

**GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPAY SİNİR AĞLARI VE BULANIK MANTIĞIN BAZI  
MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNDE UYGULANMASI**

**MATEMATİK BÖLÜMÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MEHMET ALİ ÇOBAN  
NİSAN 2012**

**Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantığın Bazı Mühendislik  
Problemlerinde Uygulanması**

**Gaziantep Üniversitesi  
Matematik Bölümü  
Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN**

**Mehmet Ali ÇOBAN  
NİSAN 2012**

© 2012 MEHMET ALİ ÇOBAN

T.C.  
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK ANA BİLİM DALI

Tezin Adı: Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantığın Bazı Mühendislik  
Problemlerinde Uygulanması  
Öğrencinin, Adı Soyadı: Mehmet Ali ÇOBAN  
Tez Savunma Tarihi: 19.04.2012

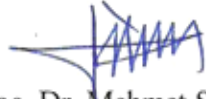
Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

  
Prof. Dr. Ramazan KOÇ  
FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

  
Prof. Dr. Adil KILIÇ  
Enstitü ABD Başkanı

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

  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN  
Tez Danışmanı

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

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Fahir Talay AKYILDIZ



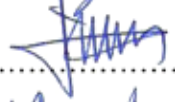
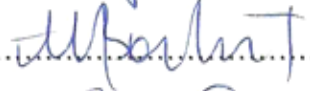
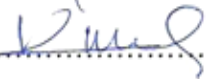
Yrd. Doç. Dr. Necati OLGUN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN

Yrd. Doç. Dr. Ali BOZKURT

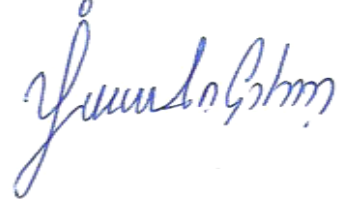
Yrd. Doç. Dr. Kuddusi KAYADUMAN

İmzası

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....

**İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.**

**Mehmet Ali ÇOBAN**

A handwritten signature in blue ink, written in a cursive style, corresponding to the name Mehmet Ali ÇOBAN.

## ÖZ

### YAPAY SİNİR AĞLARI VE BULANIK MANTIĞIN BAZI MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNDE UYGULANMASI

ÇOBAN, Mehmet Ali

Yüksek Lisans Tezi, Matematik Bölümü

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Şahin

Nisan 2012 , 47 Sayfa

Bu tezde Türkiye’de yaygın olarak kullanılan yapı malzemeleri için “Toplam Eşdeğer Sıcaklıklar Farkı (TESF)” değerleri bulanık mantık sinirsel denetim metodu kullanılarak elde edilmiştir.

DeneySEL veriler kullanılarak yapay sinir ağılar metodu ile elde edilmiş olan TEF değerleri daha sonra bulanık mantık sinirsel denetim metodu kullanılarak elde edilip klasik yöntem ile karşılaştırılması yapılmıştır. Sonra farklı bir yöntem uygulanarak tuğla ve blokbims malzemelerinin karakteristik özellikleri girilip AAC için TEF değerleri hesaplanmıştır .

Son olarak elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler halinde verilip TEF değerlerinin farklı coğrafik bölgeler ve farklı günler için ayrı bir deneysel çalışmaya gerek kalmadan yapay sinir ağılar (YSA) metoduyla hesaplanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** yapay sinir ağılar , bulanık mantık , toplam eşdeğer sıcaklıklar farkı , tahmin , yapay zeka

## ABSTRACT

### APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND FUZZY LOGIC IN ENGINEERING PROBLEMS

ÇOBAN , Mehmet Ali

M.Sc.Thesis,Math Department

Adviser : Assistant Professor Doctor Mehmet ŞAHİN

April 2012 , 47 pages

In this thesis , “Total Equivalent Temperature Difference (TETD)” values for construction materials which are commonly used in Turkey were obtained using artificial neural network and fuzzy logic .

TETD values obtained from experimental data using artificial neural network method were calculated using fuzzy logic artificial neural network. The results obtained were compared to the results obtained classical method. In addition , TETD values were calculated using characteristics of different construction materials .

Results obtained were shown in tables and graphics . It was concluded that TETD values could be calculated for different geographical regions and days without using experimental method.

**Key words :** artificial neural networks, fuzzy logic, total equivalent temperature difference, forecasting , artificial intelligence

## TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma süresince gösterdiği yol ve yöntemlerle desteğini esirgemeyen Sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN' e , Prof. Dr. Fahir Talay AKYILDIZ' a , Yrd. Doç. Dr. Ali BOZKURT' a , Yrd. Doç. Dr. Necati OLGUN' a , test odalarının hazırlanmasına 106M315 numaralı proje kapsamında destek olan TÜBİTAK'a , deneysel çalışma verilerini benimle paylaşan Doç. Dr. Recep YUMRUTAŞ' a , İngilizce makalelerin çevrisi konusunda destek olan Yrd. Doç. Dr. Sevilay SAHİN' e , akademik desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Kuddusi KAYADUMAN' a ve tez yazım aşamasında gerekli esnekliği gösteren Gaziantep Kolej Vakfı Özel Okulları Mütevelli Heyeti Başkanı Nüket ERSOY' a , Gaziantep Kolej Vakfı Özel Okulları Yönetim Kurulu Başkanı Celal ERSOY' a , Gaziantep Kolej Vakfı Özel Okulları Genel Müdürü Yrd. Doç. Dr. Atanur VERGİLİ' ye , Bilgisayar Teknisyeni Selma YURTÇİÇEK' e ve benden maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim...



## İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	v
ABSTRACT.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
1.BÖLÜM : GİRİŞ.....	01
2.BÖLÜM : BULANIK MANTIK .....	02
2.1 Bulanık Mantık.....	02
2.2 Bulanık Küme Kavramı.....	03
3.BÖLÜM : YAPAY SİNİR AĞLARI.....	08
3.1 Yapay Sinir Ağlarının Çalışma Prensipleri.....	09
4.BÖLÜM : SİNİRSEL BULANIK MANTIK DENETİMİ (SBMD).....	13
4.1 Sinirsel Bulanık Mantık Ağ Yapıları.....	14
5.BÖLÜM : TOPLAM EŞDEĞER SICAKLIKLAR FARKI (TESF).....	16
5.1 Toplam Eşdeğer Sıcaklıklar Farkının Hesaplanması.....	17
5.1.1 Güneş-Hava Sıcaklığının Hesaplanması.....	17
5.1.2 Faz Kayması ve Sönüm Oranı .....	18
5.2 Deneysel Çalışma ve Sonuçları.....	20
6. BÖLÜM : TESF DEĞERİNİN YSA METODUYLA HESABI .....	26
6.1 TESF 'nin Klasik YSA Metoduyla Hesaplanması.....	26
6.2 TESF 'nin Sinirsel Bulanık Mantık Denetim Metoduyla Hesaplanması.....	33
6.3 YSA Metodu ile Farklı Bir Çalışma.....	41
7. BÖLÜM : SONUÇLAR.....	43
KAYNAKLAR.....	44

## TABLULAR LİSTESİ

SAYFA

Tablo. 6.1 AAC için karşılaştırmalı tablo (Klasik YSA).....	29
Tablo 6.2 Tuğla için karşılaştırmalı tablo (Klasik YSA).....	31
Tablo 6.3 Blokbims için karşılaştırmalı tablo (Klasik YSA ).....	33
Tablo 6.4 AAC için karşılaştırmalı tablo (Bulanık Mantık) .....	36
Tablo 6.5 Tuğla için karşılaştırmalı tablo (Bulanık Mantık) .....	38
Tablo 6.6 Blokbims için karşılaştırmalı tablo (Bulanık Mantık) .....	40
Tablo 6.7 AAC , blokbims ve tuğla için karşılaştırmalı tablo.....	41

## ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

Şekil 5.1 Faz kayması ve sönüm oranının şematik gösterimi.....	20
Şekil 5.2 Tavan.....	22
Şekil 5.3 Duvarlar.....	22
Şekil 5.4 Test odası ve ölçüm elemanları.....	22
Şekil 5.5 AAC için iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri.....	23
Şekil 5.6 Tuğla için iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri.....	23
Şekil 5.7 Blokbims için iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri.....	24
Şekil 5.8 Yatay yüzeye ve 4 yöne bakan duvara gelen güneş ışınımı.....	24
Şekil 5.9 Dış hava sıcaklığı, güneş-hava sıcaklığı.....	25
Şekil 5.10 T1 tavanları için TESF değerlerinin günlük değişimi.....	25
Şekil 5.11 İstanbul ve Gaziantep'e ait günlük dış hava ve güneş ışınımı.....	25
Şekil 5.12 Koyu renkli, güneye dönük duvarlar için TESF değerlerinin.....	26
Şekil 6.1 AAC için dış yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	28
Şekil 6.2 AAC için iç yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	28
Şekil 6.3 AAC için deneysel ve YSA metoduyla elde edilen değerler.....	28
Şekil 6.4 Tuğla için dış yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	30
Şekil 6.5 Tuğla için iç yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	30
Şekil 6.6 Tuğla için deneysel ve YSA metoduyla elde edilen değerler.....	30
Şekil 6.7 Blokbims için dış yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	32
Şekil 6.8 Blokbims için iç yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	32
Şekil 6.9 Blokbims için deneysel ve YSA metoduyla elde edilen değerler.....	32
Şekil 6.10 AAC için dış yüzey duvar sıcaklığı test ve bulanık YSA değerleri.....	34
Şekil 6.11 AAC için iç yüzey duvar sıcaklığı test ve bulanık YSA değerleri.....	35
Şekil 6.12 AAC için deneysel ve bulanık YSA değerleri.....	35
Şekil 6.13 Tuğla için dış yüzey duvar sıcaklığı test ve bulanık YSA değerleri.....	37
Şekil 6.14 Tuğla için iç yüzey duvar sıcaklığı test ve bulanık YSA değerleri.....	37
Şekil 6.15 Tuğla için deneysel ve bulanık YSA metoduyla elde edilen değerler.....	37
Şekil 6.16 Blokbims için dış yüzey duvar sıcaklığı test ve bulanık YSA değerleri.....	39

Şekil 6.17 Blokbims için iç yüzey duvar sıcaklığı test ve bulanık YSA değerleri....	39
Şekil 6.18 Blokbims için deneysel ve bulanık YSA metoduyla elde edilen değerler.	39
Şekil 6.19 AAC için dış yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	43
Şekil 6.20 AAC için iç yüzey duvar sıcaklığı test ve YSA değerleri.....	43
Şekil 6.21 AAC için elde edilen gerçek ve tahmini TESF değerleri.....	43

## SEMBOLLER LİSTESİ

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

## KISALTMALAR LİSTESİ

YSA	Yapay Sinir Ağları
TESF	Toplam Eşdeğer Sıcaklıklar Farkı
AAC	Autoclaved Aerated Concrete
TEDT	Total Equivalent Temperature Difference
ARIC	Approximate Reasoning Based Intelligent Control
ASN	Action Selection Network
SBMD	Sinirsel Bulanık Mantık Denetimi

## 1. 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 yada 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]



## 2.BÖLÜM

### BULANIK MANTIK

#### 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 deortaya 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; 
$$\sup_{x \in X} \mu_A(x) = 1$$

ise 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  $\cap_{t \in T} A$  bulanık kümeleri de aynı üyelik fonksiyonları kullanılarak;

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

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

$$\overline{\overline{A}} = A$$

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

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

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

Dağılma

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

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

De Morgan kuralı

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

$$\overline{\left(\bigcap_{i \in I} A_i\right)} = \bigcup_{i \in I} \overline{A_i}$$

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  $A$  nun desteği olarak isimlendirilir ve  $\text{sup } A$  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;

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

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

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

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

## 3.BÖLÜM

### YAPAY SİNİR AĞLARI

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]

### 3.1. Yapay Sinir Ağlarının Çalışma Prensipleri

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 geçirilerek  $O_n = f(IO_n)$  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 üretmiş olduğu 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.

## 4.BÖLÜM

### SİNİRSEL BULANIK MANTIK DENETİMİ (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 danişmansız 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 bir çok 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 bir çok 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'm ANFIS modeli Sugeno benzeri bulanık sistemi içeren bir yapıdır 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]

#### **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 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 seğme 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 değeri  $u(t+1)$  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]

## 5.BÖLÜM

### TOPLAM EŞDEĞER SICAKLIKLAR FARKI (TESF)

İnsanın konforlu bir şekilde yaşayabilmesi için, temel olarak yaşadığı ortamın sıcaklığı, nemi ve havanın temizliği konfor şartlarında olması gerekir. Bu şartların en önemlilerinden biri olan yaşanılan ortamın sıcaklığı; yapıyı çevreleyen duvar ve tavanlar ile çevre sıcaklığı, güneş ışıınımı, rüzgar hızı gibi dış atmosferik şartlarla etkileşimi sonucu değişmektedir.[8] Değişen sıcaklığı konfor sıcaklığında tutulabilmesi, ortamın ısıtılması yada soğutulması ile mümkündür. Yani; kışın dış hava sıcaklığı konfor sıcaklığından düşük olduğu için ortamın ısıtılması, yazın ise dış hava sıcaklığı konfor sıcaklığından yüksek ve güneş ışıınımı kışa göre yüksek olduğu için ortamın soğutulması, konfor sıcaklığına düşürülmesi gerekmektedir. Bu durumda, yaz aylarında yaşanılacak yerlerin konfor sıcaklığına düşürülmesi ise soğutma üniteleriyle mümkündür. Bir soğutma ünitesinin kapasitesinin belirlenmesi ise, o yerin soğutma yükünün hesaplanmasına bağlıdır. Soğutma yükünün hesaplanmasında ise birden çok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

- a) Isı geçişi probleminin analitik olarak çözülmesine dayalı sayısal yöntemler,
- b) Geçiş fonksiyonu yöntemi (Transfer function method, TFM),
- c) Soğutma yükü sıcaklık farkı yöntemi (Cooling load temperature difference method, CLTD),
- d) Toplam eşdeğer sıcaklık farkı yöntemi (Total Equivalent Temperature Difference, TETD),
- e) Radyant zaman serisi yöntemi (Radiant time series, RTS).

Soğutma yükü birçok bileşenden oluşmaktadır. Bunlar ; duvar ve tavandan gelen ısı kazancı , kapı ve pencerelerden , hava sızıntılarından , aydınlatma ve diğer

elektrikli cihazlardan, insanlardan gelen ısı kazanımları olarak sayılabilir. Soğutma yükünün büyük bir kısmını , duvar ve tavandan gelen ısı kazançları oluşturmaktadır. Diğer bileşenler oran olarak daha az olup , bilinen yöntemlerle hesaplanmaktadır. Duvar ve tavandan gelen ısı kazancı, toplam ısı geçiş katsayısına, ısı geçiş alanına ve toplam eşdeğer sıcaklık farkına (TESF) , yada soğutma yükü sıcaklık farkına bağlıdır. Burada en önemli değişken ise sıcaklık farklarıdır. Çünkü bu sıcaklık farkları kışın ısıtma yükü hesaplamasında kullanılan iç ve dış tasarım sıcaklıklarının farkları değildir. Soğutma yükünün hesaplamasında, güneş ışınımı etkili olmasından dolayı dikkate alınması gerekmektedir. Bu yüzden TESH değerleri dış hava sıcaklığı, yapının en yüksek ve en düşük iç ve dış yüzey sıcaklıkları ve güneş ışınımının fonksiyonu olarak elde edilmektedir. Yapılarda kullanılan duvar tiplerinin faz kayması ve sönüm oranlarının tespit edilerek , herhangi bir yerin klimatik verilerini de kullanarak TESH değerlerinin elde edilmesi mümkündür. [19]

### 5.1. Toplam Eşdeğer Sıcaklıklar Farkının Hesaplanması

Herhangi bir duvar veya düz tavandan gelen ısı kazancı, bu yapıların toplam ısı geçiş katsayısı (U), alanı (A) ve Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farkı (TESF) değeriyle çarpımına eşittir. [32] Yani;

$$Q = UA (TESF) \quad 5.1$$

Bu denklemde bulunan TESH ise;

$$TESF = t_{ea} - t_i + (DF)(t_{eTL} - t_{ea}) \quad 5.2$$

Formüldeki,  $t_{ea}$ ,  $t_i$ , DF ve  $t_{eTL}$  değişkenleri sırasıyla günlük ortalama güneş-hava sıcaklığı, oda tasarım sıcaklığı, sönüm oranı, hesaplama saatinden  $\delta$  (faz kayması) saat önceki güneş-hava sıcaklığını göstermektedir. Bu değişkenleri ifade eden denklemler aşağıdaki bölümlerde açık bir şekilde izah edilmiştir. [19]



### 5.1.1 Güneş-Hava Sıcaklığının Hesaplanması

Güneş-hava sıcaklığı ( $t_e$ ) bir dış sıcaklık tanımı olup, bu sıcaklık ile yüzeyin dış sıcaklığı arasında taşınım ile iletilen ısının miktarı; duvar yüzeyine vuran (direk ve yayılı) toplam ışınımın bütün bileşenleri ile dış havadan taşınım ile olan ısı alışverişi sonucunda duvar yüzeyine gelen ısının toplamına eşittir.

Güneş gören dış yüzeylere gelen ısı akısı; güneş ışınımı ve ısı taşınımından oluşmakta ve aşağıdaki bağıntı ile verilebilir. [14]

$$\frac{q}{A} = \alpha_s I_T + h_o(t_o - t_s) - \varepsilon \Delta R \quad 5.3$$

Bu denklemde bulunan değişkenler;  $\alpha_s$  yüzey yutma sayısını,  $h_o$  dış yüzeydeki taşınım ve ışınım ile olan toplam ısı geçiş katsayısını,  $t_o$  ve  $t_s$  dış hava ve dış yüzey sıcaklıklarını,  $\varepsilon$  yüzeyin yarıküresel ışınım yayılım katsayısını,  $\Delta R$  gökyüzü ve çevreden yüzey üzerine düşen uzun-dalga ışınımı ile dış hava sıcaklığındaki siyah cismin yaydığı ışınım arasındaki farkı,  $I_T$  ise yüzey üzerine düşen toplam güneş ışınımını göstermektedirler.

Isı geçiş miktarının güneş-hava sıcaklığı,  $t_e$  cinsinden ifade edilebileceği varsayımı yapılarak;

$$\frac{q}{A} = h_o (t_e - t_s) \quad 5.4$$

ve (5.3) ve (5.4) numaralı denklemlerden yararlanılarak, güneş-hava sıcaklığı elde edilir.

$$t_e = t_o + \frac{\alpha I_T}{h_o} - \frac{\varepsilon \Delta R}{h_o} \quad 5.5$$

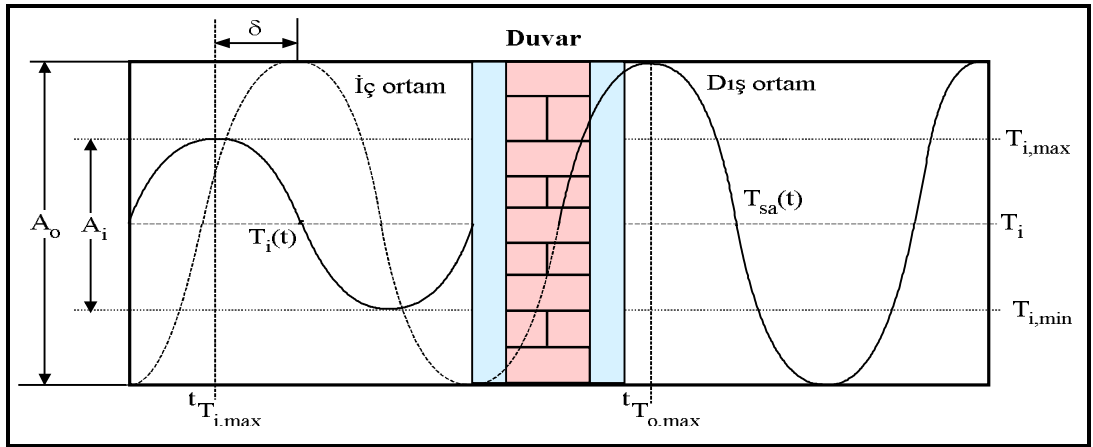
Yatay yüzeyler sadece gökyüzünden uzun-dalga ışınımı alacağından,  $\Delta R$  için uygun olan değer  $63 \text{ W/m}^2$  olup, eğer  $\varepsilon=1$  ve  $h=17.0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  alınır, uzun-dalga düzeltme terimi  $-3.9 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak bulunur. Düşey yüzeyler için  $\Delta R$  değeri  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak alınmaktadır. Bu çalışmada güneş-hava sıcaklığı değerleri,  $\alpha_s/h_o$  parametresinin açık yüzeyler için  $0.026$ , koyu renkli yüzeyler için  $0.052$  değerleri için hesaplanmıştır. (5.5) numaralı denklemde kullanılan  $I_T$  yüzeye gelen güneş ışınımı olup Duffie ve Backman [9] da verilen yöntemle hesaplanmıştır. [19]

### 5.1.2 Faz Kayması ve Sönüm Oranı

Güneş enerjisine maruz kalan bir yapının içerisindeki sıcaklık dağılımı, zamana bağlı olarak, duvarda kullanılan malzemelerin termofiziksel özelliklerine göre, sinüzoidal bir fonksiyon olarak değişmektedir. Sıcaklık dalgasının duvar içindeki genliği, malzemenin termofiziksel özelliğine bağlı olarak azalmakta ve duvarın iç yüzeyine başlangıçtan oldukça küçülmüş olarak belli bir zaman gecikmesi ile ulaşmaktadır. Faz kayması (zaman gecikmesi), gün boyunca duvar dış yüzeyinin ulaştığı en yüksek sıcaklık anı ( $t_{T_i,max}$ ) ile duvar iç yüzeyinin ulaştığı en düşük sıcaklık anı ( $t_{T_i,min}$ ) arasındaki süre olarak tanımlanmaktadır. Sönüm oranı ise, gün boyunca duvar iç yüzeyindeki en yüksek ( $T_{i,max}$ ) ve en düşük ( $T_{i,min}$ ) sıcaklık farkının dış yüzeydeki en yüksek ( $T_{d,max}$ ) ve en düşük ( $T_{d,min}$ ) sıcaklık farklarının oranı olarak tanımlanmıştır. Faz kayması ve sönüm oranı Şekil 4'te şematik olarak gösterilmiş, denklem olarak aşağıda ifade edilmiştir. [19]

$$DF = \frac{A_i}{A_d} = \frac{T_{i,max} - T_{i,min}}{T_{d,max} - T_{d,min}} \quad 5.6$$

$$\delta = t_{T_i,max} - t_{T_d,max} \quad 5.7$$



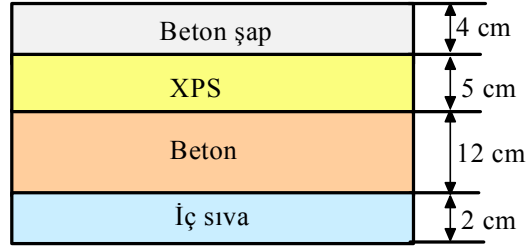
Şekil 5.1 Faz kayması ve sönüm oranının şematik gösterimi [19]

## 5.2. Deneysel Çalışma

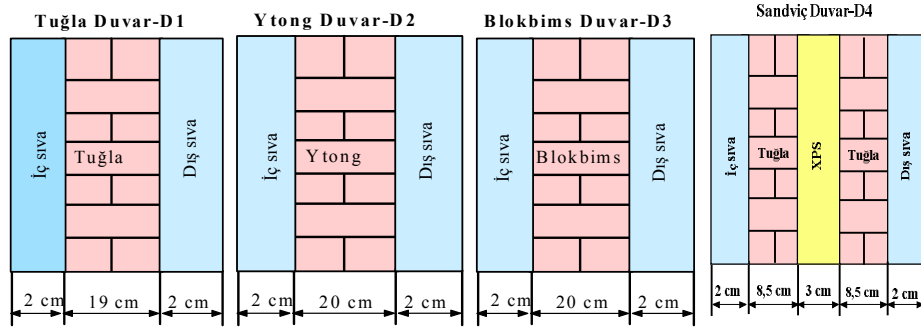
Deney sistemi, 4 m uzunluğunda 4 m genişliğinde ve 2.7 m yüksekliğinde test odası, odayı tasarım sıcaklığında sabit tutacak klima ünitesi, ölçüm ekipmanları, veri toplayıcı ve bilgisayardan oluşmaktadır. Test odası Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü laboratuvarları güney tarafında inşa edilmiştir. Oda 1 metre derinliğe kadar deşilerek beton dökülmüştür. Beton üzerine çelik tekerlekli, dönel hareketli mekanizmayı ve odayı taşıyacak silindirik metal taşıyıcı ile mekanizmanın rahat hareket edebilmesi için dairesel bir ray yerleştirilmiştir. Ray üzerinde dairesel olarak dönebilecek, aynı zamanda odayı taşıyabilecek, 4 çelik tekerlek ve bu tekerler üzerine inşa edilmiş bir şase imal edilmiştir. Odaların duvar ve tavanları Türkiye’de yaygın olarak kullanılan duvar ve tavan tiplerinden seçilmiştir. Bu duvarlar; tuğla, AAC, blokbims duvar tipi olarak bilinmektedirler. Tavan normal beton ve sıvadan oluşmakta ayrıca tavana 5 cm’lik yalıtım ve 4 cm beton şap eklenmiştir. Odaların soğutulması hava kaynaklı klima ile gerçekleştirilmiştir. Bu klima 3.5 kW soğutma ve 4 kW ısıtma kapasitesine sahiptir.

Test odasında esas olarak ısı çiftleri, veri toplayıcılar ve bilgisayar gibi ölçüm elemanları bulunmaktadır. Test odası ve ölçüm elemanları şematik olarak Şekil 5.2 , Şekil 5.4 ve Şekil 5.3 de gösterilmiştir. Dış hava sıcaklığı, oda sıcaklığı, duvar ve tavanların iç ve dış yüzey sıcaklıkları ile her bir katmanın ara sıcaklıklarını ölçmek için K-tipi ısı çiftleri kullanılmıştır. Kullanılan bütün ısı çiftlerinin kalibrasyonu yapılmış ve doğru ölçüm ölçmedikleri, hem bağlantılardan önce hem de bağlantılardan sonra kontrol edilmiştir. Isı çiftlerinin çevreden etkilenmemesi ve düzgün ölçüm yapmayan ısı çiftlerinin kolayca değiştirilebilmesi için katmanlar arasına ve her bir katmanın yüzeyine paralel olmak üzere, iç çapı 4 mm, dış çapı ise 6 mm olan şeffaf plastik tüpler yerleştirilmiştir. Isı çiftleri Iotech 3005 model veri toplayıcılarına ve veri toplayıcılar da veri aktarmak amacıyla bilgisayarlara bağlanmıştır. Seçilen bütün noktaların sıcaklıkları 24 saat boyunca aralıksız olarak ölçümleri yapılmış ve bilgisayar tarafından birer dakika aralıklarla bilgisayar diskine kaydedilmesi sağlanmıştır. [19]

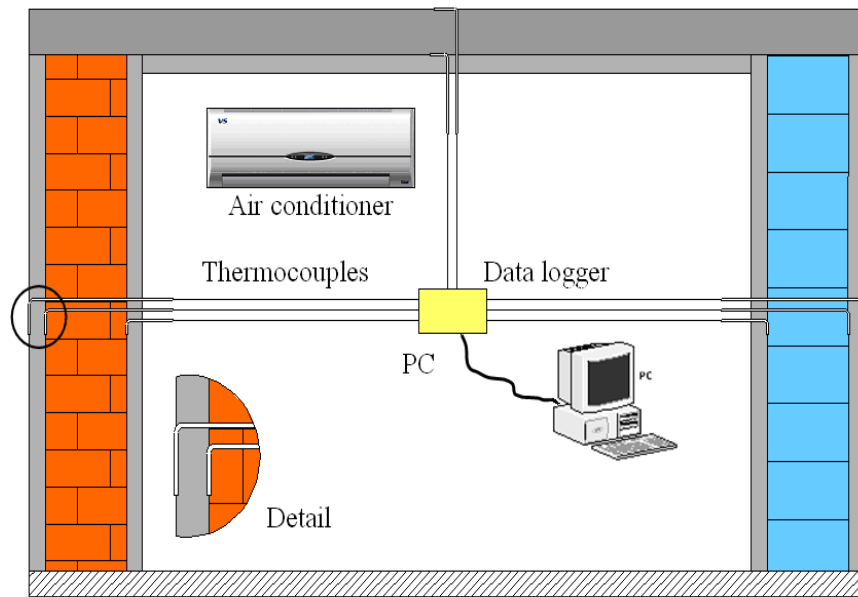
**Tavan-T1**



Şekil 5.2 Tavan [19]

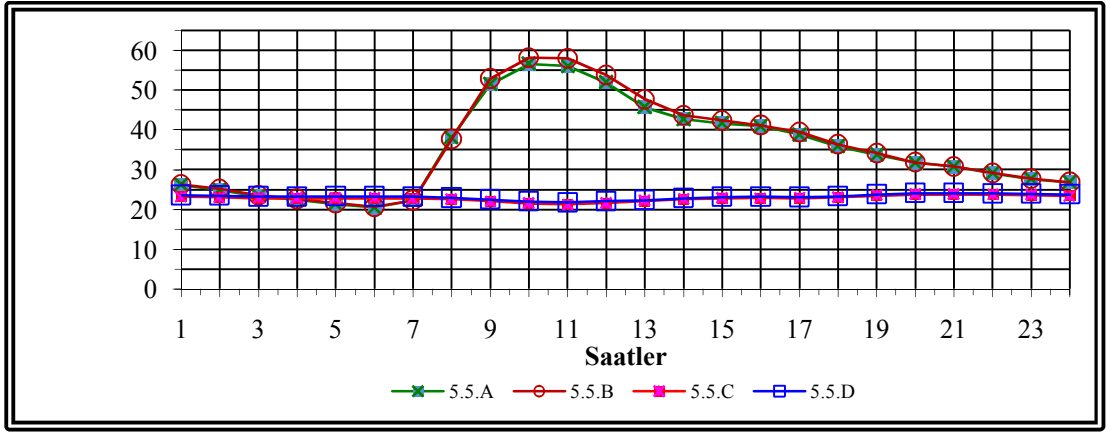


Şekil 5.3 Duvarlar [19]



Şekil 5.4 Test odası ve ölçüm elemanları [19]

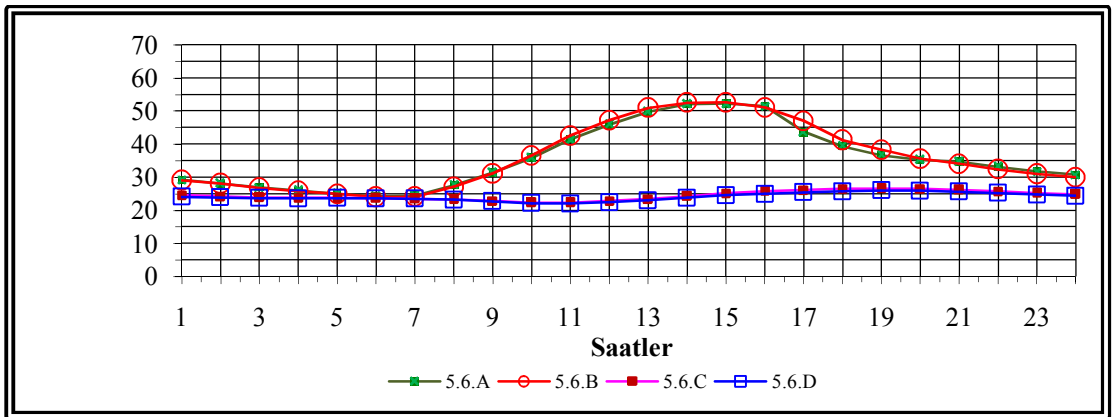
Yukarıda test odası kurulduktan sonra Tuğla , ACC ve Blokbims için bir günlük dış yüzey sıva üstü sıcaklık değerleri , dış yüzey sıva altı sıcaklık değerleri , iç yüzey sıva üstü sıcaklık değerleri ve iç yüzey sıva altı sıcaklık değerleri grafikler halinde saatlik olarak aşağıda verilmiştir. Ayrıca her bir duvar tipi için deney sonucunda elde edilen günlük TESF değerleri , radyasyon miktarının duvarın yönüne göre günlük değişimini gösteren grafik ve verilen duvar tiplerinde kullanılan malzemelerin karakteristik özelliklerini gösteren tablo da aşağıda verilmiştir. [19]



Şekil 5.5 AAC için iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

Şekil 5.5 Açıklamalar;

- 5.5.A. : AAC için dış sıva üstü sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik
- 5.5.B. : AAC için dış sıva altı sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik
- 5.5.C. : AAC için iç sıva altı sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik
- 5.5.D. : AAC için iç sıva üstü sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik



Şekil 5.6 Tuğla için iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

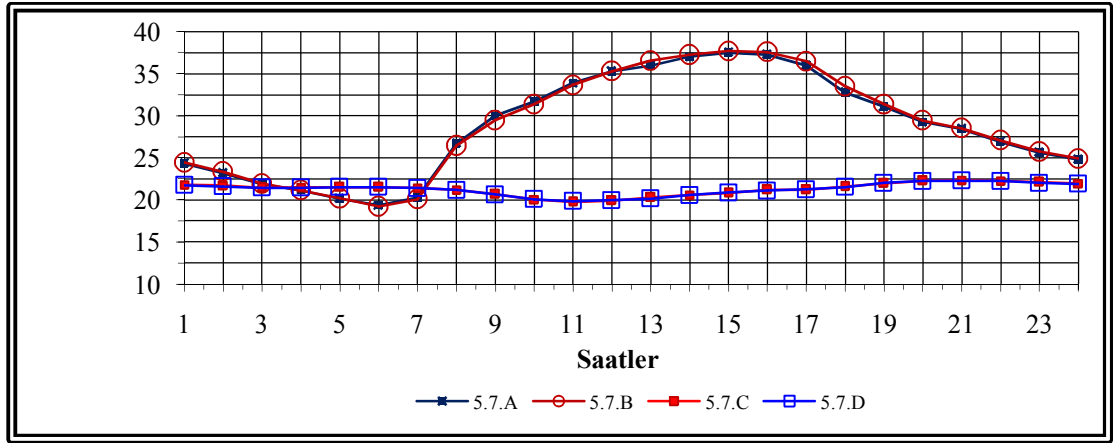
Şekil 5.6 Açıklamalar;

5.6.A. : Tuğla için dış sıva üstü sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik

5.6.B. : Tuğla için dış sıva altı sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik

5.6.C. : Tuğla için iç sıva altı sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik

5.6.D. : Tuğla için iç sıva üstü sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik



Şekil 5.7 Blokbims için iç ve dış yüzey sıcaklık değerleri

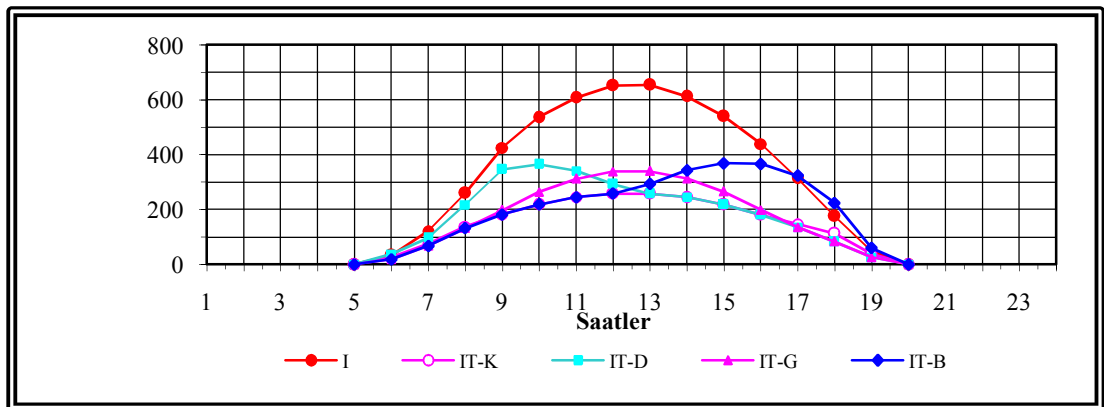
Şekil 5.7 Açıklamalar;

5.7.A. : Blokbims için dış sıva üstü sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik

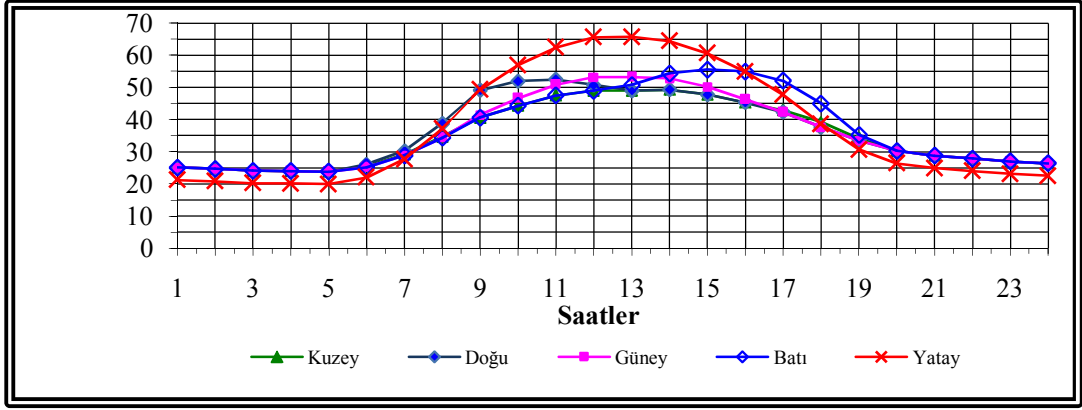
5.7.B. : Blokbims için dış sıva altı sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik

5.7.C. : Blokbims için iç sıva altı sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik

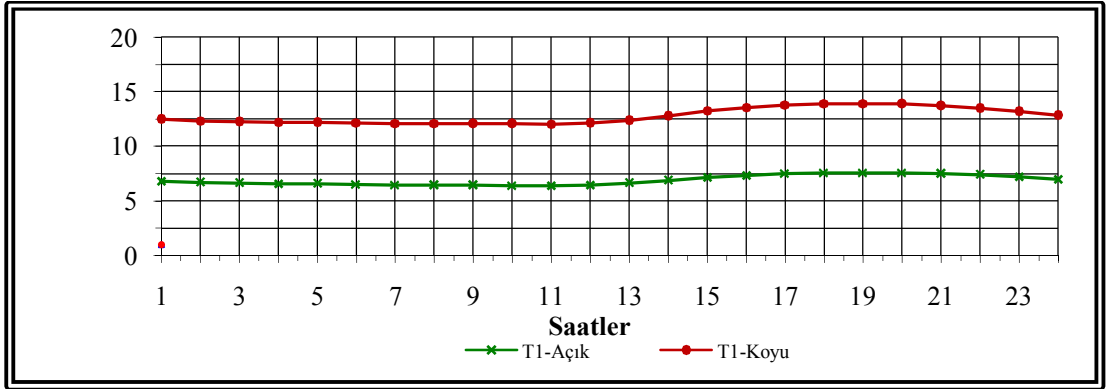
5.7.D. : Blokbims için iç sıva üstü sıcaklığın 24 saatlik ölçümünü gösteren grafik



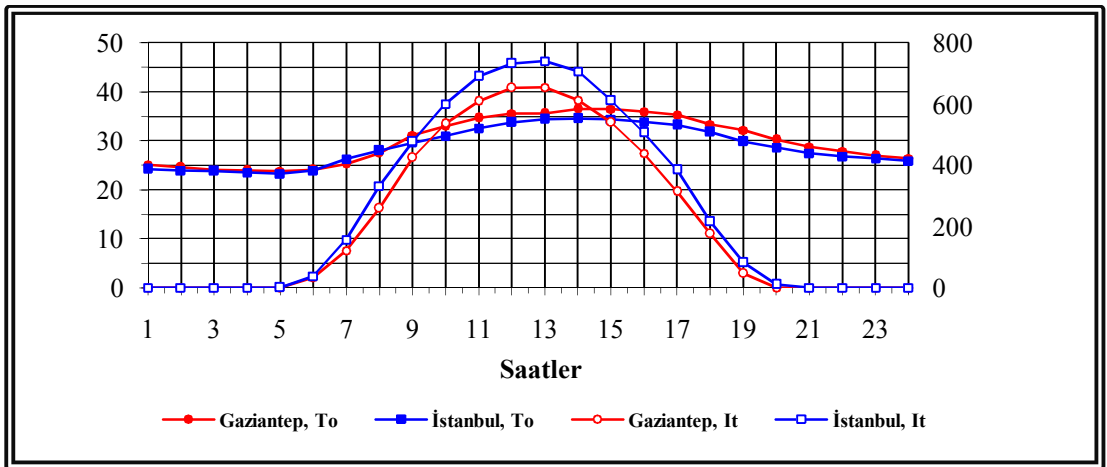
Şekil 5.8 Yatay yüzeye ve 4 yöne bakan duvara gelen güneş ışınımı [19]



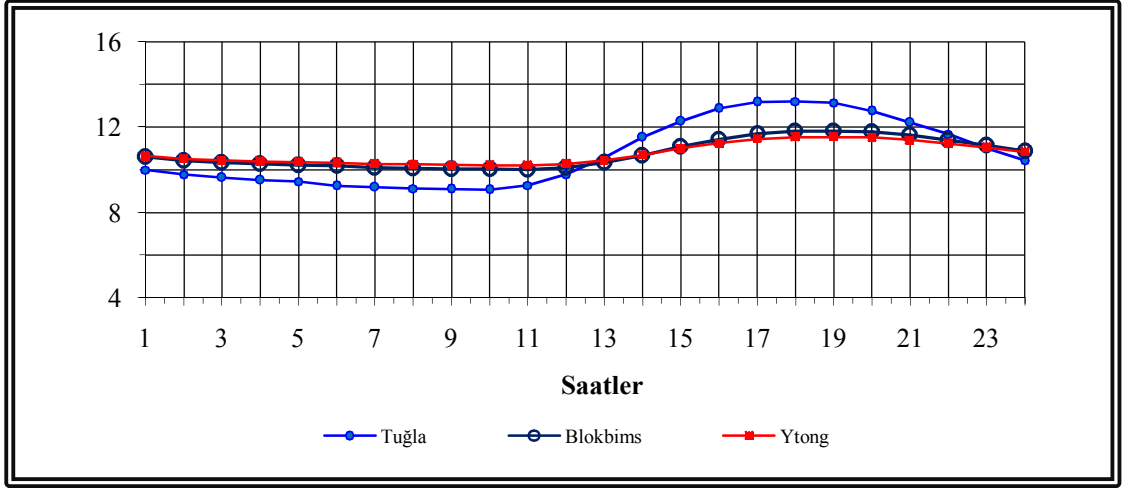
Şekil 5.9 Dış hava sıcaklığı, koyu renk yatay yüzey ve diğer yönlere dönük duvarlar için güneş-hava sıcaklığı [19]



Şekil 5.10 T1 tavanları için TESF değerlerinin günlük değişimi [19]



Şekil 5.11 İstanbul ve Gaziantep'e ait günlük dış hava ve güneş ışınımı ortalamaları [19]



Şekil 5.12 Gaziantep’te koyu renkli, güneye dönlük duvarlar için TESF değerlerinin günlük değişimi [19]



## 6.BÖLÜM

### TESF DEĞERLERİNİN YSA METODUYLA HESAPLANMASI

TESF değerleri yapay sinir ağları kullanılarak hesaplanırken çeşitli yöntemler kullanılabilir ; bu yöntemlerden ilki [28] referans numarası ile yapılan çalışmadır , ikinci çalışma ise bulanık mantık ve YSA kullanılarak yapılmış olan çalışmadır , son çalışmada ise çok farklı metot kullanılarak YSA'nın sınırları zorlanmış ve YSA ile yapılabilecekler hakkında bilgi edinmek amaçlanmıştır.

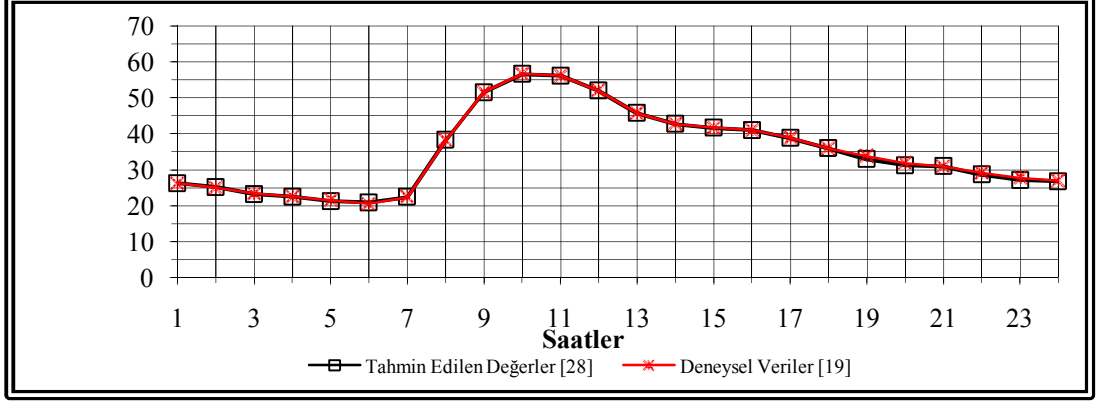
#### 6.1 TESF' nin Klasik YSA Metoduyla Hesaplanması

Daha önce verilen tablo ve grafiklerden anlaşılacağı üzere TESF değerleri kullanılan malzemenin cinsinin yanı sıra kullanılan malzemenin renginin açık veya koyu olması , duvarın yönü , duvarın kalınlığı gibi değişkenlerden de etkilendiği açıktır . Dolayısıyla yapılan YSA denemelerinde bu gibi hususlarında göz önünde bulundurulması verilerin geçerliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

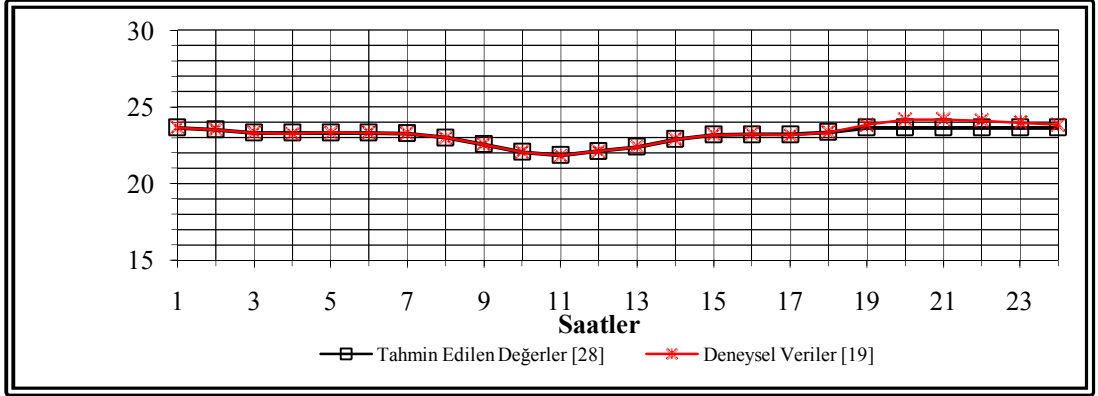
YSA denemelerinde kullanılacak giriş verileri tuğla , AAC ve blokbims için hazırlandıktan sonra test odasından alınan veriler düzenlenerek tuğla , AAC ve blokbims için çıkış verileri hazırlanmıştır. Daha sonra tuğla , AAC ve blokbims malzemelerinin saat giriş ve çıkış verilerininin 24 saatlik kısmı birlikte verilir 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 AAC , tuğla ve blokbims için elde edilen iç yüzey ve dış yüzey sıcaklıkları kullanılarak TESF değerleri hesaplanmıştır. Aşağıda AAC , tuğla ve blokbims için deneysel veriler ve YSA yöntemi ile elde

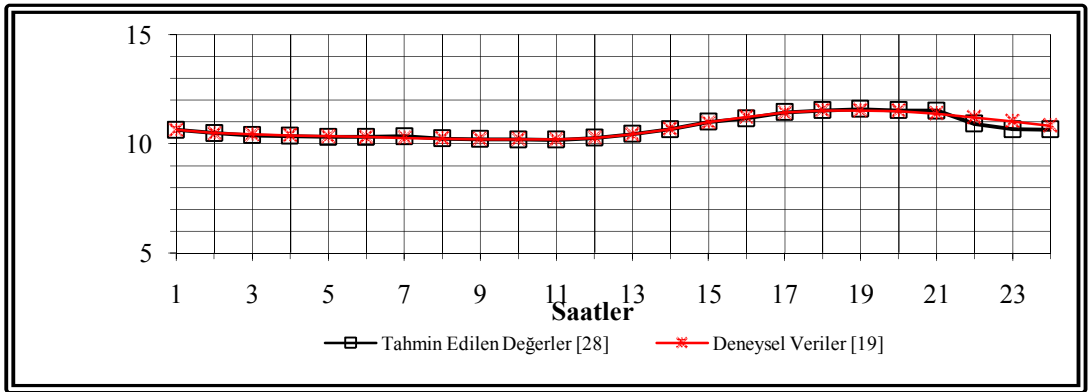
edilen veriler iç ve dış yüzey sıcaklıkları karşılaştırmalı grafik halinde verilmiştir , daha sonraki grafik ise YSA yöntemiyle elde edilen veriler ile hesaplanan TESF ve deneysel veriler ile hesaplanan TESF değerlerinin karşılaştırmalı grafiğidir. [28]



Şekil 6.1 AAC için dış yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.2 AAC için iç yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.3 AAC için deneysel ve YSA metoduyla elde edilen değerler.

Tablo. 6.1 AAC için karşılaştırmalı tablo (Klasik YSA)

6.1.A	6.1.B	6.1.C	6.1.D	6.1.E	6.1.F	6.1.G	6.1.H	6.1.I	6.1.K
1	23,6500	23,6500	0,00008	26,2333	26,1631	0,26790	10,6400	10,6383	0,01642
2	23,5167	23,5168	0,00041	24,9333	25,1200	0,74857	10,5000	10,4975	0,02413
3	23,3167	23,3015	0,06505	23,3667	23,1530	0,91440	10,4300	10,3924	0,36014
4	23,2500	23,2995	0,21302	22,4333	22,4877	0,24219	10,3900	10,3695	0,19687
5	23,3333	23,2989	0,14764	21,4333	21,2118	1,03336	10,3500	10,3233	0,25807
6	23,3167	23,3167	0,00034	20,5333	20,8378	1,48289	10,3200	10,3169	0,02991
7	23,2667	23,2667	0,00016	22,3833	22,3741	0,04140	10,2700	10,3515	0,79315
8	23,0000	23,0000	0,00002	38,2333	38,2363	0,00767	10,2500	10,2513	0,01279
9	22,5667	22,5654	0,00575	51,4833	51,4913	0,01554	10,2200	10,2208	0,00818
10	22,0667	22,0665	0,00082	56,6167	56,6063	0,01828	10,2100	10,2066	0,03324
11	21,8333	21,8403	0,03178	56,0833	56,1135	0,05386	10,2000	10,1892	0,10577
12	22,1167	22,1138	0,01312	51,9333	51,9369	0,00687	10,2700	10,2809	0,10600
13	22,4000	22,4007	0,00331	45,7167	45,7317	0,03298	10,4300	10,4525	0,21596
14	22,8833	22,8830	0,00141	42,6833	42,6922	0,02077	10,6800	10,6772	0,02651
15	23,1833	23,1857	0,01035	41,6500	41,6349	0,03634	11,0000	11,0064	0,05798
16	23,2333	23,1994	0,14621	40,9500	41,0060	0,13684	11,2400	11,1713	0,61152
17	23,1667	23,2000	0,14398	38,8500	38,7394	0,28458	11,4300	11,4546	0,21543
18	23,3500	23,3499	0,00026	35,8833	35,9383	0,15329	11,5300	11,5374	0,06438
19	23,8333	23,6511	0,76444	33,7833	32,8771	2,68246	11,5300	11,5967	0,57848
20	24,1667	23,6515	2,13161	31,7833	31,1553	1,97614	11,5100	11,5375	0,23913
21	24,1833	23,6515	2,19906	30,8000	30,9597	0,51856	11,3900	11,5200	1,14147
22	24,1000	23,6515	1,86087	29,1667	28,5678	2,05310	11,2200	10,9157	2,71170
23	23,9833	23,6515	1,38369	27,6833	27,0730	2,20468	11,0400	10,6698	3,35307
24	23,8333	23,6513	0,76359	26,8667	26,6892	0,66037	10,8300	10,6508	1,65492

Tablo 6.1 Açıklamalar;

6.1.A. : Zaman

6.1.B. : AAC için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.1.C. : AAC için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.1.D. : AAC için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.1.E. : AAC için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

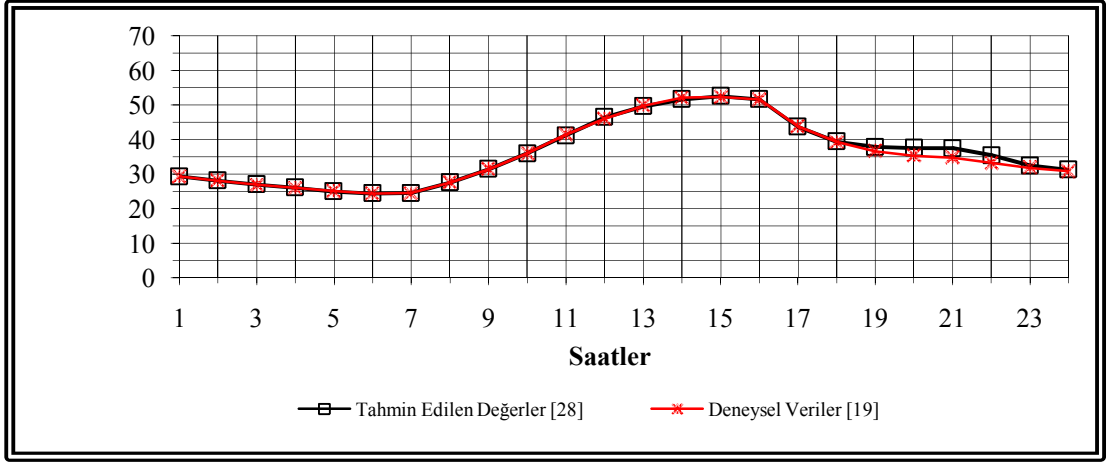
6.1.F. : AAC için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.1.G. : AAC için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

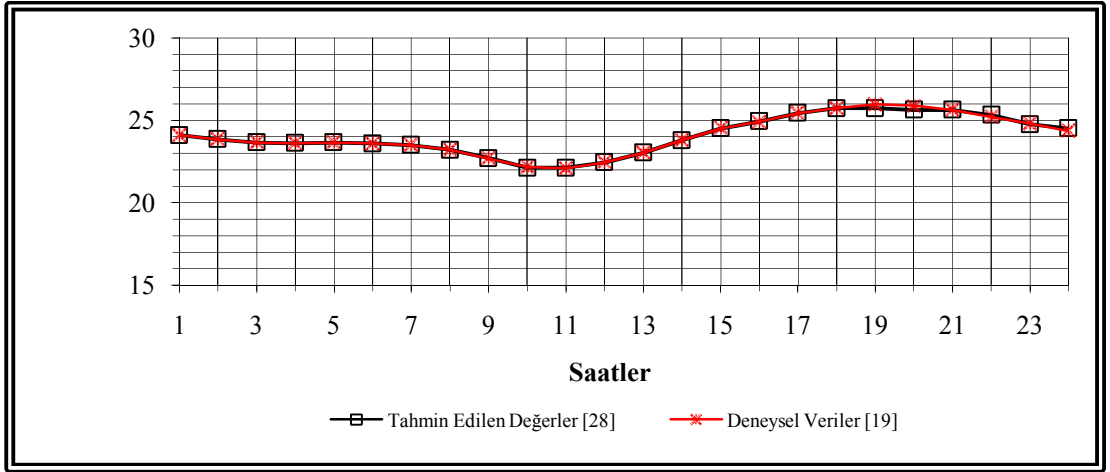
6.1.H. : AAC için deneysel TESF değerleri

6.1.I. : AAC için tahmin edilen TESF değerleri

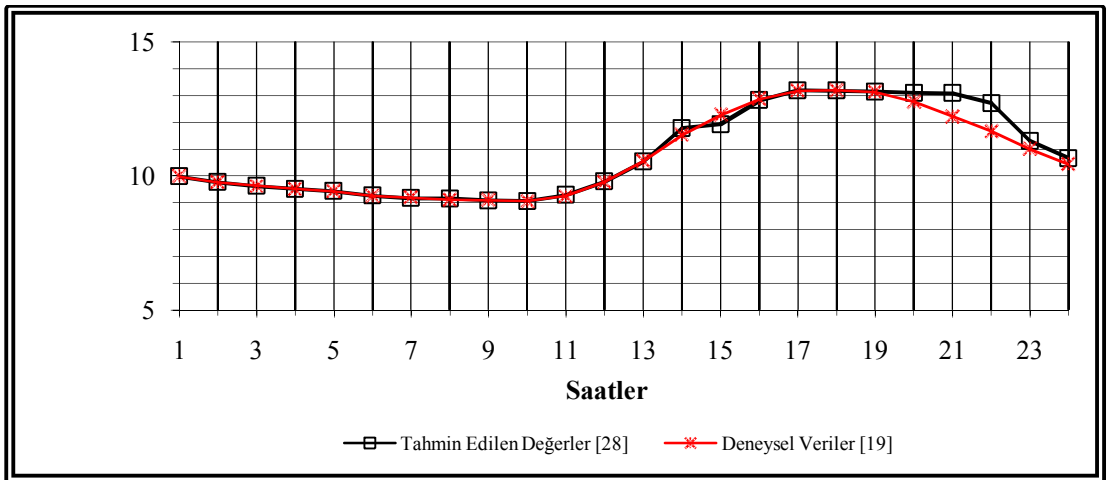
6.1.K. : TESF değerleri için % mutlak hata



Şekil 6.4 Tuğla için dış yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.5 Tuğla için iç yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.6 Tuğla için deneysel ve YSA metoduyla elde edilen değerler

Tablo 6. 2 Tuğla için karşılaştırmalı tablo (Klasik YSA)

6.2.A	6.2.B	6.2.C	6.2.D	6.2.E	6.2.F	6.2.G	6.2.H	6.2.I	6.2.K
1	24,1000	24,1002	0,00097	29,2500	29,3030	0,18125	9,9750	9,9826	0,07648
2	23,8500	23,8502	0,00080	28,1167	28,1078	0,03146	9,7650	9,7673	0,02395
3	23,6667	23,6678	0,00483	26,9167	26,9639	0,17538	9,6390	9,6234	0,16200
4	23,6333	23,6331	0,00085	25,9833	26,0249	0,16004	9,5130	9,5168	0,03991
5	23,6667	23,6638	0,01230	25,0167	24,9697	0,18771	9,4360	9,4333	0,02848
6	23,6000	23,6019	0,00791	24,2833	24,3467	0,26107	9,2540	9,2589	0,05247
7	23,5000	23,5007	0,00282	24,5000	24,4807	0,07876	9,1910	9,1629	0,30596
8	23,2167	23,2136	0,01333	27,5333	27,5548	0,07795	9,1070	9,1514	0,48780
9	22,7000	22,7079	0,03478	31,4333	31,4258	0,02404	9,0930	9,0835	0,10472
10	22,1667	22,1323	0,15489	35,9167	35,9239	0,02007	9,0650	9,0622	0,03122
11	22,0833	22,1245	0,18649	41,4000	41,1765	0,53992	9,2570	9,2826	0,27667
12	22,4667	22,4541	0,05615	45,9333	46,3795	0,97141	9,7740	9,7951	0,21600
13	23,0333	23,0351	0,00778	49,8000	49,5263	0,54965	10,5500	10,5352	0,14056
14	23,8000	23,8014	0,00585	52,1000	51,5975	0,96456	11,5300	11,7777	2,14817
15	24,5167	24,5140	0,01070	52,2167	52,5716	0,67973	12,2700	11,9295	2,77518
16	24,9333	24,9349	0,00631	51,4833	51,5986	0,22384	12,8700	12,8170	0,41143
17	25,4500	25,4498	0,00076	43,7167	43,6300	0,19832	13,1800	13,1938	0,10486
18	25,7333	25,7336	0,00116	39,3333	39,3594	0,06622	13,1900	13,1791	0,08300
19	25,9667	25,7342	0,89506	36,6167	37,7840	3,18809	13,1300	13,1368	0,05183
20	25,9000	25,6515	0,95931	35,2667	37,5075	6,35384	12,7600	13,0920	2,60201
21	25,6500	25,6379	0,04710	34,7333	37,4145	7,71916	12,2100	13,0819	7,14068
22	25,2167	25,3274	0,43931	33,1500	35,4413	6,91187	11,6600	12,7137	9,03690
23	24,8000	24,7730	0,10871	31,7667	32,4426	2,12786	11,0100	11,3088	2,71424
24	24,3667	24,5210	0,63317	30,7667	31,2175	1,46539	10,4300	10,6578	2,18420

Tablo 6.2 Açıklamalar;

6.2.A. : Zaman

6.2.B. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.2.C. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.2.D. :Tuğla için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.2.E. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

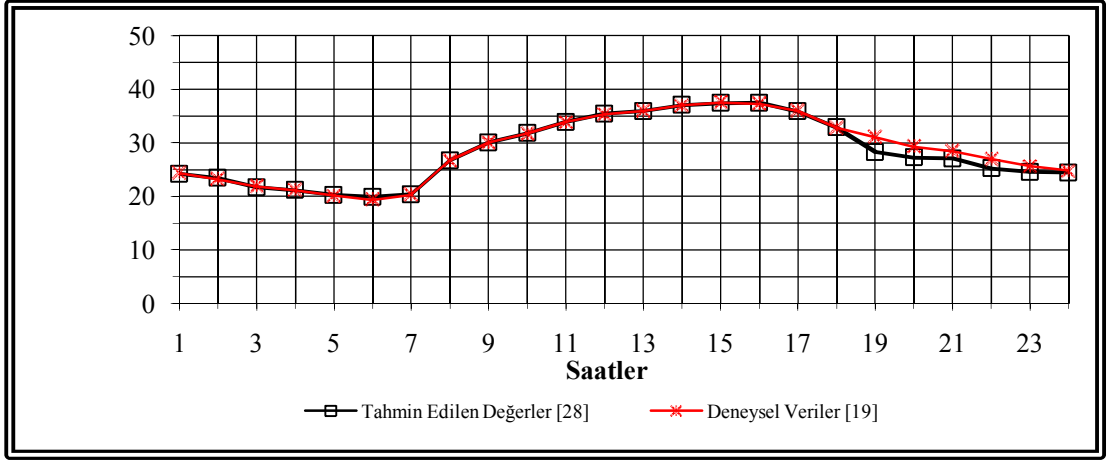
6.2.F. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.2.G. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

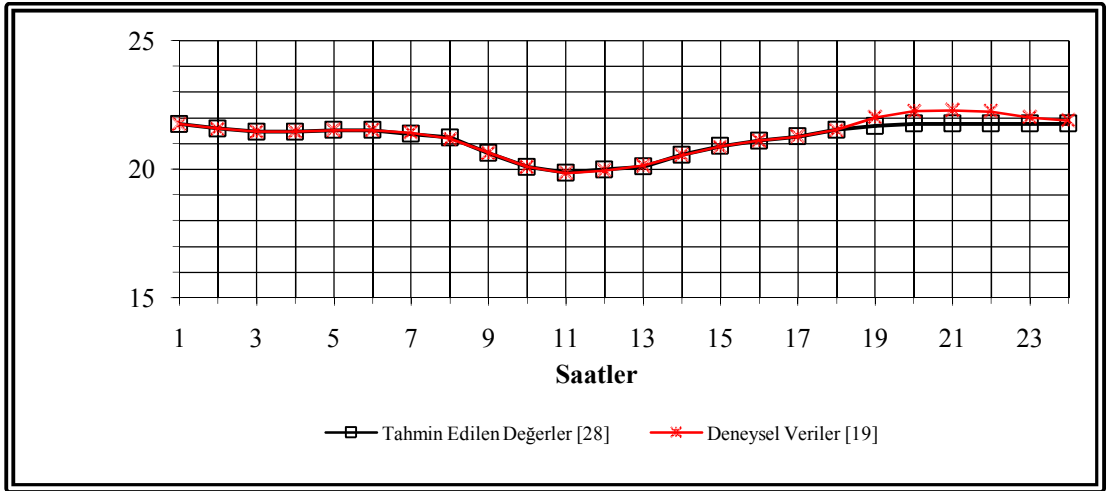
6.2.H. : Tuğla için deneysel TESH değerleri

6.2.I. : Tuğla için tahmin edilen TESH değerleri

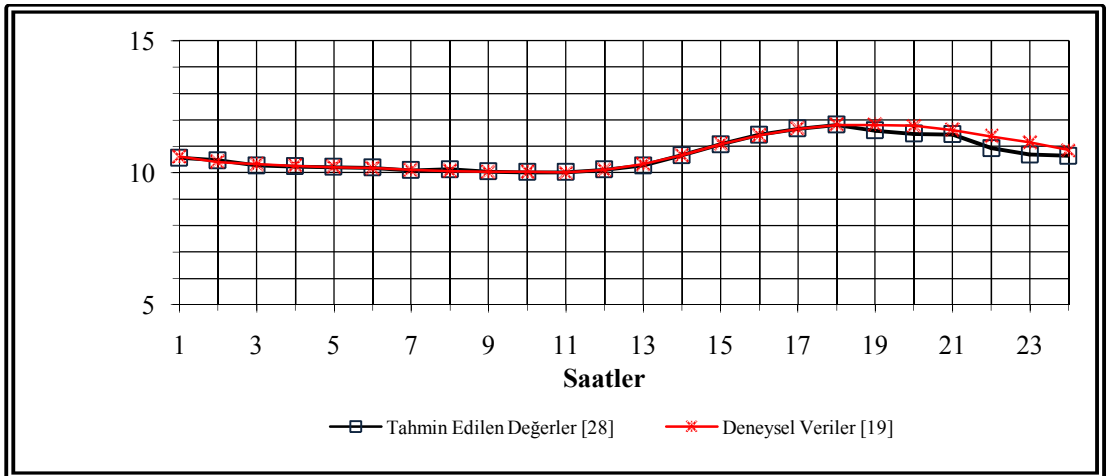
6.2.K. : TESH değerleri için % mutlak hata



Şekil 6.7 Blokbims için dış yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.8 Blokbims için iç yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.9 Blokbims için deneysel ve YSA metoduyla elde edilen değerler.

Tablo 6.3 Blokbims için karşılaştırmalı tablo (Klasik YSA)

6.3.A	6.3.B	6.3.C	6.3.D	6.3.E	6.3.F	6.3.G	6.3.H	6.3.I	6.3.K
1	21,7500	21,7495	0,00232	24,3333	24,1785	0,63631	10,6100	10,5618	0,45624
2	21,5833	21,5832	0,00039	23,1833	23,4139	0,99471	10,4100	10,4607	0,48478
3	21,4500	21,4499	0,00056	21,8667	21,6821	0,84418	10,3200	10,2727	0,46044
4	21,4500	21,4495	0,00234	21,1333	21,1429	0,04534	10,2600	10,2363	0,23190
5	21,5167	21,5171	0,00203	20,1333	20,2306	0,48327	10,2100	10,2111	0,01067
6	21,5167	21,5196	0,01358	19,3500	19,9018	2,85159	10,1700	10,1927	0,22231
7	21,4167	21,3660	0,23665	20,3167	20,3617	0,22172	10,1000	10,0911	0,08818
8	21,1833	21,2332	0,23544	26,7000	26,6856	0,05390	10,0700	10,1286	0,57840
9	20,6333	20,6261	0,03525	30,0333	30,0411	0,02595	10,0300	10,0364	0,06331
10	20,0833	20,0823	0,00524	31,7167	31,7522	0,11205	10,0300	10,0175	0,12510
11	19,8500	19,8641	0,07121	33,8833	33,8347	0,14366	10,0100	10,0234	0,13414
12	19,9500	19,9804	0,15262	35,3000	35,3939	0,26594	10,1000	10,1197	0,19486
13	20,1333	20,0921	0,20473	35,9833	35,8949	0,24587	10,3200	10,2726	0,46138
14	20,5500	20,5536	0,01754	37,0000	37,0162	0,04373	10,6600	10,6630	0,02800
15	20,8833	20,8883	0,02394	37,5000	37,3909	0,29104	11,0900	11,0770	0,11744
16	21,1000	21,0988	0,00565	37,2667	37,4722	0,55162	11,4100	11,4370	0,23623
17	21,2667	21,2671	0,00214	35,9833	35,8296	0,42737	11,6700	11,6601	0,08487
18	21,5333	21,5328	0,00251	32,7833	32,8460	0,19107	11,8100	11,8123	0,01918
19	22,0167	21,6812	1,52372	31,0500	28,2288	9,08591	11,8100	11,5947	1,85700
20	22,2500	21,7628	2,18978	29,2500	27,2415	6,86660	11,7800	11,4778	2,63265
21	22,2833	21,7628	2,33610	28,4333	27,0210	4,96730	11,6200	11,4438	1,53994
22	22,2333	21,7626	2,11703	26,9000	25,1958	6,33530	11,3800	10,9211	4,20158
23	22,0167	21,7614	1,15962	25,6333	24,5575	4,19686	11,1400	10,6821	4,28706
24	21,8833	21,7595	0,56580	24,8000	24,4108	1,56936	10,8600	10,6328	2,13716

Tablo 6.3 Açıklamalar;

6.3.A. : Zaman

6.3.B. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.3.C. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.3.D. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.3.E. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.3.F. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.3.G. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.3.H. : Blokbims için deneysel TESH değerleri

6.3.I. : Blokbims için tahmin edilen TESH değerleri

6.3.K. : TESH değerleri için % mutlak hata

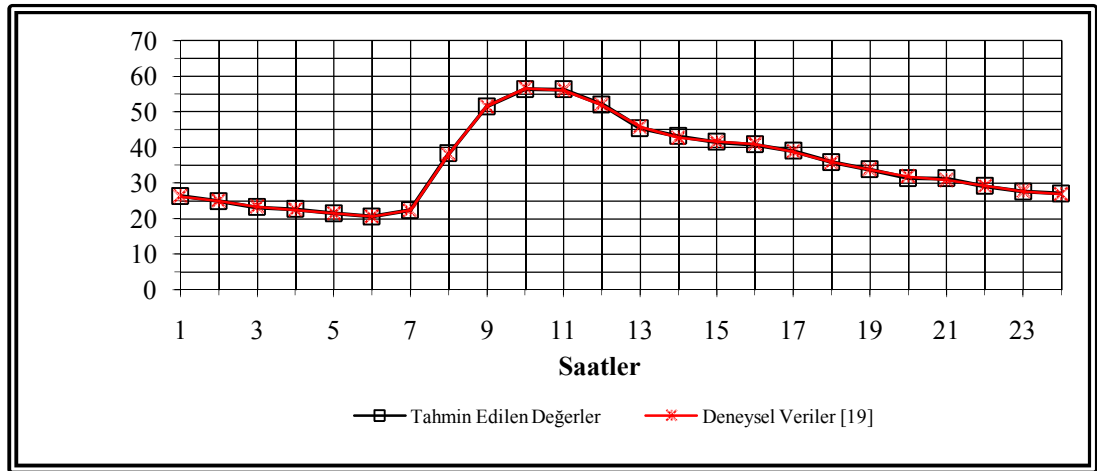
Klasik yapay sinir ağları metodu kullanılarak tuğla , AAC ve blokbims için dış yüzey sıcaklıkları iç yüzey sıcaklıkları ve TESH değerleri ortalama % 99,10185 doğruluk oranı ile hesaplanmıştır. [28]

6.1. Bölümdeki çalışmadan anlaşılacağı üzere Türkiye’de yaygın olarak kullanılan yapı malzemeleri olan tuğla , AAC ve blokbims klasik yapay sinir ağları kullanılarak büyük oranda tahmin edilmiştir. Bu sonuca dayanarak yapay sinir ağları metodu kullanılarak TESF değerleri yeni deneysel çalışmaya gerek kalmadan farklı gün ve farklı şehirler için hesaplanabileceği söylenebilir.

## 6.2 TESF ’nin Sinirsel Bulanık Mantık Denetimi Metoduyla Hesaplanması

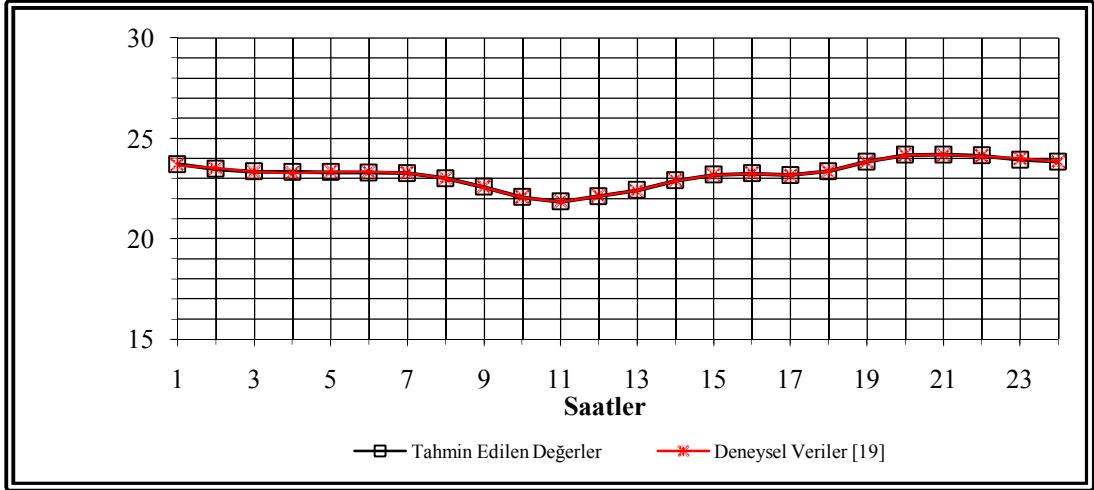
6.1. Bölümde TESF değerlerinin klasik yapay sinir ağları metoduyla hesaplanıp elde edilen değerleri tablo ve grafikler halinde verilmişti. Bu bölümde ise TESF değerlerini bulanık mantık sinirsel denetim metodunu kullanarak hesaplayacağız. Daha sonra bu iki yöntemden hangisinin daha iyi sonuç verdiğini öğrenmek için karşılaştırma yapacağız. Bunun için ilk olarak elimizde bulunan sayısal verilerin [0-1] aralığına sıkıştırılması gerekmektedir. Verileri 0-1 aralığına sıkıştırmak için her bir sütun için maksimum değer bulunup sütunun tüm değerleri bulunan maksimum değere bölünmüştür. Daha sonra bulanık yapay sinir ağları sonucunda bulunan verilerin klasik yapay sinir ağları metoduyla bulunan veriler ile karşılaştırılabilmesi için elde edilen veriler maksimum değerler ile çarpılmıştır.

Aşağıda bulanık mantık sinirsel denetim metoduyla edilen değerler tablo ve grafikler halinde verilmiştir.

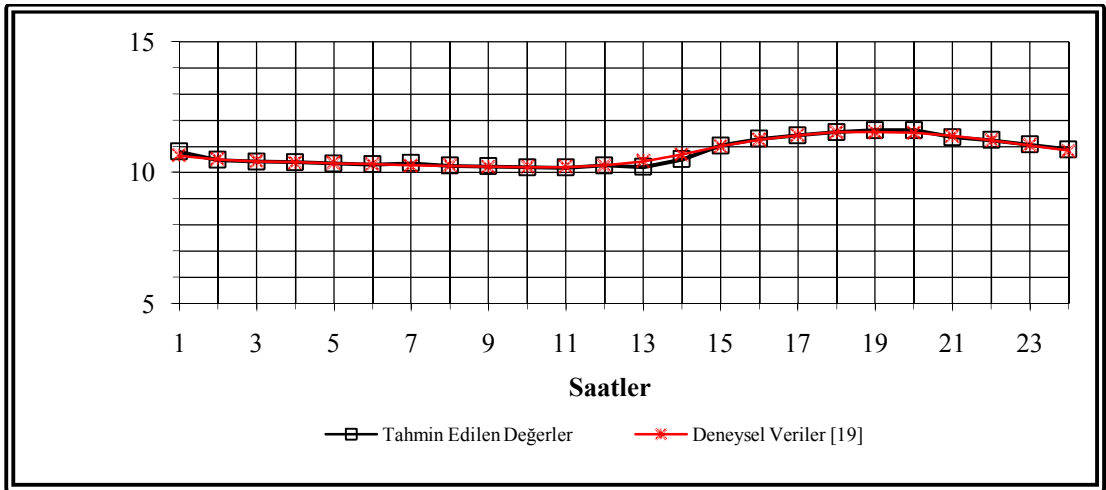


Şekil 6.10 AAC için dış yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler





Şekil 6.11 AAC için iç yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler



Şekil 6.12 AAC için deneysel ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler

Tablo 6.4 AAC için karşılaştırmalı tablo (Bulanık Mantık )

6.4.A	6.4.B	6.4.C	6.4.D	6.4.E	6.4.F	6.4.G	6.4.H	6.4.I	6.4.K
1	23,6500	23,6960	0,19436	26,2333	26,3407	0,40911	10,6400	10,7873	1,38440
2	23,5167	23,4625	0,23030	24,9333	24,8659	0,27062	10,5000	10,4760	0,22857
3	23,3167	23,3405	0,10223	23,3667	23,1649	0,86325	10,4300	10,4111	0,18121
4	23,2500	23,3237	0,31695	22,4333	22,6282	0,86875	10,3900	10,3856	0,04235
5	23,3333	23,3016	0,13617	21,4333	21,4651	0,14842	10,3500	10,3333	0,16135
6	23,3167	23,2921	0,10552	20,5333	20,5243	0,04392	10,3200	10,2979	0,21415
7	23,2667	23,2590	0,03308	22,3833	22,3711	0,05463	10,2700	10,3482	0,76144
8	23,0000	23,0011	0,00495	38,2333	38,2390	0,01468	10,2500	10,2586	0,08390
9	22,5667	22,5674	0,00305	51,4833	51,4880	0,00899	10,2200	10,2227	0,02642
10	22,0667	22,0666	0,00036	56,6167	56,3521	0,46738	10,2100	10,1873	0,22233
11	21,8333	21,8386	0,02395	56,0833	56,3033	0,39226	10,2000	10,1783	0,21275
12	22,1167	22,1105	0,02805	51,9333	52,0245	0,17556	10,2700	10,2665	0,03408
13	22,4000	22,4047	0,02095	45,7167	45,3582	0,78414	10,4300	10,2081	2,12752
14	22,8833	22,8822	0,00489	42,6833	43,1543	1,10326	10,6800	10,4957	1,72566
15	23,1833	23,1818	0,00656	41,6500	41,5330	0,28084	11,0000	11,0215	0,19545
16	23,2333	23,2374	0,01769	40,9500	40,7621	0,45877	11,2400	11,2843	0,39413
17	23,1667	23,1587	0,03438	38,8500	38,9669	0,30077	11,4300	11,4147	0,13386
18	23,3500	23,3561	0,02607	35,8833	35,8492	0,09512	11,5300	11,5389	0,07719
19	23,8333	23,8322	0,00486	33,7833	33,8015	0,05372	11,5300	11,6039	0,64094
20	24,1667	24,1653	0,00561	31,7833	31,3966	1,21681	11,5100	11,6039	0,81581
21	24,1833	24,1825	0,00360	30,8000	31,2275	1,38804	11,3900	11,3390	0,44776
22	24,1000	24,1397	0,16492	29,1667	29,1020	0,22171	11,2200	11,2290	0,08021
23	23,9833	23,9246	0,24484	27,6833	27,5548	0,46444	11,0400	11,0600	0,18116
24	23,8333	23,8373	0,01646	26,8667	27,0806	0,79639	10,8300	10,8780	0,44321

Tablo 6.4 Açıklamalar;

6.4.A. : Zaman

6.4.B. : AAC için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.4.C. : AAC için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.4.D. : AAC için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.4.E. : AAC için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

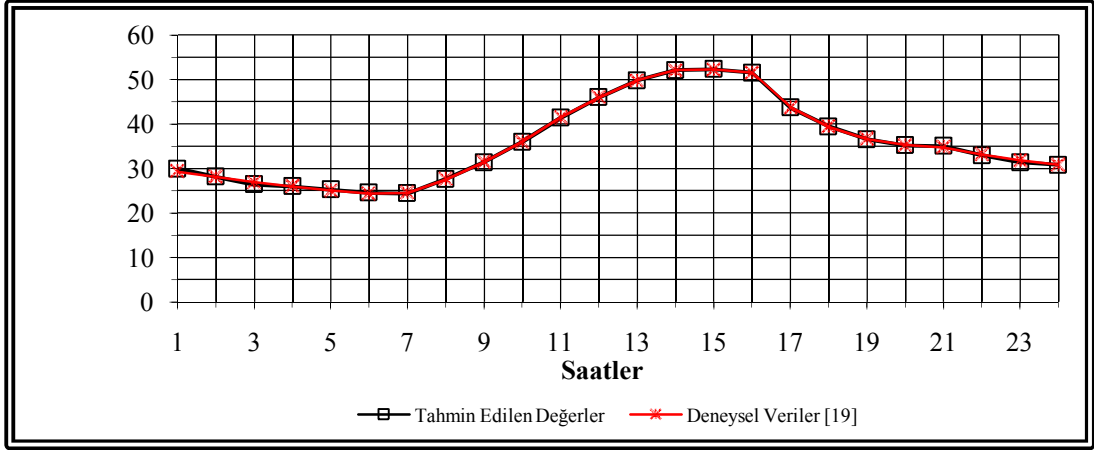
6.4.F. : AAC için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.4.G. : AAC için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

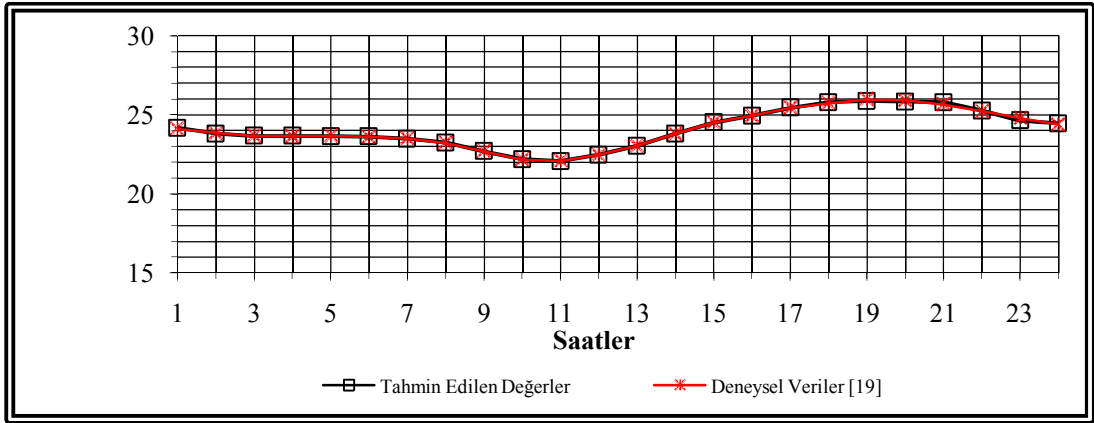
6.4.H. : AAC için deneysel TESF değerleri

6.4.I. : AAC için tahmin edilen TESF değerleri

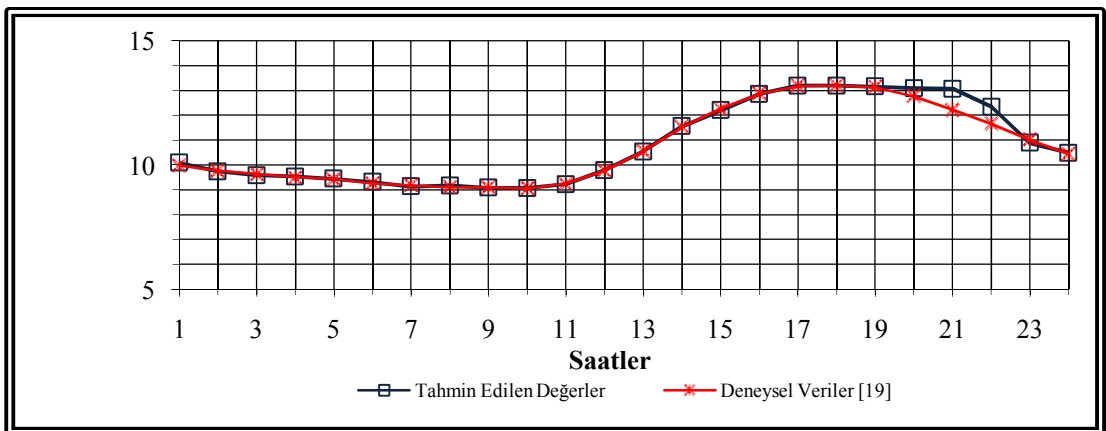
6.4.K. : TESF değerleri için % mutlak hata



Şekil 6.13 Tuğla için dış yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler



Şekil 6.14 Tuğla için iç yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler



Şekil 6.15 Tuğla için deneysel ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler

Tablo. 6.5 Tuğla için karşılaştırmalı tablo ( Bulanık Mantık )

6.5.A	6.5.B	6.5.C	6.5.D	6.5.E	6.5.F	6.5.G	6.5.H	6.5.I	6.5.K
1	24,1000	24,1674	0,27972	29,2500	29,9389	2,35523	9,9750	10,0833	1,08547
2	23,8500	23,8010	0,20564	28,1167	28,1094	0,02598	9,7650	9,7434	0,22154
3	23,6667	23,6669	0,00076	26,9167	26,3547	2,08779	9,6390	9,5815	0,59617
4	23,6333	23,6548	0,09103	25,9833	25,9570	0,10136	9,5130	9,5350	0,23079
5	23,6667	23,6451	0,09122	25,0167	25,2630	0,98460	9,4360	9,4438	0,08307
6	23,6000	23,6316	0,13372	24,2833	24,4937	0,86626	9,2540	9,3200	0,71342
7	23,5000	23,4734	0,11334	24,5000	24,3610	0,56749	9,1910	9,1363	0,59496
8	23,2167	23,2383	0,09336	27,5333	27,6388	0,38304	9,1070	9,1779	0,77898
9	22,7000	22,6846	0,06767	31,4333	31,3787	0,17370	9,0930	9,0786	0,15847
10	22,1667	22,1858	0,08636	35,9167	35,9442	0,07660	9,0650	9,0661	0,01215
11	22,0833	22,0620	0,09662	41,4000	41,3788	0,05105	9,2570	9,2247	0,34930
12	22,4667	22,4753	0,03846	45,9333	45,9557	0,04878	9,7740	9,7894	0,15766
13	23,0333	23,0283	0,02194	49,8000	49,7868	0,02654	10,5500	10,5384	0,10987
14	23,8000	23,7997	0,00138	52,1000	52,0437	0,10810	11,5300	11,5606	0,26553
15	24,5167	24,5177	0,00425	52,2167	52,3073	0,17353	12,2700	12,1957	0,60581
16	24,9333	24,9325	0,00312	51,4833	51,4858	0,00476	12,8700	12,8602	0,07592
17	25,4500	25,4394	0,04174	43,7167	43,6805	0,08267	13,1800	13,1920	0,09142
18	25,7333	25,7789	0,17714	39,3333	39,3722	0,09874	13,1900	13,1924	0,01856
19	25,9667	25,8655	0,38974	36,6167	36,5577	0,16117	13,1300	13,1498	0,15109
20	25,9000	25,8183	0,31553	35,2667	35,1881	0,22269	12,7600	13,0844	2,54236
21	25,6500	25,7928	0,55666	34,7333	35,0224	0,83216	12,2100	13,0648	7,00052
22	25,2167	25,2610	0,17576	33,1500	32,9327	0,65567	11,6600	12,3412	5,84185
23	24,8000	24,6416	0,63879	31,7667	31,3262	1,38656	11,0100	10,8805	1,17618
24	24,3667	24,4451	0,32203	30,7667	30,8009	0,11133	10,4300	10,4907	0,58204

Tablo 6.5 Açıklamalar;

6.5.A. : Zaman

6.5.B. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.5.C. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.5.D. :Tuğla için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.5.E. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

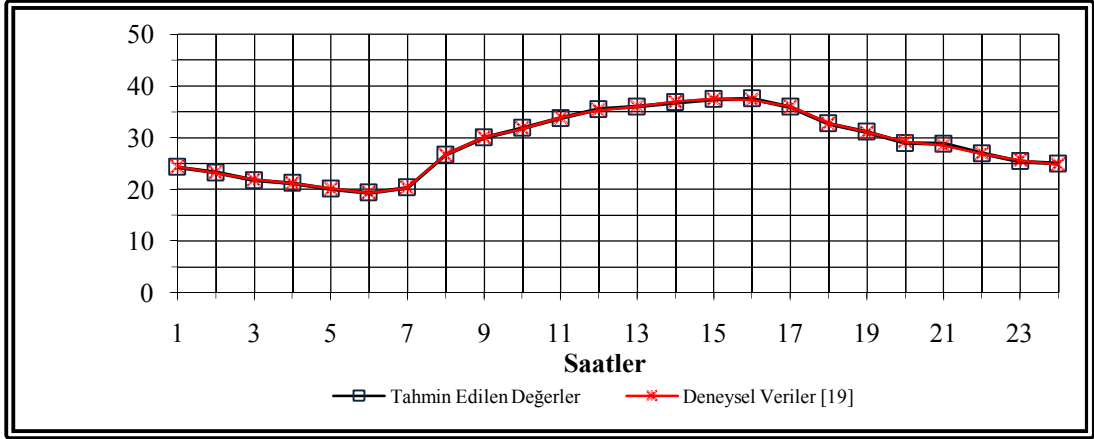
6.5.F. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.5.G. : Tuğla için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

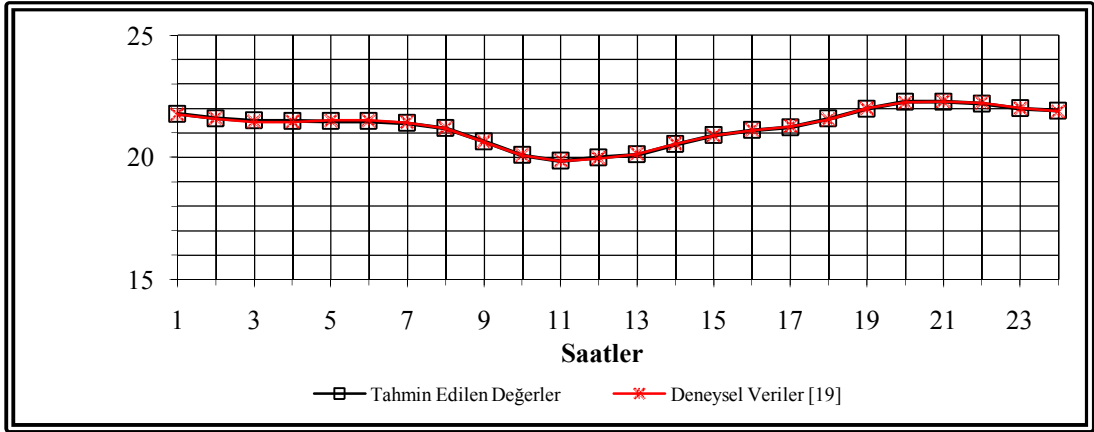
6.5.H. : Tuğla için deneysel TESH değerleri

6.5.I. : Tuğla için tahmin edilen TESH değerleri

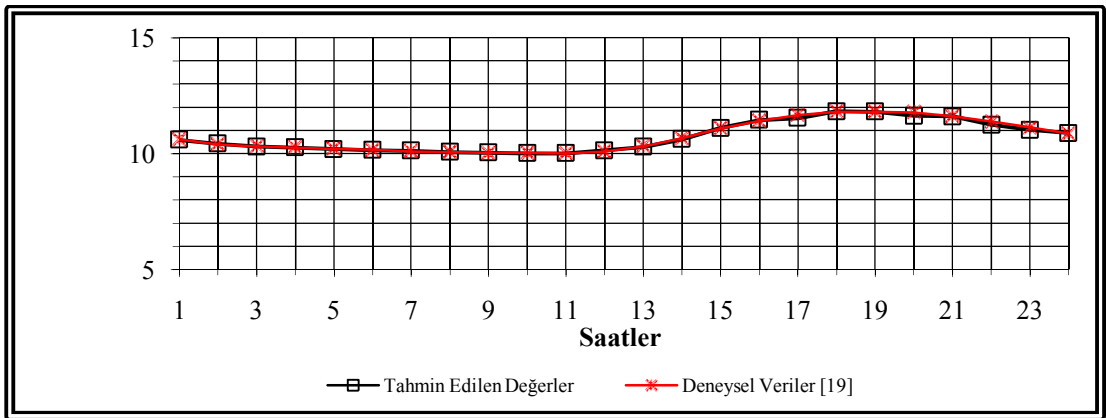
6.5.K. : TESH değerleri için % mutlak hata



Şekil 6.16 Blokbims için dış yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler



Şekil 6.17 Blokbims için iç yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler



Şekil 6.18 Blokbims için deneysel ve sinirsel bulanık mantık denetimi metodu ile bulunan değerler.

Tablo. 6.6 Blokbims için karşılaştırmalı tablo (Bulanık Mantık )

6.6.A	6.6.B	6.6.C	6.6.D	6.6.E	6.6.F	6.6.G	6.6.H	6.6.I	6.6.K
1	21,7500	21,7789	0,13276	24,3333	24,3044	0,11886	10,6100	10,6027	0,06906
2	21,5833	21,5858	0,01135	23,1833	23,2298	0,20028	10,4100	10,4379	0,26847
3	21,4500	21,5021	0,24304	21,8667	21,7804	0,39470	10,3200	10,3131	0,06678
4	21,4500	21,4918	0,19485	21,1333	21,2272	0,44390	10,2600	10,2695	0,09275
5	21,5167	21,4785	0,17750	20,1333	20,1053	0,13910	10,2100	10,1929	0,16756
6	21,5167	21,4733	0,20154	19,3500	19,3436	0,03288	10,1700	10,1501	0,19525
7	21,4167	21,3922	0,11410	20,3167	20,3318	0,07437	10,1000	10,1240	0,23726
8	21,1833	21,1829	0,00206	26,7000	26,6906	0,03517	10,0700	10,0678	0,02210
9	20,6333	20,6423	0,04352	30,0333	30,0039	0,09811	10,0300	10,0379	0,07861
10	20,0833	20,0892	0,02900	31,7167	31,8171	0,31668	10,0300	10,0180	0,11934
11	19,8500	19,8461	0,01985	33,8833	33,7365	0,43337	10,0100	10,0214	0,11344
12	19,9500	19,9958	0,22974	35,3000	35,5008	0,56900	10,1000	10,1406	0,40185
13	20,1333	20,1070	0,13071	35,9833	35,9723	0,03059	10,3200	10,2973	0,22002
14	20,5500	20,5303	0,09587	37,0000	36,8018	0,53584	10,6600	10,6272	0,30788
15	20,8833	20,9011	0,08501	37,5000	37,4404	0,15883	11,0900	11,1060	0,14430
16	21,1000	21,1070	0,03331	37,2667	37,5073	0,64573	11,4100	11,4593	0,43173
17	21,2667	21,2249	0,19661	35,9833	35,9236	0,16614	11,6700	11,5340	1,16563
18	21,5333	21,5772	0,20363	32,7833	32,7270	0,17178	11,8100	11,8210	0,09292
19	22,0167	21,9827	0,15417	31,0500	31,1124	0,20089	11,8100	11,8200	0,08459
20	22,2500	22,2723	0,10006	29,2500	28,9201	1,12780	11,7800	11,6270	1,29915
21	22,2833	22,2741	0,04146	28,4333	28,7970	1,27919	11,6200	11,6065	0,11628
22	22,2333	22,1978	0,15990	26,9000	26,9435	0,16176	11,3800	11,2443	1,19260
23	22,0167	21,9926	0,10940	25,6333	25,4013	0,90530	11,1400	11,0278	1,00743
24	21,8833	21,9093	0,11867	24,8000	24,9502	0,60587	10,8600	10,8859	0,23876

Tablo 6.6 Açıklamalar;

6.6.A. : Zaman

6.6.B. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.6.C. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.6.D. :Blokbims için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.6.E. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı deneysel verileri

6.6.F. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı tahmin edilen değerler

6.6.G. : Blokbims için iç yüzey sıcaklığı % mutlak hata değerleri

6.6.H. : Blokbims için deneysel TESH değerleri

6.6.I. : Blokbims için tahmin edilen TESH değerleri

6.6.K. : TESH değerleri için % mutlak hata

Türkiye’de yaygın olarak kullanılan yapı malzemeleri için iç yüzey sıcaklıkları , dış yüzey sıcaklıkları ve TESH değerleri bulanık mantık ve yapay sinir ağları kullanılarak hesaplanmıştır.Bunun sonucunda tüm bu değerler ortalama % 99,619398 oranında doğru tahmin edilmiştir . 6.2. Bölümde klasik yapay sinir ağları

metodu kullanılarak verilerin ortalama % 99,10185 oranında doğru hesaplandığı göz önünde bulundurulursa bulanık yapay sinir ağları yönteminin daha iyi sonuç verdiği açıktır. Aşağıdaki grafikte AAC , tuğla ve blokbims için TESF değerlerinin klasik YSA değerleri , bulanık YSA değerleri ve deneysel değerleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Tablo 6.7 AAC , blokbims ve tuğla için karşılaştırmalı tablo

6.7.A	6.7.B	6.7.C	6.7.D	6.7.E	6.7.F	6.7.G	6.7.H	6.7.I	6.7.K
1	10,6400	10,6383	10,7873	9,9750	9,9826	10,0833	10,6100	10,5618	10,6027
2	10,5000	10,4975	10,4760	9,7650	9,7673	9,7434	10,4100	10,4607	10,4379
3	10,4300	10,3924	10,4111	9,6390	9,6234	9,5815	10,3200	10,2727	10,3131
4	10,3900	10,3695	10,3856	9,5130	9,5168	9,5350	10,2600	10,2363	10,2695
5	10,3500	10,3233	10,3333	9,4360	9,4333	9,4438	10,2100	10,2111	10,1929
6	10,3200	10,3169	10,2979	9,2540	9,2589	9,3200	10,1700	10,1927	10,1501
7	10,2700	10,3515	10,3482	9,1910	9,1629	9,1363	10,1000	10,0911	10,1240
8	10,2500	10,2513	10,2586	9,1070	9,1514	9,1779	10,0700	10,1286	10,0678
9	10,2200	10,2208	10,2227	9,0930	9,0835	9,0786	10,0300	10,0364	10,0379
10	10,2100	10,2066	10,1873	9,0650	9,0622	9,0661	10,0300	10,0175	10,0180
11	10,2000	10,1892	10,1783	9,2570	9,2826	9,2247	10,0100	10,0234	10,0214
12	10,2700	10,2809	10,2665	9,7740	9,7951	9,7894	10,1000	10,1197	10,1406
13	10,4300	10,4525	10,2081	10,5500	10,5352	10,5384	10,3200	10,2726	10,2973
14	10,6800	10,6772	10,4957	11,5300	11,7777	11,5606	10,6600	10,6630	10,6272
15	11,0000	11,0064	11,0215	12,2700	11,9295	12,1957	11,0900	11,0770	11,1060
16	11,2400	11,1713	11,2843	12,8700	12,8170	12,8602	11,4100	11,4370	11,4593
17	11,4300	11,4546	11,4147	13,1800	13,1938	13,1920	11,6700	11,6601	11,5340
18	11,5300	11,5374	11,5389	13,1900	13,1791	13,1924	11,8100	11,8123	11,8210
19	11,5300	11,5967	11,6039	13,1300	13,1368	13,1498	11,8100	11,5947	11,8200
20	11,5100	11,5375	11,6039	12,7600	13,0920	13,0844	11,7800	11,4778	11,6270
21	11,3900	11,5200	11,3390	12,2100	13,0819	13,0648	11,6200	11,4438	11,6065
22	11,2200	10,9157	11,2290	11,6600	12,7137	12,3412	11,3800	10,9211	11,2443
23	11,0400	10,6698	11,0600	11,0100	11,3088	10,8805	11,1400	10,6821	11,0278
24	10,8300	10,6508	10,8780	9,9750	9,9826	10,4907	10,8600	10,6328	10,8859

Tablo 6.7 Açıklamalar;

6.7.A. : Zaman

6.7.B. : AAC için deneysel TESF verileri

6.7.C. : AAC için YSA ile tahmin edilen TESF değerleri

6.7.D. : AAC için SBMD metodu ile elde edilen TESF değerleri

6.7.E. : Tuğla için deneysel TESF verileri

6.7.F. : Tuğla için YSA ile tahmin edilen TESF değerleri

6.7.G. : Tuğla için SBMD metodu ile elde edilen TESF değerleri

6.7.H. : Blokbims için deneysel TESF verileri

6.7.I. : Blokbims için YSA ile tahmin edilen TESF değerleri

6.7.K. : Blokbims için SBMD metodu ile elde edilen TESF değerleri

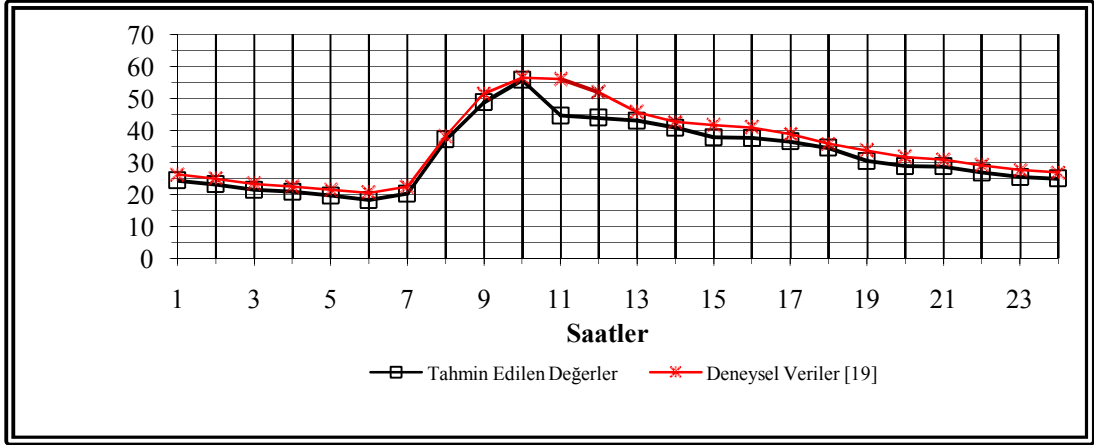
### 6.3 YSA Metodu ile Farklı Bir Çalışma

Bu bölümde bilinen yapay sinir ağları denemelerinin dışına çıkılarak farklı bir deneme yapılmıştır .Bunun için tuğla ve blokbims malzemesinin karakteristik özellikleri ve çıkış verileri birlikte girilip öğrenme gerçekleştirilmiştir daha sonra AAC malzemesinin sadece karakteristik özellikleri girilip çıkış verileri yapay sinir ağları metoduyla elde edilmiştir. İzlenen yöntem ayrıntılı bir biçimde aşağıda anlatılmıştır.

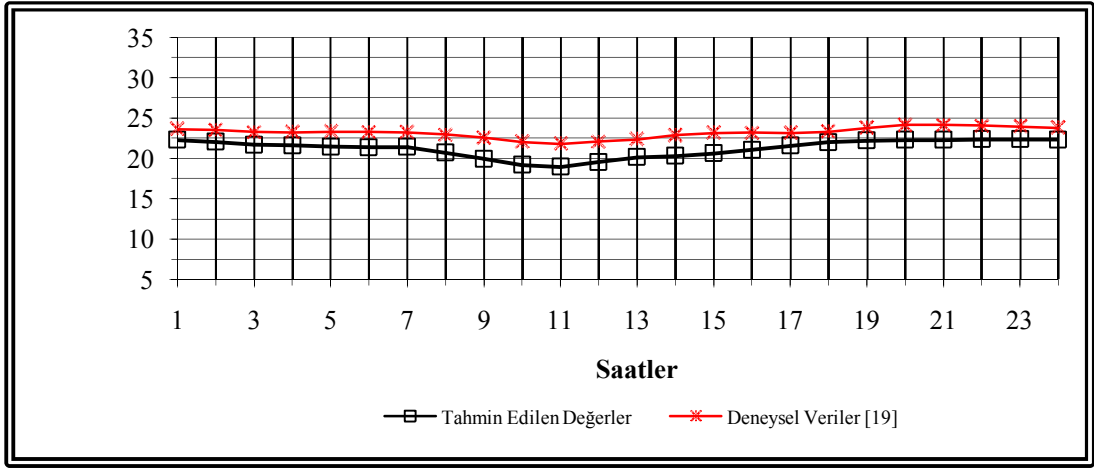
Test odasında bir dakika arayla ölçülen tuğla, blokbims ve AAC duvarlar için dış sıva üstü yüzey sıcaklığı, dış sıva altı yüzey sıcaklığı, iç sıva altı yüzey sıcaklığı ve iç sıva üstü yüzey sıcaklığı verileri kullanılmıştır . Yapılan ölçümlerin 24 saatlik kısmı YSA denemelerinde çıkış datası olarak kullanılmak üzere bir dakikalık ölçümlerin her bir saati için o saatin ölçülen yüzey sıcaklığının aritmetik ortalaması alınmıştır . Bir saatlik ölçüm süresince sıcaklık farkı az ve ihmal edilebilir olduğundan dolayı yapılan aritmetik ortalamayla YSA denemeleri süresinden büyük oranda tasarruf sağlanmıştır. Bu tasarruf bazı YSA denemelerinin 3-5 saat sürdüğü ve yaklaşık 500 deneme yapıldığı göz önüne alındığında daha iyi anlaşılacaktır. YSA denemelerinde kullanılacak giriş verileri tuğla , AAC ve blokbims için hazırlandıktan sonra test odasından alınan veriler düzenlenerek tuğla , AAC ve blokbims için çıkış verileri hazırlanmıştır. Daha sonra tuğla ve blokbims malzemelerinin giriş ve çıkış verileri 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 AAC ‘un sadece giriş verileri girilip çıkış verileri YSA metodu ile bulunmuştur , bu verileri test odasındaki gerçek verilerle karşılaştırıldığında iç yüzey ve dış duvar sıcaklıkları için aşağıdaki grafikler elde edilmiştir.

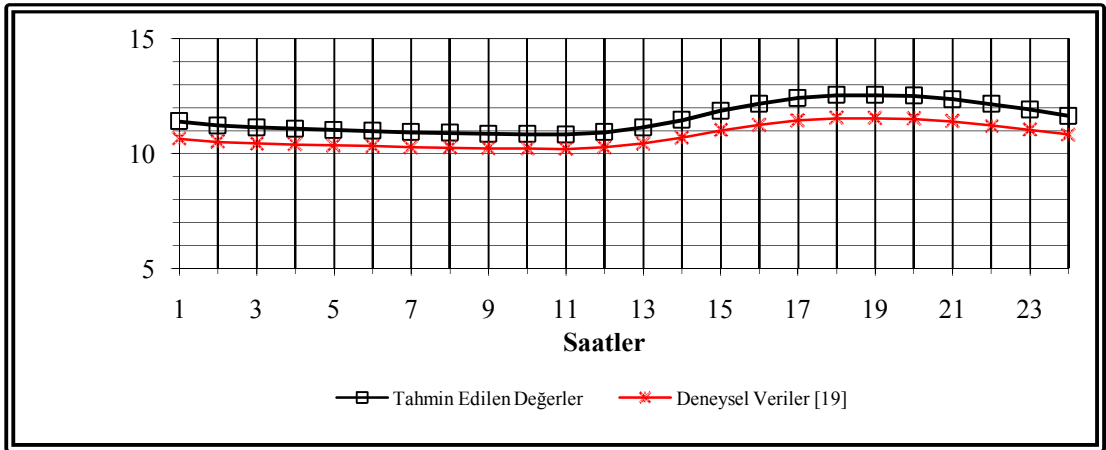




Şekil 6.19 AAC için dış yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.20 AAC için iç yüzey duvar sıcaklığı test değerleri ve YSA değerleri



Şekil 6.21 AAC için elde edilen gerçek ve tahmini TEF değerleri

## 7. BÖLÜM

### SONUÇLAR

Bu çalışma boyunca görüldüğü gibi yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak Türkiye’de yaygın olarak kullanılan yapı malzemeleri için TESH değerleri hesaplanmıştır.

Yapay sinir ağları metodu ile bulunan değerler , sinirsel bulanık mantık denetim metodu ile bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca farklı bir yöntem izlenerek tuğla ve blokbims malzemelerinin karakteristik özelliği kullanılarak AAC yapı malzemesinin TESH değerleri yapay sinir ağları metodu ile hesaplanmıştır.

Sonuç olarak TESH değerleri bulanık mantık sinirsel denetim metodu kullanılarak hesaplanmış ve yapay sinir ağları metoduna göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum ise yapay sinir ağları metodunda da bulanık mantığın klasik mantıktan daha iyi sonuçlar verdiğini kanıtlamıştır. Ayrıca yapay sinir ağları metodunun inşaat mühendisliği alanında da kolaylıklar sağlayacağı gösterilmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Akyel V., Bayramoğlu M.F., (2002) Kriz Dönemlerinde Yapay Sinir Ağlarıyla Finansal Öngörüde Bulunma, ( *MF BAYRAMOĞLU - 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] Beycioğlu, A., Kılıçarslan, Ş., Başıyđit, C., Emiroğlu, 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 Tekniği ile Analizi, *Dokuz Eylül Üni. Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi cilt 1 sy:2*
- [8] Dağsöz A.K., Işikel 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), Introductory remarks: Mathematical models of Uncertainly *ZAMM.Z,Angew.Math.Mech. 84.No:10-11/ 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 Systems Theory 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),Outline 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*