



bu bir MMO  
yayıdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **Yük Hesabına Esas Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi Standartları**

**ZAFER İLKEN**

DEÜ MÜH. FAK. MAK. MÜH. BÖL.  
BORNOVA-İZMİR

## ISI YÜKÜ HESABINA ESAS MALZEME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ STANDARDLARI

Zafer İLKEN

### ÖZET

Yapı malzemelerinin literatürde yer alan ve tasarımda kullanılan ısı iletim katsayıları, güvenilirlik dereceleri bir yana, ısııl açıdan kararlı durumlarda ölçülen değerlerdir. Bu malzemelerden ve kompozitlerinden oluşan yapı elemanları ise, gerçek iklim koşullarında tamamiyle dinamik ısı aktarım ortamlarının etkisi altındadır. Söz konusu yapı elemanlarının enerji depolama özellikleri tasarım içerisinde hiç dikkate alınmadığı gibi; güneş ve hava geçirgenlik faktörleri de güvenilirlikleri tartışmalı birtakım katsayılar ile ifade edilirler. Bu durum, yapı elemanlarına ait ortalama ısı geçiş katsayılarının, kullanıldıkları ortam koşullarında ölçülmeleri zorunluluğunu doğurmaktadır.

Soruna bu açıdan yaklaşan uluslararası bir proje (PASSYS) üzerinde, Avrupa Topluluğuna bağlı 20 Araştırma Enstitüsünde 1986'dan beri çalışmalar yürütülmektedir. Sökülebilir yapı elemanlarının değişik test hücrelerinde ve gerçek iklim koşulları altında fiziksel özelliklerinin belirlendiği ve bu şekilde elemanların ısııl tasarım parametrelerine ait bilgilerin geliştirildiği bu geniş kapsamlı proje sona ermek üzeredir. Giderek bir Avrupa Standardı haline dönüşmesi kuvvetle muhtemel bu çalışmaya entegre olmak, Türkiye için de hayati bir önem taşımaktadır.

Sunulan bu çalışmada, PASSYS projesi tanıtılmakta, önemi vurgulanmakta ve ülkemizde uygulanabilirliği tartışılmaktadır.

### 1.GİRİŞ

Bir yapıyı oluşturan duvar, pencere, kapı gibi bileşenler; pasif yapı elemanları olarak adlandırılırlar. Bir ortamdan olan iletimsel ısı kaybının hesabında, iç ve dış sıcaklık farkının yanısıra; bu elemanların büyüklükleri ve ısııl iletkenlikleri kullanılır. Makina Mühendisleri Odası'nın 84 no'lu yayınında [1] ısı yükü hesabına ilişkin detaylı bilgi ve çizelge mevcuttur. Ancak söz konusu yayının güvenilirliği konusunda ciddi kaygılar vardır. DIN 4701 normundan uyarlandığı rivayet edilen ve mühendisler için referans kitap olarak sunulan bu yayında, hiçbir kaynağa atıf söz konusu değildir. Yapılan kabullerin nedenini ve kullanılan kimi katsayıların güvenilirliğini gösteren herhangi bir kanıt sunulmamaktadır. Yapı bileşenlerinin ısı iletim katsayılarının yer aldığı çizelgede birçok yeni malzeme bulunmadığı gibi, olan malzemelere ait ısııl iletkenlik değerleri de gerçek

sonuçlarla önemli farklılıklar göstermektedir [2]. Listelenen bazı malzemelerin üretim teknolojilerindeki yeniliklerin ısı iletkenliği hesap değerlerine de yansıtacağı açıktır. Bu konuda güncelliği yakalamak ve tasarımcının bilgisine sunmak gereklidir.

İlgili yayına yapılan bu eleştirinin belki de daha fazlası halen kullanılan ısı yükü hesaplama yöntemine yöneltilebilir. Kararlı koşullar altında ısı iletkenliği ölçülen yapı bileşenleri, bir kompozit pasif eleman oluşturduklarında acaba standard yöntemle belirlenen ısı geçirgenlik dirençlerine sahip olurlar mı? Elemanlar arasındaki bağlayıcıların etkileri yok mudur? Pasif elemanların duyulur ısı enerjisini depolama özelliklerine ne olmuştur? Isı taşınım katsayısı iç yüzeyde gerçekten hep 7, dış yüzeyde ise  $20 \text{ kcal/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  midir? Bütün iklim koşulları için bu değerler gerçekten ortalamayı temsil etmekte midir? Rüzgarlılığın etkisi hiç mi yoktur? MMO yayınında, uzun yıllar hava kirliliğinin nedenlerinden biri olarak rüzgarsızlık gösterilen Ankara'nın yanında bir R harfi bulunmakta, tersi durumdaki İzmir'de ise hiçbir harf bulunmamaktadır. Bu harfin belirlediği rüzgar faktörünü içermek için bina durumu katsayısı (H) yeterli midir? Güneşten gelen enerji ve binanın bu enerjiyi depolama ve geçirme faktörü nerededir?

Biçimsel olarak ilgili MMO yayınına yönelik olan bu eleştirilerin gerçek hedefi, aslında ısı yükü hesabı için seçilen ve kullanılagelen sistemdir. Yukarıda sıralanan ve benzerleri de türetilebilecek sorulara sağlıklı yanıtlar sunabilmek ve gerçekçi çözümler üretebilmek için öncelikle hesap yöntemi değiştirilmelidir. Çağdaş olan yapıların, "Fiziksel ve geometrik özellikleriyle çevresel iklim koşullarına karşı dinamik davranışlarını inceleyen enerji analiz programlarını kullanmak" [3], başka bir deyişle, dinamik ısı yükü hesaplama yöntemlerini seçmektir. Bu şekilde, iklimsel data kullanılarak yapıyı oluşturan hacimlerin ve yapı kütlelerinin saat bazında davranışını ortaya çıkarmak mümkün olmaktadır. Ancak söz konusu programların kullanımı için, pasif yapı elemanlarının dinamik ısı özelliklerine ait hassas bilgilere ihtiyaç vardır. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki çeşitli merkezlerde yapılan çalışmalar, gerçek binaların kullanımı ile genel sonuçlara varmanın çok zor olduğunu göstermiştir. Bina içi karmaşasının ve yapıda bulunan kişilerin olaya etkisini ortaya çıkarmak hemen hemen olanaksızdır. Bu nedenle içi boş, basit, yüksek derecede standardlaştırılmış test hücrelerinin imal edilmesi düşünülmüştür. Çevre koşullarının kontrol edilebileceği gerçek ortamlarda bu hücrelerin denenmesiyle, sahip oldukları pasif elemanların dinamik ısı karakteristiklerinin saptanmasının mümkün olacağı öngörülmüştür [4].

Bu bildiri, kısaca PASSYS olarak anılan ve Avrupa topluluğu bünyesinde gerçekleştirilen geniş kapsamlı bu proje hakkında bilgi vermek amacıyla taşınmaktadır. Projenin özünü oluşturan standart test hücreleri tanıtılmakta, yapıları ve data toplama donanımları hakkında bilgi verilmekte ve ülkemizin söz konusu projeye entegre olmasının önemi vurgulanmaktadır.

## 2. PASSYS PROJESİ

Avrupa genelinde toplam enerji tüketiminin % 30-40 mertebesinde bir kısmının yapılarda harcanıyor olması, araştırmacıları; yeni hesap yöntemleri ve pasif yapı elemanlarının dinamik özellikleri konusunda ciddi araştırmalara yöneltmiştir. Konunun zorlaması ve Avrupa ülkeleri arasındaki ekonomik birleşme politikalarının da dayatması sonucu, Avrupa topluluğuna bağlı ülkelerden yaklaşık altmış araştırmacının katılımıyla 1985'de bir proje (PASSYS) hazırlanmıştır. Projenin özünü; standard yapı malzemelerinden oluşan test hücrelerinin, farklı iklim bölgelerinde gerçek koşullar altında denenmesi oluşturmaktadır. Bu amaçla, öncelikle standard test hücrelerinin tasarımı yapılmış, daha sonra da bunların ortak bir merkezde (Stuttgart) üretilmesi sağlanmıştır. Projede çalışan araştırmacılar beş alt gruba bölünmüş, her bir grup periyodik olarak belirli merkezlerde toplanarak, çalışmalarını organize etmiş ve sonuçlarını değerlendirmiştir. Alt grupların çalışmaları bir komite tarafından koordine edilmiştir. Bu gruplar ve işlevleri aşağıda kısaca anlatılmaktadır.

- a) Pasif Yapı Elemanları Alt Grubu: Bu grup, test hücrelerinde denenecek yapı elemanları tiplerinin saptanmasıyla ilgilmiştir.
- b) Test Yöntemleri Belirleme Alt Grubu: Bu grup, deneyler süresince izlenecek yöntemlerin belirlenmesi üzerinde çalışmıştır. Farklı test yapı elemanlarına sahip iki hücrenin aynı anda, aynı iç ve dış koşullar altında denenmesi ve sonuçların kıyaslanması yönteminden, deneysel koşulların her bir hücre için suni olarak yaratılması ve kontrol edilmesine dayalı tekniklere kadar uzanan geniş bir yelpazede olayı ele almış ve uygulanacak yöntemleri diğer alt grupların fikir birliği ile saptamıştır.
- c) Deneysel Donanım Alt Grubu: Test hücrelerinde gerçekleştirilen hava ve yüzey sıcaklık ölçümleri, güneş ve enfraruj ışınımı ölçümleri ile hava sızıntısı miktarlarının saptanmasına ilişkin donanımın tesbiti, yerleştirilmesi, verilerin güvenilirlikle toplanmasına yönelik koşulların sağlanması, bu grubun temel çalışma alanı olmuştur.
- d) Basitleştirilmiş Tasarım Yöntemleri Alt Grubu: Farklı iklim koşulları, yapı türleri ve yapı elemanları için geçerli olan ortak basit hesap yöntemlerinin araştırılması bu grubun temel çalışma alanını oluşturmuştur. Öncelikle Avrupa'da yaygınlıkla kullanılan yapı, tür ve bileşenleri konusunda bilgiler toplanmış, bunların ışığında da korelasyon temelli bir yöntemin oluşturulması hedeflenmiştir.
- e) Model Geliştirme ve Onaylama Alt Grubu: Kısaca ESP olarak bilinen, yapıların dinamik ısı davranışlarını inceleyen enerji simülasyon programının PASSYS Projesinin sonuçları ile test edilmesi planlanmıştır. Bu grup, söz konusu prog-

ramın, analitik ve farklı deneysel sonuçlar için denenmesi ve onaylanması, sonuç olarak da geliştirilmesi işlevini üstlenmiştir. Bu nedenle de, Basitleştirilmiş Tasarım Yöntemleri Alt Grubu ile koordineli olarak çalışmaktadır. PASSYS Projesine ait deneysel sonuçlar ışığında geliştirilecek ESP simülasyon programının Avrupa için ortak bir referans kod olması hedeflenmektedir.

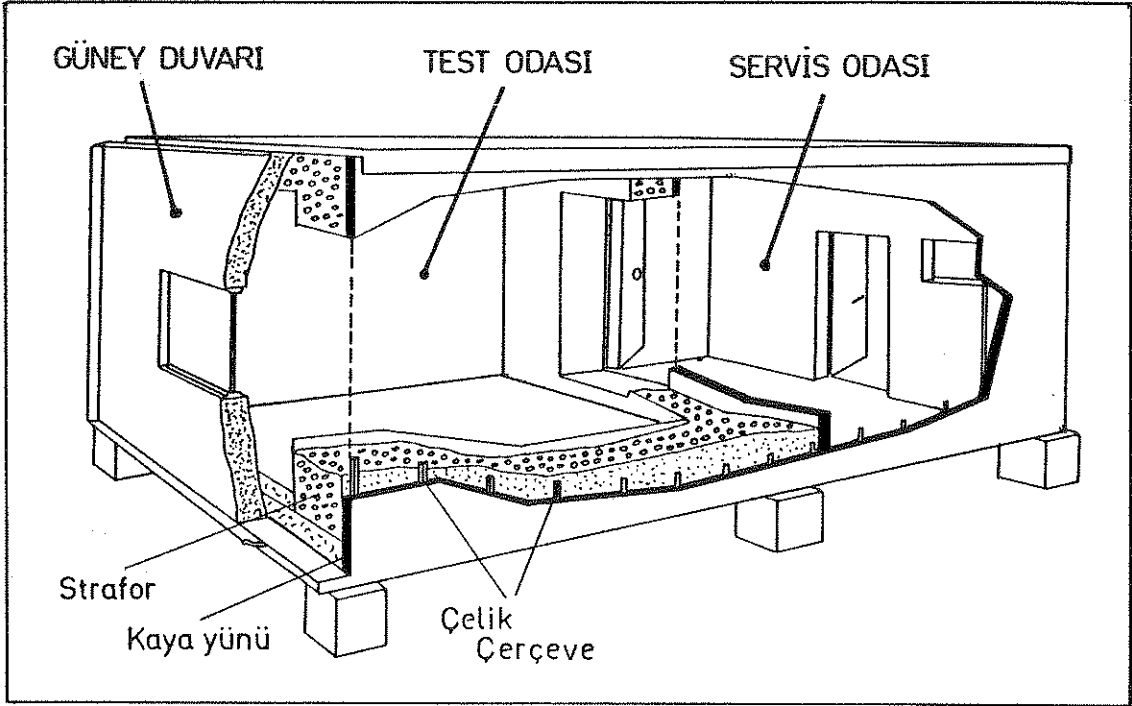
Yukarıda işlevleri özetlenen grupların çalışmaları sonucunda PASSYS Projesinin 1. aşaması 1989 yılında tamamlanmıştır. Bu aşama esas olarak; tasarım, hazırlık ve ilk verilerin eldesi amacını gütmüştür. Avrupa Topluluğunun 7 ülkesinde bulunan 9 test bölgesinde, bir duvarı sökülebilir test hücreleri kurulmuştur. Bu hücrelerin her biri, yüksek derecede standardlaştırılmış ölçüm setleriyle, data toplama ve değerlendirme üniteleriyle, ısıtma ve soğutma sistemleriyle donatılmış durumdadır. Henüz sonuç raporları yayınlanmamakla birlikte projenin ikinci aşaması da tamamlanmak üzeredir. Bu safhada üç yeni bölgede test hücreleri kurulmuş ve farklı çatı tipleri de denenmiştir. Bütün test hücrelerinin çalışması ve düzenli veri toplanması bu safhanın kapsamındadır.

### 3. PASSYS TEST HÜCRELERİ

#### 3.1. Genel

Üretilen test hücrelerinde (Şekil-1); bir tek duvar dışında mükemmel bir yalıtımın sağlanması esas alınmıştır. Bütün test bölgelerinde güneğe doğru konumlandırılması nedeniyle, Güney Duvarı olarak adlandırılan duvar ise, denenecek yapı bileşenlerine sahip olan ve sökülebilir özellik taşıyan bir elemandır. Test hücreleri çelik konstrüksiyon olarak imal edilmiştir. Hücrelerin içinde iki ayrı bölüm bulunmaktadır. Bunlardan ilki, gerekli ölçümlerin yapıldığı test odası, diğeri ise test odası için istenilen şartları sağlayan kimi ekipmanların yer aldığı servis odası'dır. Her iki oda da, toplam ısı geçirgenliği (U.A) 12 W/mK'den düşük olacak şekilde polystren köpük ve kaya yünü ile yalıtılmıştır. Odalar arasında bir kapı geçişi bırakılmıştır.

Güney duvarı olarak üretilen duvarlardan birisi, diğer yüzeyler gibi tamamen yalıtılmış bir " kalibrasyon duvarı "dır. Bu eleman ile yapılan deneylerle test odasının ısı parametreleri (ısı iletkenlik, ısı kapasite, v.b) saptanmıştır. Üretilen bir diğer standard duvar da, bütün test bölgeleri için aynı bileşenlerden oluşan ve yapı endüstrisinde kullanılan türde çift camlı, ahşap doğramalı, beton-polystren-beton'dan oluşan sandviç duvarlı prefabrik bir elemandır. Bu iki standard duvara ilaveten, Avrupa'da kullanılan karakteristik tipte birçok duvar daha üretilerek farklı yerleşim yerlerinde denenmiştir. Bunun yanı sıra değişik çatı tiplerinin denenmesi de proje kapsamında yer almaktadır.



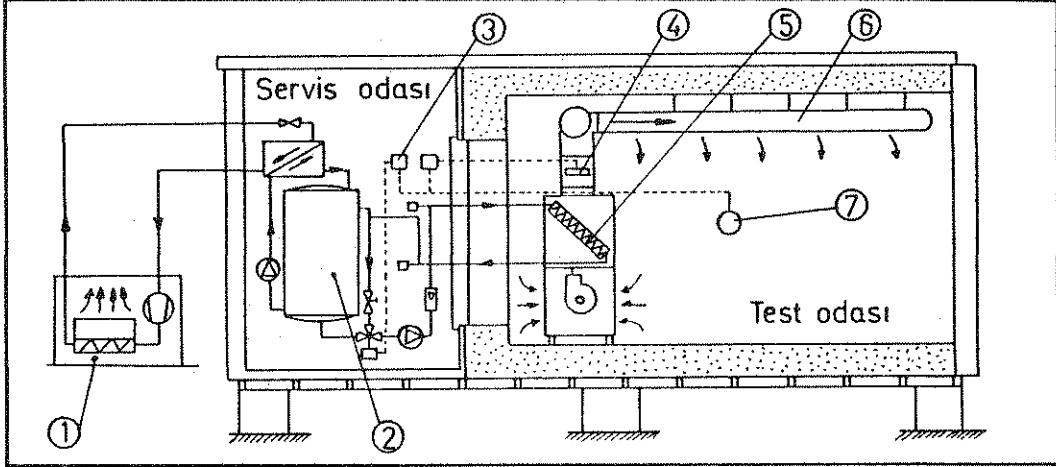
Şekil-1. PASSYS Test Hücresi.

### 3.2. Hücrelerin Isıtma ve Soğutma Sistemleri

Test odaları içinin, yerleştirildikleri farklı iklim bölgelerinde ve farklı güney duvarları için önceden belirlenen koşullarda tutulmaları hedeflenmiştir. Isıtma ve soğutma sistemleri de buna göre tasarlanmış ve üretilmiştir. Şekil-2'de şematik görüntüsü yer alan sistem, temel olarak; debi kontrollü bir fana sahip hava dağıtım düzeninden, soğuk su depolu, hava-su ısı değiştirgeçli bir soğutma ünitesinden ve otomatik kontrollü elektrikli bir ısıtma sisteminden oluşmaktadır.

Soğutma ünitesinin kompresör kısmı test hücresi dışında yer almakta, sistem çalıştığı zamanlarda, servis odasındaki tankta muhafaza edilen suyu soğutmaktadır. Odanın soğutulması ise, ikinci bir devre ile sağlanmaktadır.

Ortamın ısıtılmasının gerektiği durumlarda ise; oda içi sıcaklık duyum elemanı vasıtasıyla kontrol ünitesi ısıtıcıları kademeli olarak devreye sokmaktadır. Isıtıcılar üzerine üflenen havanın kanallar vasıtasıyla içeriye aktarılması ile de istenilen iç sıcaklık koşulu sağlanmış olmaktadır.



Şekil-2. Hücrelerin Isıtma ve Soğutma Sistemleri,  
 1)Soğutma grubu, 2)Soğuk su deposu, 3)Kontrol ünitesi, 4)Isıtıcılar, 5) Hava-su eşanjörü, 6)Hava kanalı, 7)Sıcaklık duyum elemanı.

### 3.3. Yapılan Ölçümler

Hücreler, Deneysel Donanım ve Model Geliştirme / Onaylama alt gruplarının saptadığı koşullara uygun olarak belirlenen ölçüm cihazları ile donatılmıştır. Buna göre, dış çevre koşulları ile test ve servis odasının koşullarını belirleyen duyum elemanları farklı noktalara yerleştirilmiştir.

Hücre dışında yapılan ölçümler,

- . Güneş ışınımının farklı bileşenleri
- . Rüzgar hızı ve yönü
- . Ortam sıcaklığı
- . Bağıl nem
- . Enfraruj ışınım ,

Hücre içinde yapılan ölçümler ise,

- . Farklı noktalarda hava sıcaklıkları
- . Elektriksel ısıtma gücü
- . Yüzey sıcaklıkları
- . Soğutma gücü
- . Isı akıları

şeklindedir. Buna ilaveten, yapıya olan hava sızıntısı akıları da iki farklı yöntemle (basınçlandırma ve gaz izleme yöntemleri) tesbit edilmiştir. Böylece infiltrasyonla olan ısı kayıplarının farklı güney duvarı tipleri için saptanması amaçlanmıştır.

#### 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bir yapının ısı karakteristiğini belirleyen ve yapıya ait ısıtma/soğutma sistemlerinin seçimini sağlayan temel bileşenler

- . İletimsel ısı aktarımları
- . Havalandırma ve İnfiltrasyon ile olan ısı aktarımları
- . Güneş enerjisi kazançları
- . Yapının enerji depolama kapasitesi

şeklindedir. Konvansiyonel yöntemler bu bileşenlerden sadece ilk ikisini dikkate almakta ancak kendi içinde bile sonuçlarının güvenilirliği tartışılır olmaktadır. Bu nedenle, ısı karakteristiği belirleyen diğer bileşenlerin de etkilerinin dikkate alındığı yöntemlere gereksinim vardır. " Enerji Analiz Programları " nın kullanımını gerektiren bu yöntemler üzerinde Avrupa'da gittikçe artan yoğunlukta araştırmalar yapılmakta ve sonuçta yapı bileşenlerinin standardlaştırılmasına yol açacak çalışmalar gündeme gelmektedir. Bu bildiriye tanıtımı yapılan PASSYS projesi, bu bağlamda ele alındığında, öncülük yapan ve tasarımcılara yeni yapı bileşenlerinin geliştirilmesi ve optimizasyonu fırsatı sağlayan, üretimcilere ise Ortak Avrupa Standardına uygun malzeme üretimi zorlaması getirecek bir proje olarak göze çarpmaktadır. Bu nedenle, ısı yükü hesabına esas malzeme özelliklerinin dinamik koşullar altında belirlenmesi önümüzdeki yıllarda ülkemiz için de önem kazanacaktır. Avrupa marketine girebilmek için kısa sürede bir zorunluluk haline gelebilecek bu standardizasyona uyum sağlamak, öncelikle PASSYS Projesine entegre olmaktan geçmektedir. Bu konuda da esas görev araştırma kurumlarıyla işbirliği yapmaya istekli yatırımcıya düşmektedir.

Not:Söz konusu projeye katılabilmek için Prof.Dr.Macit TOKSOY tarafından 1991'de önerilen bir ön proje teklifi -Çimentaş/Gazbeton ve Ege Yıldız firmaları tarafından maddi olarak desteklenmesine rağmen- TÜBİTAK tarafından dikkate alınmamıştır. Aynı projeye katılım açısından çok önem taşıyan, AT ile Akdeniz ülkeleri arasındaki MED-CAMPUS proje destekleme programına DPT aracılığıyla ulaşmak amacıyla, Prof.Dr. Macit TOKSOY ve Yrd.Doç.Dr.Zafer İLKEN tarafından gösterilen çaba da sonuçsuz kalmıştır.

#### KAYNAKLAR

1. Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, MMO Yayın no:84, 9.Baskı, 1992.
2. Eroğlu,M.U.,Toksoy,M., "Endüstriyel Malzemelerin Isı İletim Katsayıları", Mühendis ve Makina, Cilt.29, Sayı.347, 1988.
3. Gürses,A.Ç., "Yapılarda Enerji Tasarrufu Analizinde Dinamik Yöntemler", Termoklima, Cilt.1, Sayı.1, Mayıs 1991.
4. The Passys Test Cells, Commission of the European Communities Directorate - General XII for Science, Research and Development, Edited by BBRI-Brussels 1990.



## ÖZGEÇMİŞ

1960 yılında Ankara'da doğdu. 1981 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Bir süre Teba Şirketler Topluluğunda araştırma mühendisi olarak çalıştı. 1985 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi oldu. 1987 yılında Yüksek Lisans, 1990 yılında Doktora eğitimini tamamladı. Halen aynı bölümde Yardımcı Doçent olarak görevini sürdürmektedir. İlgilendiği konular: Katı-Sıvı faz değişimi problemlerinin matematik modellemesi, sayısal yöntemler, gizli ısı enerji depolama sistemleri ve yapılarda dinamik yalıtımdır. Bu ve buna bağlı konularda, İngilizce ve Türkçe olmak üzere; süreli yayın makaleleri, kongre bildirileri ve popüler yazılar şeklinde 25 yayında katkısı bulunmaktadır.