
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>	
	e-ISSN: 2147-835X Dergi sayfası: http://dergipark.gov.tr/saufenbilder	
	<u>Geliş/Received</u> 31.03.2017 <u>Kabul/Accepted</u> 26.04.2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.309565



Duvarlardaki ısı kaybının yapay sinir ağı ile belirlenmesi ve karar destek sistemi ile malzeme seçimi

Egemen Tekkanat^{1*}, Murat Topaloğlu²

ÖZ

Günümüzde ülkemizde ve dünyada enerji tasarrufu önemli yer teşkil etmektedir. Bu çalışmada bina duvarlarındaki ısı kaybının önüne geçebilmek için var olan etmenler değerlendirilerek ısı kaybını minimize etmek ve dolayısıyla enerji tasarrufu sağlamak amaçlanmaktadır. Yapılacak işlemler de öncelikle, duvarlardaki ısı kaybına sebep olabilecek etmenler yapay sinir ağları yöntemiyle geri yayımlı bir ağ modeli kullanılarak işleme sokulmuştur. Yapılan çalışmada duvarların yalıtımlı durumları göz önüne alınmıştır. Yapılan bu işlem sonrasında, Isı yalıtımında Karar Destek Sistemleri kullanılarak uygun malzeme seçimine karar verilmiştir. Isı yalıtımında kullanılacak malzeme seçme probleminde, müşteri beklentisini en yüksek derecede karşılayabilmek için ve daha sağlıklı karar alınabilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yönteminden yararlanılan örnek bir Karar Destek Modeli önerilmiştir. Yöntem inşaat firmaları tarafından en iyi malzeme seçimine karar vermek amacıyla uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Tüm bu değerlendirmelerin sonucunda ısı kaybına sebep olan etmenler değerlendirilmiş ve ısı kaybını engelleyebilmek için hangi etmenin daha önemli olduğu konusunda bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı Kaybı, Karar Destek Sistemleri, Yapay Sinir Ağları

Detection of heat abduction on the walls by artificial neural network and selection of materials with decision support system

ABSTRACT

Today energy conservation is a very important issue in the world and Turkey. The aim of this study is to minimize the heat abduction, thus to save energy by utilizing the factors to prevent the heat abduction on the walls of buildings. First of all, a back-propagation network model with artificial neural network model was used for the factors that can cause heat loss on the walls. Whether the walls have insulation were considered. After that, Decision Support Systems were used for heat insulation to select the appropriate materials. A Decision Support Model with Analytic Hierarchy Process (AHP) was recommended to meet the needs of a customer best and to make better decisions for the selection of the materials. The method was used by construction firms for their decision processes for the best materials and the results were evaluated. After the evaluations were done, the factors that cause heat loss were considered and it became clear which factors were more important for the prevention of heat loss.

Keywords: Heat Loss, Decision Support Systems, Artificial Neural Network

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1 Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz Uygulamalı B.Y.O., B.T.B.S. Bölümü, Edirne – egementekkanat@trakya.edu.tr

2 Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz Uygulamalı B.Y.O., B.T.B.S. Bölümü, Edirne – murattopaloglu@trakya.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Enerji, insan hayatındaki en önemli girdilerden biridir. Gelişen teknoloji ile birlikte insanların enerjiye bağımlılığı gün geçtikçe artmaktadır. Dolayısıyla dünyanın enerji talebi gün geçtikçe çoğalmaktadır [1]. “Yalıtım” kavramı enerji tasarrufunun önemli unsurlarından biridir. Özellikle çevre ve hava kirliliği açısından günümüzde en öncelikli konulardan bir tanesidir. Yalıtımın sağlayacağı enerji tasarrufunun önemi açısından toplumun bilinçlendirilmesi giderek önem kazanmaktadır [2]. Ülkemizde gelişimi konusunda çalışmalar yapılması gereken konulardan biri olan enerji tüketiminde en büyük pay şüphesiz ki inşaat ve yapı sektöründe görülmektedir[3]. Enerji verimliliği çözüm geliştirilmesi gereken en önemli konulardan biridir [3]. Dünyada verimliliğe yeterince önem verilmemekte ve bu sebeplerden ötürü enerji verimli kullanılmamaktadır. Bu durum da enerji israfına sebep vermek ve bunun yanında da çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Bina sektörü, en fazla enerjinin tüketildiği sektörlerden biridir. Bu yüzden binalardaki enerji kullanımının daha verimli hale getirilmesi gerekmektedir [1]. Enerji verimliliği basit bir kısıntı uygulaması değildir; belli davranışları yerleştirerek, iyileştirme yöntemlerini uygulayarak ve ya yeni teknolojiler kullanarak, üretimi ve kaliteyi düşürmeden, sosyal yaşamın standardını korumak suretiyle enerjiyi daha etkin kullanmak demektir [1]. Enerji verimliliği; üretim potansiyelini etkilemeden ve gündelik hayatı engellemeden enerji tüketiminin azaltılmasıdır [4]. Binalarda enerji tasarrufunu sağlamanın ilk şartı ise ısı kayıpları engellemektir. Binalarda ısı kayıplar iç ortam ile dış arasında ısı transferi ile gerçekleşmektedir. Yani kış mevsiminde, sıcak içeriden soğuk dışarıya, yaz mevsiminde ise sıcak dışarıdan soğuk içeriye doğru gerçekleşen ısı geçişidir [1]. Binalarda gerçekleştirilen ısı yalıtımının amacı; var olan bina içi ısısının dış ortama çıkmasını engellemektir. Bununla birlikte bina içi sıcaklığı değişmeyecek ve böylece enerji tüketimi açısından fayda sağlamaktır [2]. Bina içi ve bina dışındaki sıcaklık farkı 30-40 °C arasında olduğu gözlenmektedir. Bu durumdan dolayı ısı yalıtımı için tesisatlar da yapılacak yalıtımlar ile enerji tasarrufu sağlanması söz konusu olabilmektedir [2].

Yapay sinir ağları (YSA), beynin içindeki sinir hücrelerinin birbirlerine bağlı olarak paralel işlem yapması ile oluşan ve amacı bilgi işleme olan bir sistemdir. Beynin düşünme, hatırlama ve problem çözme yetenekleri gibi belli başlı fonksiyonlarını bilgisayara sistemine çevirme işlemine dayalı teknolojidir. Yapay sinir ağları (YSA), örnekler ile öğrenme metodlarının makine diline aktarılması mantığına dayanmaktadır [5]. Yapay sinir ağları, yapay sinir hücrelerinin katmanlar şeklinde bağlanmasıyla oluşturulan veri tabanlı sistemler olup insan beyninin öğrenme ve değişik koşullar altında çok hızlı karar verebilme gibi yeteneklerinin, basitleştirilmiş modeller yardımıyla karmaşık problemlerin çözülmesinde kullanılmasını amaçlamaktadır [6]. Yapay sinir ağlarında, yapay olarak bulunan sinir hücreleri kümelenirilmiş şekilde yer almaktadırlar. Bu şekilde bulunan sinir hücreleri tabakalar şeklinde diğer tabaka halinde bulunan sinir hücreleri ile ilişki kurabilmektedir. Genel olarak, tüm yapay sinir ağları benzer bir yapıya sahiptirler [7]. Yapay sinir ağları sistemleri aynı insan beynin de olduğu gibi örnekler aracılığıyla öğrenme işlemini gerçekleştirmektedir. Belli başlı problemleri sistem içerisinde bulunan işlem elemanlarını kullanarak bir düzen içerisinde çözmek için bağlantılar oluşturabilmektedir. Yapay sinir ağları, uygulamaların kullanılabilmesi için veri sınıflandırma yöntemleri kullanarak öğrenme işleme yapabilmektedirler. Öğrenme işlemi, insan beyninde olduğu şekilde yapay sinir hücrelerinde de belirli kuralları gerçekleştirmek kaydıyla gerçekleşmektedir [8].

Tuğla duvardaki ısı kaybının tespit ve analiz edilebilmesi için Yapay Sinir Ağları yöntemi kullanılmıştır. Oluşan ağ yapısından elde edilen sonuçlar sayısal sonuçlarla karşılaştırılma işleminden geçirilmiştir.

Karar Destek Sistemleri (KDS (DSS – Decision Support Systems)) kurum ile kuruluşlarda görev yapan yöneticilerin karar almasını destekleyen en önemli sistemlerdendir [9]. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), karar verici konumunda bulunan yönetici ve araştırmacıların kullandığı çok amaçlı karar verme araçlarından biri olmuştur. AHP, Thomas L.Saaty tarafından 1970’li yıllarda ortaya atılmış bir yöntemdir [10]. Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP); karar vericilere nasıl karar vermelerini gösteren bir yöntem kullanılmak yerine, kendi kararlarını verme olanağı sağlayan

ccsistem sayesinde daha etkili sonuçlar elde edebilme olanaklarına sahip olmuşlardır [10].

Analitik Hiyerarşi Prosesi, ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977’de ise Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir[10]. Analitik Hiyerarşi Prosesi, faktörlerin içinde buldukları hiyerarşik yapı içerisinde birbirinden bağımsız değerlendirilmesinde kullanılır [11].

AHP yöntemi birçok kriteri olan karar verme yöntemlerinden birisidir. Amacı, karar vermede kullanılan kriterleri ve alternatifleri kullanarak bir hiyerarşik yapı kurmak ve farklı alternatifleri önem değerlerine göre sıralamaktır.

2. LİTERATÜR (LITERATURE REVIEW)

Bu konular ile ilgili olarak daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiş ve belirtilen sonuçlar elde edilmiştir. 2006 yılında yapılan çalışmada, binaların yapısındaki tuğla duvarlar ve tesisat borularındaki ısı kayıpları YSA yönteminde geri yayımlı yapay sinir ağı kullanarak tespit etmişlerdir [2]. 2008 yılında yapılan çalışmada, binalarda ortaya çıkan yıllık ısı kaybı ve enerji ihtiyaçlarının belirlenmesi için ağ yapısı olarak geri yayımlı yapay sinir ağı faydalanılmıştır [12]. 2000 yılında yapılan çalışmada pasif güneş binanın enerji tüketiminin tahmini için yapay sinir ağları ile tespiti sağlanmış ve YSA kullanılarak bir simülasyon programı üretilmiştir [13]. 2011 yılında yaptığı çalışmada İleri beslemeli yapay sinir ağları modeli kullanılarak hava sıcaklığı ölçümü tahmin edilme işlemi gerçekleştirilmiş [14]. 1998 yılında yapılan çalışmada betonların dayanıklılığını ölçmek amacıyla yapay sinir ağları aracılığı ile inceleme işlemi gerçekleştirilmiştir [15]. 2001 yılında yapılan çalışmada Yapay sinir ağları yöntemi kullanarak derin beton kırımların kesme dayanıklılıklarının belirlenmesi çalışmasını uyguladığı görülmüştür [16]. 2003 yılında yapılan çalışmada dairesel beton kolonların gerilme ve dayanım analizlerinde Yapay Sinir Ağları tekniği kullanılarak sağlıklı sonuçlara ulaşıldığı gözlenmiştir [17]. 2006 yılında yapılan çalışmada; enerjinin etkin bir biçimde kullanıldığı akıllı binalar için güneş enerjisinin etkili kullanılabilmesi adına var olan parametrelerin doğru değerlerinin hangisi olduğunun belirlenmesi için bir yöntem üzerinde durulmuştur [18].

Celalettin Çelik tarafından yapılan çalışmada, Avrupa genelinde incelemeler yapılmış ve doğalgazın enerji verimliliği açısından önemi ile ilgili araştırmalar yapılmış. Bunun yanında doğalgazlı ısıtma sistemlerinde kullanılmakta olan yoğunlaşma tekniği tanıtılmıştır [19]. 2014 yılında yapılan çalışmada; ekolojik ve yeşil bina tasarımında kullanılan kriterlerin, pasif ve aktif enerji sistemleri tanımlanarak, bu sistemlerin sahip oldukları enerji tasarruf potansiyelleri, işletilmekte olan bir ofis binasının, enerji performans analizleri doğrultusunda tespit edilmektedir [20]. 2016 yılında yapılan çalışmada, Malatya ilinde bulunan, hem eğitim hem de ofis amaçlı kullanım amaçlı seçilen örnek bir bina üzerinde farklı mimari durumlara göre yıllık enerji tüketimi, yıllık enerji maliyeti ve sebep olduğu CO₂ salınımı incelenmiştir [21].

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHODS)

3.1. Çalışmanın Amacı (Aim of the Study):

Bu çalışmada öncelikle, tuğla duvardaki ısı kayıpları Yapay Sinir Ağları yöntemleri ile belirlenmesi amaçlanmaktadır. Belirli uygulamalar kullanılarak tuğla duvarlardaki durumlar göz önünde tutulmuştur. Yapay Sinir Ağlarının yapısı olarak ileri beslemeli geri yayımlı algoritması tercih edilmiştir ve bu yöntem dâhilinde veriler normalizasyon işleminden geçirilerek oluşturulan ağa iletilmiştir. Ardından ağdan elde edilen değerler gerekli hassasiyet olup olmadığını tespit etmek amacı ile sayısal sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Sonraki aşamada ise, Isı yalıtımında Karar Destek Sistemleri kullanılarak uygun malzeme seçimine karar verilmiş amaçlanmıştır. Isı yalıtımında kullanılacak malzeme seçme probleminde, müşteri beklentisini en yüksek derecede karşılayabilmek için ve daha sağlıklı karar alınabilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yönteminden yararlanılan örnek bir Karar Destek Modeli önerilmiştir. Yöntem inşaat firmaları tarafından en iyi malzeme seçimine karar vermek amacıyla uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

3.2. Çalışmanın Önemi (Importance of the Study):

Binaların iç ortam ve dış ortamlar arasındaki ısı kaybını önlemek için kullanılan tuğla duvarlardaki yalıtım daha düşük ısı kaybı ve bununla birlikte

ekonomik açıdan kazanç da sağlamaktadır. Yalıtım yaparken kullanılan malzemenin kalınlığı arttıkça tasarruf artmaktadır fakat bununla birlikte de doğal olarak maliyetinde yükselebildiği görülmektedir. Isı yalıtımında kullanılan malzemenin cins ve kalınlığının belirlenme aşamasında, yalıtım kalınlığının en uygun değerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bina duvarlarında yapılacak başarılı bir yalıtım sistemi ile binalarda eskisine oranla daha iyi bir enerji tasarrufu sağlanması söz konusudur.

3.3. Veri Seti Oluşturulması (Creation of Data Set):

Bu çalışmada kullanılacak olan veriler çalışmanın amacına uygun olacak şekilde çeşitli inşaat firmalarından kullanılmak üzere toplanmıştır.

3.4. Veri Seti Üzerinde Yapılan İşlemler ve Kullanılan Algoritmalar (Using Processes and Algorithms on Data Set)

Basit Matematik: Analitik Hiyerarşi Süreci, basit bir matematik sistemini tercih eder. Yani bu işlemler dört işlem olarak bilinen işlemlerdir.

Kriter: Karar verici tarafından tespit edilen ve önemli görünen bir bilgidir.

Standart Tercih Tablosu: Karar vericiler için mevcut kriterlerin ne ifade ettiğini ve ne kadar önemli olduğunu belirtmeye yarayan değerler içerir.

Standart Tercih Tablosu kullanım olarak tek sayılardan oluşmaktadır, tek sayıları arasında kalan çift sayılar ise uzlaşma değerleri olarak kullanılmaktadır.

Tablo 1. Standart tercih tablosu (Standart Preference Table)

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6,8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

Yapay Sinir Ağları kısmında ısı kaybı tespiti için MATLAB programı kullanılmıştır. Matlab 'ta ısı kaybı tespiti için bulunması gereken girdiler inşaat

firmaları tarafından temin edilmiş ve daha sonra veriler eğitilerek test edildikten sonra ısı kaybıyla ilgili yüzdeler Matlab 'ta hedef olarak verilmiştir.

Karar Destek kısmı için malzeme seçimine karar vermede AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemi ile hesaplama metotları kullanılmıştır.

3.5. Karar Destek Sistemleri ile Veri Seti Oluşturma (Creation a Data Set with Decision Support Systems)

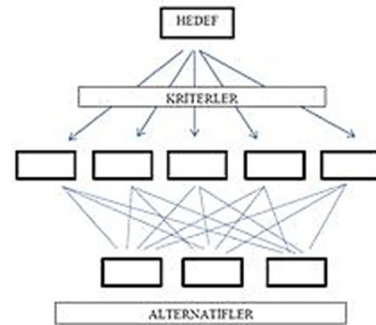
İnşaat firmaları ısı yalıtımında kullanılan tuğla ve strafor seçme kararını, müşterilerinin beklentisini en yüksek derecede karşılayabilmek için, karar verme yöntemlerinden AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) denilen yöntem kullanılacaktır.

AHP de ilk aşama olan karar problemimiz tuğla ve strafor seçimidir. Sonraki aşamada karar hiyerarşisinin çıkarılması gerekmektedir. Bunun için karar kriterlerinin ve karar alternatiflerinin belirlenmesi gerekmektedir. Karar Destek Sistemi ile karar vermek için kullandığımız AHP yönetimindeki alternatiflerimiz sırasıyla şu şekildedir.

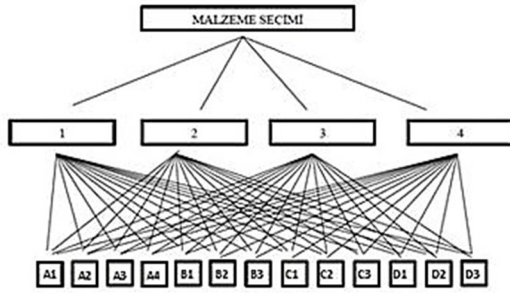
- A1-** 14,5'luk, **A2-**19'luk, **A3-**24'lük, **A4-**30'luk Tuğla
B1- 3 cm, **B2-**4 cm, **B3-** 5 cm kalınlığında strafor
C1- 1cm, **C2-** 2.5cm, **C3-** 3cm iç sıva
D1- 2cm, **D2-** 3 cm, **D3-** 4 cm dış sıva

Karar Destek Sistemi ile karar vermek için kullandığımız AHP yönetimindeki kriterlerimiz ise şu şekildedir.

- 1-Tuğla Kalınlığı
- 2-Strafor Kalınlığı
- 3-İç sıva
- 4-Dış Sıva



Şekil 1. Probleme ilişkin örnek karar hiyerarşisi (Decision Hierarchy Example of the problem)



Şekil 2. Probleme ilişkin karar hiyerarşisi (Hierarchy of Decision Problems)

Uygulamaya ilişkin karar hiyerarşisi oluşturulduktan sonra Analitik Hiyerarşi Prosesi içerisinde bulunan ana, alt ve segment içi kriterlerinin birbirlerine göre olan öncelik sıraları inşaat firmalarına uygulanan anket aracılığıyla belirlenmiştir.

Anket uygulaması yapılarak karar seçenekleri azaltılacak ve en önemli kriterler bulunarak en doğru malzeme seçimine karar verilme işlemi gerçekleştirilecektir. 10 puanı kriterler arasında dağıtarak ile inşaat firmaları tarafından belirlenmesi istenmektedir.

Oluşturulan KDS modelinin başarılı işlem gerçekleştirebilmesi için, uygulamada kullanılacak olan model ve buradan yola çıkarak yapılan seçimlerin sonuç üzerindeki etkileri inşaat firmalarındaki yetkililere iletilmektedir. Ankette firmalar tarafından karşılaştırma yapılması istenen faktörler ile ilgili kısa açıklamalar yer almaktadır, İstenildiği takdirde inşaat firmaları daha ayrıntılı sorulara cevap verebilmektedir.

İnşaat firmalarından bilgi almak için kullanılan anket şu şekildedir.

Tablo 2. Firmalara Uygulanan Anket (The Survey Applied to the Companies)

Soru 1: ısı yalıtımında kullanacağınız malzemeye ilişkin ana kriterlerine verdiğiniz önemi 10 puan paylaştırarak belirler misiniz?	
<input type="checkbox"/>	Tuğla Kalınlığı
<input type="checkbox"/>	Strafor Kalınlığı
<input type="checkbox"/>	İç Sıva
<input type="checkbox"/>	Dış Sıva
Soru 2: Kullanacağınız Malzemenin Tuğla kalınlığını 10 puanı belirleyeceğiniz önem sırasına paylaştırmak kaydı belirleyiniz?	
<input type="checkbox"/>	14'5 cm tuğla
<input type="checkbox"/>	19 cm tuğla
<input type="checkbox"/>	24 cm tuğla
<input type="checkbox"/>	30 cm tuğla

Soru 3: Kullanacağınız malzemenin Strafor seçimini için aşağıdaki kriterlere göre 10 puanı belirleyeceğiniz önem sırasına paylaştırmak kaydı belirleyiniz?	
<input type="checkbox"/>	3 cm kalınlığında Strafor
<input type="checkbox"/>	4 cm kalınlığında Strafor
<input type="checkbox"/>	5 cm kalınlığında Strafor

Soru 4: Yalıtım için iç sıva seçeneğine ait seçimini 10 puanı belirleyeceğiniz önem sırasına paylaştırmak kaydı belirleyiniz?	
<input type="checkbox"/>	1 cm
<input type="checkbox"/>	2,5 cm
<input type="checkbox"/>	3 cm

Soru 5: Yalıtım için dış sıva seçeneğine ait seçimini 10 puanı belirleyeceğiniz önem sırasına paylaştırmak kaydı belirleyiniz?	
<input type="checkbox"/>	2 cm
<input type="checkbox"/>	3 cm
<input type="checkbox"/>	4 cm

Analitik Hiyerarşi Süreci kullanımına geçerken İnşaat firmalarının karar vermeleri gereken alternatifleri vardır: A,B,C ve D.

Örneğin aşağıdaki hesaplamada, kullanılan malzemenin İç Sıva kriterleri göz önüne alındığında, A ve C yerleşimleri eşit önem verilerek tercih edilmiştir, ancak B daha üstün tutulmuştur. Ya da strafor için B, A'ya göre daha üstün ayrıca C kesin üstünlüktedir.

	A	B	C	D
A	1	1	1/3	1/7
B	1	1	1/3	1/7
C	3	3	1	1/7
D	7	7	7	1

12	12	26/3	10/7
----	----	------	------

Şekil 3: Tuğla için tercih tablosu (Preference table for Brick)

	A	B	C
A	1	1/7	1/9
B	7	1	1/9
C	9	9	1

17	71/7	11/9
----	------	------

Şekil 4. Strafor için tercih tablosu (Preference table for Strafor)

	A	B	C
A	1	1/7	1
B	7	1	1/3
C	1	3	1
9	29/7	7/3	

Şekil 5. İç sıva için tercih tablosu (Preference table for indoor plaster)

	A	B	C
A	1	1/7	1/3
B	7	1	1/3
C	3	3	1
11	29/7	5/3	

Şekil 6. Dış Sıva için tercih Tablosu (Preference table for Outdoor plaster)

Standart tercih tablosuna önem değerleri yazımında yapılan anketlerden yararlanılmıştır. Mevcut olan Her bir sütundaki değerler alt alta toplanarak sütun toplamaları bu şekilde elde edilmiştir.

Ardından ortaya çıkan değerler elde edilmiş olan aynı sütunun toplamına bölmektedir. Elde edilen matriste, her sütunun toplamı 1'e eşit olacaktır. Satır ortalamalarını bulunmasının ardından matrislere ulaşılmıştır. Yapılan işlemler sonucunda, seçilecek yer alternatiflerini elimizdeki kriterlere göre karşılaştırarak bir matrise ulaşılmış olmaktadır. Bu yöntem tekrar tekrar kullanılarak, kriterlerin kendi aralarındaki önem sırasını da belirlememiz gerekmektedir. Bu işlemler ise şu şekilde gösterilmiştir:

MALZEME	TUĞLA	STRAFOR	İÇ SIVA	DIŞ SIVA
A	0,0725	0,0566	0,186	0,106
B	0,0725	0,203	0,383	0,356
C	0,1575	0,736	0,416	0,53
D	0,665	-	-	-
KRİTERLER	TUĞLA	STRAFOR	İÇ SIVA	DIŞ SIVA
TUĞLA	1	1/5	1/3	1/3
STRAFOR	5	1	1/3	1/3
İÇ SIVA	3	3	1	1/4
DIŞ SIVA	3	3	4	1

Şekil 7. Satır matrisi tablo ortalamaları (Average of line matrix table)

KRİTERLER	AĞIRLIK
TUĞLA	0,085
STRAFOR	0,196
İÇ SIVA	0,243
DIŞ SIVA	0,473

Şekil 8. Kriter ağırlık tablosu (Criteria weight table)

Kriterlerde en önemliden önemsiz doğru sıralama:

- 1.Dış sıva
- 2.İç Sıva
- 3.Strafor
- 4.Tuğla şeklindedir.

Mevcut Alternatiflerin var olan kriterler düzeyinde almış olduğu önem puanını ve var olan kriterlerin kendi aralarındaki önem puanlarını içeren 2 adet matris bulunmaktadır. Yapılan son hesaplama, alternatifler matrisindeki her alternatifin, her kriter bazındaki değerini o kriterin ağırlık puanıyla çarparak bulunduğu satırı toplamak olacaktır.

İşlem bu şekilde gerçekleştirilmektedir:

4. BULGULAR (FINDINGS) :

	TUĞLA	STRAFOR	İÇ SIVA	DIŞ SIVA	
A	0,0725*0,8525	+ 0,0566*0,196	+ 0,186*0,243	+ 0,106*0,473	= 0,112489
B	0,0725*0,8525	+ 0,203*0,196	+ 0,383*0,243	+ 0,356*0,473	= 0,30746
C	0,1575*0,8525	+ 0,736*0,196	+ 0,416*0,243	+ 0,53*0,473	= 0,50945
D	0,665*0,8525	+ -	+ -	+ -	= -

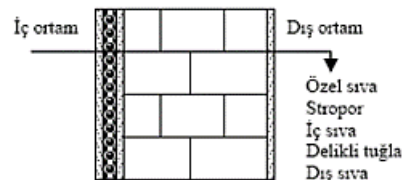
MALZEME	PUAN
A	0,112 11%
B	0,307 30%
C	0,509 50%
D	0,014 1%

Şekil 9. Malzemeye ilişkin sonuç tablosu (Table of Results for Material)

Tüm bunların sonucunda C alternatifi seçilmelidir. Malzeme seçiminde Dış Sıva önemli olup, C seçenekleri seçilmesi uygun görülmüştür.

4.1. Yapay Sinir Ağları ile Tuğla Duvardaki Isı Kaybının Tespiti (Detection Of Heat Abduction On The Walls By Artificial Neural Network)

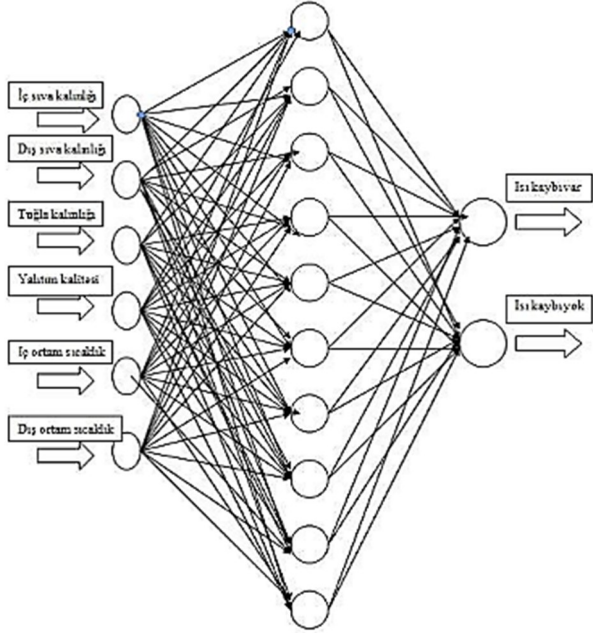
Bu uygulamada, Binalarda bulunan bir tuğla duvardaki ısı kaybının yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak tespit edilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 10. Yalıtımlı duvar (Insulated Wall) [5]

Bu problemin çözümü için kullanılacak Yapay Sinir Ağları modelinde 1 giriş katmanı, 2 ara katman ve 1 çıkış katmanı bulunmakta ve algoritma olarak da ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı kullanılmıştır. Girdi katmanında 6

girdi elamanı kullanılmaktadır. Ağ içinde bulunan 2 ara katmanda ise sırasıyla 6 ve 4 er adet olmak üzere toplam 10 adet yapay nöron kullanılmıştır. Oluşturmuş olduğumuz Yapay Sinir Ağı'nın çıkışı değeri ise yalıtımlı duvardaki ısı kaybı olup olmamasıdır.



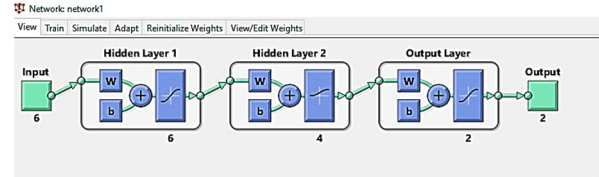
Şekil 11. Yalıtımlı duvar için hazırlanan YSA mimarisini (ANN Architecture Prepared for Insulated Walls)

Yalıtımlı Duvar İçin Hazırlanan Eğitim Seti İçin Kullanılan Değerlerimiz şu şekilde belirlenmiştir;

Giriş ve çıkış parametreleri (Input and Output Parameters):

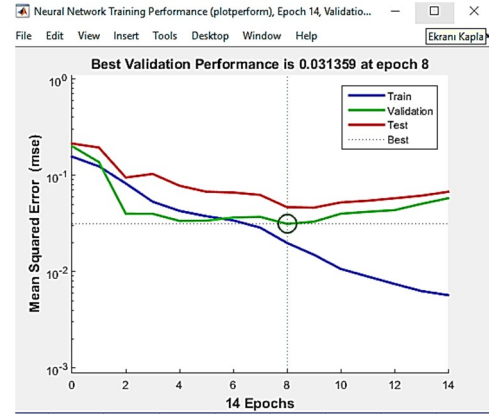
- X1-sıva kalınlığı (iç)
- X2- sıva kalınlığı (dış)
- X3-kullanılan tuğla kalınlığı
- X4-bina içi sıcaklığı
- X5-bina dışı sıcaklığı
- X6-yalıtım malzeme kalınlığı
- Y1- ısı kaybı var
- Y2- ısı kaybı yok

Yapılan çalışmadaki giriş ve çıkış değerleri normalizasyon (tekrarlardan ayrıştırma) işlemi gerçekleştirilerek ağa sunulmuştur. Yapılan denemeler sonucunda sırasıyla 6 ve 4 adet olmak üzere toplamında 10 nörondan oluşan iki adet ara katmanın olması uygun görülmüştür. MATLAB' ta hazırlanan programda Yapay Sinir Ağları eğitilmiştir. Matlab programı ağırlık değerlerini rastgele belirleme işlemi gerçekleştirmektedir. Bu işlemden sonra da var olan her bir örneği sırasıyla ağa sunarak çalışmasını gerçekleştirmektedir.



Şekil 12. MATLAB' ta Yapay sinir ağı yapısı (Artificial Neural Network in MATLAB)

Şekil 12 de MATLAB programında yapay sinir ağı modelinde kullanılan algoritmalar ve yapay sinir ağı modeli gösterilmektedir. Yapay sinir ağı olarak İleri Beslemeli Geri Yayılım Algoritması ağ tipi 2 adet gizli katman kullanılmıştır. Bunlar 1. Gizli katman=6, 2. Gizli katman= 4 prosesli (6-6-4-2) olduğu görülmektedir. Kullanılan algoritmalar ise, eğitim işleminde Levenberg-Marquart algoritması kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca performans ölçütü olarak ortalama kare hatası (M.S.E) kullanıldığı görülmektedir. Öğrenme fonksiyonu olarak da Momentum değişkenli olduğu için "leangdm" kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Yapay Sinir Ağı eğitiminde hata diyagramı aşağıdaki şekilde gibidir:

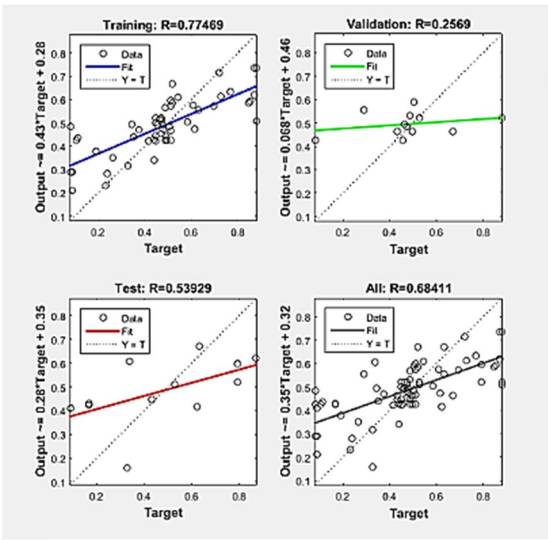


Şekil 13. Yapay Sinir Ağı'nın iterasyona bağlı performans grafiği (performance charts depends on iterations of Artificial Neural Network)

Performans ölçütü olarak MSE kullanılmıştır. YSA modelinde ısı kaybı için en iyi modelin MSE değeri en küçük olan yani en iyi Performans değerinin 8.periyotta yer alan 0,031359 değeri olduğu tespit edilmiştir. En iyi performans değeri kısa çizgilerle ifade edilmiştir. Mavi ile gösterilen kısımlar eğitilen verilerin performans değerini, kırmızı kısım da test verilerimizin performansını göstermektedir. Analiz sonucunda gösterilen girdi değerlerine bağlı olarak ağın çıktı değerleri hesaplanmaktadır. Ayrıca oluşturulmuş olan eğitim verileri program tarafından kullanılarak çıkış değerlerinin tahmin edilme işlemi yapılmaktadır. İleri hesaplamalı yöntemlerde en düşük hata ile çıkış değerlerinin tahmin edilmesi işlemi YSA'nın en temel kurallarından biridir

[14]. Yapay Sinir Ağları ile oluşturulan model verilen eğitim verilerini kullanarak istenilen öğrenmeyi sağlar ve bundan sonra öğrenme setinde bulunan örneklerin ağı uygulanması ile öğrenme gerçekleştirilmektedir. Yapay Sinir Ağlarının test için kullanılan eğitim verilerini oluşturulan ağı uygulanması ile test eğitim verisindeki çıkışı belli bir hata değeri ile tahmin etme işlemi YSA'nın öğrenme yeteneğini göstermektedir. Bu işlemde ağırlıklar öğrenme sırasında rastgele olarak belirlenmektedir. Öğrenme işlemi gerçekleştirildikten sonra bu işlemin gerekliliğinden dolayı Yapay Sinir Ağlarının eğitilmesi sırasında da ağırlıklar çıkış değerlerine bağlı olarak güncellenmektedir. İleri beslemeli YSA modelinde hata oranı istenilen seviyenin altına indiğinde ya da belli bir yinleme işlemi tamamlandığı andan itibaren öğrenme işlemi ile birlikte oluşturulmuş olan ağı eğitiminin bitmiş olduğu anlaşılmaktadır.

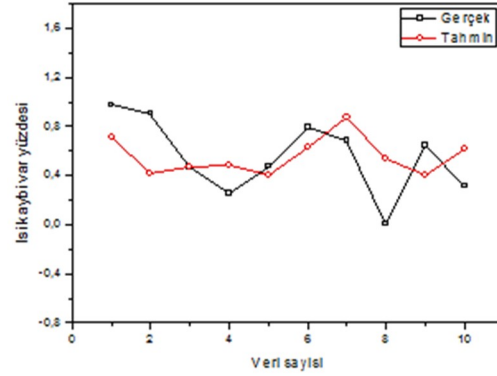
YSA ile ısı kaybının tespit edilmesi işleminin gerçekleştirilmesinde Matlab programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Oluşan ısı kaybının belirlenebilmesi için sırası ile aşağıdaki aşamalar sırasıyla test edilmiştir. Eğitim verilerinden daha verimli sonuçlar elde edebilmek için Matlab 'ta normalize edilmiştir.



Şekil 14. Yapay Sinir Ağları Eğitim Regresyon analizi grafikleri (Artificial Neural Network Training Regression analysis charts)

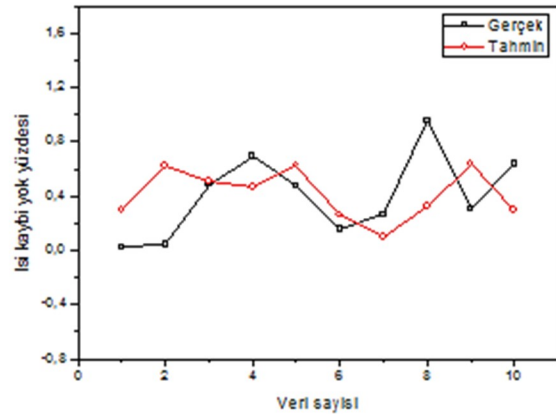
Şekil 14 te kullanılan yapay sinir ağlarının eğitimine ait regresyon grafikleri gösterilmektedir. İlişki analizi olarak ta adlandırılan regresyon analizi, herhangi bir değişkenin, bir veya daha fazla değişkenle arasındaki ilişkinin matematik bir fonksiyon şeklinde yazılmaktadır [22]. Yapılan analizler sonucunda veri sayısına göre

duvarlardaki ısı kaybı var ve ısı kaybı yok ile ilgili gerçek ve tahmini değerleri gösteren grafikler aşağıda belirtildiği gibidir.



Şekil 15. Isı kaybı var yüzdesi grafiği (has heat loss percentage chart)

Yapılan analizler sonucunda veri sayısında göre ısı kaybı var yüzdesi için tahmini ve gerçek değerlerinin yakın değerler olduğu görülmektedir. Buradan da oluşturulan yapay sinir ağının performanslı bir şekilde çalıştığı ve doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 16. Isı kaybı yok yüzdesi grafiği (No heat loss percentage chart)

Yapılan analizler sonucunda veri sayısında göre ısı kaybı yok yüzdesi için tahmini ve gerçek değerlerinin yakın değerler olduğu görülmektedir. Buradan da oluşturulan yapay sinir ağının performanslı bir şekilde çalıştığı ve doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.

5. SONUÇ (RESULTS)

Gerçekleştirilen uygulamalarda tuğla duvarlarında kriter olarak yalıtımlı durumu tercih edilmiştir. Kullanılan Yapay Sinir Ağı yapısı olarak ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı tercih edilmiştir. Bu tercih sonrasında veriler normalizasyon işleminden geçirilerek Yapay Sinir Ağında oluşturulan ağı yapısına iletilmiştir. Yapılan bu işlemler sonucunda gerekli hassasiyet

olup olmadığını tespit etmek amacı ile elde edilmiş olan çıkış değerleri sayısal sonuçlarla karşılaştırılmış ve hassasiyetin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Yapay sinir ağını MATLAB programında eğitim ve sonrasında test işlemlerini gerçekleştirdikten sonra; problem için elde edilmiş olan değerler yapay sinir ağına sunulduğunda elde edilen ısı kaybı oranları tespit edilmiştir.

Isı yalıtımında Karar Destek Sistemleri kullanılarak uygun malzeme seçimine karar verilmiştir. Isı yalıtımında kullanılacak malzeme seçme probleminde, müşteri beklentisini en yüksek derecede karşılayabilmek için ve daha sağlıklı karar alınabilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yönteminden yararlanılan örnek bir Karar Destek Modeli önerilmiştir. Yöntem inşaat firmaları tarafından en iyi malzeme seçimine karar vermek amacıyla uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

İnşaat firmaları ile yapılan 10 anket sonucu değerlendirilerek AHP yöntemi ile hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamaların sonunda, eldeki alternatiflerin kendi arasında ağırlık kazandığı görülmüştür. Analitik Hiyerarşi Süreci ile sıralama baz alındığında, firmaların malzeme seçimi olarak "C" alternatifini seçmesi gerekecektir. Sonuç olarak firmaların "Dış Sıva" ya daha çok önem vermesi gerektiği, alternatiflerden 24'lük izole tuğla, 4cm strafor, 3cm iç sıva, 4cm dış sıva seçilmesi uygun olacağı hesaplamalar sonucunda tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] E. Çetinkaya, "Binalarda Enerji verimliliğinin analizi", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [2] Ö. Keleşoğlu ve A. Fırat, "Tuğla Duvardaki ve Tesisattaki Isı Kaybının Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi", Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Der. cilt. 18, no. 1, pp. 133-141, 2006.
- [3] B. Köse, O. Isıkan ve A.T. İnan, "Isı Yalıtım Uygulamalarının Üç Bölge İçin Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, sayı. 3, pp. 1-9, 2006.
- [4] A.S. Dizkırıcı, "Konutlarda Enerji Verimliliğinin Ölçümü İçin 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi ve Ekonometrik Uygulama", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2009.
- [5] T. Mete, "Kesikli bir biyoreaktörde yapay sinir ağlarının kullanımı", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [6] M.L. Koç, C.E. Balas ve A. Arslan, "Taş Dolgu Dalgakıranların Yapay Sinir Ağları ile Ön Tasarımı", İMO Teknik Dergi, pp. 3351-3375, yazı. 225, 2004.
- [7] B. Ataseven, "Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi", Öneri Dergisi, cilt. 10, no. 39, pp. 101-115, 2013.
- [8] M. Fırat ve M. Güngör, "Askı madde konsantrasyonu ve miktarının yapay sinir ağları ile belirlenmesi", Teknik Dergi, yazı. 219, pp. 3267-3282, 2004.
- [9] Ö. Turunç, "Bilgi teknolojileri kullanımının işletmelerin örgütsel performansına etkisi", Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.
- [10] İ.F. Gülenç ve G.Aydın Bilgin, "Yatırım kararları için bir model önerisi: AHP yöntemi", Öneri, URI: <http://hdl.handle.net/11424/1586>, cilt. 9, no. 34, pp. 97-107, 2010.
- [11] H. Min, "Location analysis of international consolidation terminals using the analytic hierarchy process", Journal of Business Logistics, vol. 15, no. 2, pp. 25, 1994.
- [12] Ö. Keleşoğlu, "Betonarme Bir Binada Yıllık Isı Kaybı ve Enerji İhtiyacının Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi", e-Journal of New World Sciences Academy, cilt. 3, no. 2, pp. 381-390, 2008.
- [13] S.A. Kalogirou and M.Bojic, "Artificial neural networks for the prediction of the energy consumption of a passive solar building", Energy, vol. 25, no. 5, pp. 479-491, 2000.
- [14] H. Erkaymaz ve Ö.Yaşar, "Yapay Sinir Ağı ile Hava Sıcaklığı Tahmini", 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, Elazığ, 2011.
- [15] I. C. Yeh (1998), "Modeling concrete strength with augment-neuron networks", Journal of Materials in Civil Engineering, Cilt 10, No. 4, pp. 263-268.
- [16] Z. Zhang, C.T.T. Hsu and J.Moren, "Shear strengthening of reinforced concrete deep beams using carbon fiber reinforced polymer laminates" Journal of Composites for

- Construction, vol. 8, no. 5, pp. 403-414, 2004.
- [17] A. Oreta and K. Kawashima, “Neural network modeling of confined compressive strength and strain of circular concrete columns”, Journal of Structural Engineering, vol. 129, no. 4, pp. 554-561, 2003.
- [18] Z. Yılmaz, “Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, İzmir, sayı. 91, pp.7-15, 2005.
- [19] C. Çelik, “Binalarda enerji verimliliği”, I. Ulusal Enerji Verimliliği Forumu, İstanbul, 2009.
- [20] M. Öztürk, “Yeşil binalarda enerji verimliliğinin incelenmesi ve bina enerji modelleri”, Doktora Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [21] A. Erdoğan ve S. Canbazođlu, “Farklı Mimari Durumların Enerji Tüketimi ve Çevresel Etkileri Üzerine Bir Araştırma”, Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi, cilt. 3, no. 2, pp. 51-60, 2015.
- [22] N. Orhunbilge, “Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi”, 2.Baskı, İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayınları, 2002.