



OTELLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ İYİLEŞTİRMEYE YÖNELİK ÇEŞİTLİ YAKLAŞIMLARIN TASARRUF ORANLARINA ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: ANTALYA ÖRNEĞİ

Seren Öykü YAZGAN¹, Sezgi KOÇAK SOYLU^{1*}

¹ Antalya Bilim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*Enerji Verimliliği,
Otel Uygulamaları,
Elektrik Tüketimi,
Tasarruf.*

Öz

Türkiye'deki ticari yapılar arasında %35'lik oranla en yüksek enerji tüketimine sahip olan otel binalarında, enerji verimliliği potansiyelinden istifade edilmesi, sürdürülebilir enerji kullanımı için bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmada, enerji verimliliğini arttırmaya yönelik on iki farklı yaklaşım, Antalya'da beş yıldızlı anonim bir şehir oteli için, altı referans çalışma dikkate alınarak değerlendirilmiş, önerilen uygulamaların olası tasarruf oranlarına etkisi karşılaştırılmıştır. Antalya ili, turizm tesis sayısının fazlalığı ile enerji verimliliği konusunda yüksek bir potansiyele sahiptir. Analiz edilen yöntemlerin anonim otelde uygulanması halinde, 332.596 TL/yıl ile 4.951.982 TL/yıl arasında tasarruf sağlanabileceği belirlenmiştir. Ön görülen tasarruf miktarının en iyi durumda 5 milyon TL'ye yakın olduğu düşünüldüğünde, otelin yaklaşık olarak 12.318.362 TL/yıl olan birincil enerji tüketim giderinde önemli bir azalma sağlanacağı açıktır. Her bir yaklaşımın ilk yatırım ve işletme maliyetleri birbirinden farklı olduğu için, geri ödeme sürelerine bağlı olarak elde edilecek ekonomik fayda yerine muhtemel tasarruf miktarlarına odaklanılmıştır. Bununla birlikte, tüm yaklaşımlar arasından aydınlatma kontrolünün, ilk aşama için basit ve ekonomik bir yaklaşım olacağı söylenebilir.

COMPARISON OF THE EFFECTS OF VARIOUS APPROACHES TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN HOTELS: ANTALYA CASE

Keywords

*Energy efficiency,
Hotel applications,
Electricity consumption,
Savings.*

Abstract

The utilization of the energy efficiency potential in hotel buildings, which has the highest energy consumption rate of 35% among commercial buildings in Turkey, has become a necessity for sustainable energy use. In this study, twelve approaches in six reference studies were used to examine the energy efficiency improvement potential of a five-star anonymous city hotel in Antalya. On prospective savings rates, the impact of suggested approaches was compared. Antalya province has great potential in terms of energy efficiency with a high number of tourism facilities. It has been determined that the annual savings will be between 332,596 TL and 4,951,982 TL if the methods examined are applied in the hotel. Considering that the anticipated savings are close to 5 million TL in the best case, a significant reduction will be achieved in the hotel's primary energy consumption price, which is approximately 12,318,362 TL/year. Since the initial investment and operating costs of each approach differ, the focus is on possible savings instead of economic benefits depending on payback periods. However, among all the approaches, it is possible to say that lighting control will be a simple and economical approach initially.

Alıntı / Cite

Yazgan, S. Ö., Koçak Soylu, S., (2022), Otelde Enerji Verimliliğini İyileştirmeye Yönelik Çeşitli Yaklaşımların Tasarruf Oranlarına Etkisinin Karşılaştırılması: Antalya Örneği, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10(4), 1375-1388.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

S. Ö. Yazgan, 0000-0002-1415-6351
S. Koçak Soylu, 0000-0001-5042-7836

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	26.01.2022
Revizyon Tarihi / Revision Date	27.06.2022
Kabul Tarihi / Accepted Date	19.08.2022
Yayın Tarihi / Published Date	30.12.2022

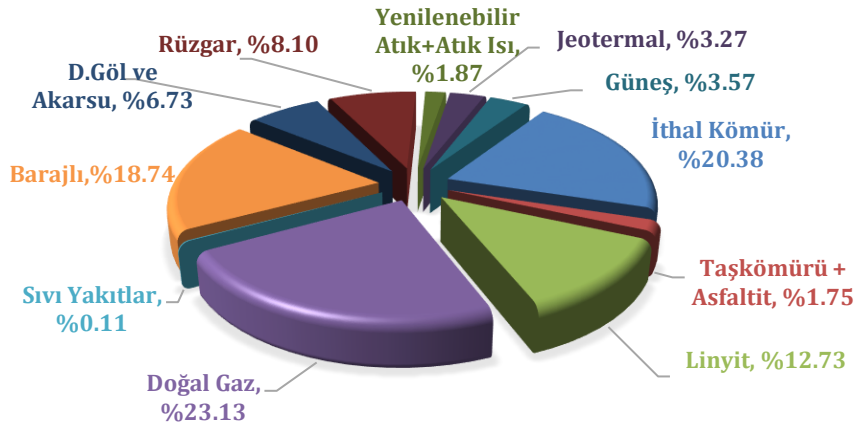
* İlgili yazar / Corresponding author: sezgi.kocak@antalya.edu.tr, +90 (242) 245 00 00

1. Giriş (Introduction)

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Enerjiyi verimli kullanabilmek için; üretim, dağıtım ve tüketim aşamalarında kayıpları mümkün olduğunca en aza indirmek gerekir. Bu amaç doğrultusunda öncelikli alınacak aksiyonlar; enerjinin işe dönüşümünde etkin kontrol sağlanması, işe dönüştürülmeyen enerjinin (atık enerji) geri kazanımı ve verimli ekipman kullanımı şeklinde ifade edilebilir. Enerji tasarrufu ise verimlilikten farklı bir kavramdır. Enerji tasarrufu, tüketicilerin kendi inisiyatifleri ile aldıkları önlemler sonucu tüketim miktarında elde edilen azalmadır. Enerji tasarrufu ihtiyaç fazlası olan kaynakların kullanımının sonlandırılması olarak nitelendirilirken, verimlilik kullanılan enerji kaynağından daha az enerji tüketen bir kaynak tercihi şeklinde açıklanabilir. Örneğin, enerjiyi verimli kullanan bir lamba tercih etmek verimlilik kavramına girerken, fazladan yanan bir lambayı söndürmek, tasarrufu tanımlar (Öz, 2015). Enerji tüketiminde tasarrufa gitmek, sadece ekonomik yönden fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda doğanın korunmasına da yardımcı olur. Özellikle küresel ısınmanın göz ardı edilemeyecek bir problem haline geldiği günümüzde, enerjinin bilinçli bir şekilde kullanılması oldukça önemlidir.

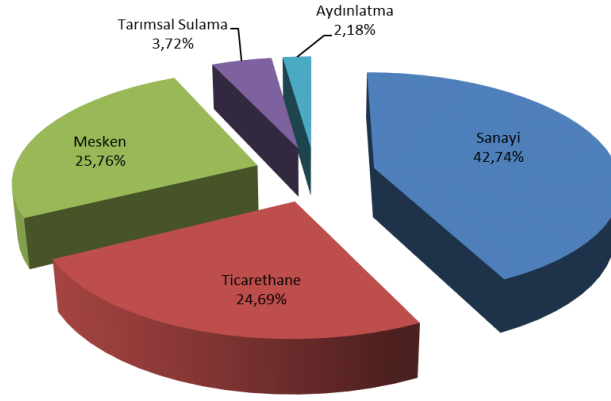
Enerji verimliliğini arttırıcı önlemler almak, gereksiz tüketimlerin önüne geçerek ekonomik kazanç sağlamak ve enerjinin bilinçli kullanımı için önemli olmakla beraber, Türkiye'nin enerji sektöründe dışa bağımlılığını azaltmak için de bir zorunluluk haline de gelmiştir. Şekil 1 ile verilen Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı incelendiğinde, 2020 yılında elektrik üretiminde birincil enerji kaynaklarından %23,13 oran ile doğalgaz ve %20,38 oran ile ithal kömür kullanılması, elektrik üretiminde neredeyse %45'lere varan dışa bağımlılık varlığını ortaya koymuştur (TEİAŞ, 2020). Türkiye'de elektrik üretimi yapan lisanslı santrallerin %33,82'si doğal gaz ve ithal kömür gibi ithal kaynaklardan; %20,53'ü nükleer santral (Akkuyu NGS) için uranyum ithalinden olmak üzere toplam %54,35'i yurt dışından temin edilecek yakıtlar ile işletilecek santrallerden oluşmaktadır. Bu durum, mevcut dışa bağımlılık oranını azaltmayacağı gibi, dışa bağımlılığı daha da arttıracaktır (TMMOB, 2020).

Hali hazırda oldukça yüksek oranda dış kaynak kullanımı gerektiren enerji üretiminin, önümüzdeki yıllarda artması beklenen enerji talebi ile daha da fazla kaynak arayışına gireceği açıktır. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yayımlanan rapora göre, 2020 yılında yaklaşık 305 TWh olarak gerçekleşen elektrik talebinin önümüzdeki 20 yıllık dönemde tüm senaryolar dikkate alındığında, yıllık ortalama %2,9-3,7 arasındaki artış oranı ile 545-636 TWh bandında gerçekleşeceği öngörülmüştür. Elektrik enerjisi talep artış oranının %3,4 olduğu ve bu şekilde, kişi başı elektrik tüketiminin 5,430-6,336 kWh bandına yükseleceği öngörülmüştür (ETKB, 2020).



Şekil 1. 2020 Yılı Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı (Distribution of Turkey's electricity production in 2020 by resources) (%), (TEİAŞ, 2020).

Enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı değerlendirildiğinde, Türkiye Cumhuriyeti Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) 2020 yılı "Elektrik Sektör Raporu" na göre, Türkiye'de en yüksek elektrik tüketiminin %42,74 pay ile sanayi sektöründe gerçekleştiği görülmektedir. Meskenler tüketimde %25,76'lık bir oran ile ikinci sırada yer alırken, ticarethaneler ise %24,69'luk bir oranla elektrik kullanımında üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 2) (T. C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2020). Artan enerji maliyetleri, yüksek miktarlarda elektrik enerjisi kullanan tüm sektörlerde ekonomik zorluklara neden olmaktadır. Aylık ve yıllık enerji harcamalarında görülen artış, işletmelerdeki giderlerin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Oysa bazı küçük değişiklikler ve enerji verimliliğini arttırmaya yönelik çözümler ile bu giderleri düşürmek mümkündür.



Şekil 2. 2020 Yılı faturalanan tüketimin tüketici türüne göre dağılımı (Distribution of billed consumption in 2020 by consumer type) (%) (T. C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2020)

Antalya ili, iklimi, doğal güzellikleri ve konumu ile tercih edilen bir turizm kentidir. Antalya ilinde Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı verilerine göre bakanlık tarafından belgelendirilmiş 540 adet, toplamda ise 905 adet konaklama tesisi bulunmaktadır. Yılın neredeyse yedi ayı boyunca turizm faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştiği bölgede, pandemi koşulları nedeni ile son iki yılda bir miktar azalma görülse de ortalama olarak yıllık 10 milyon turist ağırlanmaktadır. İnsanlar gittikleri yerlerde rahat etmek, konforlu bir şekilde konaklamak istemektedir. Konfor isteği ve konfor şartlarını sağlama gereksinimi ise enerji talebini ve tüketimini artırmaktadır (Öztür vd., 2018). Bu nedenle yoğun enerji kullanımının olduğu konaklama tesislerinde, enerji tasarrufu ve enerji verimliliğini arttırmaya yönelik önlemlerin tespiti ve uygulaması büyük önem arz etmektedir. Turizm sektöründeki enerji giderlerinin, toplam giderler arasındaki payı yaklaşık olarak %8 ile %12 arasındadır. Enerji giderleri içerisindeki en büyük pay ise ısıtma, aydınlatma ve sıcak su kullanımına aittir. Tüm bu giderler için ise %40'lık bir enerji tasarruf potansiyeli olduğu bilinmektedir (Öztürk vd., 2018). Bu nedenle aydınlatma kontrolü, ısı kayıplarının azaltılmasına yönelik olarak yalıtım ve çift cam kullanımı gibi uygulamaların mevcut tesisler için tasarruf potansiyeli araştırılmalıdır.

Ticari binalar içerisinde yer alan otel binaları, değişken bina geometrileri, çok sayıda farklı fonksiyonel mekânlara sahip olmaları ve farklı çalışma zaman çizelgeleri ile enerji verimliliği açısından karakteristiği birbirinden oldukça farklı durumları içermektedir. Bu nedenlerle de otel binaları için yapılacak enerji verimliliği çalışmaları, binaların özgün yapılarından dolayı münferit olarak ele alınmalıdır (Atmaca, 2016). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre binalarda enerji tüketiminin en büyük kısmını %35'lik oranla otellerin aldığı düşünüldüğünde, bu tesislerde tasarruf edici önlemler alma yönünde adımlar atılması bir gereklilik haline gelmiştir (Atmaca ve Yılmaz, 2019).

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

Binalarda enerji verimliliği performansı; aktif ve pasif olarak sınıflandırılan yöntemler kullanılarak doğrudan ya da dolaylı olarak artırılabilir. Pasif yöntemler, binanın mimari tasarım kriterleri ile doğrudan ilişkilidir. Henüz mekanik sistemler gelişmeden önce geleneksel olarak inşa edilen binalarda bu pasif yöntemleri gözlemlemek mümkündür. Sıcak ve kuru iklim bölgesine özgü avlulu Mardin evleri buna örnek olarak gösterilebilir. Pasif yöntemlerin amacı, insan ısı konfor gereksinimleri azaltılmadan, uygun iklim kaynaklarının rasyonel kullanımı yoluyla olumsuz faktörleri ortadan kaldırarak ısıtma ve klima tüketimini azaltıp, düşük enerji tüketen binalar ortaya koymaktır (Wang vd., 2013).

Literatürde yapılmış bir çalışmada Ozalp vd., (2019), binaların tasarımında farklı yapı ve yalıtım malzemelerinin kullanılması durumunda oluşabilecek ısı kayıplarının sayısal olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Kahramanmaraş ilinde yer alan bir model bina için hesaplamalar yapılmıştır. Duvar yapı malzemesinin ısı kayıpları üzerindeki etkisinin yalıtım malzemesine göre çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yalıtımsız bina modeline ısı yalıtımı uygulamasının ardından, yalıtım uygulaması için gereken ilk yatırım maliyetinin geri ödeme süresinin, ısıtma enerjisi ihtiyacı için kullanılan yakıtın cinsine göre 0,25 ile 1,74 yıl arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumun, bina ısıtma ihtiyacında düşüşe sebep olarak enerjide ne kadar bir tasarruf sağlayacağı ortaya konmuştur. İlgili çalışma ile briket duvar modelinin ısıtma ihtiyacı ve aylık yakıt tüketiminin, diğer yapı malzemelerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Briket duvar modelinde yalıtım uygulanması halinde, aylık ısıtma ihtiyacının yaklaşık olarak 4.600 kWh'den 1.700 kWh'e kadar düştüğü tespit edilmiştir. Buna ek olarak, aylık yakıt giderlerinden elde edilen tasarrufların ise ısıtmada kullanılan doğal gaz, kömür ve fuel-oil gibi yakıt tiplerine göre yaklaşık olarak 4.000 TL, 2.900 TL ve 6.100 TL olacağı hesaplanmıştır (Ozalp vd., 2019).

Sıklıkla tercih edilen pasif enerji verimliliği uygulamalarından bir tanesi “pasif güneş enerjisi evleri (passive solar house)” dir. Pasif güneş enerjisi tasarımı, enerji kullanımını en aza indirmek için bir binanın sahasından, ikliminden ve malzemelerinden yararlanır. İyi tasarlanmış bir pasif güneş enerjisi evi, önce enerji verimliliği stratejileriyle ısıtma ve soğutma yüklerini azaltır ve daha sonra bu azaltılmış yükleri tamamen veya kısmen güneş enerjisiyle karşılar. Modern evlerin küçük ısıtma yükleri nedeniyle, güneşe bakan camların aşırı boyutlandırılmasından kaçınmak, ilkbahar ve sonbaharda aşırı ısınmayı ve artan soğutma yüklerini önlemek için güneşe bakan camın uygun şekilde gölgelenmesini sağlamak çok önemlidir. Bu doğrultuda yapılan bir çalışmada, Cherier vd. (2020) sahra ikliminde güneş enerjisiyle pasif ısıtma uygulamasının enerji verimliliği ve ısı konforu üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, pasif güneş ısıtma katkısının toplam ısıtma yükü içerisindeki payının %8,06 olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar, ihtiyaç duyulan toplam enerji tüketiminin yaklaşık 441,27 kWh/m²yıl ve bu tüketime göre de binanın “F tipi: yüksek enerji talebi olan bina” olduğunu göstermiştir. Binadaki bu yüksek ısıtma ihtiyacının yalıtım eksikliğinden kaynaklandığı ve ısı yalıtım uygulaması ile ihtiyacın %60,40 oranında düşürülebileceği belirlenmiştir. Böylece binanın enerji etiketlemesine göre de D sınıfına yükseltilebileceği ön görülmüştür.

Daha önce de belirtildiği gibi pasif sistemler ile binaların hem çevre dostu hem de sürdürülebilir enerji tasarrufu açısından iyileştirilebilmesi, tasarım ve kullanım aşamalarında alınan kararlar ve yapılan değişiklikler ile mümkün olabilmektedir. Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada, ülkemizde sürdürülebilir binaların ısıtma-soğutma sistemlerinin yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi kaynaklı pasif yöntemler kullanılarak tasarlanması ele alınmıştır. Türkiye, coğrafi konumu ve iklim özellikleri ile dünyadaki birçok ülkeden daha fazla güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, yılda ortalama 2.640 saat güneşlenme süresi ve 1.311 kWh/m²'nin üzerinde güneş radyasyon gücüne sahip olan ülkemizde, mevcut güneş enerjisi potansiyelinin verimli ve aktif kullanımı ile yıllık 1.015 kWh enerji elde edilebileceği tahmin edilmektedir. Yapılan çalışmada, en yaygın kullanılan pasif yöntemlerden; binada doğrudan depolanan güneş enerjisinin, binayı bir enerji emici olarak hareket etmeye zorlayacak sera etkisi yaratmak için kullanmayı amaçlayan doğrudan geri dönüş sistemi örnek olarak verilmiştir. Bu sistemin verimli bir şekilde uygulanabilmesi için güneş ışığının emildiği ve depolandığı açıklıklarda ısı kaybı en aza indirilmelidir. Depolanan enerjinin iç mekâna aktarılması ve ısı konforu optimize etmek için iç mekânların küçük ve ısı emici kütle alanının ise geniş tutulması gerektiği de belirtilmiştir. Son olarak çalışmada, pasif ısıtma ve soğutma sistemleri bina tasarım aşamasında ekstra bir mali yük getirmediğinden, bu sistemlerle inşa edilen binaların çevre dostu, enerji verimlilikleri ve karşılanabilir maliyetleri sayesinde Türkiye ekonomisine yardımcı olacağı önemi de vurgulanmıştır. (Dikmen vd., 2011).

Bir başka pasif enerji uygulaması örneği ise Douthat vd.(2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmadan görülebilir. Araştırmacılar, deneysel olarak ölçülen bina stokları ve gözlemlenen konut enerji tüketimi ile büyük ölçekli etkilerini gösteren çok az sayıda çalışma olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle çalışmada bina yönü, çatı beyazlık derecesi ve normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) gibi pasif bina performans göstergelerinin Gainesville, Florida (A.B.D.)’de şehir genelinde konutlarda yaz mevsiminde faturalandırılan enerji verileri üzerindeki etkilerini test etmek için sayısal bir yaklaşım kullanılmıştır. Çalışmada, bir şehrin konut bina stokunun büyük bir kesiti gözlemlenmiş, seçilen pasif tasarım değişkenlerinin daha düşük enerji tüketimi ile ilişkili olup olmadığı test edilmiştir. Sonuçlara göre bitki örtüsünden kaynaklanan gölgeleme ve çatı beyazlık derecesinin enerji tüketimini azalttığı ancak bina yönü için benzer sonuçlar alınmadığı görülmüştür.

Binalardaki enerji tüketiminde önemli oranda düşüş sağlamak için pasif yöntemlerin yeterli gelmediği durumlarda, aktif yöntemler olarak adlandırılan; bina kontrol sistemleri, ısı geri kazanımlı havalandırma üniteleri, ekonomizer kullanımı, ısı pompaları (hava, toprak ve su kaynaklı), yüksek verimli su soğutmalı soğutma grupları, yüksek verimli yoğuşmalı kazanlar ve kojenerasyon/trijenerasyon sistemleri gibi alanlara yönelmek gerekmektedir. Bu durumlarda ayrıca yenilenebilir enerji teknolojileri gibi yöntemlerin mevcut metotlara entegre edilmesi gerekebilmektedir (Palmero vd., 2020). Aktif yöntemlerin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Birleşik Arap Emirlikleri’nde yer alan anonim bir otel için, su üretimini optimize etmek ve otel iklimlendirme ihtiyaçları için soğutulmuş havayı kullanmak için bir ısıtma-soğutma-havalandırma (HVAC) sistemi tasarlanarak enerji verimliliği incelenmiştir. Sonuçlar, bu tür bir HVAC sistemi kullanılması halinde, dikkate alınan iklim koşulları için, otel su gereksinimlerinin anlamlı bir miktarını karşılayacak miktarda kullanım suyu üretilebileceğini göstermiştir (Magrini vd., 2017).

Yumurtacı ve Dönmez (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, bir konutta standart elektrikli ürünlerin kullanılması (senaryo 1), yüksek enerji verimliliğine sahip elektrikli ürünler kullanılması (senaryo 2) ve çok zamanlı elektrik tarifesine göre standart ve yüksek verimliliğe sahip elektrikli ürünlerin kullanılması (senaryo 3) durumları için elektrik giderleri hesaplanarak kıyaslanmıştır. Yapılan araştırma sonucunda, standart elektrikli ürünler yerine enerji verimliliği yüksek olan ürünlerin kullanılması ile aylık tüketilen elektrik enerji maliyetlerinin yaklaşık %35 azaldığı ve aynı ürünlerin, çok zamanlı tarifede kullanıldığında ise maliyeti yaklaşık %50 azalttığı görülmüştür (Yumurtacı ve Dönmez, 2013).

Konutlarda enerji verimliliği konusunda Apaydın Özkan (2020) tarafından yapılan bir başka çalışmada, evlerde anlık yüksek güç talebini önlemeyi hedefleyen bir ev cihazları yönetim sistemi tasarlanmıştır. Ev cihazları kontrol sistemi olarak adlandırılan sistem, akıllı cihazlar, şebeke, haberleşme ünitesi ve bir ana kontrolcüden oluşmaktadır. Sistemin çalışma prensibi ise, evdeki akıllı cihazlara kullanıcı tarafından belirlenen öncelik sırasına göre belirli koşullar altında müdahale etme esasına dayanmaktadır. Yapılan araştırmada, ev cihazları yönetim sisteminin etkinliğini ölçmek için farklı senaryolarda simülasyonlar yapılmıştır. Sonuç olarak, bu sistemin ev cihazlarının pik noktasındaki elektrik taleplerini %40 oranında azaltarak, şebeke limitinin aşan enerji taleplerinin önüne geçtiği ve elektrik maliyetlerinde %6,20'lik bir azalma sağladığı ortaya konmuştur (Özkan Apaydın, 2020).

Teknolojideki ilerleme ile beraber, sensörlerin ve büyük verilerin (Big Data-BD) dâhil edilmesini gerektiren ve yapay zekâyı (Artificial Intelligence-AI) kullanan yeni akıllı bina konseptleri, yeni bir kentsel enerji verimliliği çağını başlatmayı vaat etmektedir. Farzaneh vd. (Farzaneh vd., 2021), bu konunun önemine dikkat çekerek akıllı binalarda yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı ile daha iyi kontrol, geliştirilmiş güvenilirlik ve otomasyon ile enerji tüketimlerinin azaltılabileceğini ifade etmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında, bir bina yönetim sistemi ve talep yanıt programı aracılığıyla akıllı binalarda yapay zekâ teknolojilerinin uygulanmasına ilişkin son çalışmaları derlemişlerdir.

Türkiye’de artan enerji ihtiyacına bağlı olarak enerji tüketiminin azaltılması ve enerji yönetim bilincinin resmi kurumlarda ve özel sektörde artırılması için yapılan çalışmalar ise Aydın (2019) çalışmasında değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında çeşitli kamu kurum ve kuruluşların paydaş olarak yer aldığı altı adet proje; amaç, kapsam, yapılan çalışmalar ve sonuçlar üzerinden analiz edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda özellikle enerji performansları düşük olan kamu ve konut binalarının enerji iyileştirmelerinin yapılması ve yeni binalarda yüksek enerji performansına sahip sistemlerin uygulanmasının enerji verimliliği açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır.

Bina türü ve kullanım amacından bağımsız olarak pasif veya aktif tüm enerji tasarruf uygulamalarının binalarda enerji verimliliğini arttırdığı açıktır. Ancak özellikle büyük ölçekli değişimler gerektiren uygulamalarda, ilk yatırım maliyetleri yüksek ve geri ödeme süreleri uzun olabilmektedir. Dolayısıyla ekonomik hususlar, daha enerji verimli bir konut stokuna doğru ilerlemeyi engellemektedir (Baniassadi vd., 2021). Yaygın olarak tartışılan bir çözüm, enerji maliyetlerinin ötesine bakmak ve enerji tasarrufunun farklı ekonomik, çevresel ve sağlık getirilerini dikkate almaktır. Önlenebilir sağlık harcamaları ve çevresel zararlardan doğan maliyetler, iç mekan hava kalitesinin iyileşmesine bağlı olarak hava yoluyla bulaşan hastalıkların azaltılabileceği bu getirilerden bazılarıdır (Baniassadi et vd., 2021). Bu doğrultuda, yoğun enerji kullanımı olan binalarda enerji tasarrufu yapılabilecek alanların tespiti sonrasında karar verilen uygulamalar hem ekonomik hem de ikincil yararlar açısından değerlendirilmelidir.

Tüm bu nedenlerle mevcut çalışmada, Antalya’da anonim bir beş yıldızlı şehir oteli için enerji verimliliğini iyileştirmeye yönelik çeşitli yaklaşımlar, literatürdeki 6 örnek çalışma dikkate alınarak değerlendirilmiş, önerilen uygulamaların olası tasarruf oranlarına etkisi karşılaştırılmıştır. Tasarruf yöntemleri değerlendirilirken, referans çalışmalarda ele alınan enerji verimliliğini arttırmaya yönelik toplamda 12 adet yaklaşım ile elde edilen tasarruf değerleri kullanılmıştır. Literatürden seçilen çalışmaların, özellikle benzer otel binalarında ve kullanım koşullarında yapılan uygulamalar olmasına dikkat edilmiştir. Bilindiği üzere otellerde toplam enerji ihtiyacı, elektrik, çeşitli yakıtlar veya alternatif enerji kaynaklarından karşılanabilir. Enerji tasarrufunu bütünsel bir yaklaşım ile değerlendirebilmek için farklı kaynaklardan olan tüketimler toplam birincil enerji tüketim değerine dönüştürülmüştür. Tüm referans çalışmalarda da tasarruf oranları yıllık enerji tüketimi üzerinden ele alındığı için eşdeğer bir karşılaştırma yapabilmek üzere, yıllık birincil enerji tüketimi ve tasarruf değerleri hesaplanmıştır. Yapılan analizlerde geri ödeme sürelerine bağlı olarak elde edilecek ekonomik faydadan daha çok potansiyel tasarruf miktarlarına odaklanılmıştır. Örnek alınan çalışmalarda genellikle tek bir enerji tasarruf metodunun analizi yapılmıştır. Bu çalışmada ise enerji tasarruf miktarları, kapsamlı bir literatür taraması yapılarak yalıtım, aydınlatma, ısı geri kazanımı ve cam filmi uygulaması gibi farklı uygulamalar için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Böylece örnek otel için çeşitli ilk yatırım maliyetlerine sahip ve farklı miktarlarda tasarruf sağlayan çok yönlü sonuçlar elde edilmiştir.

3. Tasarruf Yöntemleri için Referans Çalışmalar (Reference Studies for Saving Methods)

Mevcut çalışmada, Antalya’daki örnek bir otel için enerji verimliliğini iyileştirmeye yönelik çeşitli yaklaşımların tasarruf oranlarına etkisinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, literatürde enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmalardan bina tipi olarak otel binalarının seçildiği altı adet referans çalışma ve toplamda 12 adet tasarruf yöntemi dikkate alınmıştır. Referans çalışmalar, seçilen bina ve bölgeye ait detaylar, uygulamanın türü ve elde edilen tasarruf oranları açısından detaylı olarak açıklandıktan sonra çalışmalardaki enerji verimliliği uygulamaları ve tasarruf oranları açısından karşılaştırmalı olarak Tablo 1’de sunulmuştur.

Atmaca ve Yılmaz (2019) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'deki mevcut otel binalarında enerji ve maliyet verimlilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında sektörel, mevsimsel, ekonomik ve sezonsal değişimler göz önünde bulundurularak karşılaştırmalar yapılmış, enerji ve maliyet analizi açısından optimum bir çözüm sunulmaya çalışılmıştır. Çalışmada örnek bir otelin, sıcak-nemli ve soğuk iklimi temsil edecek şekilde Bodrum (yaz oteli) ve Erzurum'da (kış oteli) konumlandırılması durumu ele alınmıştır. Bu yaz ve kış otelleri için, farklı yalıtım malzemeleri, kalınlıkları, cam tipleri, gölgeleme elemanları ve yerleşimleri için 20 farklı senaryo oluşturulmuş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada, enerji verimliliğini arttırmaya yönelik olarak sunulan öneri, mevcut binada bulunmayan ısı yalıtım uygulamasının yapılması ve pencerelerde kullanılan cam tiplerinin değiştirilmesidir. Çalışmada mimarisi kullanılan otel; Bodrum'da bulunan ve sezonluk olarak hizmet veren 4 yıldızlı bir oteldir. Toplamda 84 adet odası bulunmakta olup, bunlardan 78 tanesi standart oda, 6 tanesi ise süit oda şeklinde düzenlenmiştir. Otel 4 katlıdır ve 24 saat hizmet veren kafe-bar alanı, 200 kişilik çok amaçlı salon, fuar alanı, 80 kişilik restoran, mutfak, sıcak-soğuk depolama alanları ve sauna, masaj odaları gibi bölümlerden oluşmaktadır. Bodrum'da konumlandırılan yaz oteli, turizm sezonunda Mart'tan Ekim'e kadar yılın 8 ayı faaliyet göstermektedir. Otelin asıl faaliyet gösterdiği yaz sezonunda soğutma enerjisi tüketimi fazladır. Bu sebeple yaz oteli için, 20 farklı senaryodan soğutma enerjisinde 30,1 kWh/m² ile maksimum tasarrufun S9 senaryosu ile sağlanacağı belirtilmiştir. İlgili senaryoda; yalıtım malzemesi olarak 5 cm kalınlıktaki cam yünü kullanılması, pencerelerde ise düşük demir içeriğine sahip clear cam ile orta güneş yansıtımlı dikey gölgelendirme yapılması planlanmıştır. Sonuç olarak, Bodrum'daki yaz otelinde soğutma yükü önceliği ile yapılan karşılaştırmada optimum sonuçları veren senaryonun enerji verimliliğinde %38,2'lik bir artış sağlayacağı hesaplanmıştır. Aynı mimari yapı kullanılarak Erzurum Palandöken'de Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat olmak üzere yılın 4 ayı hizmet veren kış oteli için de aynı senaryolar üzerinde hesaplamalar yapılmıştır. Otelin kış sezonunda hizmet vermesi ve bulunduğu bölgenin iklim koşulları sebebiyle senaryolar, ısıtma yükü önceliği ile karşılaştırılmıştır. Isıtma yükünde 10 kWh/m² ile maksimum tasarrufun, yalıtım malzemesi olarak 8 cm kalınlıkta genişletilmiş polistiren köpük, pencerelerde ise sinerji tipi ısıcam kullanılan ve dikey gölgelendirme yapılmadığı varsayılan S18 senaryosu ile sağlandığı görülmüştür. Sonuç olarak kış oteli için optimum tasarruf sağlayan senaryo için enerji verimliliğinde %25,7 artış sağlanabileceği ortaya konmuştur.

Bir başka çalışmada, Çin'in belirli bir bölgesinde bulunan otel binalarında kullanıcı davranışlarının ayarlanması ile ısı enerjisi tüketiminin azaltılmasına yönelik bir analiz yapılmıştır (Wang vd., 2019). Çalışmanın yapıldığı Yangtze Nehri bölgesi, çoğunlukla bireysel klima kullanımı yoluyla ısıtma ve soğutmanın tercih edildiği bir alandır. Bu nedenle bu bölgede kişilerin kullanım davranışlarının iyileştirilmesi yoluyla enerji verimliliğinde önemli oranda artış sağlanabileceği düşünülmüştür. Çalışma kapsamında bölgede yer alan Şanghay, Changsha, Nanchang, Wuhan ve Chengdu gibi 5 farklı şehirdeki toplamda 13 otelden ve 101 odadan alınan kullanıcılara ait ısıtma verilerinin analizi yapılarak, enerji tasarruf potansiyeli araştırılmıştır. Bu amaçla klima kullanım süresinin ayarlanması ve sıcaklık ayarının düzenlenmesi gibi tasarruf sağlayabilecek farklı senaryolar oluşturulmuştur. Sonuçlara göre bölgedeki birçok şehirde kullanıcı davranışlarının düzenlenmesi ve gereksiz klima kullanımının önlenmesi ile kış sezonunda %5'e varan enerji tasarrufu elde edilebileceği görülmüş, bu değer geçiş mevsiminde daha yüksek oranlara ulaşabileceği de tespit edilmiştir. Sıcaklık ayarında yapılan düzenleme ile tasarruf oranları %20'lere ulaşmıştır (Wang vd., 2019).

Diğer bir örnekte enerji verimliliği, otomatik aydınlatma kontrolünün optimizasyonu ile sağlanmaya çalışılmıştır (Verma ve Jain, 2019). Çalışmada, gün ışığı temelli bir aydınlatma kontrolü uygulaması ile enerji tüketiminde önemli oranda tasarruf sağlanabileceği öne sürülmüştür. Aydınlatma, binalarda elektrik enerjisi tüketimindeki ana kaynaklardan bir tanesi olup, enerji optimizasyon çalışmalarında üzerinde durulması gereken konulardandır. Aydınlatmalardan kaynaklanan ısıtma yükleri, klima sistemlerinin tasarımını da etkilemektedir. Otomatik aydınlatma; günışığına, içerideki insan varlığına (hareket sensörlü) veya belirli bir zaman çizelgesine göre çalışacak şekilde ayarlanabilir. Yöntemlere göre değişiklik göstermekle beraber, doğru uygulandığında %30 ile %40 arasında enerji tasarrufu yapmak mümkündür. İlgili çalışmada, hangi oranlarda tasarruf elde edilebildiğinin araştırılması amacıyla, Hindistan'da bulunan 5 katlı, 42 odaya sahip örnek bir otel üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerde 3 farklı senaryo için (genel aydınlatmanın açık olduğu, genel aydınlatmanın günışığı karartma kontrollü çalıştığı ve genel aydınlatmanın günışığına göre aç-kapa kontrollü çalıştığı) simülasyonlar yapılmıştır. Sonuçlara göre, günışığına göre karartma kontrolü ile çalışan durumda yıllık enerji tüketiminde %37,08 tasarruf sağlanırken, bu oran aç-kapa çalışan sistemde %40,2'ye kadar yükselmiştir. Ancak ikinci durumda kullanıcı konforundan bir miktar kayıp yaşanmaktadır (Verma ve Jain, 2019).

Suamir vd. (2018) tarafından yapılan bir diğer çalışma ise Endonezya'nın Bali Adası'nda yer alan villa ve daire olmak üzere toplam 672 misafir odası ve 25 toplantı odası bulunan 5 yıldızlı bir otelde su soğutmalı chiller grubu içeren mevcut iklimlendirme sistemine, ısı pompası ve ısı geri kazanım sistemlerinin eklenmesi durumunda elde edilecek tasarrufu incelemektedir. Eklenmesi planlanan ısı pompası ısı geri kazanım sistemi ile ısıtma soğutma ihtiyacı karşılanırken açığa çıkan atık ısının, sıcak su temini için kullanılması amaçlanmıştır. Eklenen sistem ile mevcut iklimlendirme ve ısıtma sistemi kıyaslandığında, ısıtma ve sıcak su temini için harcanan enerjinin %36,7

oranında azaltılabileceği görülmüştür. Bu azalma, otelin toplam enerji kullanımının %6,6'sına tekabül etmektedir ve esas olarak, sıcak su üretimi için atık ısı kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ek olarak, mevcut iklimlendirme sistemine entegre edilen ısı pompası ve ısı geri kazanım cihazından oluşan sistemin yerel para biriminde yıllık 1,728.07 IDR tasarruf sağladığı ve amortisman süresinin 2,61 yıl olduğu belirtilmiştir.

Amirkhani vd. (2019), İngiltere Berkshire'da bulunan 210 oda kapasiteli ve 4 yıldızlı bir şehir oteli için farklı cam türleri kullanılması durumunda enerji verimliliğinin değişimini incelemiştir. Otel, toplam 12.360 m² kullanım alanına sahiptir. Giriş katında restoran, toplantı odaları, kapalı havuz ve fitness salonu gibi genel mekânlar bulunan 3 katlı otelin diğer katları misafirler için konaklama alanı olarak kullanılmaktadır. Çalışmada otelin mevcut haldeki enerji tüketimi, tüm dış camlara ticari ismi "Thinsulate Climate Control 75" olarak bilinen ince ve şeffaf bir filmin iki farklı şekilde uygulanması durumundaki enerji tüketimi ile kıyaslanmıştır. Bu amaçla, şeffaf filmin çift camın iç ortama bakan yüzeyine ve çift cam arasındaki hava boşluğunun dış ortama bakan yüzeyine uygulandığı durumlar değerlendirilmiştir. Hesaplamalar sonucunda iç yüzeye uygulama yapılan durumda otelin yıllık toplam enerji tüketiminin %2,7, çift cam arasına uygulanması halinde ise %4 azaldığı belirlenmiştir. Her iki model için de hem ısıtma hem de soğutma tüketimlerinin azaldığı görülmüştür. Diğer yandan, ısıtma ve soğutma enerjisi tüketiminin azalmasına bağlı olarak fan ve pompa kullanımı da azaldığından, yardımcı sistemlerin enerji tüketiminde iç yüzey uygulamasında %14,9, çift cam uygulamasında ise %16,7 düşüş olmuştur.

Referans alınan son çalışmada ise yine dış cephede kullanılan cam türü temel olarak enerji verimliliği incelenmiştir (Dehwah ve Asif, 2017). Suudi Arabistan, Al-Khobar'da bulunan 4 yıldızlı, restoran, mağazalar, eğlence alanları gibi genel mekânları bulunan, bir kat alanı 1.700 m² ile toplam 9 katlı ve 128 odalı bir otel için dış cephede farklı cam türlerinin etkisini gözlemlemek için analizler yapılmıştır. Çalışmada dikkate alınan otel binası güney cephe olup, cepheleri tamamen 12 mm hava boşluğu ve 6 mm şeffaf cam olmak üzere toplam 24 mm kalınlığındaki ısıcamla kaplıdır. Binanın dış cephesinde herhangi bir gölgeleme tertibatı bulunmadığından, bina maksimum güneş yüküne maruz kalmakta ve soğutma yükleri artmaktadır. Özellikle sıcak ve nemli iklimlerde hali hazırda yüksek olan soğutma yükleri nedeniyle ısıtma-soğutma-havalandırma sistemlerinin tükettiği enerji, binalardaki temel enerji tüketimi haline gelmektedir. Bu amaçla, otelin dış cephesinde mevcut olan çift cama alternatif olarak; farklı ısı transfer katsayılarına sahip düşük yansıtma katsayılı (Low-E), çift güneş kontrol kaplamalı (Double solar control glazing) ve lamine cam (laminated glass) için enerji verimliliği incelenmiştir. Analizler sonucunda otelin ısıtma-soğutma-havalandırma yükünde düşük yansıtma katsayılı, çift güneş kontrol kaplamalı ve lamine cam için sırasıyla 564 MWh (%24,9), 549 MWh (%24,2) ve 454 MWh (%20) azalma tespit edilmiştir.

Tablo 1. Referans çalışmalardaki enerji verimliliği uygulamaları ve tasarruf oranları (Energy efficiency applications and savings rates in reference studies)

Referans Çalışma	Enerji Verimliliği Uygulaması	Toplam Enerji Tasarrufu [%]
1 Atmaca, M. ve Yılmaz Z. (Atmaca ve Yılmaz, 2019)	Yaz oteli için yalıtım ve cam tipi değişimi	38,2
	Kış oteli için yalıtım ve cam tipi değişimi	25,7
2 Wang, Y. vd. (Y. Wang vd., 2019)	Kullanıcı davranışlarının düzenlenmesi	5,0
	Sıcaklık ayarı kontrolü	20,0
3 Verma, N. ve Jain, A. (Verma ve Jain, 2019)	Güneşliğine göre karatma kontrollü aydınlatma	37,08
	Güneşliğine göre aç-kapa kontrollü aydınlatma	40,20
4 Suamir, N. vd. (Suamir vd., 2018)	Isı pompası ısı geri kazanım sistemi	36,7
5 Amirkhani, S. vd. (Amirkhani vd., 2019)	Camın iç yüzeyine film uygulaması	2,7
	Çift cam arasına film uygulaması	4,0
6 Dehwah, A. ve Asif, M. (Dehwah ve Asif, 2017)	Lamine cam kullanımı	20,0
	Çift güneş kontrol kaplamalı cam kullanımı	24,2
	Düşük yansıtma katsayılı cam kullanımı	24,9

4. Antalya'da Anonim Bir Otele Ait Veriler (Data of an Anonymous Hotel in Antalya)

Otel binaları, değişken bina geometrileri, çok sayıda farklı fonksiyonel mekânlara sahip olmaları ve farklı çalışma zaman çizelgeleri ile enerji verimliliği açısından karakteristiği birbirinden oldukça farklı durumları içermektedir. Bu nedene otel binaları için yapılacak enerji verimliliği çalışmaları, binaların özgün yapılarından dolayı münferit olarak ele alınmalıdır. Bu doğrultuda, olası verim artışlarından sağlanacak yaklaşık tasarruf miktarlarının gerçek senaryolar üzerinden ifade edilmesi amacıyla, Antalya'da bulunan anonim bir tesisin bir yıllık elektrik ve doğalgaz tüketim verileri üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada dikkate alınan tesis 5 yıldızlı otel statüsünde olup, toplamda 471 odaya sahiptir ve tam kapasitede odalarda 1000 kişi ile genel mekânlar dâhil günlük toplam 1500 misafir ağırlayabilmektedir. Otelde büyüklük, manzara, kullanım amacı ve misafir kapasitelerine göre 10 farklı tip oda bulunmaktadır (Tablo 2). Otel binası, 10 katı misafir katı olacak şekilde 15 katlı olarak tasarlanmıştır. Her bir misafir katı alanı 2555 m²'dir. Genel mekânlar dâhil toplam 55.130 m² kullanım alanı ile faaliyet gösteren tesiste, bay-bayan kuaför, farklı kapasitelere sahip 18 toplantı salonu, 750 m² kapalı yüzme havuzu, şezlong ve bar alanı dâhil 2000 m² açık yüzme havuzu, 650 m² fitness, 4750 m² spa, 3000 m² tenis kortları, farklı temalarda hizmet veren 7 restoran, 4 bar, 1050 m² eğlence alanı bulunmaktadır. Çok çeşitli genel mekânları ile tesis, konaklamanın yanı sıra farklı sosyalleşme alanları ile tüm yıl boyunca çok sayıda misafir ağırlayabilmektedir.

Tablo 2. Otelde bulunan oda tipleri ve özellikleri (Types of rooms and their features in the hotel)

Oda Tipi	Manzara	Büyüklük [m ²]	Oda Sayısı
Standart	Bahçe	26-30	96
Deluxe	Deniz	26-30	256
Executive Deluxe	Bahçe	26-30	12
Executive Deluxe	Deniz	26-30	32
Grand Deluxe	Deniz	38	18
Corner Suit	-	34	18
Mediterranean Suit	-	56-65	36
Infinity Suit	-	98	1
Ocean Suit	-	135	1
Panorama Suit	-	210	1

Otel binasının yapısal özelliklerine ait detaylar Tablo 3 ile verilmiştir. Otelde, hali hazırda farklı enerji verimliliği uygulamaları mevcuttur. Örneğin tesisin sıcak su ihtiyacının büyük bir kısmı, güneş enerjisi kolektörleri ile sağlanmaktadır. Aydınlatmada enerji tasarruflu LED ampuller kullanılmaktadır. Otel odalarındaki iklimlendirme ise VRF klimalar ile sağlanmaktadır. Tesislerde standart olarak uygulanan, enerji korumalı anahtarlar ile misafirler oda dışında iken iklimlendirme sistemi kapanmaktadır. Otel binasının bazı bölgelerinde yer alan mantolama yardımıyla ise ısı yalıtımı sağlanmaktadır. Ayrıca, genel mekânlarda sensörlü lavabo bataryaları sayesinde su ve otomatik kapılar ile de ısıtma-soğutma yükünden tasarruf elde edilmektedir.

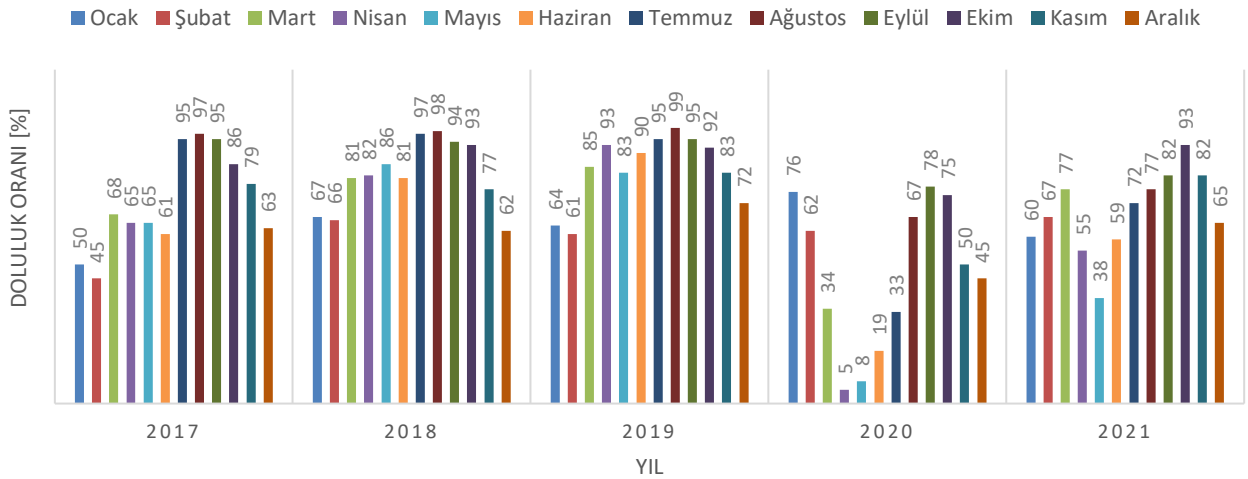
Tablo 3. Otel binasının yapısal özellikleri (Structural features of the hotel building)

Toplam kat adedi	15
Bodrum kat adedi	3
Ortalama kat yüksekliği [m]	3,44
Toplam bina alanı [m ²]	52.494,57
Toplam iklimlendirilen alan [m ²]	47.829,85
Net kullanım alanı [m ²]	46.194,83
Toplam dış duvar alanı (dolgu duvar+betonarme elemanlar) [m ²]	10.336,53+3.230,33
Toplam döşeme alanı [m ²]	4.588,83
Toplam çatı alanı [m ²]	4.620,10
Toplam pencere alanı [m ²]	5.868,41

2017 ile 2021 yılları arasındaki 5 yıllık dönem için aylara bağlı olarak satılan oda sayıları Tablo 4'te verilmiştir. Tesis yaz-kış hizmet veren ve yılın 12 ayı açık olan bir oteldir. Antalya'nın iklimi ve popüler bir turizm şehri olması sebebiyle tüm yıl ziyaretçi aldığı bilinmekle beraber, özellikle Mart-Kasım ayları arasında otelin misafir sayılarının arttığı tablodan görülebilmektedir. Otelin toplam oda sayısının 471 olduğu bilindiğinden, son 5 yıl için aylara bağlı doluluk oranlarını da hesaplamak mümkündür. Doluluk oranlarının değişimi Şekil 3'ten görülebilir. Genellikle Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında %90'dan fazla doluluk oranı ile tesis maksimum misafir sayısına ulaşırken, bu rakam Ocak-Şubat aylarında %60 civarı olacak şekilde azalmaktadır. Bununla birlikte, 2019 yılı sonunda baş gösteren Covid-19 pandemisi sonrası, 2020 yılında tesisin misafir sayılarında meydana gelen azalma da dikkat çekmektedir. Otel, 2020 yılı Nisan ayında %5 ile son beş yılın en düşük doluluk oranı ile faaliyet göstermiştir. 2021 yılında pandeminin son bulması ve normal hayata dönüş ile oteldeki misafir sayıları artmaya başlamış olsa da henüz pandemi öncesi rakamlara ulaşamamıştır. 2021 yılı Ekim ayında en yüksek doluluk oranı %93 olarak belirlenmiş yıl boyu ise ortalama %60-70 civarında seyretmiştir.

Tablo 4. Örnek otelde son 5 yıl için aylara bağlı satılan oda sayıları (Number of rooms sold in the hotel by months for the last 5 years)

	2017	2018	2019	2020	2021
Ocak	7.387	9.758	9.375	11.098	8.723
Şubat	6.603	9.729	8.967	9.127	9.791
Mart	10.009	11.870	12.440	4.937	11.330
Nisan	9.527	11.938	13.622	736	8.017
Mayıs	9.611	12.624	12.222	1.152	5.528
Haziran	8.860	11.822	13.125	2.796	8.612
Temmuz	13.864	14.234	13.929	4.902	10.580
Ağustos	14.196	14.280	14.411	9.766	11.302
Eylül	13.940	13.799	13.823	11.388	11.933
Ekim	12.498	13.621	13.569	11.059	13.582
Kasım	11.594	11.317	12.158	7.336	12.070
Aralık	9.174	9.061	10.636	6.643	9.614
TOPLAM	127.263	144.053	148.277	80.940	121.082



Şekil 3. Örnek otelde son 5 yıl için aylara bağlı doluluk oranlarının değişimi (Change in monthly occupancy rates in the hotel for the last 5 years)

Mevcut çalışmada referans alınan otellerin genel özelliklerinin, anonim otel ile karşılaştırması Tablo 5 ile verilmiştir. Wang vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada yer alan otellerin genel bilgisi kaynakta verilmediğinden tabloya eklenmemiştir. Otellerin yer aldığı konumlar incelendiğinde, büyük çoğunlukla turizm hareketinin fazla olduğu popüler turizm şehirleri oldukları görülmektedir. Atmaca ve Yılmaz (2019) tarafından yapılan çalışmada, Bodrum'da konumlandırılan yaz oteli, turizm sezonunda Mart'tan Ekim'e kadar yılın 8 ayı faaliyet göstermektedir. Çalışmada kış çalışmasının da değerlendirilebilmesi amacıyla, aynı mimari yapı kullanılarak Erzurum Palandöken'de Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat olmak üzere yılın 4 ayı hizmet veren kış oteli için de aynı senaryolar üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Böylece tüm referans çalışmalarda yıllık enerji tüketimi üzerinden elde edilen

tasarruf oranları verilmiş, mevcut çalışmada da buna bağlı olarak yıllık tasarruf değerleri hesaplanmıştır. Tablo 5'te yer alan otellerden en geniş kapasiteli otel, 672 oda kapasitesi ile Endonezya Bali'de, en düşük kapasiteli otel ise 42 oda kapasitesi ile Hindistan Roorkee'de bulunmaktadır.

Tablo 5. Örnek otel ile referans çalışmalardaki otellerin karşılaştırması (Comparison of sample hotel and hotels in reference studies)

	1	3	4	5	6	Anonim Otel
Otelin Yıldız Bilgisi	4	-	5	4	4	5
Konum	Bodrum/Erzurum	Roorkee	Bali	Berkshire	Al-Khobar	Antalya
İklim Bilgisi	Sıcak-nemli/Soğuk	Sıcak-nemli	Sıcak-nemli	Ilık-nemli	Sıcak-kuru	Sıcak-nemli
Oda Kapasitesi	84	42	672	210	128	471
Kat Sayısı	4	5	-	3	9	15
Çalışma Sezonu	Yaz/Kış	Yaz-Kış	Yaz-Kış	Yaz-Kış	Yaz-Kış	Yaz-Kış

*2. Referans çalışma, araştırmada yer alan otellerin genel bilgileri verilmediğinden tabloya eklenmemiştir.

5. Anonim Otel için Enerji Analizi ve Tasarruf Yöntemlerinin Değerlendirilmesi (Energy Analysis and Evaluation of Saving Methods for Anonymous Hotel)

Enerji analizinde ilk adım, herhangi bir iyileştirme önlemi uygulamadan önce, otelin mevcut haliyle enerji tüketimini araştırmaktır. Bir binanın ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su temini için bir yılda kullandığı toplam enerji miktarı binanın yıllık enerji tüketimini ifade eder. Bu enerji tüketim miktarı, çeşitli bina geometrileri, farklı çalışma zaman çizelgeleri ve iklim koşulları nedeniyle özellikle otel binaları için oldukça değişkendir. Bilindiği üzere otellerde toplam enerji ihtiyacı, elektrik, çeşitli yakıtlar veya alternatif enerji kaynaklarından karşılanabilir. Enerji tasarrufunu bütünsel bir yaklaşım ile değerlendirebilmek için farklı kaynaklardan olan tüketimler toplam enerji tüketim değerine dönüştürülmelidir. Bu amaçla ilk önce aylık ve yıllık olarak elektrik tüketimleri ile ısıtmada ve mutfakta kullanılan doğalgaz miktarları aylara bağlı değişen birim maliyetleri ve fatura tutarları ile hesaplanmış, daha sonra toplam birincil enerji tüketimi belirlenmiştir. Tüketim miktarları, anonim otelden temin edilen 2021 yılına ait bir yıllık fatura değerleri üzerinden hesaplanarak, Tablo 6, 7 ve 8 ile sunulmuştur. Elektrik ve doğalgaz tüketim tabloları incelendiğinde, tüketimlerde aylara bağlı çeşitli dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Otel her ne kadar yıl boyu hizmet veriyor olsa da yüksek ve düşük sezonlara göre doluluk oranları, dolayısıyla da enerji tüketim miktarları değişmektedir. Bu dalgalanmalar, daha önce Şekil 3 ile verilen doluluk oranları değişim grafiği ile uyum içerisindedir. Elektrik tüketimlerinin büyük bir bölümü, 2021 yılı verilerine göre Haziran ve Ekim ayları arasında gerçekleşmiş, en yüksek değere ise Ağustos ayında ulaşılmıştır. Tablo 6'dan da görülebileceği üzere, elektrik tüketiminin işletmeye bir yıllık toplam maliyeti 6.213.333 TL olmuştur. Doğalgaz tüketimlerinde ise ısıtma için kullanılan doğalgaza 1.051.715 TL harcanırken, mutfak kullanımı için de ayrıca 134.075 TL ödenmiştir. Böylece işletmenin bir yıllık toplam enerji giderlerinin 7.399.123 TL olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 6. Örnek otel için aylık ve yıllık toplam elektrik tüketimi ve tüketimin işletmeye maliyeti (The monthly and annual total electricity consumption and cost for the sample hotel)

Ay	Toplam Tüketim [kWh]	Birim Fiyat [TL/kWh]	Fatura Tutarı [TL]
Ocak	505.598	0,62	312.398
Şubat	458.460	0,64	291.318
Mart	522.502	0,68	353.588
Nisan	467.522	0,72	334.474
Mayıs	522.959	0,86	447.587
Haziran	599.523	0,79	472.117
Temmuz	840.887	0,88	739.726
Ağustos	899.031	0,90	805.801
Eylül	732.398	0,87	635.199
Ekim	637.021	1,01	645.614
Kasım	541.572	1,18	640.835
Aralık	566.293	0,94	534.676
TOPLAM	7.293.766		6.213.333

Tablo 7. Örnek otel için ısıtmada kullanılan aylık ve yıllık toplam doğalgaz miktarı ve tüketimin işletmeye maliyeti (The monthly and annual total amount of natural gas used in heating for the sample hotel and the cost)

Ay	Toplam Tüketim [kWh]	Birim Fiyat [TL/kWh]	Fatura Tutarı [TL]
Ocak	635.579	0,16	101.392
Şubat	475.319	0,16	76.603
Mart	771.034	0,16	125.617
Nisan	484.217	0,16	79.656
Mayıs	175.828	0,17	29.214
Haziran	158.711	0,17	26.658
Temmuz	126.822	0,20	24.874
Ağustos	124.549	0,20	24.492
Eylül	172.416	0,22	38.115
Ekim	364.623	0,25	91.697
Kasım	484.711	0,36	174.067
Aralık	609.369	0,43	259.332
TOPLAM	4.583.178		1.051.715

Tablo 8. Örnek otel için mutfakta kullanılan aylık ve yıllık toplam doğalgaz miktarı ve tüketimin işletmeye maliyeti (The monthly and annual total amount of natural gas used in kitchen for the sample hotel and the cost)

Ay	Toplam Tüketim [kWh]	Birim Fiyat [TL/kWh]	Fatura Tutarı [TL]
Ocak	50.591	0,19	9.708
Şubat	46.055	0,19	8.933
Mart	51.551	0,20	10.123
Nisan	48.092	0,20	9.534
Mayıs	41.681	0,20	8.347
Haziran	47.645	0,20	9.660
Temmuz	54.939	0,22	11.999
Ağustos	57.230	0,22	12.584
Eylül	56.960	0,22	12.605
Ekim	63.405	0,22	14.087
Kasım	57.992	0,22	12.943
Aralık	60.200	0,23	13.552
TOPLAM	636.341		134.075

Tasarruf yöntemlerinin değerlendirilmesi aşamasında, referans çalışmalarda ele alınan enerji verimliliğini arttırmaya yönelik toplamda 12 adet yaklaşım ile elde edilen tasarruf değerleri (Tablo 1), mevcut otelin potansiyelinin araştırılmasında kullanılmıştır. Seçilen çalışmaların, özellikle benzer otel binalarında ve kullanım koşullarında yapılan uygulamalar olmasına dikkat edilmiştir. Tüm referans çalışmalarda yıllık enerji tüketimi üzerinden elde edilen tasarruf oranları verilmiş, mevcut çalışmada da buna bağlı olarak yıllık tasarruf değerleri hesaplanmıştır. Binaların toplam enerji tüketimi, EN 13790'e (ISO 13790,2008) göre ölçüm, el ile hesaplama veya bilgisayar destekli hesaplama yöntemleri ile belirlenebilmektedir. Çalışmamızda örnek otelden alınan fatura değerleri kullanılarak, toplam birincil enerji tüketimi hesaplanmıştır. Burada kullanılan birincil enerji tanımı, "herhangi bir dönüşüm veya dönüşüm sürecinden geçmemiş yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklardan elde edilen enerji" olarak ifade edilebilir. Örneğin fosil yakıtların içerdiği kimyasal enerji birincil enerji kaynağıdır. Ancak, o fosil yakıtın yakılmasıyla üretilen bir birim elektrik, bir dönüşüm sürecinden geçtiği için birincil enerji olarak kabul edilmeyecektir.

Mevcut bina ve referans uygulamalardaki enerji tüketimlerini eşit koşullarda karşılaştırabilmek amacıyla ölçülen tüketim değerinin birincil enerjiye dönüştürülmesi gerekmektedir. Türkiye için birincil enerji dönüşüm katsayıları, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü'nün 28 Aralık 2020 tarihinde yayınlamış olduğu duyuruya göre güncellenmiştir. Buna göre 2021 yılından itibaren nihai elektrik enerjisinin fosil kaynaklı birincil enerjiye dönüşüm katsayısı 1,826 olarak belirlenmiştir. Doğalgaz ve diğer yakıtlar için bu katsayı 1'dir. Mevcut çalışma için hesaplanan birincil enerji tüketimleri ve bu tüketimlerin maliyeti Tablo

9 ile sunulmuştur. Farklı kaynaklardan olan tüketimlerin maliyetleri hesaplanırken yıllık ortalama birim fiyatlardan yararlanılmıştır. Tablo 9 incelendiğinde, birincil enerji tüketiminin yıllık olarak yaklaşık 12,3 milyon TL maliyetinin olduğu görülmektedir. Bu değer %90'lık kısmının elektrik, %10'luk kısmının ise doğalgaz kullanımı kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 9. Örnek otel için bir yıllık toplam birincil enerji tüketim miktarı ve tüketimin maliyeti (The monthly and annual total primary energy consumption and cost for the sample hotel)

Kaynak	Birincil Enerji Tüketimi [kWh/yıl]	Ortalama Birim Fiyat [TL/kWh]	Birincil Enerji Tüketiminin Maliyeti [TL/yıl]
Elektrik	13.318.416	0,84	11.179.740
Doğalgaz ısıtma	4.583.178	0,22	1.005.333
Doğalgaz mutfak	636.341	0,21	133.289
Toplam	18.537.935		12.318.362

Belirlenen toplam birincil enerji tüketimi ve maliyeti, iyileştirme senaryolarında baz değer olarak kullanılmıştır. İncelenen örnek otel, yılın 12 ayı hizmet veren bir şehir otelidir. Sezonluk otel statüsünde olmadığından, yalnızca ısıtma ya da soğutma yüklerine yönelik iyileştirme senaryoları uygulanmamıştır. Bunun yerine, yıllık enerji tüketiminden toplamda edinilebilecek tasarruf değerlendirilmiştir. Bu miktardan referans çalışmalardaki çeşitli senaryolar dâhilinde nasıl tasarruf edilebileceği ve işletmeye sağlanabilecek olası kazanç hesaplanmıştır. Farklı verimlilik uygulamalarının örnek otel için tüketimde sağlayacağı azalma ve bunun sonucunda elde edilebilecek potansiyel tasarruf, Tablo 10'dan görülebilir. Tüm uygulamalar bir arada değerlendirildiğinde, enerji tüketiminde en az %2,7 ile en fazla %40,2 arasında bir tasarruf öngörülmektedir. Bu oranlara göre yıllık tasarrufun, en az 332.596 TL/yıl ve en çok 4.951.982 TL/yıl olacağı belirlenmiştir. Sağlanan tasarrufun, otelin toplamda 12.318.362 TL/yıl olan birincil enerji tüketim giderinde önemli bir azalma sağlayacağı açıktır. Ayrıca, birincil enerji kaynaklarının kullanımı açısından değerlendirildiğinde, bu kaynakların kullanımının da 18.537.935 kWh/yıl değerinden en iyi durumda 11.085.686 kWh/yıl değerine kadar azaltılması mümkündür. Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı (Şekil 1), elektrik üretiminde neredeyse %45'lere varan dışa bağımlılık varlığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu tüketimlerin azaltılması, ülke ekonomisi için de büyük önem arz etmektedir. Potansiyel yatırımların amortisman süreleri de önemli bir kriter olmakla beraber, referans alınan çalışmaların oldukça çeşitli yaklaşımlar ve sistem analizleri içeriyor olması sebebiyle tek bir amortisman süresi hesaplamak mümkün olmamaktadır. Yatırımın karar aşamasında uygulamaya bağlı olarak bu süreler hesaplanabilir.

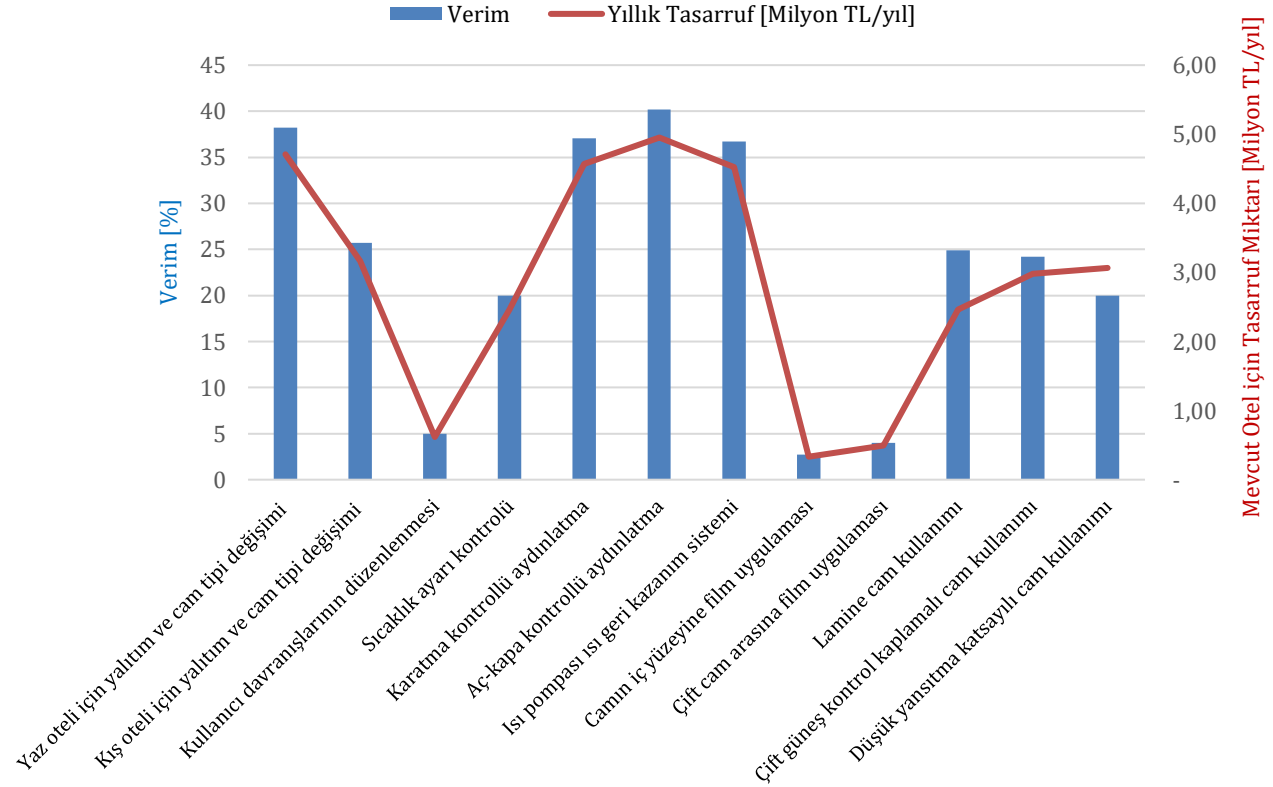
Tablo 10. Örnek otelde farklı uygulamalar ile elde edilebilecek yıllık toplam tasarruf ve ekonomik getirisi (Annual total savings and economic return that can be achieved with different applications in the sample hotel)

Enerji Verimliliği Uygulaması	Toplam Enerji Tasarrufu [%]	Birincil Enerji Tüketimindeki Azalma [kWh/yıl]	Yıllık Tasarruf [TL/yıl]
1 Yaz oteli için yalıtım ve cam tipi değişimi	38,2	7.081.491	4.705.614
Kış oteli için yalıtım ve cam tipi değişimi	25,7	4.764.249	3.165.819
2 Kullanıcı davranışlarının düzenlenmesi	5,0	926.897	615.918
Sıcaklık ayarı kontrolü	20,0	3.707.587	2.463.672
3 Güneşliğine göre karatma kontrollü aydınlatma	37,08	6.873.867	4.567.649
Güneşliğine göre aç-kapa kontrollü aydınlatma	40,20	7.452.250	4.951.982
4 Isı pompası ısı geri kazanım sistemi	36,7	6.803.422	4.520.839
5 Camın iç yüzeyine film uygulaması	2,7	500.524	332.596
Çift cam arasına film uygulaması	4,0	741.517	492.734
Lamine cam kullanımı	20,0	3.707.587	2.463.672
6 Çift güneş kontrol kaplamalı cam kullanımı	24,2	4.486.180	2.981.044
Düşük yansıtma katsayılı cam kullanımı	24,9	4.615.946	3.067.272

6. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Bu çalışmada, Antalya'daki 5 yıldızlı bir şehir oteli için, otelin mevcut enerji tüketimleri temel alınarak toplamda 12 adet farklı enerji verimliliği uygulamasından elde edilebilecek tasarruf miktarları değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda literatürdeki çalışmalarda elde edilen tasarruf oranlarına, örnek otelde ulaşılması halinde

otelin toplam enerji tüketiminde minimum 500.524 kWh/yıl ve maksimum 7.452.250 kWh/yıl değerlerinde bir azalma elde edileceği belirlenmiştir. Enerji tüketimindeki bu düşüşün tesise getireceği ekonomik kazanç ise minimum 332.596 TL/yıl ve maksimum 4.951.982 TL/yıl olmaktadır. Mevcut çalışmada dikkate alınan uygulamalardan elde edilen tasarruf miktarları örnek otel için Şekil 4'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde, en yüksek yıllık tasarruf için aydınlatma kontrolü ve ısı geri kazanım cihazı kullanımının öne çıktığı görülmüştür. Burada ısı geri kazanımlı ısı pompası uygulamasının maliyetinin yüksek ve sisteme entegrasyonunun daha karmaşık olduğu düşünüldüğünde, tüm yaklaşımlar arasından aydınlatma kontrolünün, ilk aşama için basit ve ekonomik bir yaklaşım olacağını söylemek mümkündür.



Şekil 4. Örnek otel için farklı uygulamaların enerji verimliliğine katkısı ve yıllık tasarruf miktarları açısından karşılaştırılması (Comparison of different applications in terms of their contribution to energy efficiency and annual savings for the sample hotel)

Mevcut çalışmada örneklenen ve her biri oteller üzerine yapılan altı çalışmada da enerji verimliliğini arttırmaya yönelik yaklaşımlar birbirinden tamamen farklıdır. Bir tanesinde ısı yalıtımı yaparak ısı kayıpları önlenmeye çalışılırken, diğerinde kullanıcı davranışlarına bağlı olarak klimada elektrik tüketimi azaltılmaya çalışılmış, üçüncü örnekte ise tamamen aydınlatma sistemleri üzerine odaklanan bir analiz ile enerji tasarrufu sağlanmak istenmiştir. Daha kapsamlı bir uygulamada ise su soğutmalı chiller sisteminin ısı pompası ve ısı geri kazanım sistemi entegrasyonu yapılarak enerji verimliliğinin yanı sıra atık ısıdan sıcak su eldesi sağlanması amaçlanmıştır. Son örneklerde ise farklı cam tipleri kullanılarak ısıtma ve soğutma yüklerinde azalma amaçlanmıştır. Referans çalışmalardan görüldüğü üzere, enerji verimliliğini arttırmaya yönelik tüm uygulamalardan, uygulamanın türüne ve yerine bağlı olarak değişen oranlarda enerji tasarrufu elde etmek mümkündür.

Enerji tasarrufu için tercih edilen uygulamaya bağlı olarak değişen miktarlarda ilk yatırım maliyetleri söz konusu olacağı açıktır. Ekonomik analiz ile desteklenmesi halinde bu yöntemlerden elde edilecek kazanç tam olarak belirlenebilir. Ancak, enerji verimliliğinin otel binaları özelinde yalnızca ekonomik tasarruf amacı taşımadığı, buna ek olarak doğa ve çevre dostu düşük karbon salımlı otel binalarının yaygınlaşmasına olanak tanıyacağı unutulmamalıdır. Daha yüksek enerji verimliliğine sahip bina stokunun artırılması, ekonomik, çevresel ve insan sağlığına yönelik birçok iyileştirmeye de olanak sağlayacaktır. Yapılı çevremizin en önemli bileşenlerinden biri olan binalar, çevresel ayak izimize önemli katkıda bulunur ve sağlığımız üzerinde önemli bir rol oynar. Bu nedenlerle Türkiye'de ticari binalar arasında %35'lik bir oranla yüksek enerji tüketimine sahip olan otel binalarında potansiyel enerji verimliliği uygulamalarının tesis bazında değerlendirilmesi ve uygulamaya aktarılması, sürdürülebilir enerji kullanımı için bir gereklilik haline gelmiştir. Enerji verimliliği hedeflerinin uygulanabilirlik kontrolü için bina fonksiyonuna bağlı olarak değişen bina enerji performans kriterlerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle önerilen yöntemlerin uygulanabilirliği konusunda kesin yargılara varmak zor olsa da farklı yöntemlerin sağlayacağı potansiyel tasarruf miktarlarını belirlemek, uygulama öncesi bir başlangıç noktası ve öngörü sağlayacaktır. İlerleyen çalışmalarda en yüksek oranda tasarruf sağlayan yöntem analitik olarak

hesaplanabilir, uygulama sonrası enerji tüketimindeki değişimler otelin çalışma zamanları da dikkate alınarak dinamik bir simülasyon ile tespit edilebilir.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma kapsamındaki analizlerde kullanılan verilerin paylaşımından ve desteklerinden dolayı Timuçin DİŞ, Orkut ALTAN ve Umut AYDIN'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Amirkhani, S., Bahadori-Jahromi, A., Mylona, A., Godfrey, P., Cook, D., 2019. Impact of Low-E Window Films on Energy Consumption and CO2 Emissions of an Existing UK Hotel Building. *Sustainability*, 11(16).
- Atmaca, M., 2016. Avrupa Birliği Bina Enerji Performansı Direktifi'nin Türkiye'deki Mevcut Otel Binaları İçin Uyarlanmasına Yönelik Bir Yaklaşım, Doktora Tezi.
- Atmaca, M., ve Yılmaz, Z., 2019. A Study on Energy and Cost Efficiency for Existing Hotel Buildings in Turkey. *E3S Web of Conferences*, 111.
- Aydın, Ö., 2019. Binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği. *Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 4(1), 55-68.
- Baniassadi, A., Heusinger, J., Gonzalez, P. I., Weber, S., Samuelson, H. W., 2021. Co-benefits of Energy Efficiency in Residential Buildings. *Energy*, 238.
- Cherier, M. K., Bekkouch, S. M. E. A., Benouaz, T., Belaid, S., Hamdani, M., Benamrane, N., 2020. Energy Efficiency and Supplement Interior Comfort with Passive Solar Heating in Saharan Climate. *Advances in Building Energy Research*, 14(1), 94-114.
- Dehwah, A. H. A., ve Asif, M., 2017. Sustainability Assessment of Enhanced Glazing Compositions of Commercial Buildings in Hot-Humid Climates. *2017 9th IEEE-GCC Conference and Exhibition (GCCCE)*, 1-9.
- Dikmen, Ç. B., ve Gültekin, A. B., 2011. Usage Of Renewable Energy Resources In Buildings in The Context Of Sustainability. *Journal of Engineering Science and Design*, 1(3), 96-100.
- Douthat, T., Morgan, J. D., Alibašić, H., Grant, A., 2020. Passive Building Characteristics, and Summertime Residential Energy Use: A Spatial Analysis of Energy Efficiency in Gainesville, FL. *Building and Environment*, 169.
- T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020. Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu. https://enerji.enerji.gov.tr//Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/ENTAP/114176-turkiye_elektrik_enerjisi_talep_projeksiyonu_raporu.pdf
- Farzaneh, H., Malehmirchegini, L., Bejan, A., Afolabi, T., Mulumba, A., Daka, P. P., 2021. Artificial Intelligence Evolution in Smart Buildings for Energy Efficiency. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(2), 1-26.
- ISO 13790, 2008. Energy Performance of Buildings. Calculation of Energy Use for Space Heating and Cooling.
- Magrini, A., Cattani, L., Cartesegna, M., Magnani, L., 2017. Water Production From Air Conditioning Systems: Some Evaluations About a Sustainable Use of Resources. *Sustainability*, 9(8), 1309.
- Öz, B. , 2015. Enerji Verimliliği Kriterlerine Göre Otel Tasarımı ve Enerji Modellemesi. Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Ozalp, C., Saydam, D. B., Çerçi, K. N., Hürdoğan, E., Moran, H., 2019. Evaluation of a Sample Building with Different Type Building Elements in an Energetic and Environmental Perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 115, 109386.
- Özkan Apaydın, H., 2020. Ev Enerji Yönetimi İçin Ev Cihazlarının Kontrolü. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(3), 912-920.
- Öztürk H.K., Öztürk, H.M. , Dombaycı, Ö. A., 2018. Turizm Sektöründe Enerji Tüketimi ve Enerji Tasarruf Olanakları. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 17-28.
- Palmero-Marrero, A. I., Gomes, F., Sousa, J., Oliveira, A. C., 2020. Energetic Analysis of a Thermal Building Using Geothermal and Solar Energy Sources. *Energy Reports*, 6, 201-206.
- Suamir, I. N., Ardita, I. N., Wirajati, I. G. A. B., 2018. Waste Heat Recovery from Central AC System for Hot Water Supply; A Case Study for Hotel Building Application in Indonesia. *Advanced Science Letters*, 23(12), 12206-12210.
- T. C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2020. EPDK Elektrik Piyasası Gelişim Raporu.
- Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, 2020. 2020 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı.
- TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2020. Türkiye'de Enerji Nereye Gidiyor Oda Raporu.
- Verma, N. ve Jain, A., 2019. Optimized Automatic Lighting Control in a Hotel Building for Energy Efficiency. *2018 International Conference on Power Energy, Environment and Intelligent Control, PEEIC 2018*, 168-172.
- Wang, X. Bin, Liu, J. P., Fu, Y., 2013. The Strategies of Passive Energy-Efficiency Design in Low Energy Building. *Frontiers of Green Building, Materials and Civil Engineering III*, 368, 1318-1321.
- Wang, Y., Xu, Z., Wang, Z., Li, H., 2019. Analysis of Thermal Energy Saving Potentials Through Adjusting User Behavior in Hotel Buildings of the Yangtze River Region. *Sustainable Cities and Society*, 101724.
- Yumurtacı, Z., ve Dönmez, A. H., 2013. Konutlarda Enerji Verimliliği. *Mühendis ve Makina*, 54(637), 38-43.