

## **TÜRKİYE’DE AĞIRLIKLI OLARAK KULLANILAN DUVAR VE ÇATI TIPLERİ İÇİN İLETİM ZAMAN SERİLERİNİN (CTS) HESAPLANMASI**

**M. Azmi AKTACİR, Bülent YEŞİLATA, Burak YENİGÜN, Emrah YAKA**

### **ÖZET**

Soğutma yükü, yapılardaki enerji ekonomisi çalışmalarını etkileyen en temel parametredir. Soğutma yükünü meydana getiren bileşenlerin gün içerisinde önemli değişimler göstermesi, soğutma yükü hesaplarını karmaşık bir hale getirmektedir. Soğutma yükünün hesaplanmasına tesir eden birçok etkenin birbiriyle olan ilişkilerinden dolayı hassas olarak tayinleri çok güçtür. Bunları tespit etmek için kapsamlı ve dikkatli bir enerji analizi yapmak gerekir. ASHRAE Fundamental-Handbook’da soğutma yükü hesabı için ısı dengesi (HB) yönteminden türetilen Işınım zaman serisi (RTS) yöntemi önerilmiştir. RTS hesap yönteminde, iletimle ısı transferinin kolayca belirlenmesi için İletim Zaman Serileri (CTS) kullanılır. CTS serileri sayesinde saatlik ısı kazançları kolaylıkla bulunabilmektedir. Bu çalışmada Türkiye’deki ağırlıklı olarak kullanılan duvar ve çatı tipleri için İletim Zaman Serileri (CTS) hesaplanmıştır. Bu amaçla CTS serilerinin tespiti için MATLAB programlama dili kullanılarak bir program hazırlanmıştır. Bu program sayesinde 12 duvar ve 10 çatı tipi için CTS serileri elde edilmiştir. Bunun yanında programın doğrulanması için ASHRAE Fundamental-Handbook 2009’da verilen bir duvar ve bir çatı tipi için doğrulama yapılmıştır.

## **CALCULATIONS OF CONDUCTION TIME SERIES (CTS) FOR WALL AND ROOF TYPES WIDELY USED IN TURKEY**

### **ABSTRACT**

Cooling load is the main parameter affecting energy economy studies in building structures. Significant changes in cooling load components within a day make the calculations extremely complicated. Cooling load components are indeed closely interacted with each other; hence exact determination of each is not an easy task. A comprehensive energy analysis with a great care is needed to accomplish this task. The ASHRAE Fundamental-Handbook suggests using the Radiance Time Series (RTS) Method, derived from the well-known Heat Balance (HB) method. This method allows easy calculation of hourly heat gains resulting from the conduction by generating Conduction Time Series (CTS) of the related structure element. We analytically calculated CTS values for the walls and roofs widely used in Turkey by generating necessary MATLAB Language code. The CTS of 12 walls and 10 roofs are presented here. The accuracy of the method used here was verified by calculating and comparing the obtained results with those given in The ASHRAE Fundamental-Handbook 2009 for the same wall and roof types.

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**

## **1.GİRİŞ**

Günümüzde yaşam alanlarında iklimlendirme sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ayrıca küresel ısınma da, yapıların soğutma ihtiyaçlarını arttıran diğer bir faktördür. Yapılarda tüketilen enerjinin büyük kısmını kullanan iklimlendirme sistemlerinin, doğru bir şekilde tasarlanması enerji ekonomisi açısından oldukça önemlidir. İklimlendirilecek yapının tasarımını gerçekleştiren tasarım mühendislerinin, uygun sistem ve günlük çalışma şartlarını optimize etmeleri gerekir. Böylece yapılarda tüketilen enerji minimize edilerek, enerji performansı yüksek binalar elde edilebilir. Doğru bir tasarımla sistemin yatırım, işletme ve bakım maliyetleri düşürülmekle beraber, arzulanan konfor şartları da sağlanabilmektedir.

Soğutma yükü, yapılardaki enerji ekonomisi çalışmalarını etkileyen en temel parametredir. Soğutma yükünü meydana getiren bileşenlerin gün boyunca önemli değişimler göstermesi, soğutma yükü hesaplarını karmaşık bir hale getirmektedir. Soğutma yükünün hesaplanmasına tesir eden birçok etkenin birbiriyle olan ilişkilerinden dolayı hassas olarak tayinleri çok güçtür. Bunları tespit etmek için kapsamlı ve dikkatli bir enerji analizi yapmak gerekir. Binaların soğutma yükünü belirleyebilmek için; çok basitten oldukça karmaşık yöntemlere kadar değişik hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin ortaya çıkmasında, geliştirilmesinde ve standartlaştırılmasında ASHRAE (American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers) çok önemli bir rol oynamıştır. ASHRAE'nin 2009 yılında yayınladığı en son Fundamental-Handbook'da soğutma yükü hesabı için Isı dengesi (HB) yönteminden türetilen Işınım Zaman Serisi (RTS) yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemde duvar ve çatıdan oluşan iletimle ısı transferi; homojen yapı özellikleri ile zamana bağlı olarak bir boyutlu modellenmektedir. İklim verilerinin gün içinde farklı değerlerde olması nedeniyle, iletimle ısı transferinde etkili olan parametreler dinamik özellik taşımaktadır. RTS hesap yönteminde, bu dinamik etkinin kolayca belirlenmesi için İletim Zaman Serileri (CTS) kullanılmaktadır.

CTS serisi, yapı elemanına ait ısı geçiş katsayısının (U) yüzdelik olarak 24 saatlik dağılımıdır. İletimle ısı geçişinde yüzeyden geçen ısı akısı, yapı elemanın ısı depolama kapasitesine göre belli bir faz kayması ile gerçekleşir. RTS yönteminde iletimle ısı kazancı hesabında, hesaplama anından geriye dönük olarak 24 saatlik zaman periyodu dikkate alınır. Hesaplama, CTS serileri ve buna karşılık gelen ısı akısı değerleri çarpılarak toplam ısı kazancı bulunur. CTS serilerinin doğru olarak belirlenmesi, soğutma/ısıtma yükü ve enerji hesaplarının güvenilirliği açısından önem arz etmektedir. ASHRAE 2009 Fundamental Handbookta 35 duvar ve 19 çatı tipi örneği yayınlamıştır. Ancak bu yapı tiplerinin az bir kısmı Türkiyedeki yapılar için uygundur. Bu çalışmada Türkiye'deki mimari yapıya uygun olarak istenilen tüm yapı tipleri için CTS serilerinin tespiti amaçlanmıştır. Bu amaçla CTS serilerinin tespiti için MATLAB programlama dili kullanılarak bir program hazırlanmıştır. Bu program ile istenilen duvar/çatı tipi için CTS serileri kolayca hesaplanabilmektedir.

## **2. TÜRKİYE'DEKİ BİNA YAPILARI**

Türkiye'deki binaların nicelik ve niteliklerine yönelik temel verilerin derlenmesi amacıyla gerçekleştirilen ilk çalışma, 1965 yılında Türkiye İstatistik kurumu (TÜİK) tarafından gerçekleştirilmiştir. 1970 ve 1984 yıllarında tekrarlanan çalışma, en son olarak kapsamı önceki çalışmalara göre artırılarak 2000 yılında gerçekleştirilmiştir. "Bina Sayımı 2000" olarak adlandırılan istatistikî çalışma ile, Türkiye'nin yerleşme ve konut alanında yaşadığı değişimleri değerlendirebilmek, şehirleşme ile ilgili yapıyı ortaya koyabilmek ve bunlar için gerekli planların yapılmasında ihtiyaç duyulan temel veri setini oluşturmak hedeflenmiştir. Yapılan çalışmada Türkiye de belediye sınırları içinde 7.838.675 adet bina olduğu belirlenmiştir.

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, binaların kullanım amaçlarına göre dağılımında toplam bina sayısı içinde en fazla payı %75 ile yalnızca konut amaçlı kullanılan binalar almaktadır. İçinde hem konut hem de konut dışı kullanım amacı bulunan binalar ise %12'lik bir pay almaktadırlar. Bunları %6 ile ticari yapılar, %2 ile sanayi yapılar takip etmektedir. Binaların %91,7'si özel sektör tarafından, %3,6'sı kamu sektörü tarafından, %4,5'i ise yapı kooperatifleri tarafından yaptırılmıştır. Binaların taşıyıcı sistemi göre, binaların %48'i iskelet, %51'i yığma olarak inşa edilmiştir. Tünel kalıp sistemi ile inşa edilen bina sayısının oranı %0.1'dir. Yığma ve iskelet olarak inşa edilen binalarda kullanılan dolgu maddesi cinslerine göre en fazla payı %60 ile tuğla almaktadır. Bunu %18 ile briket, %10 ile taş, %8 ile kerpiç izlemektedir. Bina Sayımı 2000 çalışmasının üzerinden 10 yıldan fazla bir zaman geçmesi ve bu süre içerisinde kent nüfusunun giderek artışı ve inşaat sektörünün Türk ekonomisinin lokomotif sektörlerden biri olduğu düşünülürse, bina sayısında dikkate değer bir oranda artışı açıktır. Ülkemizde mevcut binaların, yapı bileşenleri açısından genel olarak betonarme yapıların hâkim olduğu ve özellikle duvarlarda ağırlıklı olarak tuğla kullanıldığı anlaşılmaktadır. Ülkemizde, binaların enerji verimliliğini artırmak amacıyla uygulanan ısı yalıtım kalınlıkları TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" standardı ile belirlenmektedir. İlk olarak 29 Nisan 1998 tarihinde tavsiye niteliğinde yayımlanan TS 825 standardı, 14 Haziran 1999 tarih ve 23725 sayılı Resmi Gazete'de yeniden yayımlanmıştır. Buna paralel olarak hazırlanan "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği"nin 8 Mayıs 2000 tarih ve 24043 sayılı Resmi Gazete'de yer alması ile 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren uygulaması zorunlu standart olarak yürürlüğe girmiştir. Bu standart 22 Mayıs 2008 tarihinde günün şartlarına göre revize edilmiş ve yapılan değişiklikler 9 Ekim 2008 tarih ve 27019 no'lu resmi gazetede yayınlanarak "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği" ile yürürlüğe girmiştir. Bu kapsamda düşünülen diğer bir yönetmelikte 5 Aralık 2008 tarihli 27075 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği'dir. BEP yönetmeliği ile binaların enerji tüketimlerini sınıflandıran bina enerji kimlik belgesi (EKB) kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Böylece binaların enerji performans sınıfları göre hazırlanan Enerji Kimlik Belgeleri doğrultusunda, yapının ihtiyacına göre ısı yalıtımı, ısı pompası, bina otomasyonu gibi enerji verimliliğini artıran uygulamalar yapılabilmektedir. BEP yönetmeliği ile binanın, belirlenen asgari şartlara uygunluğunu kontrol etmek amacıyla Binalarda Enerji Performansı programı (BEP-TR) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından kullanıma açılmıştır. BEP-TR programında veri tabanı TS 825 esas alınarak hazırlanmıştır. 1 Nisan 2010 tarihinde (27539 sayılı Resmi Gazete) BEP yönetmeliğinin bazı maddeleri değiştirilmiştir.

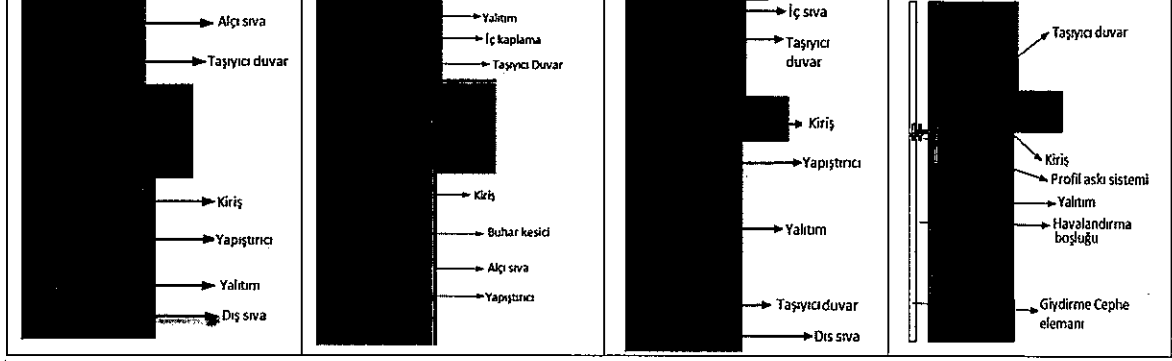
### 2.1. Duvarlar

Ülkemizdeki binalarda ağırlıklı gözlemlenen dış duvar yapıları 5 başlık altında toplanabilir.

- Yalıtımsız Duvarlar; Bina duvarı herhangi yalıtım uygulanmamış tuğla veya beton duvarlardır. Türkiye'deki mevcut binaların çoğunda bu yapı tipi görülmektedir.
- Dış Yüzeyine Isı Yalıtım Uygulanmış Duvarlar; Bina dış duvarına, ısı yalıtım sistemi dış taraftan uygulanmaktadır. Binayı dıştan saran bir özellik taşıdığı için ısı yalıtımı yönünden mantolama da denilmektedir.
- İç Yüzeyine Isı Yalıtım Uygulanmış Duvarlar; Isı yalıtımının binanın dış tarafına uygulanmaması durumunda özellikle büro gibi küçük yapılarda duvar iç yüzeyine ısı yalıtımı uygulaması yapılmaktadır.
- Çift Duvar Arası Isı Yalıtımlı Duvarlar (Sandviç Duvar); Çift duvar arasına ısı yalıtımı uygulaması ile elde edilen bir duvar yapısıdır. Sandviç duvar olarak ta ifade edilmektedir.
- Dıştan Havalandırmalı Dış Duvarlar (Giydirme Cephe Sistemi); Yapının mevcut duvarına uygulanan ısı yalıtım malzemesi ile kaplama malzeme arasında hava boşluğu bulunan sistemlerdir.

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

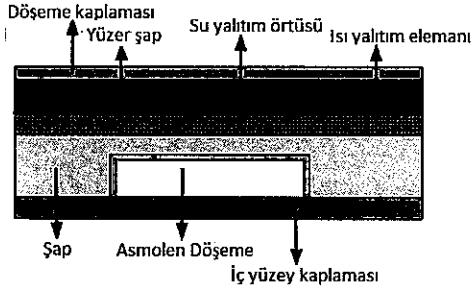
**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**



**Şekil 1.** Duvar tip kesitleri

## 2.2. Çatılar, Tavan ve Döşemeler

Ülkemizde genel olarak çatılar, teras ve eğimli çatı olarak iki şekilde görülmektedir. Çatılar çoğunlukla betonarme özellik taşımaktadır. Bazı uygulamalarda ise metal örtülü çatılarda görülmektedir. Isı kazancı hesaplarında toprak temaslı taban ve döşemelerden olan yükler dikkate alınmadığından, burada ara kat tavan/döşeme kesitleri gösterilmiştir. Ara kat döşemelerinde betonarme yapılar ağırlıklı olup kesit detayları Şekil 2’de verilmiştir.



**Şekil 2.** Ara kat döşemesi

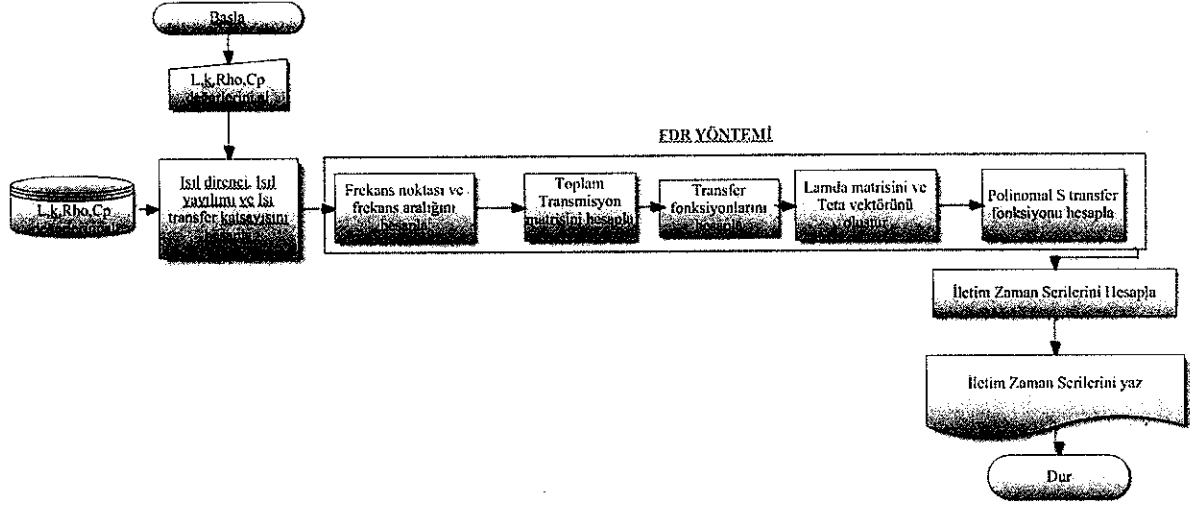
## 3. CTS DEĞERLERİNİN TESPİTİ

Bu çalışmada, yapı tiplerine ait CTS değerlerinin tespitinde Chen (2003) tarafından geliştirilen Frequency Domain Regression (FDR) yöntemi kullanılmıştır. FDR yöntemi, duvar ve çatı tiplerinin ısı akışı hesabı için teorik frekans karakteristikleri bazında polinomal s transfer fonksiyonları hesaplamak için geliştirilmiştir.

Bu çalışmada Şekil 3’te verilen akış diyagramına uygun olarak MATLAB programlama dili ile bir program hazırlanmıştır. Programın veri tabanında yapı elemanlarına ait termo fiziksel özellikler, TS 825 Binalarda ısı yalıtım standardından, ASHRAE Fundamental Handbook’tan, “The Harmonisation of Thermal Properties of Building Materials” başlıklı çalışmanın sonuç raporundan ve ülkemizde sıkça kullanılan yapı elemanlarına ait ürün kataloglarından temin edilmiştir.

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul



Şekil 3. Hazırlan programın akış diyagramı

#### 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

##### 4.1. Programın Doğruluk Testi

Bu çalışmada hazırlanan programın doğrulanması için ASHRAE Fundamental-Handbook 2009'da verilen 21 nolu duvar ve 14 nolu çatı tipleri ele alınmıştır. Bu çalışmada hazırlanan program ile aynı özellikteki yapılar için CTS serileri elde edilmiştir. Tablo 1'de 21 nolu duvar ve 14 nolu çatı tipinin detayları ve toplam ısı iletim katsayıları verilmiştir. Tablo 2'de ise incelenen duvar ve çatı tiplerine ait CTS değerleri birbiri ile kıyas edilmiştir. Tablodan görüleceği gibi, bu çalışmadan elde edilen CTS serileri ile ASHRAE'de verilen CTS serileri arasında herhangi bir fark olmayıp birebir aynı sonuçlar bulunmuştur.

Tablo 1. ASHRAE 21 no'lu Duvar ve 14 no'lu Çatı yapı detayları

Yapı adı/Duvar	L(mm)	$\lambda$ (W/mK)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_p$ (J/kgK)	$R$ (m <sup>2</sup> K/W)
İç hava direnci	-	-	-	-	0.120
Alçı	15.9	0.16	800	1090	0.100
Yalıtım levhası	89.4	0.05	19	960	1.940
Beton blok	203.2	0.50	464	880	0.410
Dış hava direnci	-	-	-	-	0.040
Toplam ısı geçirgenlik katsayısı U (w/m <sup>2</sup> K)					0.383
Yapı adı/Çatı	L(mm)	$\lambda$ (W/mK)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$C_p$ (J/kgK)	$R$ (m <sup>2</sup> K/W)
İç hava direnci	-	-	-	-	0.160
Beton (düşük yoğunluklu)	101.6	0.53	1280	840	0.190
Yalıtım levhası	76.2	0.03	43	1210	2.640
Fiber kaplama	12.7	0.07	400	1300	0.190
Dış hava direnci	-	-	-	-	0.040
Toplam ısı geçirgenlik katsayısı U (w/m <sup>2</sup> K)					0.304

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**

**Tablo 2.** ASHRAE 21 no'lu Duvar ve 14 no'lu Çatı'nın CTS serilerinin kıyaslanması

Zaman Aralığı (saat)	İletim Zaman Serileri (%)			
	Duvar		Çatı	
	ASHRAE	Bu çalışma	ASHRAE	Bu çalışma
0	0	0	1	1
1	4	4	2	2
2	13	13	8	8
3	16	16	11	11
4	14	14	11	11
5	11	11	10	10
6	9	9	9	9
7	7	7	7	7
8	6	6	6	6
9	4	4	5	5
10	3	3	5	5
11	3	3	4	4
12	2	2	3	3
13	2	2	3	3
14	2	2	3	3
15	1	1	2	2
16	1	1	2	2
17	1	1	2	2
18	1	1	1	1
19	0	0	1	1
20	0	0	1	1
21	0	0	1	1
22	0	0	1	1
23	0	0	1	1

**4.2. Duvar ve Çatı için CTS değerleri**

Bu çalışmada ASHRAE Handbook-Fundamentals 2009'da sunulan duvar ve çatı tipleri dışında, özellikle Türkiye'de ağırlıklı olarak kullanılan duvar ve çatı tipleri dikkate alınmıştır. Tanımlanan duvar tipleri; yalıtımlı ve yalıtımsız tuğla duvarlar, yalıtımlı ve yalıtımsız beton duvarlar, sandviç tip duvarlar, ısı yalıtım özelliği olan tuğlalı izo duvarlar, gaz beton duvarlar, ve giydirme cephe duvarlardır. Ülkemizde duvar ve çatılar için ısı geçirgenlik katsayıları, TS 825 Isı yalıtım standardında belirtilen 4 iklim bölgesine göre belirlenir. Örneğin iklim bölgelerine göre duvarlar için tavsiye edilen ısı geçirgenlik katsayıları (U) 0.40-0.80 W/m<sup>2</sup>K arasında değişmektedir. Bu çalışmada istenilen tüm duvar ve çatı tipleri için iklim bölgelerine uygun olarak belirlenmiş ısı geçirgenlik katsayılarına göre CTS katsayıları hesaplanmaktadır. Tablo 3 ve Tablo 4'te örnek olarak 12 farklı duvar ve 10 farklı çatı için CTS katsayıları sunulmuştur. Tablolardan görüleceği gibi yapı elemanını oluşturan katmanların özelliklerine bağlı olarak CTS serilerinde farklılıklar görülmektedir. Daha önce ifade edildiği gibi, yapı elemanına ait CTS değerleri ile soğutma yükünü belirleyen en önemli ısı kazançlarından birisi olan iletimle ısı kazançları belirlenmektedir.

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**

**Tablo 3.** Türkiye’de ağırlıklı olarak kullanılan duvar tipleri için CTS serileri

Zaman Aralığı (saat)	Tuğla Duvar				Beton Duvarlar					Giydirmeli Duvar		
	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6	Tip7	Tip8	Tip9	Tip10	Tip11	Tip12
	İletim Zaman Serileri (%)											
0	0	0	0	0	2	1	0	1	3	0	0	0
1	2	2	1	1	1	3	0	2	3	1	0	0
2	8	8	4	4	2	8	2	4	3	3	2	2
3	13	11	9	10	3	10	6	7	3	8	5	5
4	15	12	12	13	5	10	10	8	3	10	8	8
5	13	11	12	13	6	9	12	8	3	11	10	10
6	11	9	12	12	7	8	12	8	4	11	10	10
7	9	8	10	10	7	7	11	7	4	10	10	10
8	7	7	9	8	7	6	9	7	5	8	9	9
9	6	6	7	7	7	6	8	6	5	7	8	8
10	4	5	6	5	7	5	6	5	5	6	7	7
11	3	4	4	4	6	4	5	5	5	5	6	6
12	2	3	4	3	6	4	4	4	6	4	5	5
13	2	3	3	3	5	3	3	4	6	3	4	4
14	1	2	2	2	5	3	3	4	5	3	3	3
15	1	2	2	2	4	2	2	3	5	2	3	3
16	1	2	1	1	4	2	2	3	5	2	2	2
17	1	1	1	1	3	2	1	3	5	1	2	2
18	1	1	1	1	3	2	1	2	4	1	1	2
19	0	1	0	1	3	1	1	2	4	1	1	1
20	0	1	0	0	2	1	1	2	4	1	1	1
21	0	1	0	0	2	1	1	2	4	1	1	1
22	0	0	0	0	2	1	0	2	3	1	1	1
23	0	0	0	0	1	1	0	1	3	0	1	0
U(w/m <sup>2</sup> K)	1.27	0.42	0.50	0.93	0.45	3.44	0.50	0.45	0.45	1.17	0.87	0.48
Tip1-20mm kireç-çimento harcı,190mm düşey delikli yağma tuğla,20mm çimento harcı Tip2- 20mm kireç-çimento harcı,40mm poliüretan yalıtım levhası,135mm yatay delikli tuğla,20mm çimento harcı Tip3- 20mm kireç-çimento harcı,100mm yatay delikli tuğla,40mm Polistiren yalıtım levhası,100mm yatay delikli tuğla,20mm çimento harcı Tip4- 20mm kireç-çimento harcı,150mm straforlu izo tuğla,20mm çimento harcı Tip5- 20mm kireç-çimento harcı,85mm yatay delikli tuğla,50mm Polistiren yalıtım levhası,150mm düşük yoğunluklu beton,20mm çimento harcı Tip6- 20mm kireç-çimento harcı,200mm yüksek yoğunluklu beton,20mm çimento harcı Tip7- 20mm kireç-çimento harcı,200mm gaz beton,20mm çimento harcı Tip8- 20mm kireç-çimento harcı,40mm poliüretan yalıtım levhası,150mm düşük yoğunluklu beton,20mm çimento harcı Tip9- 20mm kireç-çimento harcı,100mm düşük yoğunluklu beton,50mmPolistiren yalıtım levhası,200mm düşük yoğunluklu beton,20mm çimento harcı Tip10 -Ahşap dokulu levha,20mm çimento harcı,190mm düşey delikli yağma tuğla,20mm çimento harcı Tip11- Taş desenli levha,20mm çimento harcı,150mm straforlu izo tuğla,20mm çimento harcı Tip12- Çimentolu yonga levha,40mm Hava boşluğu,20mm çimento harcı,150mm Gaz beton,20mm çimento harcı												

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**

**Tablo 4.** Türkiye'de ağırlıklı olarak kullanılan çatı tipleri için CTS serileri

Zaman Aralığı (saat)	Eğimli Çatılar				Düz Çatılar					
	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6	Tip7	Tip8	Tip9	Tip10
	İletim Zaman Serileri (%)									
0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1	30	7	1	2	2	6	1	4	2	3
2	34	16	2	10	8	17	5	11	9	10
3	19	17	6	15	13	19	9	13	13	14
4	8	14	8	14	13	17	11	12	14	14
5	4	11	9	12	12	13	11	10	12	12
6	1	9	9	10	10	9	9	9	10	10
7	1	7	9	8	8	6	8	7	8	8
8	0	5	8	6	7	4	7	6	7	7
9	0	4	7	5	5	3	6	5	5	5
10	0	3	6	4	4	2	5	4	4	4
11	0	2	5	3	4	1	4	4	3	3
12	0	2	5	2	3	1	4	3	3	2
13	0	1	4	2	2	1	3	2	2	2
14	0	1	4	1	2	1	3	2	2	2
15	0	1	3	1	1	0	2	2	1	2
16	0	0	3	1	1	0	2	1	1	1
17	0	0	2	1	1	0	2	1	1	1
18	0	0	2	1	1	0	2	1	1	0
19	0	0	2	1	1	0	1	1	1	0
20	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
21	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
22	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
23	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
U(w/m <sup>2</sup> K)	1.27	0.42	0.5	0.93	0.45	3.44	0.5	0.45	0.45	1.17
Tip 1.3mm Bitümlü kiremit, 10mm membran, 25mm yalıtım örtüsü,2mm tahta,1mm metal yüzey Tip 2.3mm Bitümlü kiremit,10mm membran, 25mm yalıtım örtüsü, 51mm tahta Tip 3.13mm Kiremit,10mm membran,102mm tahta Tip 4.3mm Bitümlü kiremit,10mm membran,102mm tahta Tip 5.6 mm Ahşap kiremit,10 mm membran,102mm tahta Tip 6.13 mm Ahşap kaplama,10 mm membran,51mm yalıtım, 51mm tahta Tip 7.10 mm Membran,76mm yalıtım örtüsü,150mm düşük yoğunluklu beton Tip 8.10 mm Membran,51mm yalıtım örtüsü,150mm yüksek yoğunluklu beton Tip 9. 9mm Laminant parke,10 mm membran, 150mm düşük yoğunluklu beton Tip 10. 9mm Laminant parke, 10 mm membran, 25mm yalıtım örtüsü, 100mm düşük yoğunluklu beton										



**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada ASHRAE tarafından bina soğutma yükü hesabı için önerilen RTS yönteminde, duvar/çatı tiplerinin iletimle olan ısı transferinin hesaplanmasında kullanılan ve yapı tipine göre değişiklik gösteren CTS değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar için MATLAB programlama dili kullanılarak bir program yazılmıştır. Program ile elde edilen CTS değerleri ile ASHRAE'de verilen CTS değerleri ile karşılaştırılarak, yazılan programın doğru sonuç ürettiği gösterilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada sunulan bilgisayar programı ile ülkemizdeki iklim bölgelerine uygun olarak istenilen tüm yapı tipleri için CTS serileri elde edilmektedir. Dolayısıyla soğutma yükü hesabı için gerekli olan CTS değerlerinin doğru olarak belirlenmesi ile, soğutma sistemi tasarımı ve enerji analizi çalışmalarının doğru ve eksiksiz olarak yerine getirilmesi sağlanmaktadır. Böylece ülkemizde enerji performansı yüksek bina elde edilmesine katkı sağlanacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- [1]. ASHRAE Fundamentals-Handbook 1997, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers Inc. Atlanta, 1997.
- [2]. ASHRAE Fundamentals-Handbook 2009. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers Inc. Atlanta, 2009.
- [3]. Spitler J.D., Fisher D.E., Development of Periodic Response Factors for Use with The Radiant Time Series Method, ASHRAE Transactions 105 (2) 491–502, 1999.
- [4]. Aktacir M.A., Büyükalaca O., Yılmaz T., Soğutma Yükü Hesabında Kullanılan Yöntemler, ULIBTK'03, 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, sayfa 64-69, Isparta, 2003.
- [5]. Bulut H., Durmaz A.F., Aktacir M.A., İklimlendirme Sistemleri için Soğutma Yükü Hesap Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, VII. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa 1-12, 8-10 Mayıs 2006, İstanbul.
- [6]. Aktacir M.A., Büyükalaca O., Yılmaz T., Opak Dış Yapı Elemanlarının Isıl Kapasitelerinin Bina Soğutma Yüküne Etkisi, GAP V. Mühendislik Kongresi bildiriler kitabı, 103-110, 26-28, 2006.
- [7]. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Bina Sayımı 2000, Yayın Numarası 2471, Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası - Ankara, 2001.
- [8]. Türk Standartları Enstitüsü, TS-825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, 2008.
- [9]. Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği, 27025 sayılı Resmi Gazete, 5 Aralık 2008.
- [10]. Sezer F.Ş., Türkiye'de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, 2005.
- [11]. Clarke J.A., Yaneske P.P., Pinney A.A., The Harmonization of Thermal Properties of Building Materials, BEPAC Research Report, 1990.
- [12]. IS 3346, Method of the determination of thermal conductivity of thermal insulation materials (two slab guarded hot plate method), 1980.
- [13]. Chen Y.M., Zhou J. and Spitler J.D., Verification For Transient Heat Conduction Calculation of Multilayer Building Constructions, Energy and Buildings, 38: 340–348, 2006.
- [14]. Chen Y.M., Wang S.W., Frequency-domain regression method for estimating CTF models of building multilayer constructions, Appl. Math. Modeling, 25: 579-592, 2001.
- [15]. Chen Y.M. and Wang S.W., Transient Heat Flow Calculation for Multi-layer Constructions Using Frequency-Domain Regression Method. Building and Environment, 38(1):45–61, 2003.
- [16]. IU I.S., Experimental Validation of the Radiant Time Series Method for Cooling Load Calculations, Degree of Master of Science, Oklahoma State University, 1999.
- [17]. McQuiston F. C., Parker J. D. and Spitler, J.D., Heating, Ventilating, and Air Conditioning – Analysis and Design, 4th Ed. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc., 2000.

**Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**  
**X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**

**30 Nisan – 02 Mayıs 2012, İstanbul**

---

**ÖZGEÇMİŞ**

**M. Azmi AKTACIR**

2005 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında doktora öğrenimi tamamladı. 1993–2000 yılları arasında Harran Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde, 2000–2005 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. 2007 yılında Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik ABD'na Yrd. Doç. Dr. olarak atandı. İklimlendirme sistemi uygulamaları, Fotovoltaik sistem uygulamaları ve Bina enerji analizleri başlıca çalışma alanlarıdır. Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (HÜGEM) müdür yardımcılığı görevlerini yürütmektedir. TTMD ve MMO üyesidir.

**Bülent YEŞİLATA**

Doktora çalışmasını 1999 yılında Amerika'nın Pennsylvania eyaletindeki Lehigh Üniversitesi'nde tamamladı. Uzmanlık konuları termo-enerji ve termo-akışkan sistemler kapsamında olup; belirlenen konularda, önemli bir kısmı uluslararası seviyede saygın dergilerde yayınlanmış çok sayıda bilimsel esere sahiptir. 2002–2003 yılları arasında Massachusetts Institute of Technology (MIT)'de ziyaretçi araştırmacı olarak çalışmıştır. 2004 yılında Doçent, 2009 yılında ise Profesör unvanı almaya hak kazandı. Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi dekanlığı ve Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (HÜGEM) müdürlüğü görevlerini yürütmektedir.

**Burak YENİGÜN**

1988 yılında Mardin'in Midyat ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'un Zeytinburnu ilçesinde tamamladı. 2006 yılında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünü kazandı. 2010 yılında Harran Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünü bitirdi. Aynı yıl Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2011 yılı itibariyle Harran Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Şu an hala Harran Üniversitesinde akademik görevine ve yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

**Emrah YAKA**

1986 yılında Konya'nın Ilgın ilçesinde doğdu. 2011 yılında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. Çalışma alanları iklim verileri ve yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.