

ISIL KONFOR VE ENERJİ TÜKETİMİ AÇISINDAN İKİ ÜNİVERSİTE BİNASININ İNCELENMESİ

Investigation Of Two University Buildings In Terms Of Thermal Comfort And Energy Consumption

Nurda YILDIRIM
Hacer ŞEKERCİ
Şadiye Birce ONGUN

ÖZET

Binalar ve sanayi toplam enerji tüketiminin en büyük payını kapsamaktadır. Binalardaki enerji tüketiminin dağılımına bakıldığında da en önemli kısmını iklimlendirme sistemlerinin oluşturduğu görülmektedir. Bu nedenle iklimlendirme sistemlerinin enerji tüketimlerinin iyileştirilmesi veya daha verimli sistemlerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. İklimlendirme sistemlerinin enerji tüketimlerini etkileyen faktörlerin başında sistem tipi, kapasitesi, tasarım şekli, işletme ve iklim koşulları ve kullanıcı müdahaleleri gelmektedir.

Yaşar Üniversitesi 5 Ocak 2016 tarihinde TS EN ISO 50001:2011 Enerji Yönetim Sistem (EnYS) Standardı belgesini ülkemizde alan ilk üniversite olmuştur ve o günden bu yana enerji verimliliği ile ilgili araştırma ve çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu kapsamda üniversitemizin kullanım alanı en büyük ve farklı iklimlendirme sistemleri ve tasarımına sahip olan iki binamız enerji verimliliğimizi arttırmak açısından öncelikli olarak ele alınmıştır. Binalarımızın birim kullanım alanına göre enerji performans değerleri hesaplanmış ve bu değerlerin analizinde binalardaki ısı konfor koşullarının da dikkate alınması gerektiği anlaşılmıştır. Bu nedenle her iki binamızda bazı ofis ve sınıflarda sıcaklık, nem, CO₂ ve basınç gibi ısı konfor ve iç hava kalitesi parametrelerinin ölçümleri yapılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada söz konusu mahallerden alınan ölçüm sonuçları, analizörlerden elde edilen enerji tüketim değerleri ve meteorolojik veriler kullanılarak, binalarımızdaki iklimlendirme sistemlerimizin birim ısıtma sıcaklığına karşılık enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır. Böylelikle binalardaki enerji tüketimi ve ısı konfor açısından performans göstergeleri ortaya çıkarılarak enerji verimliliğinin artırılması amacıyla öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bina, enerji tüketimi, ısı konfor, enerji verimliliği, iklimlendirme sistemleri.

ABSTRACT

Buildings and industry cover the largest share of total energy consumption. When the distribution of energy consumption in buildings is examined, it is seen that the most important part is air conditioning systems. Therefore, improving the energy consumption of air conditioning systems or using more efficient systems have great importance. The factors affecting the energy consumption of air conditioning systems are system type, capacity, design, operation and climate conditions and user interventions.

On 5 January 2016, Yaşar University became the first university in Turkey to receive the TS EN ISO 50001: 2011 Energy Management System (ENYS) Standard certificate. In this context, our two buildings with biggest-floor area , which have different air-conditioning systems and operation conditions, have been evaluated as priority in terms of increasing our energy efficiency. Energy performance values were calculated according to the unit usage area of our buildings and it was

understood that thermal comfort conditions in buildings should be taken into consideration in the analysis of these values. For this reason, measurements of thermal comfort and indoor air quality parameters such as temperature, humidity, CO₂ and pressure have been started to be performed in some offices and classes in both buildings.

In this study, the energy consumption values of the air conditioning systems in our buildings were calculated by using the measurement results obtained from the mentioned locations, energy consumption values obtained from the analyzers and meteorological data. Thus, the performance indicators of energy consumption and thermal comfort in buildings are revealed and suggestions are presented to increase energy efficiency.

Key Words: Buildings, energy consumption, thermal comfort, energy efficiency, HVAC-R systems.

1. GİRİŞ

2015 yılı itibariyle bina ve hizmet sektörünün enerji tüketimi, toplam enerji tüketiminin % 32,8'lik kısmını, elektrik enerjisi tüketimi ise, toplam elektrik enerjisi tüketiminin %49,9'luk kısmını tüketerek, her iki enerji türünde de sanayi tüketimlerinin önüne geçmiş durumdadır [1]. Üstelik bu enerjinin %85 civarındaki bir kısmı da ısıtma ve soğutma amacıyla harcanmaktadır [2]. Bu derece yoğun enerji tüketiminin olduğu bir yerde insanların ısı konforunun ne derecede sağlandığı önemli bir araştırma konusu olmaktadır.

Modern çağda insanlar vakitlerinin çok büyük bir kısmını kapalı mekânlarda geçirmekte ve taze hava, ortamdaki CO₂ miktarı, bağıl nem, iç ortam hava sıcaklığı gibi kişisel konforunu etkileyen birçok parametrenin sağlanmasını beklemektedir. Konfor hissini etkileyen yaş, kilo, giyim tarzı, fiziksel aktivite, alışkanlıklar ve benzeri birçok kişisel ölçüt olmakla birlikte, ulusal (TS-EN-ISO 7730) ve uluslararası (ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Standart 55) standartlarda bu ısı konfor kavramı verilmektedir.

Kişilerin ısı çevre memnuniyet algısı ısı konfor olarak tanımlanmaktadır. Isı konfor yetişkinler için üretkenliği ve iş verimini, öğrenciler için ise dikkatlerini ve öğrenme düzeylerini direk olarak etkilemektedir [3-5]. İş verimi veya eğitimdeki öğrenme düzeyindeki artış kadar önemli bir başka konu ise iç hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkileridir. *Kapalı Bina Sendromu* ve *Bina Bağlantılı Hastalıklar* tanımları ile iç hava kalitesinin etkileri artık literatürde yerini almıştır. İç hava kalitesi ise şöyle tanımlanmaktadır; bilinen kirleticilerin hava içinde yasal limitleri aşmadığı ve ortamda bulunan kişilerin yaklaşık %80'inin bir memnuniyetsizlik hissetmediği durum kabul edilebilir iç hava kalitesine sahiptir [6].

Isı konfor araştırmalarının farklı iklim bölgelerinde, farklı zaman dilimlerinde ve farklı eğitim seviyelerine ait yapılar da yapıldığı literatürde görülmekle birlikte, kişilerin algısını ölçebilmek adına kullanılan yöntem genellikle aynıdır. Kullanıcılara anketler yapılması ve *Ortalama Tahmini Oy* (Predicted Mean Vote/PMV) ile *Memnuniyetsizlerin Tahmini Yüzdesi* (Predicted Percentage Dissatisfied/PPD) değerlerinin hesaplanması ve sonuçlar üzerinden değerlendirme yapılması en yaygın kullanılan yöntemdir [4,7].

2002 yılında eğitim faaliyetlerine başlayan Yaşar Üniversitesi, günümüzde onbini aşan öğrencisi ile eğitimine devam etmektedir. Alanında hep ilkleri yapmayı amaçlayan Yaşar Üniversitesi, enerji konusunda da 5 Ocak 2016 tarihinde, TS EN ISO 50001:2011 Enerji Yönetim Sistem (EnYS) Standardı belgesini ülkemizde alan ilk üniversite olmuştur. TS EN ISO 50001:2011 Enerji Yönetim Sistem (EnYS) Standardı belgesinin alımı ve sonrasında süreçlerde üniversitemizde enerji verimliliği çalışmaları hız kazanmıştır. Elektrik kullanımı ile ilgili verileri daha sağlıklı bir şekilde toplayabilmek ve enerji performans göstergelerine daha sağlıklı veriler sağlamak amacıyla binalarımıza enerji analizörleri bağlanmıştır. Üniversitemizde kullanılan binalar hem fiziksel hem de donanımsal olarak birbirlerinden farklı özelliktedirler ve bu nedenle de binalarımızdaki iklimlendirme sistemleri farklı şekilde işletilmektedir. Bu kapsamda, mevcut iklimlendirme sistemlerimizin binalarımızda standartların

izin verdiği ısı konforu ve iç hava kalitesini sağlamaları amacıyla en uygun işletme koşullarını bulmak için bazı binalarımızdaki ofis ve sınıflarımızda sıcaklık, nem, CO₂ seviyesi ölçümleri yapılmakta ve bulut üzerinden düzenli olarak izlenmektedir. Bu çalışmada bu projenin bir ürünüdür ve çalışmamızda üniversitemizdeki kullanım alanı en büyük ve de en yeni iki binasını (Y ve T Binası) ele alarak, bu binalarımızdaki sınıflarımızda yaptığımız ısı konfor ölçüm ve anket çalışmalarının sonuçları paylaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile iki eğitim binası sağlanan ısı konfor ve enerji verimliliği açısından analiz edilmiştir.

2. SİSTEM TANIMLAMA

Çalışmada ele alınan iki üniversite binamız olan Y ve T binaları Şekil 1’de gösterilmektedir. Her iki binada 2 bodrum katına sahipken, Y binası zeminin üzerinde 6, T binası ise 7 kata sahiptir. Y ve T binalarının toplam kullanım alanları sırasıyla 24024 m² ve 9056 m² olup, binalarda, ağırlıklı olarak sınıflar, ofisler, laboratuvarlar bulunmakta ve her iki binada bunların bağıl oranları birbirine oldukça benzerdir.



(a)



(b)

Şekil 1. Çalışmaya konu olan bina fotoğrafları a) Y Binası b) T Binası.

Binaların fiziksel özellikleri ve yalıtım durumlarına ait teknik özellikler Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Bina yapı elemanları U değerleri [W/m².K]

Bina Yapı Elemanı	Y Binası		T Binası	
	Alan (m ²)	U (W/m ² K)	Alan (m ²)	U (W/m ² K)
Dış Duvar	3008,4	0,670	1367,1	0,508
Kolon & Kiriş	1781,3	0,486	723,9	0,638
	K	424,2	312,8	
	G	753	260,1	
Pencereler	B	232,4	553,3	1,120
	D	479,3	438,0	
	Toplam	2023,2	1564,2	
Çatı	2493,5	0,310	855,2	0,424
Döşeme (Hava ile temaslı)	207,4	0,680	132,9	0,592
Döşeme (Toprak ile temaslı)	4439,9	0,450	1185,0	0,551
Birim dış yüzey alanı için ortalama U değeri (W/m ² K)		0,648		0,631
Pencere/Dış duvar oranı		0,42		0,72

Tablo 1'den görüldüğü gibi 2017 yılında hizmete giren T Binası'ndaki yapı elemanları, Y Binası'na göre daha yalıtımlıdır. Özellikle T Binası'nda kullanılan pencereler yüksek enerji verimliliğine sahiptir. Fakat T Binası mimari özellik olarak dış cephesinde %72 pencereye sahip iken bu değer Y Binası'nda %42'dir. Her iki bina için ortalama U değeri hesaplandığında, her ne kadar çok yalıtımlı pencereler kullanılsa da, dış cephede yüksek pencere yüzeyi kullanılması nedeniyle T Binası'nın U değeri 0,648 W/m²K iken Y Binası'nın ortalama değeri de bu değere yakın olarak 0,631 W/m²K'tır.

Binalarda bulunan iklimlendirme sistemlerinin teknik özellikleri ve işletme koşulları Tablo 2'de verilmektedir. Tablo 2'den görüldüğü üzere Y Binası chiller ve klima santraline sahip merkezi bir iklimlendirme sistemine olup, aynı zamanda sistemde ısıtma amaçlı doğalgaz kazanları da kullanılmaktadır. Diğer yandan T Binası'nda ise merkezi istenildiğinde de bireysel (özellikle ofislerde) kullanıma müsait ısı geri kazanımlı VRF sistemi mevcuttur. Dolayısı ile Y Binası'nda enerji kaynağı olarak hem elektrik hem de doğalgaz kullanıyor iken, T Binası'nda sadece elektrik kullanılmaktadır.

Tablo 2. Binalardaki iklimlendirme sistemleri ve ısıtma işletme koşulları.

	Y Binası	T Binası
Tür ve kapasitesi	Chiller (750 kW) + Kazan (5x100 kW) + Klima santrali (440.3 kW soğutma, 360.8 kW ısıtma)	VRF 590.832 kW + Isı geri kazanım sistemi 673.91 kW
Isıtma işletme saatleri	06:00 -18:00 (hafta içi)	08:00 - 17:30 (hafta içi)
İşletme tipi ve set sıcaklıkları	Merkezi, 22 °C	Merkezi + Bireysel, 22-25 °C

3. YÖNTEM

Isıl konfor, insanların bulunduğu ortamdaki iç hava koşullarından memnun olması halini ifade etmekte, yani kişinin ortamın ne daha sıcak ne de daha soğuk olmasını istememesi durumudur. Isıl konforu etkileyen birçok parametre vardır ve bunlar genel olarak kişisel ve çevresel parametreler başlığı altında toplanabilir. Kişisel parametrelerden başlıcaları kişinin fiziksel yapısı, yaşı, cinsiyeti, aktivite seviyesi (met) ve giyinme durumudur. Çevresel parametreler olarak da hava sıcaklığı, ortalama radyasyon sıcaklığı, hava hızı ve bağıl nem sayılabilir.

Isıl konforun göstergesi olarak standartlarda PMV (tahmini ortalama oy) değeri kullanılmaktadır. Avrupa'da ISO 7730 [8] ve Amerika'da ASHRAE 55 [9]' ısı konfor konusunda rehber standard olarak kullanılmaktadır. ASHRAE 55 Standardı'nda ısı konfor göstergesi Tablo 3'de verildiği gibi 7 ölçek şeklinde tanımlanmıştır.

Tablo 3. ASHRAE 55 Standardına göre PMV göstergesi.

Çok soğuk	Soğuk	Biraz soğuk	Normal	Biraz sıcak	Sıcak	Çok sıcak
-3	-2	-1	0	1	2	3

Kişilerin ısı hassasiyetlerindeki farklılıklar nedeniyle bir mahaldeki bireylerin tümünün mahalin ısı konforundan memnun olmaları beklenemez. Bu yüzden PMV modelinde mahaldeki kullanıcıları tamamının değil, çoğunluğunun memnun olmasını amaçlayarak ısı konfor seviyesi kategorileri belirlenmiştir (Tablo 4). Isıl konfor açısından en yüksek beklenti seviyesi, A kategorisi olarak adlandırılmakta olup PMV değerinin -0,2:+0,2 aralığında olması beklenir. Özel bakım gerektiren

engelli, hasta kişiler, yaşlılar ve çocukların bulunduğu mahaller için tavsiye edilmektedir. B kategorisi için PMV değerinin -0,5:+0,5 arasında olması istenir ve bu kategori yeni ve tadilat görmüş binalar için normal beklenti seviyesini ifade eder [8, 9].

Tablo 4. Isıl konfor kategorileri.

Kategori	PMV
A	-0,2<PMV<+0,2
B	-0,5<PMV<+0,5
C	-0,7<PMV<+0,7

Binalardaki ısı konfor durumunu belirlemek için binaların farklı yön ve katlarında konumlanan sınıf ve ofislere buluta veri aktaran ölçüm cihazları monte edilerek mahallerdeki sıcaklık nem, basınç, CO₂ seviyesi vb. özellikleri 5 dk'lık periyotlarla ölçümlenmekte ve bulut üzerinden takip edilmektedir. Y Binası'nda toplam 10 mahalde, T Binası'nda ise 17 mahalde benzer ölçümler yapılmaktadır.

Ölçümlerden elde edilen veriler ile mahallerdeki kullanıcıların ısı konfor konusundaki memnuniyet seviyesini öğrenmek amacıyla ASHRAE 55 standardı baz alınarak Tablo 5'te soruları verilen kullanıcı anketleri oluşturulmuştur ve online olarak yaptırılmıştır.

Çalışmada Kasım 2018 verileri göz önüne alınarak binaların enerji performansını karşılaştırmak için birim kullanım alanı ve birim ısıtma derecesi başına harcanan enerjiyi ifade eden Enerji Performans Göstergeleri (EnPG) kullanılmıştır.

Birim kullanım alanı başına olan EnPG:

$$EnPG_{m2} = \frac{\text{Enerji tüketimi}}{\text{Kullanım alanı}} \quad (1)$$

Birim ısıtma derecesi başına olan EnPG:

$$EnPG_{AT} = \frac{\text{Enerji tüketimi}}{\text{Sıcaklık farkı}} \quad (2)$$

Denklem (1) ve (2)'de belirtilen enerji tüketimi binalarda iklimlendirme sistemleri için kullanılan kWh cinsinden toplam enerji tüketimi ifade etmektedir. 2 nolu denklemdaki sıcaklık farkı, mahallerden ölçülen ortalama iç hava sıcaklığı ile dış hava sıcaklığının aylık ortalama değerlerinin farkı olarak alınmıştır.

Tablo 5. Isıl konfor memnuniyetliğini ölçmek için yapılan kullanıcı anketi**BAP066 ANKET SORULARI****Mahal No:****Cinsiyetiniz?**

Kadın Erkek

Yaşınız?

18-20 21-23 24-26 27-30 31-35 36-40 41-50 >50

Boyunuz?

<1.50m 1.50-1.60m, 1.60-1.70m 1.70-1.80m 1.80-1.90m 1.90-2.00m >2.00m

Kilonuz?

<50 kg 50-60 kg 60-70 kg 70-80 kg 80-90kg 90-100 kg >100kg

Mahaldeki şu anki konumunuz?

Pencere yakını Dış duvar yakını Kapı Yakını Diğer

Şu anki giyim durumunuza uyan giysileri seçiniz?

Uzun kollu gömlek/tiört	Kısa kollu gömlek/tiört	Kolsuz gömlek/tiört	Ceket/Hırka	Kaban
Sweatshirt	Kazak	Yelek/Süeter	Kapri	
Kısa Etek/Elbise	Uzun Etek/Elbise	Şort	İnce Çorap	Kalın Çorap
Kot Pantolon	Kalın Kumaş Pantolon	İnce Kumaş Pantolon		
Eşofman	Tayt	Atlet/Fanila		
Bot/Çizme	Ayakkabı/Spor Ayakkabı	Sandalet/Terlik		

GENELDE iç hava sıcaklığı tercih/beklenti aralığınız nedir?

Kış	: 18-20 (Soğuk)	21-23 (Normal)	24-26 (Sıcak)
Yaz:	18-20 (Soğuk)	21-23 (Normal)	24-26 (Sıcak)

Mahaldeki ŞU ANKI iç hava sıcaklığı hakkındaki görüşünüz?

çok sıcak sıcak biraz sıcak normal biraz soğuk soğuk çok soğuk

Mahalde varsa hissettiğiniz olumsuz konfor koşullarının genel zamanını ve tipini nasıl tanımlarsınız?

Sabah (8.30-10.30) çok sıcak	Sabah (8.00-10.30) çok soğuk
Öğle (10.30-14.30) çok sıcak	Öğle (10.30-14.30) çok soğuk
Öğleden sonra (14.30-18.30) çok sıcak	Öğleden sonra (14.30-18.30) çok soğuk

Mahaldeki ŞU ANKI iç hava kalitesi hakkındaki görüşünüz?

Konforlu/Normal Oksijen seviyesi düşük Nemli Kuru

Pencerelerin açılıp açılmaması üzerine görüşünüz nedir?

- a) Psikolojik Rahatlık için açmıyorum
- b) Psikolojik Rahatlık için açıyorum
- c) Temiz hava ihtiyacı ile açıyorum
- d) Çok Soğuk olduğu için açmıyorum
- e) Hava akımı olduğu için açmıyorum

Anketin yapıldığı andaki mahaldeki kişi sayısı kaçtır?**Konfor koşulları hakkında iletmek istediğiniz diğer görüş ve önerileriniz?**

.....

Teşekkürler

|

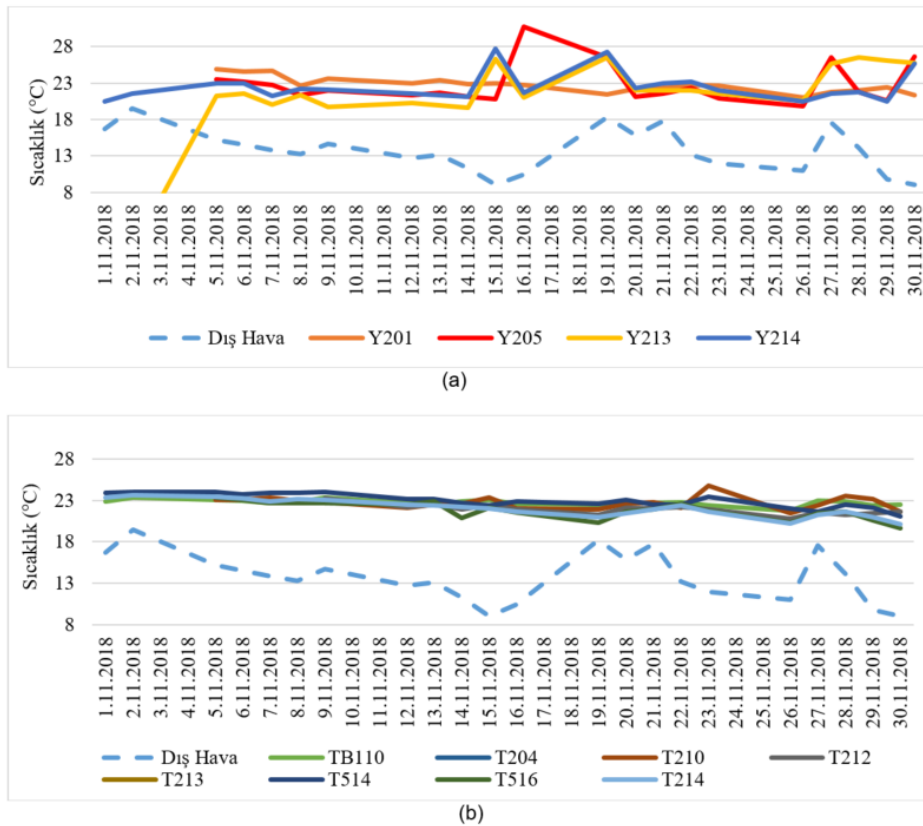
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın genelinde hem sınıflar hem de ofislerdeki ısı konforu incelenmiş olmasına rağmen, ofislerde iklimlendirme sistemlerine kullanıcı müdahaleleri daha çok olduğundan dolayı, bu çalışmada sadece sınıflara odaklanılmıştır.

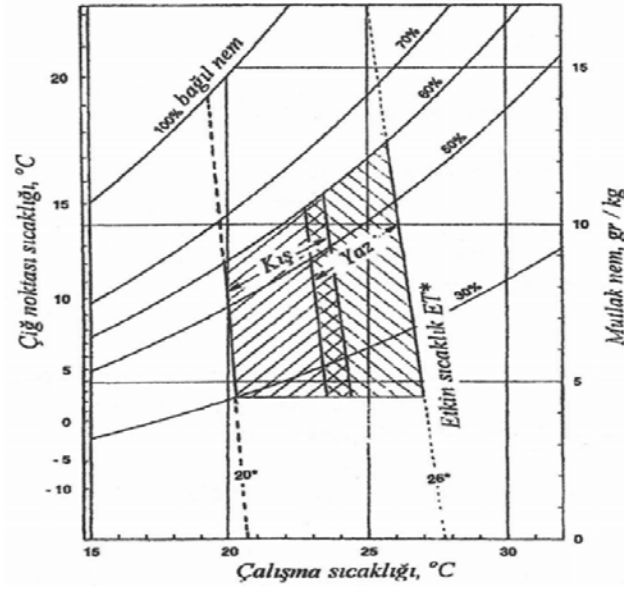
4.1. Ölçüm Sonuçları

2018 yılı Kasım ayı boyunca genel kullanım saatleri için (hafta içi 8:30-18:30 arası) Y binasında 4 sınıftan, T binasında 8 sınıftan alınan iç hava sıcaklıkları ile dış hava sıcaklığının değişimleri Şekil 2'de gösterilmektedir. Şekil 2'den görüldüğü üzere, T Binası'nda daha dengeli iç hava sıcaklığı sağlanırken, Y Binası'nda sınıflarda ölçülen iç hava sıcaklıklarının önemli ölçüde salınım yaptığı, dolayısı ile Y Binası'nda gün içerisinde iç hava sıcaklığının çok fazla değiştiği görülmektedir.

Şekil 3'te yaz ve kış dönemi için ASHRAE ısı konfor bölgeleri görülmektedir. Şekil 3'ten görüleceği kış dönemi için iç hava konfor sıcaklıkları 20 °C- 24 °C iken, yaz dönemi için 23 °C -26 °C arasındadır. Bu kapsamda Şekil 2'de bir aylık dağılımları verilen iç hava sıcaklıklarının aylık ortalaması sadece genel kullanım saatleri dikkate alınarak Y Binası için 23,8 °C, T Binası için ise 23,4 °C olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar aylık ortalama değerlere göre ısı konfor sıcaklık koşullarını sağladığımızı gösterse de özellikle, Y Binası'nda gün içerisinde mahal sıcaklıklarında ciddi değişimler olduğundan dolayı, Y ve B Binası günün değişik saatlerinde sağlanan iç mahal sıcaklıkları açısından analiz edilmiştir. Sınıfların kullanıma başlandığı ilk yarım saat (8:30-9:00), gün ortasında yarım saat (13:30-14:00) ve kullanımın son yarım saat (18:00-18:30) aralığında ölçülen iç hava sıcaklıkları ile o saatlerdeki dış hava sıcaklığının dağılımı Şekil 4'te verilmektedir. 2018 yılı Kasım ayındaki binaların ağırlıklı ortalama iç hava sıcaklığının saatlik değişimi ise Şekil 5'te gösterilmektedir. Şekil 4 ve 5'ten açıkça görüldüğü üzere,

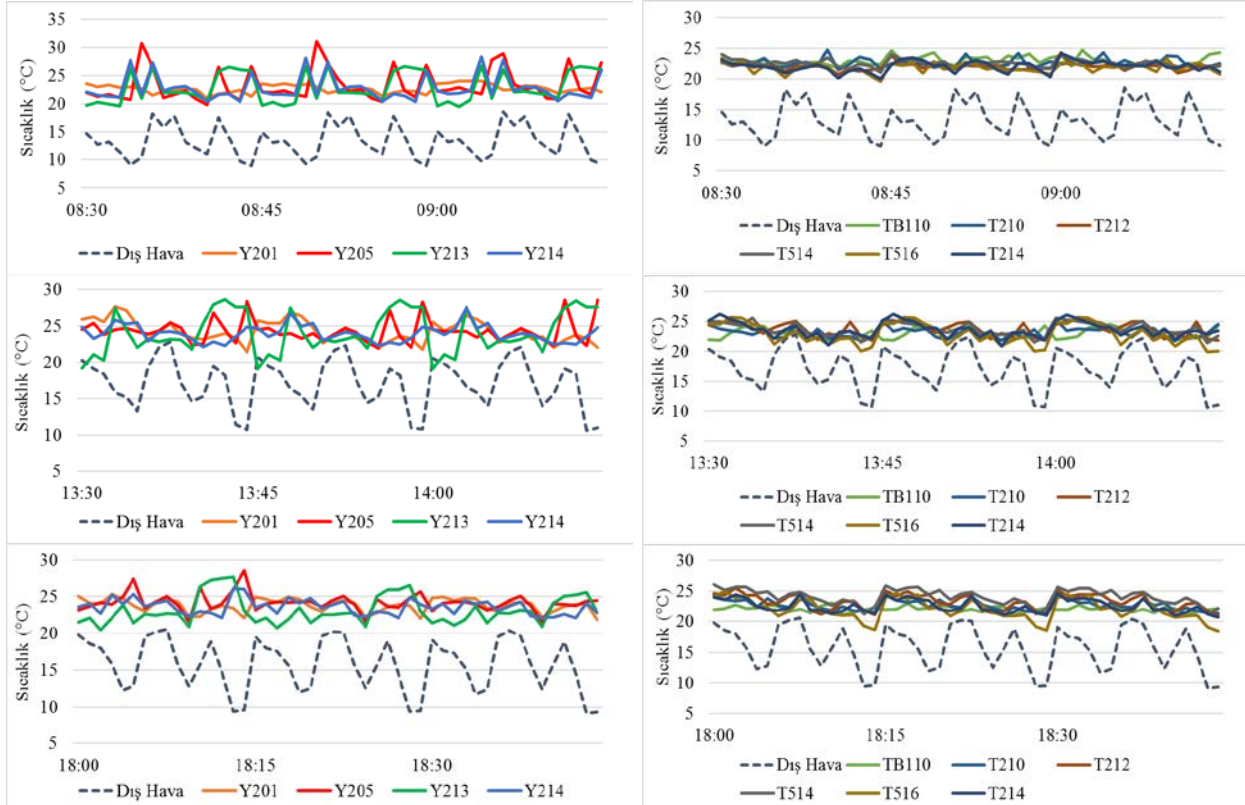


Şekil 2. Dış hava sıcaklığı ve sınıflardaki iç hava sıcaklığı ölçüm sonuçları a) Y Binası b) T Binası.

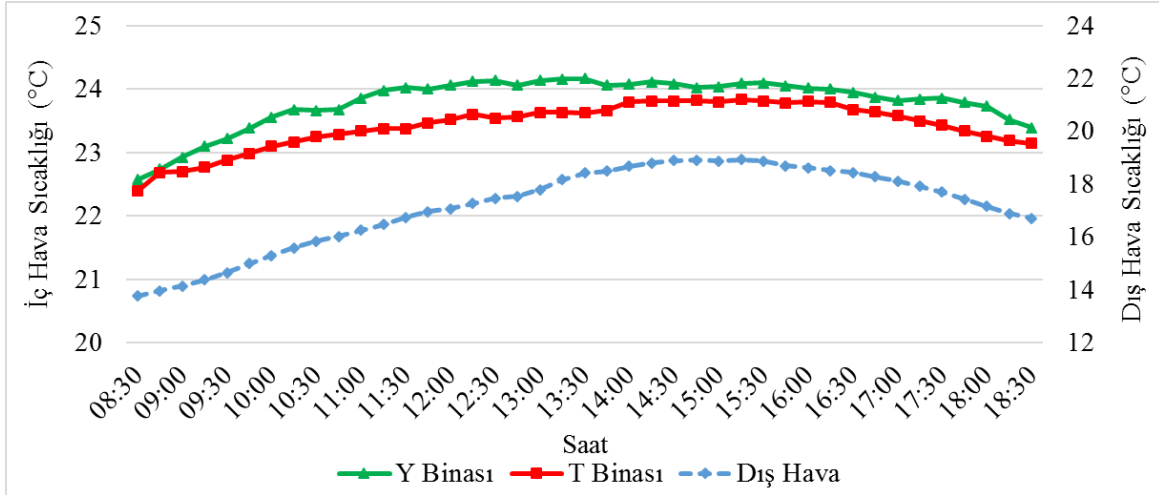


Şekil 3. ASHRAE ısı konfor bölgeleri [10]

sınıflardaki iç hava sıcaklığı gün içerisinde özellikle dış hava sıcaklığının daha yüksek olduğu öğlen saatlerinde artarak yaklaşık 2 °C civarında salınım yapmaktadır. İdeal olan durum, mahallerin iç hava sıcaklığının dış hava sıcaklığı ne olursa olsun gün içerisinde stabil olmasıdır.



Şekil 4. Kasım 2018'de günün değişik saatlerinde (08:30-9:00, 13:30-14:00, 18:00-18:30) ölçülen dış hava sıcaklığı ile sınıflardaki iç hava sıcaklıkları.



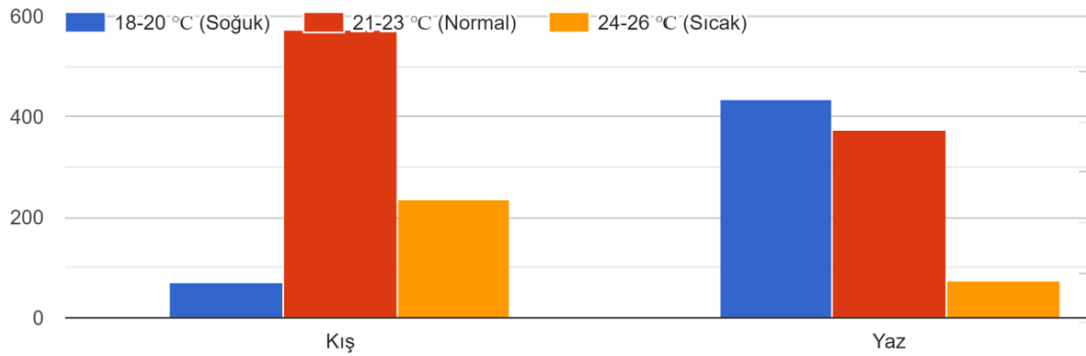
Şekil 5. Kasım 2018’de dış hava sıcaklığının ve binaların iç hava sıcaklığının ağırlıklı saatlik ortalama değeri.

4.2. Anket Sonuçları

Mahallerdeki ısı konfor memnuniyet durumunu belirlemek için Kasım ayı içerisinde günün değişik saatlerinde 44 adet sınıflarda ve 18 Adet ofislerde olmak üzere toplam 62 Adet anket gerçekleştirilmiştir. Bu anketler ile toplamda 881 kullanıcının görüşleri alınmıştır.

Tablo 5’de detayları verilen anketlere soru bazında verilen cevapların bazılarına ait istatistiksel dağılımlar Şekil 6-1 arasında verilmektedir.

GENELDE iç hava sıcaklığı tercih/beklenti aralığınız nedir?

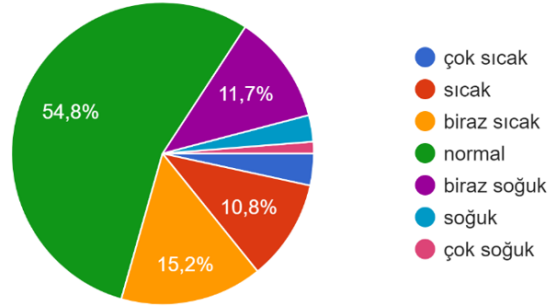


Şekil 6. Ankete katılanların yaz ve kış dönemleri için iç hava sıcaklığı beklentileri.

Ankete katılanların çoğunluğunun kış dönemi için iç hava sıcaklığı beklentileri 21-23 °C iken, yaz dönemi için beklentileri 18-20 °C olarak belirtilmiştir (Şekil 6).

Mahaldeki ŞU ANKİ iç hava sıcaklığı hakkındaki görüşünüz?

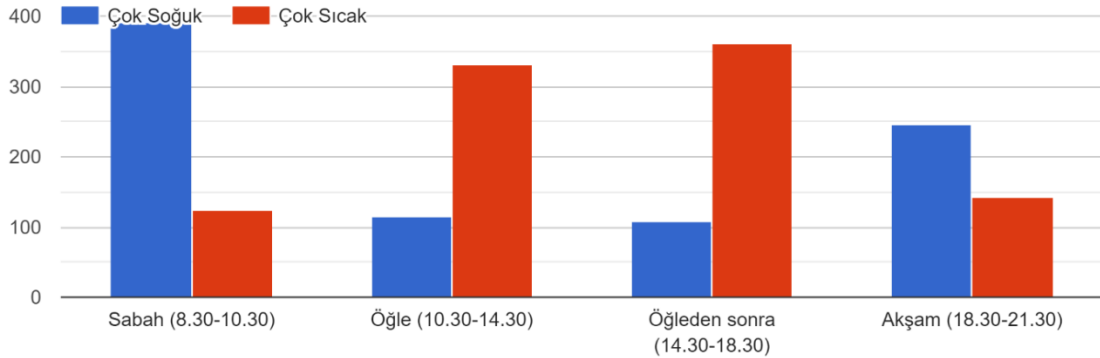
881 yanıt



Şekil 7. Ankete katılanların anket yapıldığı andaki mahalın iç hava sıcaklığı hakkındaki görüşleri

Şekil 7’den görüldüğü gibi, ankete katılan 881 kişinin %54,8’si anketin yapıldığı andaki mahalın iç hava sıcaklığını normal bulurken, %15,2’si biraz sıcak, %11,7’si biraz soğuk bulduğunu belirtmişlerdir.

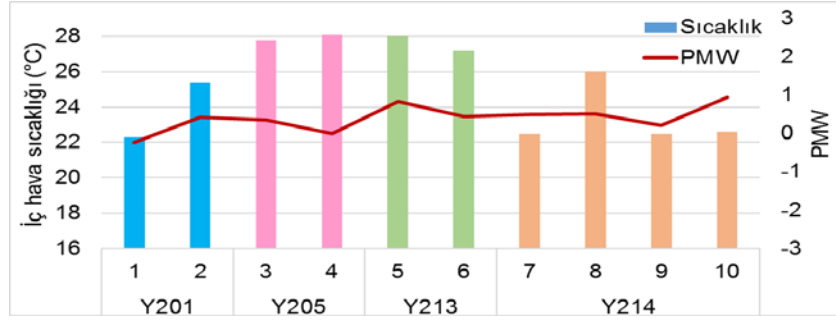
Mahalde varsa hissettiğiniz olumsuz konfor koşullarının genel zamanını ve tipini nasıl tanımlarsınız?



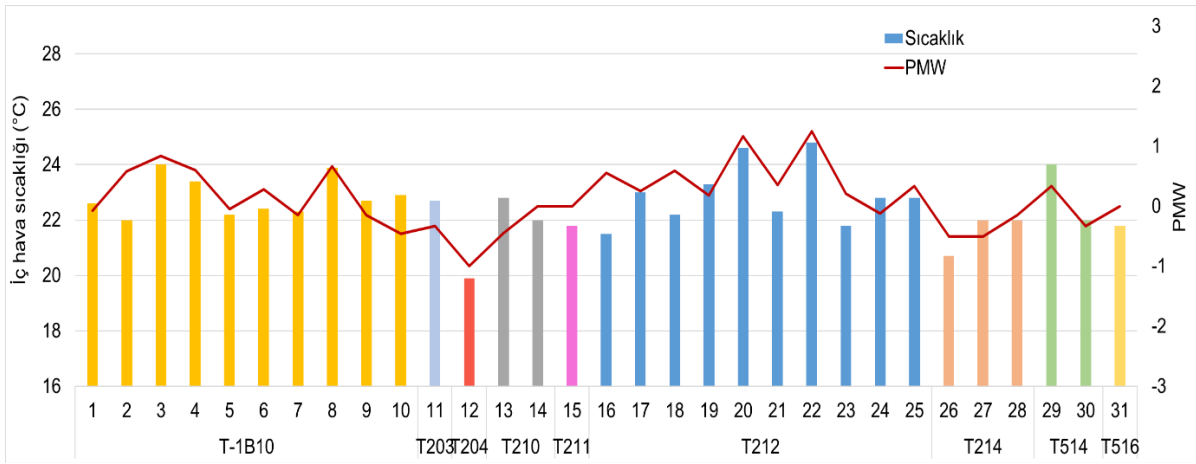
Şekil 8. Ankete katılanların mahallerde gözlemledikleri olumsuz konfor koşulları hakkındaki görüşleri

Ankete katılanların çoğunluğu mahallerin sabah ve akşam saatlerinde çok soğuk olduğunu, öğle ve öğleden sonraki saatlerde ise çok sıcak olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 8).

Sınıflarda yapılan Tablo 5’de detayları verilen anketlerde “Mahaldeki ŞU ANKİ iç hava sıcaklığı hakkındaki görüşünüz?” sorusuna verilen cevaplara göre mahallerin ortalama PMV değeri hesaplanmış ve anketin yapıldığı andaki iç hava sıcaklığı ile birlikte analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Y Binası için Şekil 9’da, T Binası için Şekil 10’da sunulmaktadır. Şekil 9 ve 10’dan görüldüğü üzere genel olarak T204, T203 ve T214 sınıflarında anket cevapları sınıfların yeterince ısıtılmadığı (biraz soğuk) olarak tanımlanmış, geri kalan sınıflarda normal veya biraz sıcak olarak görüş bildirilmiştir. Sınıflardaki anket sonuçlarına verilen cevaplar ile PMV=0 değerine (konforlu) karşılık gelen iç hava sıcaklığı Y Binası için 24,9 °C, T Binası için ise 22,3 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 9. Y Binası'ndaki sınıflarda yapılan anketlere göre PMV ve iç hava sıcaklığı ilişkisi



Şekil 10. T Binası'ndaki sınıflarda yapılan anketlere göre PMV ve iç hava sıcaklığı ilişkisi

Diğer yandan kasım ayı boyunca genel kullanım saatlerinde sınıflarda ölçülen bağıl nem değerlerinin %32-%69 arasında değiştiği görülmüştür. Bu değerler, Şekil 3'te verilen ASHRAE ısı konfor bölgelerine göre ısıtma için verilen bağıl nem aralıkları (%30-%70) ile paralellik göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Yaşar Üniversitesi kampüsünde bulunan kullanım alanları en büyük ve değişik iklimlerde sistemlerine sahip 2 binasında yer alan sınıflardaki ısı konfor koşullarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçüm ve anketler çalışmalarının sonuçları aktarılmıştır. Binalarda seçilen bazı sınıflara ölçüm cihazları monte edilerek, bu mahallerin iç hava sıcaklıkları, basınçları, bağıl nem değerleri ve CO₂ seviyeleri 5 dakikalık periyotlar ile ölçülmekte ve bulut üzerinden takibi yapılmaktadır. Ölçüm sonuçları filtrelenerek bu çalışmada sadece hafta içi 8:30-18:30 saatleri arasındaki genel kullanım durumundaki sonuçlar aktarılmıştır.

Çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar:

- Yapılan ölçümlere göre 2018 yılı Kasım ayı için sınıfların iç hava sıcaklıklarının aylık ortalaması Y Binası için 23,8 °C, T Binası için ise 23,4 °C olarak hesaplanmıştır.
- Binalarda sağlanan iç hava sıcaklıkları ortalamaları ASHRAE-55 standardında ısıtma için belirlenen 20-24 °C aralığında olmasında rağmen sınıfların iç hava sıcaklıklarında gün içerisinde yaklaşık 2 °C'lik değişim söz konusu olmaktadır.

- Isı geri kazanımlı VRF sistemi ile ısıtılan T Binası'ndaki çoğunlukla stabil iç hava sıcaklıkları sağlanır iken, doğalgaz yakıtlı kazanlarla ve de klima santrali ile ısıtılan Y Binası'nda sıcaklıklar gün içerisinde çok fazla değişmektedir. Burada binalardaki iklimlendirme tiplerinin, bunların kurulum ve işletim şeklinin ısı konfor açısından çok önemli olduğu bir kez daha açıkça ortaya çıkmaktadır.
- Yapılan kullanıcı anketlerinin sonuçlarına göre, kullanıcıların %54,8'si anketin yapıldığı andaki mahalin iç hava sıcaklığını normal bulurken, %15,2'si biraz sıcak, %11,7'si biraz soğuk bulunduğunu belirtmişlerdir.
- Sınıflarda gerçekleştirilen toplamdaki 44 anketin sonuçları analiz edildiğinde Y Binası için ortalama PMV 0,466 olarak belirlenirken, T Binası için ortalama PMV değeri 0,281 olarak hesaplanmıştır. Y Binası'nın ortalama iç hava sıcaklığı T Binası'ndan daha yüksek olarak ölçümlendiğinden ortalama PMV değerleri ile tutarlılık göstermektedir.
- Kasım 2018 ayı için binaların birim kullanım alanı başına göre olan enerji performans göstergesi Y Binası için 1,91 kWh iken T Binası için 2,93 kWh olarak gerçekleşmiştir.
- Kasım 2018 ayı genel kullanım saatlerindeki dış hava sıcaklığının ortalaması 17,2 °C, binaların aylık ortalama iç hava sıcaklıkları ise 23,4 °C ve 23,8 °C olarak ölçülmüştür. Bu değerler baz alınarak Y ve T Binası'ndaki mahallerin birim kullanım alanının iç hava sıcaklığını bir °C arttırmak için harcanan ortalama enerji sırasıyla 0,29 kWh ve 0,47 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar T Binası'ndaki ısıtma amaçlı birim enerji kullanımının Y Binası'na göre yaklaşık %63 daha fazla olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak binaların enerji tüketimlerinin ve de ısı konfor koşullarının sahip oldukları iklimlendirme sistemleri ve onların işletme durumları ile yakından ilişkili olduğu bilinen bir gerçektir. Bu kapsamda bina iklimlendirme sistemleri seçiminde ve tasarımında binanın fiziksel özellikleri, kullanım amaçları dikkate alınmalı ve seçilen sistemler binanın değişebilen ihtiyaçlarına cevap verebilecek özellikte olmalıdır. Enerji verimliliği açısından en önemli noktalardan birisi de iklimlendirme sistemlerinin tüm sezon boyunca tek bir set sıcaklığına göre değil, özellikle de dış hava sıcaklığına göre gün içerisinde değişen set sıcaklıklarına göre işletilmesidir. Bu şekilde hem mahallerde sezon boyunca daha homojen bir ısı konfor koşulları sağlanırken, hem de sistemlerin enerji verimlilikleri de artırılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yaşar Üniversitesi Proje Değerlendirme Komisyonu (PDK) tarafından kabul edilen BAP066 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde maddi imkân sağlayarak destekleyen Yaşar Üniversitesi Proje Değerlendirme Komisyonu'na katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023, http://www.yegm.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf, Son Erişim 13.01.2019
- [2] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK, Merkezi Isıtma Sistemlerinin ve Isı Ölçüm Ekipmanlarının Verimlilik Potansiyelleri, 2018 Ankara, http://www.cevresehirkutuphanesi.com/assets/files/slider_pdf/rBloUNwdAe2D.pdf, Son Erişim 13.01.2019
- [3] Gülben Çalış, Merve Kuru, Berna Alt, Bir Eğitim Binasında Isıl Konfor Koşullarının Analizi: İzmir'de Bir Alan Çalışması, Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 2, sayfa 93-106, 2017

- [4] Zahra Sadat Zomordian, Mohammad Tahsildoost, Mohammadreza Hafezi, Thermal Comfort in Educational Buildings: a Review Article, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 59, page 895-906, 2016
- [5] Esma Mihlayanlar, Semiha Kartal, Şule Yılmaz Erten, Yükseköğretim Yapılarında Isıl Konfor Şartlarının Araştırılması: Mimarlık Fakültesi Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 21, Sayı 3, sayfa 917-927, 2017
- [6] Hüsamettin Bulut, Havalandırma ve İç Hava Kalitesi Açısından CO2 Miktarının Analizi, Tesisat Mühendisliği, s 61-70, Sayı 128, Mart/Nisan 2012
- [7] Tuğçe Aker, Nurdil Eskin, Kullanıcı Etkileşimli Dinamik Termostat Kontrolü ile Isıl Konfor Sağlanması, 13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, sayfa 1152-1165, 19-22 Nisan 2017 İzmir
- [8] EN ISO 7730. "Ergonomics of the Thermal Environment - Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria", 2005.
- [9] ASHRAE Standard 55. "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy", 2004.
- [10] ASHRAE konfor bölgeleri, İklimlendirme, Havalandırma ders notları, http://deneysan.com/Content/images/documents/iklimlendirme-esaslari_64871239.pdf (Erişim 13.12.2018)

ÖZGEÇMİŞ

Nurdan YILDIRIM ÖZCAN

1999 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü bitirdi. 2003 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden Yüksek Mühendis, 2010 yılında da Doktor unvanını aldı. 2000-2010 yılları arasında aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. Şubat 2010-Mart 2013 tarihleri arasında İzmir'de özel bir firmada enerji bölümünde Proje Müdürü olarak çalıştı. Halen Yaşar Üniversitesi'nde Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. 2002 yılında İzlanda Hükümeti ve Birleşmiş Milletler bursu ile İzlanda'daki 6 aylık Birleşmiş Milletler Üniversitesi Jeotermal Eğitim Programına katıldı. Daha sonra 2004-2005 yılları arasında da NATO bursu ile Belçika'daki dünyaca ünlü Von Karman Institute'teki 9 aylık akışkan dinamiği konusundaki Diploma Kursu'na katıldı. Başta Enerji Yöneticisi sertifikası olmak üzere Doğalgaz İç Tesisat, Mekanik Tesisat, Soğutma Tesisatı, Havalandırma Tesisatı ve Klima Tesisatı Uzman Mühendis Yetki Belgelerine sahiptir. Başta jeotermal enerji olmak üzere, yenilenebilir enerji kaynakları ve uygulamaları ile enerji verimliliği alanlarında çalışmalarını yürütmekte olup, 2 çocuk annesidir.

Hacer ŞEKERCİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde Lisans eğitimini tamamladıktan sonra, Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans ve Doktora eğitimlerine devam etmiştir. Dokuz Eylül Üniversitesi'nde önce Öğretim Görevlisi daha sonra aynı üniversitede Yardımcı Doçent olarak devam etmiştir. 2009 yılından beri Yaşar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde öğretim üyesi olarak tam zamanlı çalışmaktadır. Enerji yöneticiliği ve sanayi proje etüt sertifikası bulunmaktadır. Elektrik makineleri, elektrik iletim, dağıtım, güç kalitesi ve enerji verimliliği alanlarında çalışmalarını sürdürmekte olup, iki çocuk annesidir.

Şadiye Birce ONGUN

1994 yılı Denizli doğumludur. 2012 yılında başladığı Yaşar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nden Haziran 2017'de, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü çift anadal programından Haziran 2018'de mezun olmuştur. Şu anda aynı üniversitede Elektrik-Elektronik Mühendisliği Tezli yüksek lisans programına devam etmekte ve yarı zamanlı öğretim elemanı olarak çalışmaktadır.