	94
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplamsu (binm3/yıl)	4.117.313
Baraj	1.114.181
Kuyu	1.378.715
Kaynak	1.060.344
Akarsu	273.452
Göl-gölet/deniz(1)	290.620
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm3/yıl) (1)	1.678.253
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm3/yıl)	2.439.059
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	251
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm3/yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	80
Fiziksel	34
Konvansiyonel	45
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm3/yıl)	2.374.839
Fiziksel	146.940
Konvansiyonel	2.227.395
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm3/yıl)	1.365.850
Fiziksel	64.174
Konvansiyonel	1.301.675
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	166
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	14.867.898
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	24
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	31

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.



Tablo 5. Belediye Su Temel Göstergeleri, 1998

Belediye Su Temel Göstergeleri,1998	
1997 Genel Nüfus Tespitine göre toplam nüfus	62.810.111
Toplam belediye sayısı	2.834
Toplam belediye nüfusu	47.862.511
Anket uygulanan belediye sayısı	2.712
Anket uygulanan belediye nüfusu	46.529.408
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	2.577
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	44.673.961
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	71
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye Nüfusuna oranı (%)	93
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm <sup>3</sup> /yıl)	4.211.361
Baraj	1.210.548
Kuyu	1.591.410
Kaynak	984.734
Akarsu	135.606
Göl-gölet/deniz(1)	289.064
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl) (1)	1.635.218
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.576.144
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	258
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	89
Fiziksel	40
Konvansiyonel	48
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.392.915
Fiziksel	159.719
Konvansiyonel	2.232.691
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	1.558.810
Fiziksel	66.573
Konvansiyonel	1.492.236
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	173
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	16.777.485
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	27
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	35

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 6. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2001

Belediye Su Temel Göstergeleri, 2001	
2000 Genel Nüfus Sayımına göre toplam nüfus	67.803.927
Toplam belediye sayısı	3.227
Toplam belediye nüfusu	53.407.613
Anket uygulanan belediye sayısı	3.215
Anket uygulanan belediye nüfusu	53.377.431
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	3.092
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	50.747.292
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	75
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	95
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm <sup>3</sup> /yıl)	4.664.411
Baraj	1.389.239
Kuyu	1.598.865
Kaynak	1.082.992
Akarsu	131.754
Göl-gölet/deniz(1)	461.562
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl) (1)	1.982.555
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.681.857
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	252
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	113
Fiziksel	57
Konvansiyonel	55
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm <sup>3</sup> /yıl)	3.244.979
Fiziksel	131.585
Konvansiyonel	3.112.889
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	1.667.032
Fiziksel	34.368
Konvansiyonel	1.632.665
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	236
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	18.510.532
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	27
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	35

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 7. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2002

Belediye Su Temel Göstergeleri, 2002	
2000 Genel Nüfus Sayımına göre toplam nüfus	67.803.927
Toplam belediye sayısı	3.227
Toplam belediye nüfusu	53.421.379
Anket uygulanan belediye sayısı	3.215
Anket uygulanan belediye nüfusu	53.391.197
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	3.140
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	51.613.433
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	76
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	97
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm3/yıl)	4.813.097
Baraj	1.795.963
Kuyu	1.455.114
Kaynak	1.294.660
Akarsu	131.295
Göl-gölet/deniz(1)	136.065
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm3/yıl) (1)	2.063.323
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm3/yıl)	2.749.774
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	255
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm3/yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	123
Fiziksel	63
Konvansiyonel	59
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm3/yıl)	3.525.507
Fiziksel	149.328
Konvansiyonel	3.375.674
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm3/yıl)	1.709.727
Fiziksel	43.520
Konvansiyonel	1.666.207
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	252
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	19.375.843
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	29
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	36

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 8. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2003

Belediye Su Temel Göstergeleri, 2003	
2000 Genel Nüfus Sayımına göre toplam nüfus	67.803.927
Toplam belediye sayısı	3.227
Toplam belediye nüfusu	53.430.733
Anket uygulanan belediye sayısı	3.215
Anket uygulanan belediye nüfusu	53.400.551
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	3.161
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	51.945.136
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	77
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	97
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm3/yıl)	4.918.477
Baraj	1.925.653
Kuyu	1.547.717
Kaynak	1.206.396
Akarsu	141.194
Göl-gölet/deniz(1)	97.517
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm3/yıl) (1)	2.164.364
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm3/yıl)	2.754.113
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	259
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm3/yıl)	...
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	131
Fiziksel	69
Konvansiyonel	61
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi(binm3/yıl)	3.736.368
Fiziksel	269.669
Konvansiyonel	3.466.194
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm3/yıl)	1.892.348
Fiziksel	102.689
Konvansiyonel	1.789.659
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	303
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	20.855.947
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	31
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	39

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 9. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2004

Belediye Su Temel Göstergeleri, 2004	
2000 Genel Nüfus Sayımına göre toplam nüfus	67.803.927
Toplam belediye sayısı	3.225
Toplam belediye nüfusu	53.935.050
Anket uygulanan belediye sayısı	3.213
Anket uygulanan belediye nüfusu	53.903.955
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	3.159
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	53.194.450
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	78
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	99
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm <sup>3</sup> /yıl)	4.954.292
Baraj	1.984.739
Kuyu	1.375.738
Kaynak	1.363.360
Akarsu	143.062
Göl-gölet/deniz(1)	87.392
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl) (1)	2.215.193
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.739.098
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	255
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	1.988.217
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	140
Fiziksel	73
Konvansiyonel	66
Gelişmiş	1
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm <sup>3</sup> /yıl)	3.718.085
Fiziksel	273.931
Konvansiyonel	3.443.649
Gelişmiş	505
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.079.116
Fiziksel	100.224
Konvansiyonel	1.978.891
Gelişmiş	0
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	313
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	22.794.758
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	34
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	42

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 10. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2006

2007 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine göre toplam nüfus	70.586.256
Toplam belediye sayısı	3.225
Toplam belediye nüfusu	58.581.515
Anket uygulanan belediye sayısı	3.225
Anket uygulanan belediye nüfusu	58.581.515
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	3.167
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	57.686.003
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	82
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	98
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm <sup>3</sup> /yıl)	5.163.500
Baraj	1.843.736
Kuyu	1.401.815
Kaynak	1.380.057
Akarsu	305.271
Göl-gölet	232.621
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.381.628
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.781.872
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	245
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.375.043
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	139
Fiziksel	69
Konvansiyonel	68
Gelişmiş	2
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm <sup>3</sup> /yıl)	3.994.060
Fiziksel	163.128
Konvansiyonel	3.829.791
Gelişmiş	1.142
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.426.639
Fiziksel	63.528
Konvansiyonel	2.362.437
Gelişmiş	675
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	413
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	28.839.265
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	41
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	49

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 11. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2008

Belediye Su Temel Göstergeleri, 2008	
2007 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt sistemine göre toplam nüfus	70.586.256
Toplam belediye sayısı	3.225
Toplam belediye nüfusu	58.581.515
Anket uygulanan belediye sayısı	3.225
Anket uygulanan belediye nüfusu	58.581.515
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	3.190
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	58.052.383
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	82
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	99
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm <sup>3</sup> /yıl)	4.546.574
Baraj	1.810.188
Kuyu	1.275.691
Kaynak	1.060.963
Akarsu	173.928
Göl-gölet/deniz(1)	225.805
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl) (1)	2.209.921
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.336.654
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	215
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.400.522
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	170
Fiziksel	71
Konvansiyonel	84
Gelişmiş	15
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm <sup>3</sup> /yıl)	4.422.745
Fiziksel	136.743
Konvansiyonel	4.166.692
Gelişmiş	119.310
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.120.561
Fiziksel	54.425
Konvansiyonel	2.019.619
Gelişmiş	46.517
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	434
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	29.074.451
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	41
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	50

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.

Tablo 12. Belediye Su Temel Göstergeleri, 2010

Belediye Su Temel Göstergeleri, 2010	
2010 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt sistemine göre toplam nüfus	73.722.988
Toplam belediye sayısı	2.950
Toplam belediye nüfusu	61.571.332
Anket uygulanan belediye sayısı	2.950
Anket uygulanan belediye nüfusu	61.571.332
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	2.925
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu	60.664.687
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	82
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	99
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (binm <sup>3</sup> /yıl)	4.784.734
Baraj	2.252.421
Kuyu	1.273.822
Kaynak	1.015.865
Akarsu	159.472
Göl-gölet/deniz(1)	83.154
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yüzey suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl) (1)	2.495.047
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen yer altı suyu miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.289.687
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (litre/kişi-gün)	216
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.579.676
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	206
Fiziksel	77
Konvansiyonel	96
Gelişmiş	33
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (binm <sup>3</sup> /yıl)	4.499.508
Fiziksel	156.490
Konvansiyonel	4.172.571
Gelişmiş	170.447
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (binm <sup>3</sup> /yıl)	2.520.085
Fiziksel	54.615
Konvansiyonel	2.401.093
Gelişmiş	64.378
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye sayısı	346
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu	32.992.877
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	45
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	54

...Bilgi elde edilememiştir.

(1) 2010 yılından itibaren denizden çekilen su miktarı dahil edilmiştir.



### 3.2. Değerlerinin YSA Metoduyla Hesaplanması

TESF değerleri yapay sinir ağları kullanılarak hesaplanırken çeşitli yöntemler kullanılabilir; bunlardan birincisi klasik YSA kullanılarak yapılan hesaplama, ikinci çalışma ise bulanık mantık ve YSA kullanılarak yapılmış olan çalışmadır.

#### 3.2.1. Değerlerin Klasik YSA Metoduyla Hesaplanması

Daha önce verilen tablo verilerinden anlaşılacağı üzere Türkiye'nin yıllara göre su ihtiyaca toplam nüfus, toplam belediye nüfusu gibi verilerden etkilenmektedir. Dolayısıyla yapılan YSA denemelerinde bu gibi hususlarında göz önünde bulundurulması verilerin geçerliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

YSA denemelerinde kullanılacak giriş verileri için 1994 ve 2010 yılları arasındaki TÜİK verileri seçilmiştir, Bu veriler sisteme birlikte verilip yapay sinir ağları metoduyla en iyi öğrenmenin gerçekleşmesi için Network Type (Ağ Türü), Training Function (Eğitim Fonksiyonu) , Adaption Learning Function (Adaptasyon Öğrenme Fonksiyonu) ,Performance Function (Performans Fonksiyonu) ,Number of Layers (Katman Sayısı), Number of Neurons (Nöron Sayısı) ,Transfer Function özellikleri değiştirilerek denemeler yapılmıştır .

Öğrenme işlemi gerçekleştirildikten sonra sistemden toplam belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%) gibi verilerin 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 yılları için tahmini olarak hesaplanması istenmiştir.

#### 3.2.2. Değerlerin Bulanık YSA Metoduyla Hesaplanması

Daha önce değerler Klasik YSA metodu ile hesaplanmıştı bu bölümde ise verilen değerleri Bulanık YSA (SBMD) kullanarak hesaplayacağız.

Bulanık YSA denemelerinde kullanılacak giriş verileri için 1994 ve 2010 yılları arasındaki TÜİK verileri seçilmiştir, Bu veriler öncelikle Bulanık YSA'nın yapısına uygun olacak şekilde (0,1) aralığına sıkıştırılmıştır. Bunun için her bir sütundaki en yüksek değer bulunup sütundaki tüm veriler en yüksek değere bölünmüştür. Daha sonra bu veriler sisteme birlikte verilip Bulanık YSA metoduyla en iyi öğrenmenin gerçekleşmesi için Network Type (Ağ Türü), Training Function (Eğitim Fonksiyonu) , Adaption Learning Function (Adaptasyon Öğrenme Fonksiyonu), Performance Function (Performans Fonksiyonu), Number of Layers (Katman Sayısı) ,Number of Neurons (Nöron Sayısı), Transfer Function özellikleri değiştirilerek denemeler yapılmıştır.

Öğrenme işlemi gerçekleştirildikten sonra sistemden toplam belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%) gibi verilerin 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 yılları için tahmini olarak hesaplanması istenmiştir. Tahmini olarak hesaplanan değerler normalleştirilmiş veriler formatındadır. Bu verileri Klasik YSA ile karşılaştıra bilmek için normalleştirilmenin tersi işlemi yapılarak veriler Klasik YSA ile karşılaştırılabilir hale getirilmiştir.

Veriler Klasik YSA ve Bulanık YSA Metoduyla hesaplandıktan sonra gerçek verilerle karşılaştırılması yapıldığı tablo ve grafikler aşağıda açıklamalı olarak verilmiştir.

## TOPLAM BELEDİYE NÜFUSU

YIL	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1994	47597657	48173589	48756489	575932	1158832	0,01210	0,0243464
1995	47774543	49408432	51098201	1633889	3323658	0,03420	0,0695696
1996	47843698	49494306	51201859	1650608	3358161	0,03450	0,0701903
1997	47865511	48559561	49263675	694050	1398164	0,01450	0,0292103
1998	47862511	48872410	49903618	1009899	2041107	0,02110	0,0426452
2001	53407613	55714822	58121702	2307209	4714089	0,04320	0,0882662
2002	53421379	53409092	53396808	-12287	-24571	0,00023	0,0004599
2003	53430733	55145860	56916042	1715127	3485309	0,03210	0,0652304
2004	53935050	54059101	54183437	124051	248387	0,00230	0,0046053
2006	58581515	59882025	61211406	1300510	2629891	0,02220	0,0448928
2008	58581515	59284493	59995907	702978	1414392	0,01200	0,0241440
2010	61571332	62328659	63095302	757327	1523970	0,01230	0,0247513
2011		63908436	65387917				
2012		65152880	67390881				
2013		64767582	66354387				
2014		65364598	66528088				
2015		66677946	68821642				
2016		66746059	68180098				
2017		69009855	70109527				
2018		70036601	71241231	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA
2019		70984412	71853971				
2020		73616596	74875440	1038274,32	2105948,9	0,0200608	0,040692648

## AÇIKLAMALAR;

A1 : Gerçek Değerler

A2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

A3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

A4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

A5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

A6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

A7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

## İÇME VE KULLANMA SUYU ŞEBEKESİ İLE HİZMET VERİLEN BELEDİYE NÜFUSU

YIL	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
1994	42068230	42547256	43192440	479025,583	1124210,376	0,01138687	0,02672350
1995	43931706	44763280	45201285	831573,643	1269579,326	0,01892878	0,02889893
1996	44049447	43582445	45321893	-467001,691	1272445,897	0,01060176	0,02888676
1997	44906669	45350040	45988985	443370,695	1082316,175	0,00987316	0,02410146
1998	44673961	45264516	46761612	590554,928	2087650,571	0,01321922	0,04673081
2001	50747292	52361664	51982806	1614372,233	1235514,377	0,03181199	0,02434641
2002	51613433	52297956	53870035	684522,539	2256601,801	0,01326249	0,04372121
2003	51945136	52579672	53309814	634536,146	1364677,579	0,01221551	0,02627152
2004	53194450	53848103	55589544	653652,845	2395093,889	0,01228799	0,04502526
2006	57686003	58484004	60090450	798000,636	2404447,080	0,01383352	0,04168164
2008	58052383	58854817	60465750	802433,834	2413367,118	0,01382258	0,04157223
2010	60664687	61498730	62341654	834042,713	1676967,342	0,01374841	0,02764322
2011		61558101	62302954				
2012		62723372	63482325				
2013		61287771	62029353				
2014		61688770	62435204				
2015		62068209	62819234				
2016		63104224	63867785				
2017		63799860	64571839				
2018		64435576	65215247	ORTALAM	ORTALAM	ORTALAM	ORTALAM
2019		64831245	65615704	A	A	A	A
2020		64979774	65766030	0,272635	0,550104081	0,00839416 7	0,01687771 1

## AÇIKLAMALAR;

B1 : Gerçek Değerler

B2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

B3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

B4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

B5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

B6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

B7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

İÇME VE KULLANMA SUYU ŞEBEKESİ İLE HİZMET VERİLEN NÜFUSUN TOPLAM NÜFUSA ORANI (%)

YIL	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
1994	67	66	65	-0,8107000	-1,6115905	0,0121000	0,0240536
1995	70	70	71	0,2940000	0,5892348	0,0042000	0,0084176
1996	70	70	71	0,3150000	0,6314175	0,0045000	0,0090202
1997	71	72	73	1,0295000	2,0739278	0,0145000	0,0292102
1998	71	71	71	-0,0781000	-0,1561141	0,0011000	0,0021988
2001	75	76	77	0,9900000	1,9930680	0,0132000	0,0265742
2002	76	76	76	-0,0174800	-0,0349560	0,0002300	0,0004599
2003	77	77	77	0,1617000	0,3237396	0,0021000	0,0042044
2004	78	78	78	0,1794000	0,3592126	0,0023000	0,0046053
2006	82	84	86	1,8204000	3,6812129	0,0222000	0,0448928
2008	82	83	84	0,9840000	1,9798080	0,0120000	0,0241440
2010	82	83	84	1,0086000	2,0296058	0,0123000	0,0247513
2011		83	82				
2012		83	84				
2013		85	86				
2014		85	85				
2015		85	85				
2016		86	86				
2017		86	86				
2018		87	87	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA
2019		90	91				
2020		91	92	0,489693333	0,988213858	0,008394167	0,016877711

AÇIKLAMALAR;

C1 : Gerçek Değerler

C2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

C3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

C4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

C5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

C6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

C7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

## İÇME VE KULLANMA SUYU ŞEBEKESİ İÇİN ÇEKİLEN TOPLAM SU (BİN M3/YIL)

YIL	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
1994	3279083	3239406	3200209	-39676,9043	-78873,7181	0,012100	0,024054
1995	3768958	3784788	3800684	15829,6236	31725,7316	0,004200	0,008418
1996	3975028	3992916	4010884	17887,6260	35855,7463	0,004500	0,009020
1997	4117313	4177014	4237581	59701,0385	120267,7421	0,014500	0,029210
1998	4211361	4206729	4202101	-4632,4971	-9259,8985	0,001100	0,002199
2001	4664411	4725981	4788364	61570,2252	123953,1774	0,013200	0,026574
2002	4813097	4811990	4810883	-1107,0123	-2213,7700	0,000230	0,000460
2003	4918477	4928806	4939156	10328,8017	20679,2939	0,002100	0,004204
2004	4954292	4965687	4977108	11394,8716	22815,9514	0,002300	0,004605
2006	5163500	5278130	5395304	114629,7000	231804,1793	0,022200	0,044893
2008	4546574	4601133	4656346	54558,8880	109772,4827	0,012000	0,024144
2010	4784734	4843586	4903162	58852,2282	118428,3388	0,012300	0,024751
2011		4846199	4827057				
2012		5331742	5354935				
2013		5583808	5636854				
2014		5722539	5760880				
2015		5760246	5795096				
2016		5829003	5866804				
2017		5944324	5949882				
2018		6006918	6020133	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA
2019		6145957	6221245				
2020		6231440	6337998	29944,71576	60412,93808	0,00839417	0,01687771

## AÇIKLAMALAR;

D1 : Gerçek Değerler

D2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

D3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

D4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

D5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

D6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

D7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

## İÇME VE KULLANMA SUYU ARITMA TESİSİ KAPASİTESİ (BİN M3/YIL)

YIL	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1994	1925231	1901936	1878922	-23295,2951	-46308,7171	0,012100	0,024054
1995	2095651	2104453	2113291	8801,7342	17640,4357	0,004200	0,008418
1996	2099007	2108453	2117941	9445,5315	18933,5679	0,004500	0,009020
1997	2374839	2409274	2444209	34435,1655	69369,6409	0,014500	0,029210
1998	2392915	2390283	2387653	-2632,2065	-5261,5176	0,001100	0,002199
2001	3244979	3287813	3331212	42833,7228	86232,8507	0,013200	0,026574
2002	3525507	3524696	3523885	-810,8666	-1621,5467	0,000230	0,000460
2003	3736368	3744214	3752077	7846,3728	15709,2230	0,002100	0,004204
2004	3718085	3726637	3735208	8551,5955	17122,8597	0,002300	0,004605
2006	3994060	4082728	4173365	88668,1320	179304,6965	0,022200	0,044893
2008	4422745	4475818	4529528	53072,9400	106782,7553	0,012000	0,024144
2010	4499508	4554852	4610877	55343,9484	111368,6274	0,012300	0,024751
2011		4614910	4596682				
2012		4760772	4781481				
2013		4966450	5013631				
2014		5145198	5179671				
2015		5492019	5525246				

201 6		5997293	6036186				
201 7		6250895	6256740				
201 8		6350881	6364853	ORTALAM	ORTALAM	ORTALAM	ORTALAM
201 9		6561703	6642084	A	A	A	A
202 0		6598132	6710961	23521,73121	47439,4063	0,00839417	0,01687771

## AÇIKLAMALAR;

E1 : Gerçek Değerler

E2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

E3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

E4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

E5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

E6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

E7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

## İÇME VE KULLANMA SUYU ARITMA TESİSLERİNDE ARITILAN SU MİKTARI (BİN M3/YIL)

YIL	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
199 4	981900	970019	958282	-11880,9900	-23618,2200	0,012100	0,024054
199 5	114448 8	1149295	1154122	4806,8496	9633,8880	0,004200	0,008418
199 6	126254 3	1268224	1273931	5681,4435	11388,4535	0,004500	0,009020
199 7	136585 0	1385655	1405747	19804,8250	39896,8200	0,014500	0,029210
199 8	155881 0	1557095	1555383	-1714,6910	-3427,4958	0,001100	0,002199
200 1	166703 2	1689037	1711332	22004,8224	44300,1085	0,013200	0,026574
200 0	170972	1709334	1708941	-393,2372	-786,3840	0,000230	0,000460



2	7						
200	189234	1896322	1900304	3973,9308	7956,2069	0,002100	0,004204
3	8						
200	207911	2083898	2088691	4781,9668	9574,9321	0,002300	0,004605
4	6						
200	242663	2480510	2535578	53871,3858	108938,7164	0,022200	0,044893
6	9						
200	212056	2146008	2171760	25446,7320	51198,8248	0,012000	0,024144
8	1						
201	252008	2551082	2582460	30997,0455	62375,3547	0,012300	0,024751
0	5						
201		2582209	2572010				
1							
201		2784393	2796505				
2							
201		2943041	2971000				
3							
201		3129167	3150133				
4							
201		3211297	3230725				
5							
201		3194958	3215678				
6							
201		3308743	3311836				
7							
201		3517750	3525489	ORTALAM	ORTALAM	ORTALAM	ORTALAM
8				A	A	A	A
201		3742912	3788763				
9							
202		3686196	3749230	13115,00693	26452,6004	0,00839417	0,01687771
0							

## AÇIKLAMALAR;

F1 : Gerçek Değerler

F2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

F3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

F4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

F5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

F6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

F7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITMA TESİSİ İLE HİZMET VERİLEN BELEDİYE NÜFUSU

YIL	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
1994	14134849	13963817	13794855	-171031,673	-339993,863	0,01210	0,02405
1995	13051851	13106669	13161717	54817,774	109865,783	0,00420	0,00842
1996	13405602	13465927	13526524	60325,209	120921,881	0,00450	0,00902
1997	14867898	15083483	15302193	215584,521	434295,018	0,01450	0,02921
1998	16777485	16759030	16740595	-18455,234	-36890,166	0,00110	0,00220
2001	18510532	18754871	19002435	244339,022	491903,320	0,01320	0,02657
2002	19375843	19371387	19366931	-4456,444	-8911,863	0,00023	0,00046
2003	20855947	20899744	20943634	43797,489	87686,952	0,00210	0,00420
2004	22794758	22847186	22899734	52427,943	104976,471	0,00230	0,00461
2006	28839265	29479497	30133942	640231,683	1294676,509	0,02220	0,04489
2008	29074451	29423344	29776425	348893,412	701973,545	0,01200	0,02414
2010	32992877	33398689	33809493	405812,387	816616,267	0,01230	0,02475
2011		32677265	32548190				
2012		32423553	32564596				
2013		33769630	34090442				
2014		35887463	36127909				
2015		36994524	37218341				
2016		37392858	37635351				
2017		38554196	38590244				
2018		40478888	40567942	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA
2019		44108048	44648372				
2020		46659662	47457542	156023,8409	314759,9879	0,0083942	0,01687771

AÇIKLAMALAR;

G1 : Gerçek Değerler

G2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

G3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

G4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

G5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

G6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

G7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITMA TESİSİ İLE HİZMET VERİLEN NÜFUSUN TOPLAM NÜFUSA ORANI (%)

YIL	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
1994	23	23	22	-0,278300	-0,553233	0,0121000	0,0240536
1995	21	21	21	0,088200	0,176770	0,0042000	0,0084176
1996	21	21	21	0,094500	0,189425	0,0045000	0,0090202
1997	24	24	25	0,348000	0,701046	0,0145000	0,0292102
1998	27	27	27	-0,029700	-0,059367	0,0011000	0,0021988
2001	27	27	28	0,356400	0,717504	0,0132000	0,0265742
2002	29	29	29	-0,006670	-0,013338	0,0002300	0,0004599
2003	31	31	31	0,065100	0,130337	0,0021000	0,0042044
2004	34	34	34	0,078200	0,156580	0,0023000	0,0046053
2006	41	42	43	0,910200	1,840606	0,0222000	0,0448928
2008	41	41	42	0,492000	0,989904	0,0120000	0,0241440
2010	45	46	46	0,553500	1,113808	0,0123000	0,0247513
2011		45	44				
2012		46	46				
2013		46	46				
2014		48	48				
2015		49	49				
2016		49	49				
2017		51	51				
2018		53	53	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA
2019		55	55				
2020		56	57	0,222619167	0,449170239	0,008394167	0,016877711

AÇIKLAMALAR;

H1 : Gerçek Değerler

H2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

H3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

H4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

H5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

H6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

H7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITMA TESİSİ İLE HİZMET VERİLEN NÜFUSUN TOPLAM BELEDİYE NÜFUSUNA ORANI (%)

YIL	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
1994	30	30	29	-0,3630000	-0,7216077	0,0121000	0,0240536
1995	27	27	27	0,1134000	0,2272763	0,0042000	0,0084176
1996	28	28	28	0,1260000	0,2525670	0,0045000	0,0090203
1997	31	31	32	0,4495000	0,9055178	0,0145000	0,0292103
1998	35	35	35	-0,0385000	-0,0769576	0,0011000	0,0021988
2001	35	35	36	0,4620000	0,9300984	0,0132000	0,0265742
2002	36	36	36	-0,0082800	-0,0165581	0,0002300	0,0004599
2003	39	39	39	0,0819000	0,1639720	0,0021000	0,0042044
2004	42	42	42	0,0966000	0,1934222	0,0023000	0,0046053
2006	49	50	51	1,0878000	2,1997492	0,0222000	0,0448928
2008	50	51	51	0,6000000	1,2072000	0,0120000	0,0241440
2010	54	55	55	0,6642000	1,3365697	0,0123000	0,0247513
2011		54	54				
2012		53	53				
2013		56	57				
2014		60	61				
2015		61	61				
2016		59	59				
2017		61	61				
2018		64	64	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA	ORTALAMA
2019		68	69				
2020		71	72	0,2726350	0,5501041	0,0083942	0,0168777

AÇIKLAMALAR;

K1 : Gerçek Değerler

K2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

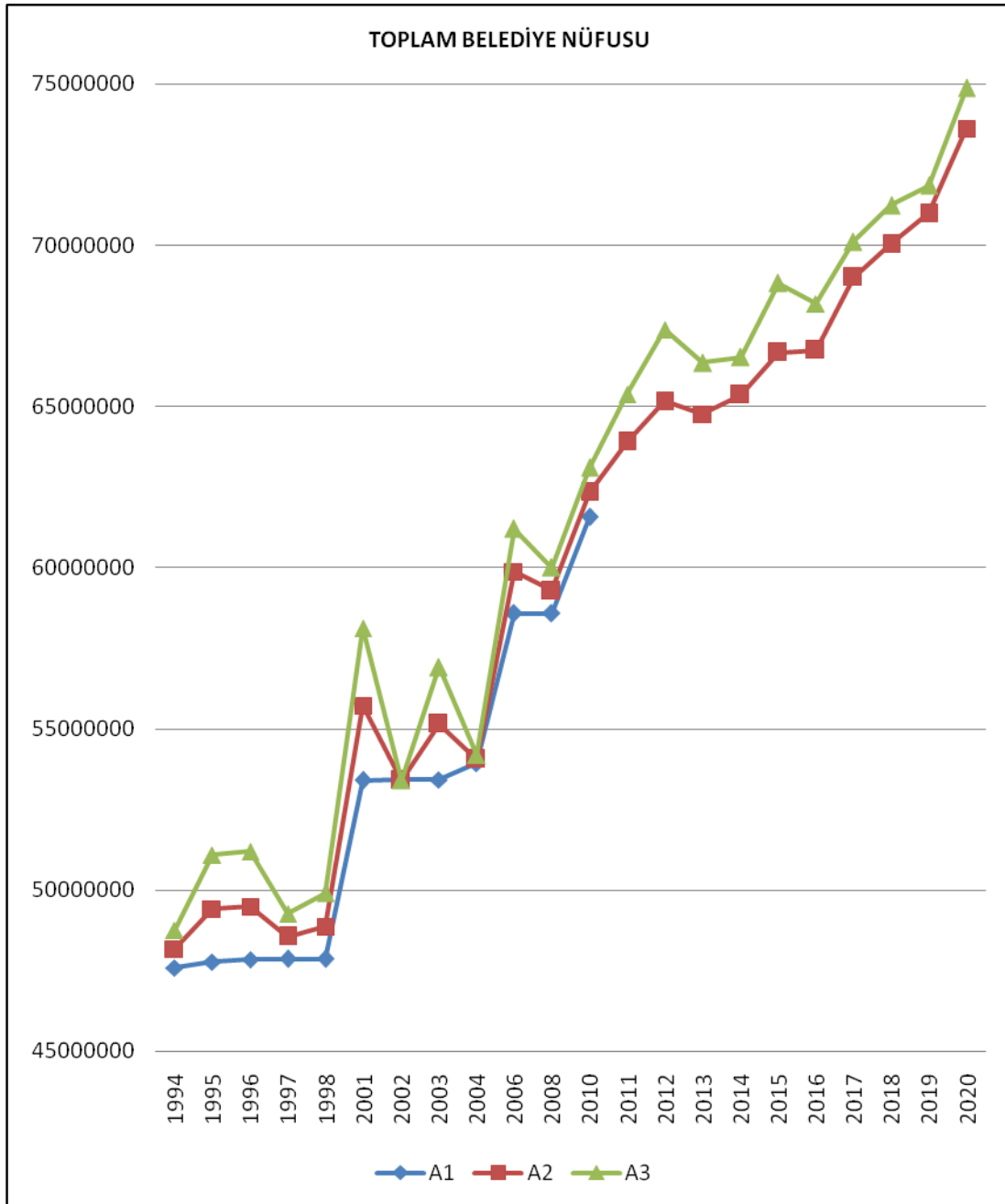
K3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

K4 : Gerçek Değerler İLE SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

K5 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki Fark

K6 : Gerçek Değerler İle SBMD Yöntemiyle Bulunan Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

K7 : Gerçek Değerler İle Klasik YSA Yöntemiyle Elde Edilen Değerler Arasındaki % Mutlak Hata

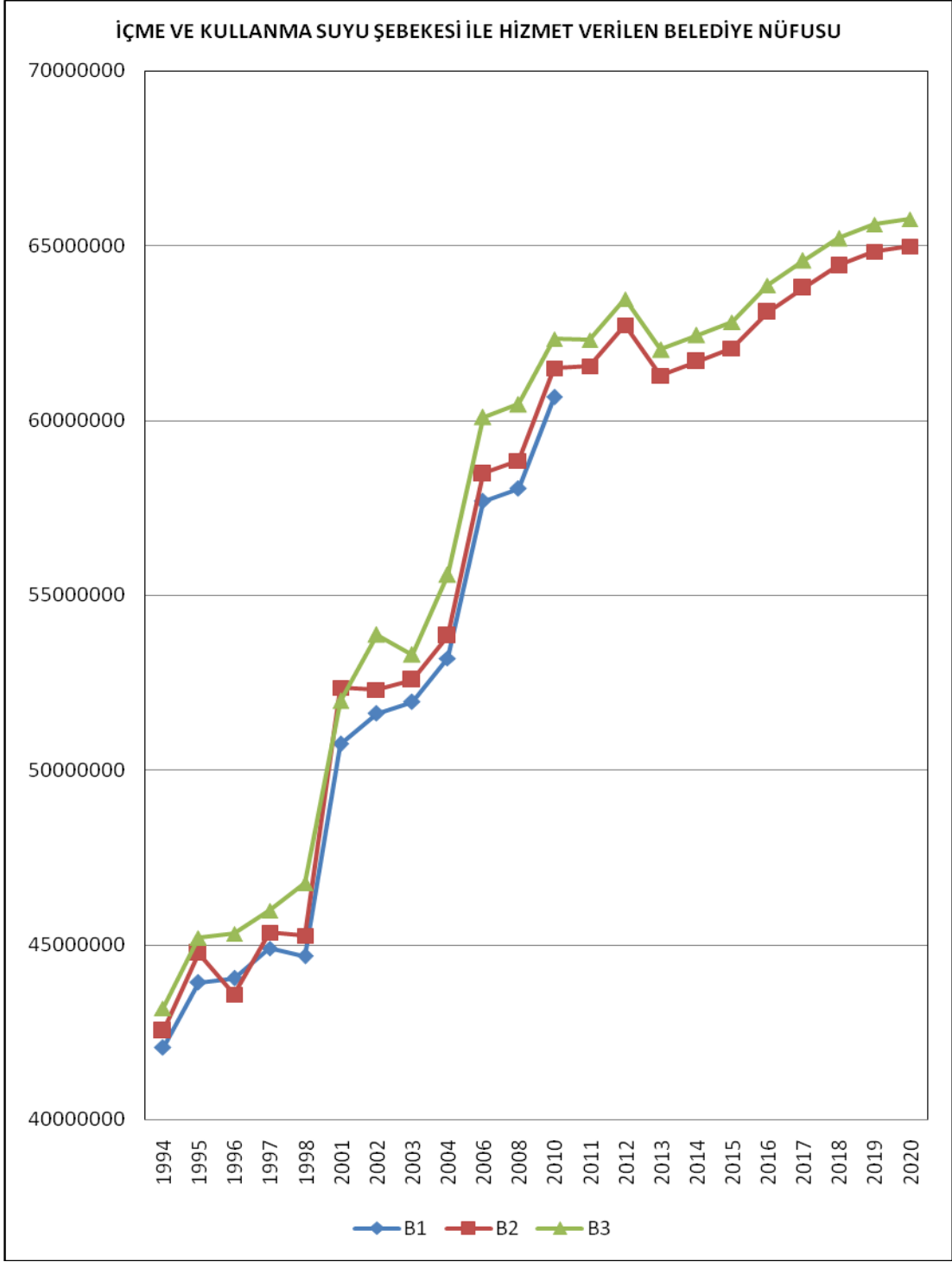


AÇIKLAMALAR;

A1 : Gerçek Değerler

A2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

A3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

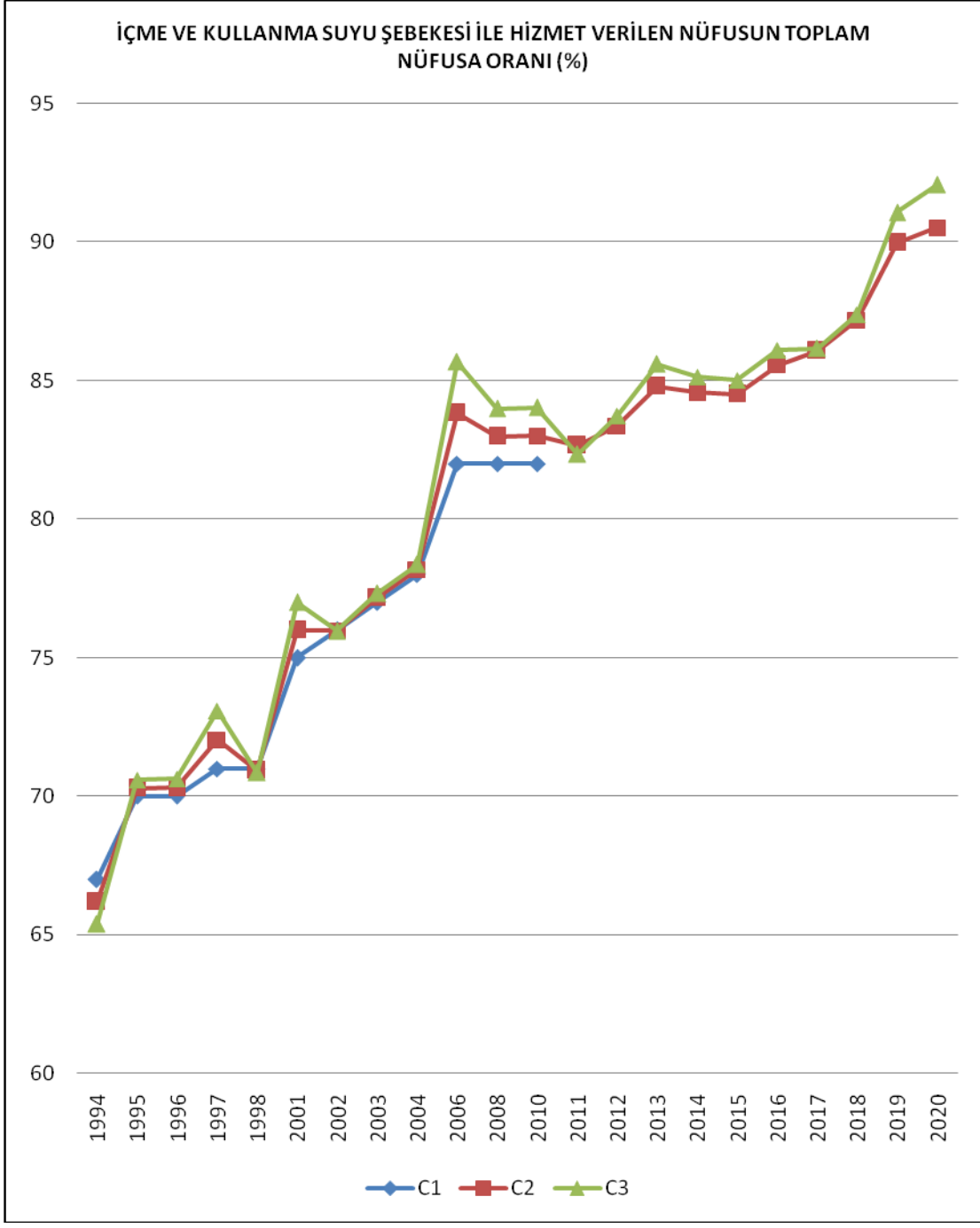


#### AÇIKLAMALAR;

B1 : Gerçek Değerler

B2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

B3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler



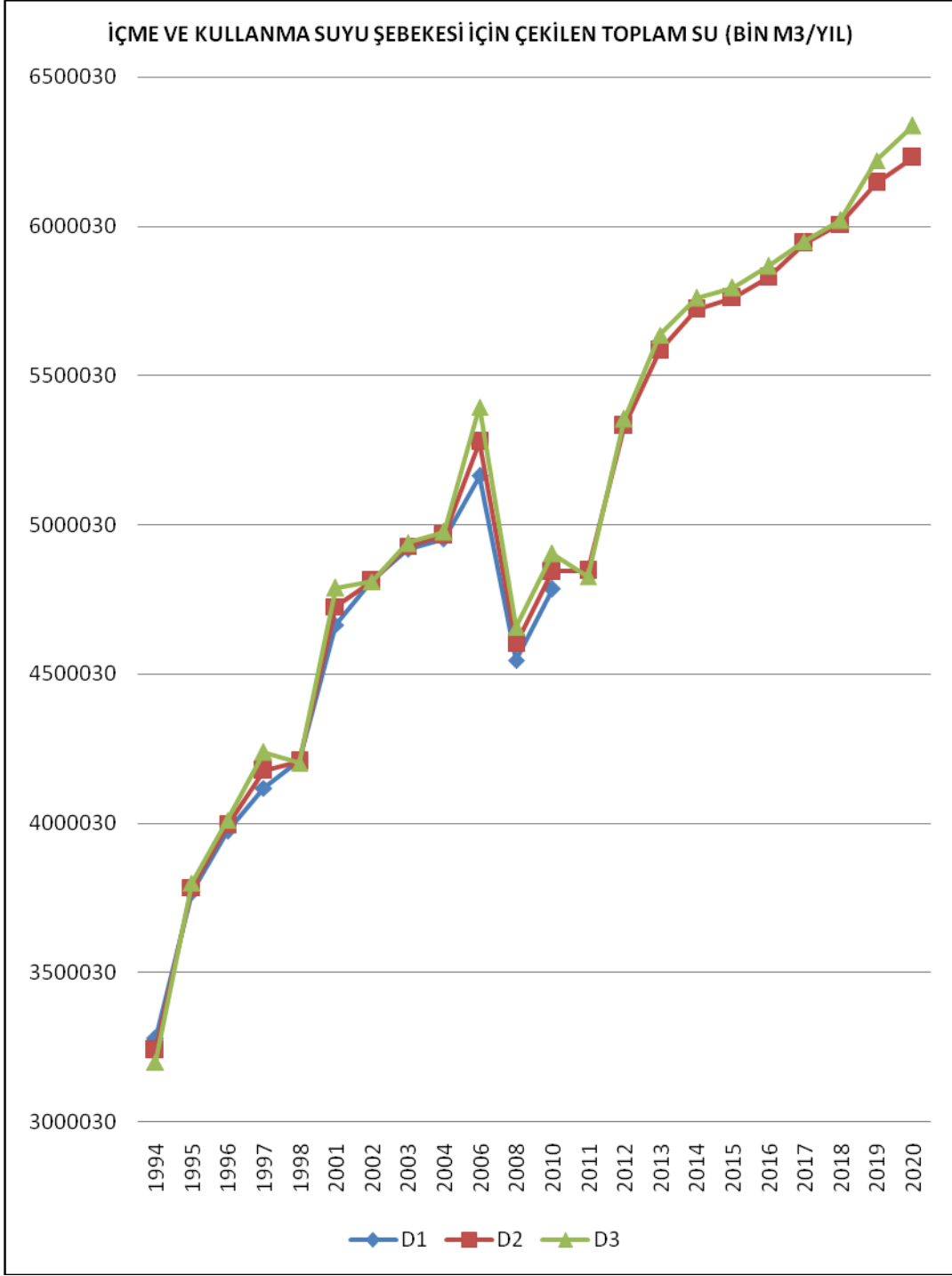
**AÇIKLAMALAR;**

C1 : Gerçek Değerler

C2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

C3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler



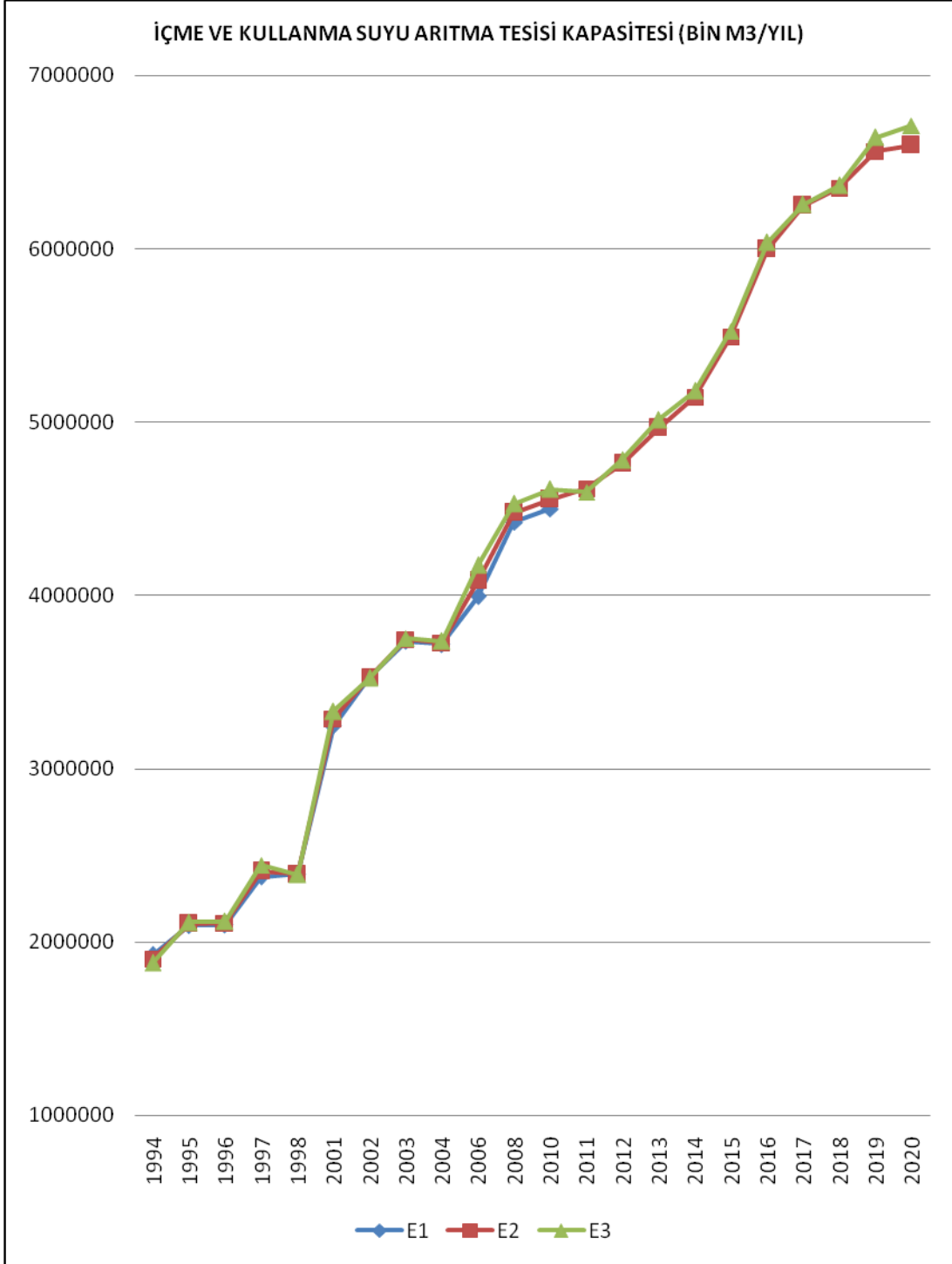


#### AÇIKLAMALAR;

D1 : Gerçek Değerler

D2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

D3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

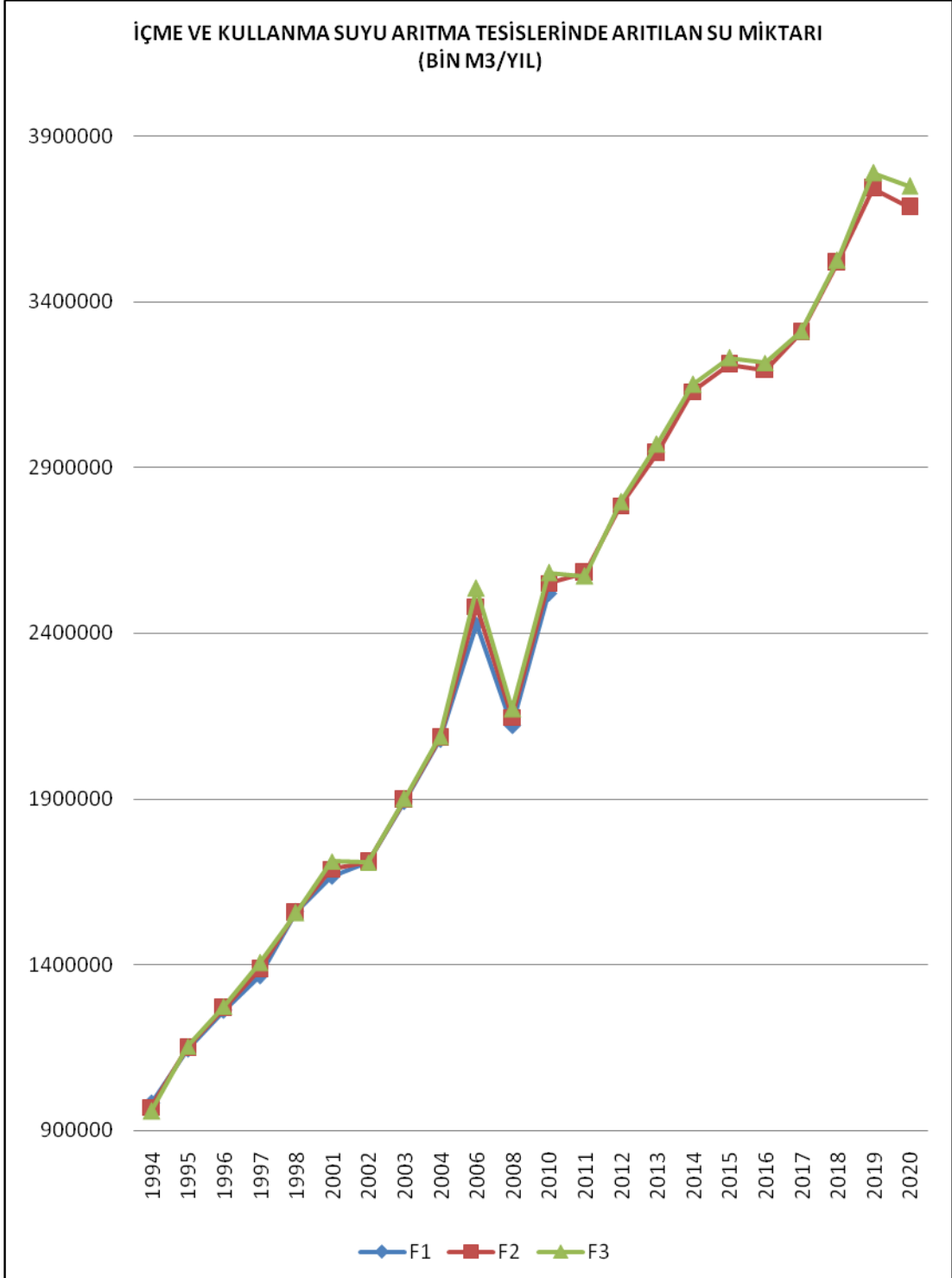


**AÇIKLAMALAR;**

E1 : Gerçek Değerler

E2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

E3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

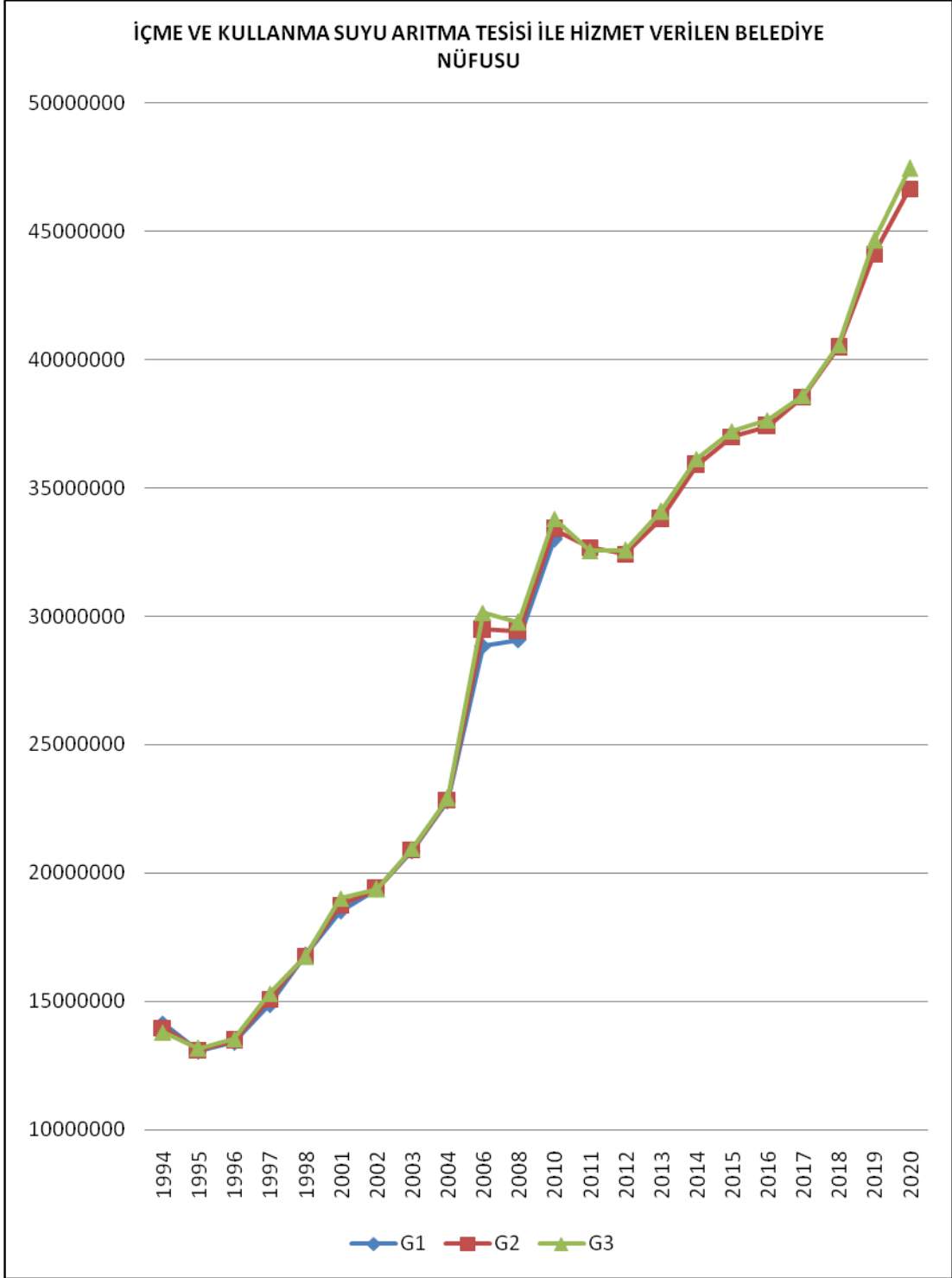


**AÇIKLAMALAR;**

F1 : Gerçek Değerler

F2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

F3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

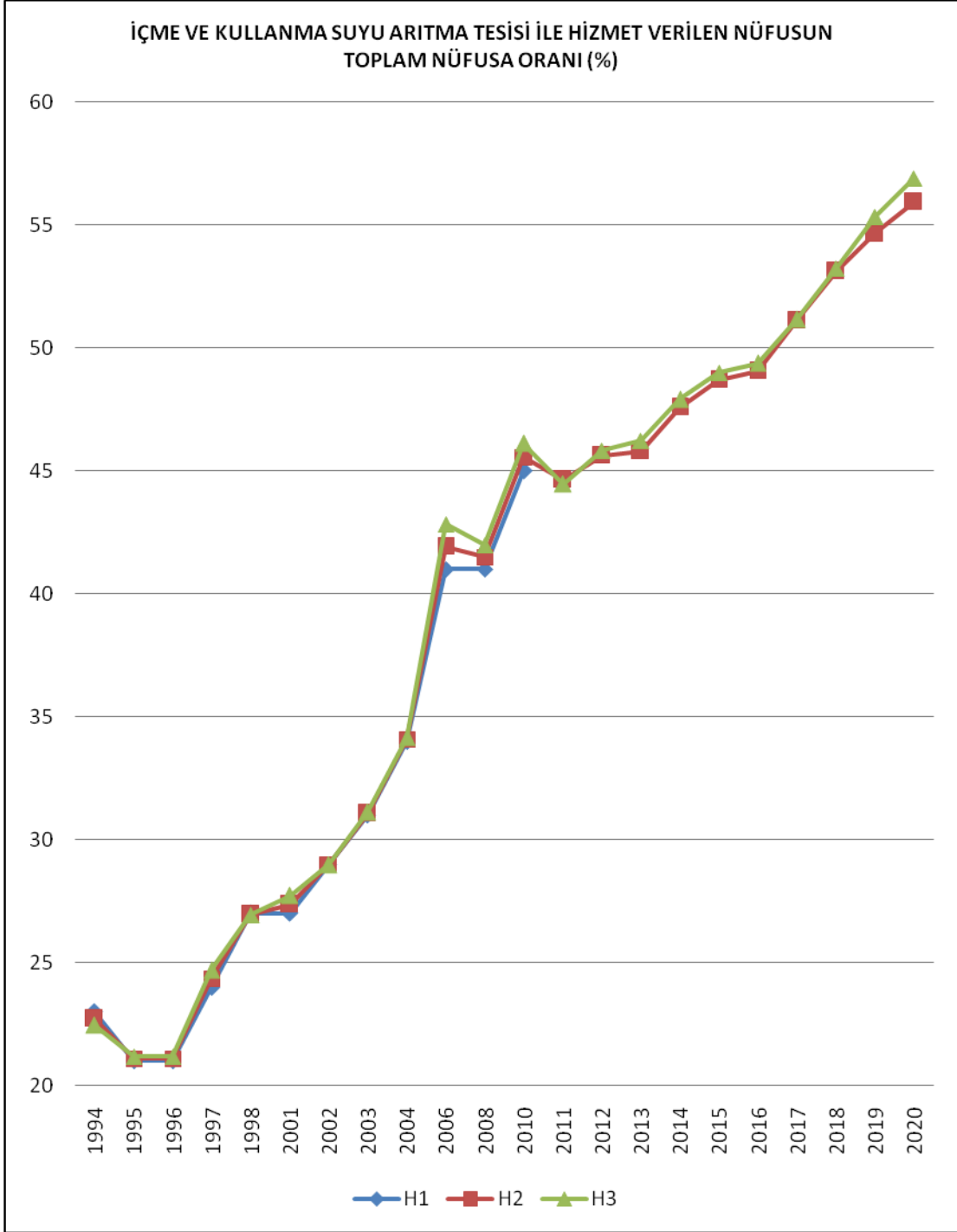


**AÇIKLAMALAR;**

G1 : Gerçek Değerler

G2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

G3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

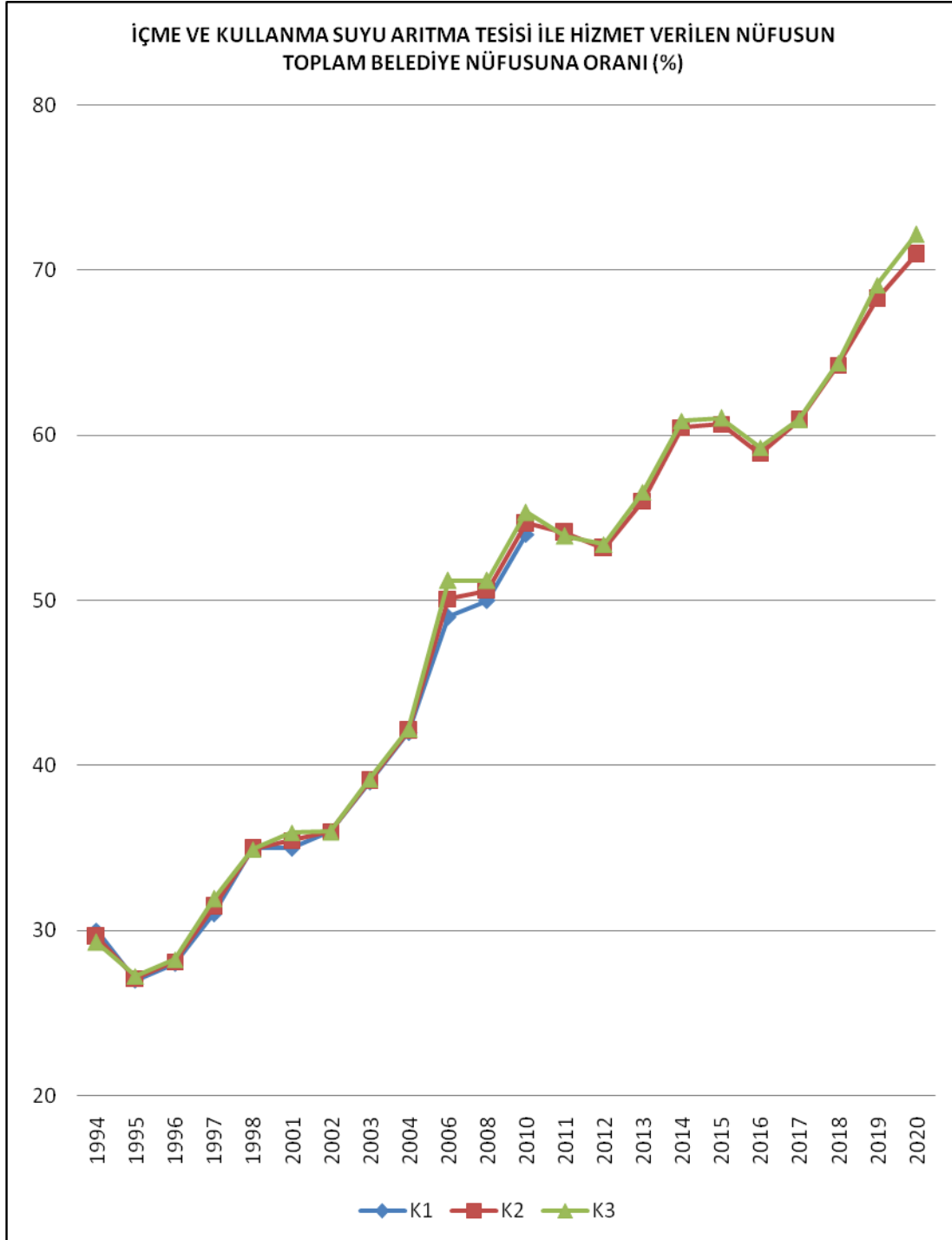


AÇIKLAMALAR;

H1 : Gerçek Değerler

H2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

H3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler



**AÇIKLAMALAR;**

K1 : Gerçek Değerler

K2 : SBMD Yöntemiyle Elde Edilen Değerler

K3 : Klasik YSA Yöntemiyle Bulunan Değerler

#### IV. SONUÇLAR

Bu çalışma boyunca görüldüğü gibi yapay sinir ağı yöntemi kullanılarak Türkiye'nin toplam belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%) verileri 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yılları için tahmini olarak hesaplanmıştır.

Yapay sinir ağı metodu ile bulunan değerler , sinirsel bulanık mantık denetim metodu ile bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır ve aşağıdaki tabloda verilen sonuçlar elde edilmiştir.

YIL	TBN-1	TBN-2	HVB-1	HVB-2	HBV-1	HBV-2	SCS-1	SCS-2	ITK-1
2011	63908436	65387917	61558101	62302954	83	82	4846199	4827057	4614910
2012	65152880	67390881	62723372	63482325	83	84	5331742	5354935	4760772
2013	64767582	66354387	61287771	62029353	85	86	5583808	5636854	4966450
2014	65364598	66528088	61688770	62435204	85	85	5722539	5760880	5145198
2015	66677946	68821642	62068209	62819234	85	85	5760246	5795096	5492019
2016	66746059	68180098	63104224	63867785	86	86	5829003	5866804	5997293
2017	69009855	70109527	63799860	64571839	86	86	5944324	5949882	6250895
2018	70036601	71241231	64435576	65215247	87	87	6006918	6020133	6350881
2019	70984412	71853971	64831245	65615704	90	91	6145957	6221245	6561703
2020	73616596	74875440	64979774	65766030	91	92	6231440	6337998	6598132

YIL	ASM-1	ASM-2	THN-1	THN-2	HTN-1	HTN-2	HBN-1	HBN-2	ITK-2
2011	2582209	2572010	32677265	32548190	45	44	54	54	4596682
2012	2784393	2796505	32423553	32564596	46	46	53	53	4781481
2013	2943041	2971000	33769630	34090442	46	46	56	57	5013631
2014	3129167	3150133	35887463	36127909	48	48	60	61	5179671
2015	3211297	3230725	36994524	37218341	49	49	61	61	5525246
2016	3194958	3215678	37392858	37635351	49	49	59	59	6036186
2017	3308743	3311836	38554196	38590244	51	51	61	61	6256740
2018	3517750	3525489	40478888	40567942	53	53	64	64	6364853
2019	3742912	3788763	44108048	44648372	55	55	68	69	6642084
2020	3686196	3749230	46659662	47457542	56	57	71	72	6710961

Açıklamalar;

TBN-1:Toplam belediye nüfusu (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini değerler)

TBN-2:Toplam belediye nüfusu (Klasik YSA ile elde edilen tahmini değerler)

HVB-1:İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu (Fuzzy



YSA ile elde edilen tahmini değerler)

HVB-2:İçme ve kullanma suyu Őebekesi ile hizmet verilen belediye nűfusu (Klasik YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

HBV-1:İçme ve kullanma suyu Őebekesi ile hizmet verilen nűfusun toplam nűfusa oranı (%) (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

HBV-2:İçme ve kullanma suyu Őebekesi ile hizmet verilen nűfusun toplam nűfusa oranı (%) (Klasik YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

SCS-1:İçme ve kullanma suyu Şebekesi için çekilen toplam su (bin m<sup>3</sup>/yıl) (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini değerler)

SCS-2:İçme ve kullanma suyu Şebekesi için çekilen toplam su (bin m<sup>3</sup>/yıl) (Klasik YSA ile elde edilen tahmini değerler)

ITK-1:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m<sup>3</sup>/yıl) (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini değerler)

ITK-2:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m<sup>3</sup>/yıl) (Klasik YSA ile elde edilen tahmini değerler)

ASM-1:İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m<sup>3</sup>/yıl) (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini değerler)

ASM-2:İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m<sup>3</sup>/yıl) (Klasik YSA ile elde edilen tahmini değerler)

THN-1:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nűfusu (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

THN-2:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nűfusu (Klasik YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

HTN-1:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nűfusun toplam nűfusa oranı (%) (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

HTN-2:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nűfusun toplam nűfusa oranı (%) (Klasik YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

HBN-1:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nűfusun toplam belediye nűfusuna oranı (%) (Fuzzy YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

HBN-2:İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nűfusun toplam belediye nűfusuna oranı (%) (Klasik YSA ile elde edilen tahmini deęerler)

Sonuç olarak bulanık mantık sinirsel denetim metodu kullanılarak hesaplanan değerlerde yapay sinir ağıları metoduna göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum ise yapay sinir ağıları metodunda da bulanık mantığın klasik mantıktan daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yılları için tahmini olarak hesaplanan Türkiye'nin toplam belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (bin m<sup>3</sup>/yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusu, içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam nüfusa oranı (%), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%) verilerinin Bulanık YSA yöntemiyle daha iyi sonuçlar ortaya çıkaracağı öngörülmektedir.

## V. KAYNAKLAR

- (1) Akyel V., Bayramođlu M.F., (2002) Kriz Dönemlerinde Yapay Sinir Ağlarıyla Finansal Öngörüde Bulunma, (MF BAYRAMOĐLU - bandirma.balikesir.edu.tr).
- (2) Bart Kosko., (1993) Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic, New York: Hyperion.
- (3) Baykal N., Timur B., (2004), Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçakçılar Kitabevi, Matematik dizisi no:1.
- (4) Beyciođlu, A., Kılıçarslan, Ş., Başıyigit, C., Emirođlu, M., Akkurt, İ. (2008) Yapay sinir Ağları ile Ağır Betonların Basınç Dayanımının Tahmini. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der. 20(4).
- (5) Bojadziev G., ve Bojadziev M.M., (1995), Fuzzy Set, Fuzzy Logic Application Application and Theory Vol.5, world scientific, London.
- (6) Cemek B., Temizel K.E., (2010) Betonların Basınç Dayanımının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini, Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Kahramanmaraş.
- (7) Civalek Ö., (1999) Dairesel Plakların Nöro-Fuzzy Tekniđi ile Analizi, Dokuz Eylül Üni. Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi cilt 1 sy:2.
- (8) Dağsöz A.K., Işık K. ve Bayraktar K.G., (1999) Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtımı ile Çözümü ve Enerji Tasarrufu, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi,, 329-339.
- (9) Duffie JA, Beckman WA., (1991) Solar engineering of thermal process. New York: Wiley.

- (10) Elmas Ç.,(2007) Yapay Zeka Uygulamaları , Seçkin Yayıncılık , Ankara.
- (11) Ergezer H., Dikmen M., Özdemir E. , (2003)Yapay Sinir Ağları ve Tanıma Sistemleri, Pivolka, 2(6), 14-17.
- (12) Fausett, L.,(1994) ,Fundamentals of Neural Networks,Prentice Hall, USA.
- (13) Garret, J.H., Gunaratham D.J. and Ivezic N..(1997)Artificial Neural Networks for Civil Engineers: Fundamentals and Applications,In: Kartam N., I.Flood (Ed.), ASCE.
- (14) Genceli O. F. ve Eskin N., (1998) ASHRAE Temel El Kitabı-Konut dışı yapılarda iklimlendirme, soğutma ve ısıtma yükleri, Türk Tesisat Mühendisleri derneği-Teknik Yayınlar:2.
- (15) Haykin, S. , (1994) Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Macmillan College Publishing Company, Inc. NJ.
- (16) Hertz J., Krogh A. and Palmer, R., 1991, Introduction to the Theory of Neural Networks, Addison Wesley.
- (17) <http://www.backpropagation.netfirms.com>.
- (18) Karataş S.,(2004), Fuzzy Ölçüm Metotları,Gaziosmanpaşa Üni. Fen Bilimleri Enst.
- (19) Kaşka Ö.,Yumrutaş R.,(2009) Experimental investigation for total equivalent temperature difference (TETD) values of building walls and flat roofs.
- (20) Kişi, Ö., Karahan, M. E., Şen, Z., (2003) Nehirlerdeki askı maddesi miktarının bulanık mantık ile modellenmesi, itüdergisi/d mühendislik Cilt:2, Sayı:3, 43-54.

- (21) Klir G.J.,and Floger T.A.(1998), Fuzzy Sets, Uncertainly and Information Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- (22) Kosko B.,(1992), Neural Networks and Fuzzy Systems., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- (23) Lee C.C.,(Mar/April,1990), Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller.Parts 1 and 2,IEEE Trans. Syst. Man. Cybernet. 20, 2, 404–435.
- (24) Munakata T.,Jani Y.,(1994), Fuzzy Systems: An Overview,Communications of the ACM vol.37,No:3.
- (25) Oberguggenberger M.,(2004), İntroductory remarks: Mathematical models of Uncertainly ZAMM.Z,Angew.Math.Mech.84.No:10–11/ [www.zamm-journal.org](http://www.zamm-journal.org).
- (26) Öztemel E., (2002) Yapay Sinir Ağları , Papatya Yayıncılık , İstanbul.
- (27) Öztemel, E.,(2006) Yapay Sinir Ağları , Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- (28) Şahin M.,Yumrutaş R. , Çoban M.A. , ... (2011) Estimated Acquisition of Total Equivalent Temperature Differences (TETD) Through Artificial Neural Network (ANN) for the Types of Wall Used in Housing ,Gaziantep.
- (29) Şen, Z.,(2004) Yapay Sinir Ağları İlkeleri. Su Vakfı Yayınları., İstanbul.
- (30) Terano T., Asai K.and Sugeno M.,(1992), Fuzzy SystemsTheory and Its Applications. Academic Press. San Diego, Calif.
- (31) Terzi, S, (2005) Bitüm Miktarının Asfalt Betonu Dayanımına Etkisinin Bulanık Mantık Yöntemi İle Modellenmesi, 4. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 28-30 Eylül, Konya.

- (32) Therkeld JL. (1970) Thermal environmental engineering.Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- (33) Ülker M, Civalek Ö. (2000) Yapay Sinir Ağları İle Eksenel Yüklü Kolonların Burkulma Analizi, Fırat Üni. Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- (34) Zadeh, L.A., (1965) Fuzzy Sets, Information and Control, Vol. 8., pp. 338-353
- (35) Zadeh L.A.,(1973),Qutline of a new approach to the analysis of complex systems and decision process. IEEE. Trans. Syst. Man Cybernet SME–3,28–44.
- (36) Zimmermann H.J.(1985) Fuzzy Set Theory –and Its Applications. Kluwer, Boston.
- (37) Zurada, J., 1992, Introduction to Artificial Neural Systems, Boston:PWS Publishing Company.