

TÜRKİYE’DE OTEL BİNALARI İÇİN OPTİMUM ENERJİ VE MALİYET ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

Merve ATMACA(*designmim@yahoo.com*)

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

A. Zerrin YILMAZ(*yilmazzer@itu.edu.tr*)

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Enerji, tüm dünyada artan nüfus, gelişen teknoloji ve kullanıcı ihtiyaçları, azalan kaynaklar başta olmak üzere daha nice sebepler ile günümüzün ve geleceğimizin en hassas konusu haline almıştır. Tüm dünyada yapılan ve güncellenen istatistiklere göre toplam enerji tüketiminin enerjinin %30-40’ının binalar tarafından tüketilmektedir. Binalar tarafından tüketilen enerjinin azaltılması, kaynakların korunması, alternatif enerji sistemlerinin kullanımının artırılması, çevresel zararların azaltılması ve tüm bunları için yapılan harcamaların azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi hedefleri ile AB tarafından 2002 yılında ilk hali ile yayımlanan, 2010 yılında güncellenerek zorunlu hale getirilen Bina Enerji Performansı Direktifi (EPBD), ülkemiz için de aday ülke olmamız ve ortak gerçeklerimiz sebepleri ile bağlayıcı niteliktedir. Enerji tüketim verilerine sektörel olarak bakıldığında binaların tükettiği enerjinin konut ve ofis binalarından sonra en yüksek oranda hizmet sektöründe olduğu görülmektedir. Hizmet sektörü içerisinde ise %35 lik payı ile en büyük enerji tüketim oranı otel/konaklama binalarına aittir (TÜİK,2006). UNWTO, (2015)’e göre, dünya genelinde 2014 yılında en çok ziyaret eden ülkeler sıralamasında Türkiye altıncı sırada yer almaktadır. Bu veriden hareketle, Türkiye’ de turizm binalarında enerji ve maliyet tasarrufunun tüm dünyayı etkileyecek nitelikteki önemi açıktır. Bu makale kapsamında, Türkiye’de biri yaz, biri kış turizm bölgesinde yer alan, iklim koşulları, çalışma zaman çizelgeleri birbirinden farklı iki otel uygulama

örneği üzerinden enerji ve maliyet analizleri yapılarak, ulusal ölçekte otel binalarının enerji ve maliyet performansının arttırılmasını sağlayacak özgün bir yaklaşımın oluşturulması hedeflenmektedir. Makale için seçilen iyileştirme tedbirlerinin enerji analizlerine ek olarak her bir senaryo için global maliyet analizleri yapılmış ve elde edilen tüm bulgular baz durum ile karşılaştırma yolu ile detaylı olarak ele alınmıştır. Yapılan analizler neticesinde elde edilen bulgular, iki farklı iklim bölgesinde yer alan, çalışma zaman çizelgeleri ve turizm kapsamaları farklı olan otellerin enerji ve maliyet optimum iyileştirilmesi için farklı etkin parametrelerin öne çıktığını, ortaya konulan yaklaşım aracılığı ile göstermektedir.

AnahtarKelimeler: *Bina EnerjiPerformansı, EnerjiEtkinİyileştirme, Maliyet Optimum EnerjiVerimliliđi, OtelBinalarındaEnerjiveMaliyetAnalizi.*

A CASE STUDY TO DETERMINE BUILDING ENERGY AND GLOBAL COST EFFICIENCY OPTIMIZATION FOR HOTELS IN TURKEY

Merve ATMACA(*designmim@yahoo.com*)

Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, İstanbul, Türkiye

A. Zerrin YILMAZ(*yilmazzer@itu.edu.tr*)

Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, İstanbul, Türkiye

ABSTRACT

Energy has become the most sensitive topic of our day and our future with many reasons, especially with increasing population, developing technology and user needs, decreasing resources all over the world. According to the statistics made and updated all over the world, 30-40% of the total energy consumption is consumed by the buildings. The Building Energy Performance Directive (EPBD), which was originally issued by the EU in 2002 and updated in 2010 and made compulsory in 2010, aims to reduce the energy consumed by the buildings, protect the resources, increase the use of alternative energy systems, reduce environmental damages and reduce costs.

Ensuring the energy targets mandated by this directive in our country is of great importance, being the EU candidate country and taking into account our common utilities. Looking at the energy consumption data by sector, it is seen that the energy consumed by the buildings is highest in the service sector after the residence and office buildings. Within the service sector, the largest energy consumption rate is 35% and belongs to hotel / accommodation buildings (TUİK, 2006). According to UNWTO (2015), Turkey ranks sixth in the ranking of the most visited countries in the world in 2014. With this act, it is clear that energy and cost saving in tourism buildings in Turkey is an important factor that will affect the whole world. In this article, a unique approach to increase the energy and cost performance of hotel buildings at the national scale by making energy and cost analyzes on two different hotel application examples, one in summer and one in winter tourism area in Turkey, the climate conditions and the working time schedules are different from each other.

In addition to the energy analyzes of the selected improvement measures for the article, global cost analyzes were performed for each scenarios and all findings were handled in detail by comparison with the base case. The findings obtained through the analysis of the case study through the developed approach show that different effective parameters are brought forward to optimize the energy and cost of the hotels in the two different climatic regions with different working time schedules and tourism scopes.

Keywords: *Building Energy Performance, Energy Efficient Improvement, Cost Optimum Energy Efficiency, Energy and Cost Analysis in Hotel Buildings.*

1. GİRİŞ

Enerjinin, %70 oranını ithal eden ülkemizde, binalarda enerji tüketim miktarlarını ve enerji maliyetlerini azaltma yolunun enerji ve maliyet etkinliğinin artırılmasından geçtiği tartışılmaz bir gerçektir.

Tüm dünyada, enerji tüketim miktarını düşürmek için çeşitli zorunluluklar, yönetmelikler ve direktifler mevcut olup, bu yaptırımlar gelişen hedeflere uygun olarak güncellenmektedir. EPBD Recast (2012), AB üye ve aday ülkeleri için kendi ulusal koşullarına uygun hesaplamayöntemi geliştirmeleri ve bu yöntemle binalarda enerji performans gereksinimlerinin optimum maliyet düzeylerini belirlemeleri ve 2020 yılı sonuna kadar tüm yeni binaların minimum enerji performans gereksinimlerine ilişkin optimum maliyet düzeyinin hesaplanması ve bu hesaplamanın ulusal bina enerji performansı hesap metodlarına entegre edilmesi ve yaklaşık sıfır enerji bina olması zorunlu kılınmıştır [6].

AB aday ülkesi olan ülkemizde de gerekli yasal düzenlemeler gerçekleştirilmiş, Enerji Verimliliği Kanunu (2007) ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (2008) yürürlüğe konulmuştur. Ülkemizde henüz, yönetmeliklerde maliyet etkinliğine dair bir zorunluluk getirilmezken, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2011) Enerji verimliliği çalışmaları ile Türkiye'nin Enerji Yoğunluğunun 2023 yılına kadar, 2011 yılına göre en az %20 azaltılması hedeflenmiştir.

Binaların tükettiği enerji miktarına sektörel olarak bakıldığında ise, %35 oranla hizmet sektöründeki binalar arasında otel binalarının ilk sırada olduğu görülmektedir (TÜİK,2006). Yeni ve mevcut otel binalarının enerji ve maliyet etkinliğinin artırılması probleminin önünde ulusal bina envanteri olmayışı, ulusal referans değerlerin tanımlandığı referans binanın tanımlanmamış olması, otel binalarının kompleks bina geometrisi, içerdiği çok sayıda farklı

çalışma zaman çizelgelerine sahip fonksiyonel mekanları ve mahallerin fonksiyonuna göre değişken ısılg/görsel konfor değerleri, otelin turizm amacına göre değişken kullanıcı davranışları gibi zorluklar mevcuttur. Kompleks yapıllı otel binalarında, enerji performansının artırılması probleminin çözümüne ilişkin olarak ulusal ölçekte geliştirilen yaklaşım ile, Türkiye'nin iki ayrı iklim bölgesinde yer aldığı varsayılan mevcut otel binası üzerinden yapılan enerji ve global analizleri ile otel binalarının enerji ve maliyet etkin iyileştirilmesi karşılaştırılmalı olarak irdelenmektedir.

2. BİNALARDA ENERJİ – MALİYET- KONFOR PARAMETRELERİ

Bina enerji performansı, değerlendirilen binanın fonksiyonuna bağılı olarak, konfor koşullarına uygun şekilde ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su gibi standart ihtiyaçlarını karşılamak için tükettiğı enerji miktarıdır [5].

Binalarda enerji etkinlik parametreleri, iklimsel parametreler, pasif ve aktif sistem parametreleri, aydınlatma, sıcak su ve yenilenebilir enerji olarak sınıflandırılabilir.

Global maliyet etkinliğinin girdilerini isebina ve malzeme ömrü, yapılan ilk yatırım, renovasyon giderleri, ısıtma, soğutma, aydınlatma, sıcaksu, fan ve pompalar ve diğler enerji tüketim miktarları, enerji birim fiyatları, abonelik ve erişim ücretleri, bina ömrü, enflasyon oranı, piyasa faiz oranı, gerçek faiz oranı, yatırımın hesaplama sonundaki değeri, indirim oranı, bakım-onarım maliyetleri oluşturmaktadır[4].

Konfor koşulları, herbir fonksiyonel mekan için kullanım amacına uygun olarak, kullanıcıların ısıll ve görsel olarak standartlarca belirlenmiş sınır değerler olarak tanımlanmaktadır. Çizelge2.1'de binarda enerji ve maliyet etkinliğini etkileyen enerji, maliyet ve konfor değişkenleri gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 : Bina enerji, maliyet, konfor temel parametreleri

Değişkenler		
Enerji	Maliyet	Konfor
İklim verileri	İlk yatırım maliyeti	Isıl konfor
Konum	Renovasyon maliyeti	Görsel konfor
Yönelim	İşletme maliyeti	
Form	Yaşam dönemi maliyeti	
Engel durumu		
Bina kabuğu		
Kullanım çizelgeleri		
İç kazançlar		
Doğal havalandırma		
Aktif ısıtma sistemleri		
Aktif soğutma sistemleri		
Aktif havalandırma sis.		
Aydınlatma sistemleri		
Sıcak su sistemleri		
Yenilenebilir enerji sis.		

3. YAKLAŞIMIN TANIMLANMASI

‘Mevcut Otel Binaları İçin EPBD’ nin Türkiye Koşullarına Uyarlanmasına İlişkin Bir Yaklaşım’ enerji tüketim düzeyleri hayli yüksek olan 4* ve üzeri mevcut oteller için renovasyon aşamalarında uygulanabilecek iyileştirme önerilerini ortaya koyarak, farklı iklim bölgelerinde dahi bu otel binalarının enerji performansının artırılması ve global maliyetlerin düşürülmesi ile sektörel bazda enerji politikalarının belirlenmesi, AB uyum süreci ve yönetmelikleri gereği, ileri enerji tüketim düzeyi hedeflerinin sağlanması amaçlarını gütmektedir. Türkiye’ nin beş farklı iklim bölgesi ve herbir iklim bölgesine mahsus bina yerleşim, form, malzeme vb. karakteristikleri, turizm amaç ve sezonları, doluluk oranları değişkenlik gösterdiğinden yola çıkarak sunulan yaklaşım, tüm bu iklim bölgelerinde uygulanmaya uygun yapıda esnek ve genel bir yapıya sahiptir.

Enerji ve maliyet açısından etkin olan seçeneklerin kullanımını öneren yaklaşımda, farklı değişkenlerin etki ettiği ve seçeneklerin çözüm üzerindeki etkisinin değişkenlik gösterdiği durumlar mevcuttur. Benzeri durumlar gibi seçim yapma sorununa çözüm arayan bir yöntem olan yöneylem araştırmasında, öncelikle seçim anahatlarını oluşturan sürecin belirlenmesi ve etkin öğelerin belirlenmesi önerilmektedir.

Seçim anahatları, bu yöntemle paralel olarak aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

1. Sorun : Ülkemizde artan otel sayısı, otellerin yüksek enerji tüketim potansiyelleri, enerji etkinlik hedefleri, etken parametrelere ve bina fonksiyonuna ilişkin ulusal standartların eksikliği, referans değerlerin olmayışı, mevcut otellerin tasarımdaki kompleksite, fonksiyonel mekanlar için farklı konfor gereksinimleri ve kullanıcı profiline bağlı değişkenler analiz edilmiştir.

2. Yaklaşım :, sorunun tanımlanması aşamasında ortaya koyulan sorunlara ideal çözümü önermek için bir yol haritası niteliğindedir. Enerji tüketim miktarları ve giderleri hayli yüksek olan otel binalarının, enerji verimliliğini tespit etmek için detaylı dinamik hesap yöntemi ile çalışan bir simulasyon aracı ile mevcut bina ve tekil/çoklu iyileştirme paketlerinin enerji tüketim verileri elde edilebilmektedir. Belirlenen etkin parametrelerin tekli/çoklu senaryolaştırılması ile elde edilen bulguların mevcut durum referans alınarak karşılaştırılması yolu ile en etkin enerji performans durumunu tespit etmek mümkün olabilecektir.

Maliyet etkinliği ise En15459 Bina Enerji Sistemlerinin Ekonomik Değerlendirme Prosedürü Yönetmeliği – Ek C Global Maliyet Hesaplama cetveli kullanılarak bina ve malzeme ömrü, reel faiz oranları, piyasa faiz oranı, enflasyon oranı, enerji maliyetleri, bakım onarım maliyetleri de dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

Herbir tekil/çoklu iyileştirme için enerji ve maliyet analizi yapılarak incelenmektedir. Belirlenen seçeneklerin enerji etkinliği ‘enerji yüklerinin analizi’, maliyet etkinliğine global maliyet analizi ile ortaya çıkmaktadır. Tekil ya da çoklu iyileştirmelerin etkisi enerji ve maliyet açısından eş zamanlı değerlendirilerek optimum iyileştirmenin tespitine gidilmektedir.

3. Çözüm : Sorunun tespiti ile başlayan süreçte, hedefler, zorunluluklar, gereksinimler, değişkenler vasıtası ile amaca erişilmektedir. Mevcut otel stoğu için enerji ve maliyet etkinliğinin arttırılması amacı ile mevcut binalar için enerji ve maliyet analizleri yapılarak minimum enerji tüketimi, minimum maliyet belirlenen seçeneklerin karşılaştırılması yolu ile belirlenmektedir. Bu yolla gerek sektörel bazda gerekse ülke çapında kaynak tüketimi, çevre kirliliği ve milli servet açılarından fayda sağlamak hedeflenmektedir.

4. Uygulama : Önerilen yaklaşımın kullanılabilirliğini kontrol etmek amacı ile mevcut bir otel binası için enerji ve maliyet analizleri, belirlenen ölçütler ve sonuçların karşılaştırılması kısmıdır.

4. BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI ANALİZİ

Mevcut durum ve iyileştirme senaryolarına ilişkin enerji tüketimlerinin, enerji etkinliği için seçilen ölçütlerin tekli/çoklu kullanımın analizi ile belirlenmesi amaçlanmaktadır. Enerji tüketimi analizleri ile tekil/çoklu iyileştirme tedbirlerinin ısısal ve optik özellikleri EnergyPlus V8.1. aracılığıyla detaylı simülasyonlar yapılarak ısıtma, soğutma, aydınlatma, ekipmanlar ve diğer enerji tüketimleri ile toplam enerji tüketimleri elde edilmektedir. Analizler yıllık, aylık, günlük hatta saatlik olarak irdelenebilmektedir. Isıtma ve soğutma ayar sıcaklıkları ve çalışma zaman çizelgeleri ilgili standartlarda yer alan konfor değerlerine ve bu değerlerin bulunmaması durumunda uygulama örneklerine göre belirlenmektedir. Simülasyon araçları aracılığı ile test edilen

durumlarda elde edilen sonuçların ısısal ve optik olarak enerji ve konfor açılarından standart değerleri sağlayıp sağlamadığı kontrol edilebilmektedir.

5. BİNALARDA GLOBAL MALİYET ANALİZİ

Global maliyet, yapının yapım ve işletim maliyetleri dahil yaşam dönemi boyunca toplam maliyetidir. Global maliyet analizinde temel alınan EN15459’ da yer alan ‘NET BUGÜNKÜ DEĞER’ yönteminde, yapılan ilk yatırım, renovasyon giderleri, ısıtma, soğutma, aydınlatma, sıcsaksu, fan ve pompalar ve diğer enerji tüketim miktarları, enerji birim fiyatları, abonelik ve erişim ücretleri, bina ömrü, enflasyon oranı, piyasa faiz oranı, gerçek faiz oranı, yatırımın hesaplama sonundaki değeri, indirim oranı, bakım-onarım maliyetleri yöntemin girdilerini oluşturmaktadır. Cetvelin çıktısı ise bina ömrü boyunca mal sahibine ve işletmeciye ait olmak üzere toplam yaşam dönemi maliyetidir [4]. EPBD-Recast 2010 ve ilgili mevzuat kapsamında önerilen maliyet hesaplama süreleri ticari binalar için ise 20 yıl olarak belirlenmiştir [2].

Bu hesaplamalarda, değerlendirmeye alınan her bir enerji verimliliği tedbiri için sabit olan maliyetler ve binanın enerji performansına etki etmeyen bina elemanlarına ait maliyetler hesaba katılmaz, diğer tüm maliyetler değerlendirmeye alınır [3].

$$C_g(\tau) = C_1 + \sum_{j=1}^{\tau} [(C_{a,i(j)} \times R_d(i)) - V_{f,\tau(j)}] \quad (1)$$

τ : hesaplama süresi

$C_g(\tau)$: toplam maliyet

C_1 : ilk yatırım maliyeti

$C_{a,i(j)}$: yıllık giderler

$V_{f,\tau(j)}$: binanın, hesaplama süresi sonunda kalan bedeli

$R_d(i)$: i yılı için indirim oranı, eşitlik 2 ile hesaplanır.

$$R_d(p) = \left[\frac{1}{1+r/100} \right]^p \quad (2)$$

r : reel indirim oranı

p : hesaplama başlangıç yılından itibaren geçen yıl sayısı

Hesaplamalarda, başlangıç yılı olarak 2015 yılı seçilmiş olup, enerji verimliliği tedbirlerinin ilk yatırım maliyetlerinin hesaplanmasında 2014 yılı gerçek piyasa fiyatları kullanılmıştır. Maliyet hesaplarında Enflasyon oranı, Aralık ayına göre yıllık enflasyon değişimlerinin son beş yıllık ortalaması alınarak hesaba katılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan birim fiyatlar piyasa fiyatları olup fiyatlara vergiler dahildir.

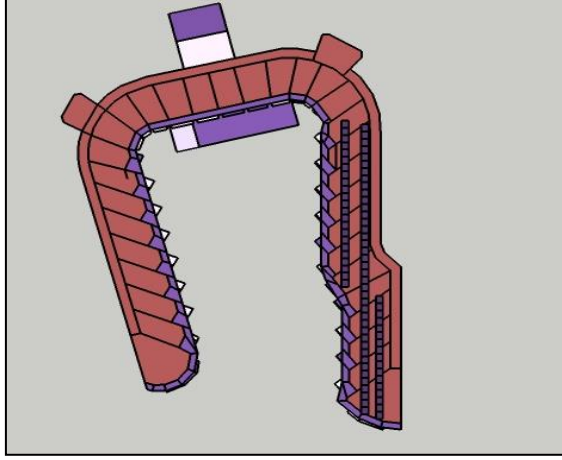
6. TÜRKİYE’DE OTEL BİNALARI İÇİN OPTIMUM ENERJİ VE MALİYET ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

EPBD (2010), direktifi ile her bir ülke için önerilen ulusal yöntemin Türkiye koşullarına uygun olarak kompleks yapılı otel binaları için uygulanmasına yönelik optimum enerji ve maliyet etkinliğinin belirlenmesine ilişkin uygulama örneği ile yapılan enerji ve maliyet analizleri neticesinde elde edilen bulguların karşılaştırılması yolu ile, ülkemizde özellikle mevcut otel binalarında yapılacak iyileştirme tedbirlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

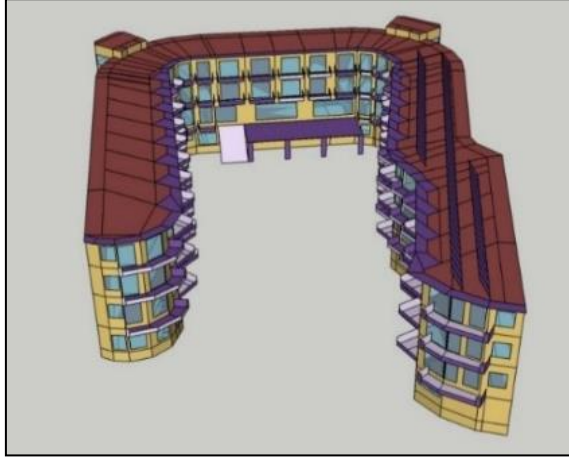
6.1 Uygulama Örneğinin Tanımlanması

Uygulama örnek binası bir bodrum, zemin ve iki yatak katından oluşan dört yıldızlı sezonluk bir turizm tesisidir. Otelde 6 adet köşe süit, 78 standart oda olmak üzere 84 oda mevcuttur. Oteldeki fonksiyonel mekanlar, 24 saat hizmet veren kafe-bar, 200 kişilik çok amaçlı salon, fuaye, 80 kişilik alakart restoran, mutfak, depolar, soğuk depo, genel tuvaletler, kuaför, revir, ofisler, hamam, sauna, masaj, spor salonu, lobi ve çamaşırhanedir. Şekil 6.1 ve

6.2’de bina enerji modeli üzerinde genel hatları ile gösterilmektedir.



Şekil 6.1:OpenStudio test oteli model görseli.



Şekil 6.2:OpenStudio test oteli model perspektifi.

6.1.1 Mevcut Bina Yapı Kabuğu ve Sistemlerinin Tanımlanması

Uygulama örneğinin mevcut bina kabuğu ısı geçirgenlik katsayısı (U faktör) değerleri Çizelge 6.1’da gösterildiği gibidir.

Çizelge 6.1 : Test otel binası bina kabuk bilgileri.

Yapı Bileşeni	U Değeri [W/m ² K]	SHGC	VT
Dış Duvar	0.38		
Döşeme iç	1.828		
Döşeme toprak	0.423		
Çatı	0.308		
Cam	2,7	0.737	0.797
Doğrama	1.3		

Mevcut Bina Aktif Sistemlerin Tanımlanması

Bina HVAC sistemi EnergyPlus v.8.1 dinamik simülasyon aracı kullanılarak test edilmiştir. Genel olarak binanın ısıtılması ve soğutulması VRF sistemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Koşullandırılan alanlardaki iç üniteler seçilen VRF dış ünitelerine bağlı olup bu iç üniteler buldukları ortamın iç ortam havasını sirküle ederek ortamı şartlandırmaktadırlar. Genel olarak binadaki set sıcaklıkları yatak odalarında 21-26 °C, ıslak hacimlerde, merdiven hollerinde ve koridorlarda şartlandırma yapılmamaktadır. Ayrıca bina sıhhi sıcak su sistemi 30*4 kW kapasiteli bir elektrikli boyler tarafından sağlanmakta olup güney yönündeki 80 adet güneş kollektörü ile sıhhi sıcak su sistemine destek verilmektedir. Güneş kollektörlerinin her birinin aktif alanı 2.1m² verimi %83tür.

Mevcut Bina Havalandırma Sisteminin Tanımlanması

Test binası, asıl bina havalandırma stratejisine sadık kalınarak tanımlanmış olup, koridorlarda ve çekirdeklerde ısıtma soğutma yapılmazken, havalandırma da doğal yolla sağlanmaktadır. Oda içlerindeki tuvaletlerde ısıtma soğutma yokken, yalnızca kirli hava egzoz fan ile dışarı atılmaktadır.

Mevcut Bina Aydınlatma Sisteminin Tanımlanması

Test binası, mevcut durum ve iyileştirme senaryoları için aydınlatma sisteminde herhangi bir değişiklik önerilmemiştir. Mevcut bina enerji tasarruflu led aydınlatma armatürleri

kullanılarak tasarlanmış olup, koridor ve wc gibi ortak kullanım alanlarında aydınlatma hareket sensörlüdür. Ancak makale kapsamında, aydınlatma sistemi mahallerin fonksiyonuna bağlı olarak senarize edilerek Çizelge 6.2 iç kazançlar tablosunda gösterildiği gibi birim alan başına W cinsinden tanımlanmaktadır.

6.1.2 Enerji tutarı verileri

Testler sonucu enerji ödemeleri tasarruf miktarlarının belirlenmesinde; elektrik maliyetleri için 2014 yılı fatura birim fiyatları kullanılacaktır. Aydem' in uyguladığı elektrik birim fiyatı 0.235878 TL'dir. Bu bilgi bahsi geçen döneme ait elektrik faturası otel yetkilisinden temin edilerek belirlenmiştir. Tüm bina modellendikten sonra aylık tüketim değerleri ve bedelleri simülasyon sonuçları ile karşılaştırılacaktır.

6.1.3 Bina konumu, iklim bölgesi ve yıllık çalışma zaman aralıkları

Makale kapsamında, ele alınan uygulama örneği bina için iki farklı iklim bölgesi üzerinden bina enerji performansı analizleri yapılmaktadır. Belirlenen test senaryolarında, aynı geometrik şekle sahip uygulama örneği sıcak nemli ve soğuk iklimi temsil edecek şekilde Bodrum ve Erzurum' da konumlandırılmıştır. Bodrum oteli yaz turizmine hizmet eden bir otel olup, mart ve ekim ayları dahil olmak üzere sekiz ay çalışmaktadır. İklim verileri Muğla merkez verileri olup konum Bodrum-Turgut Reis olarak analizleri yapılmıştır. Bu konumda yer alan binada, kullanıcı davranışları ve doluluk oranları otel yönetimi ile yapılan görüşme doğrultusunda tanımlanmıştır. Erzurum Palandöken' de yer aldığı varsayılan aynı geometrik özelliklere ve fonksiyonel mekanlara sahip otel binasının, Palandöken kayak sezonuna uygun olacak şekilde Kasım, Aralık, Ocak, Şubat aylarında olmak üzere senede dört ay faaliyet gösterdiği kabul edilerek analizler yapılmıştır. İklim verileri Erzurum merkez verileridir ancak konum Palandöken olacak şekilde simülasyonlarda tanımlanmıştır.

6.1.4 Zonların ayar sıcaklıkları ve çalışma zaman çizelgeleri

Uygulama örneğinde var olan fonksiyonel mekanlara ilişkin ayar sıcaklıkları ve iç kazanç değerleri Çizelge 6.2’de gösterilmektedir. Aydınlatma ve ekipmanlardan elde edilen iç kazanç değerleri Birleşmiş Milletler Enerji Departmanı tarafından ticari referans binalar için hazırlanan büyük ölçekli referans otel binası verilerinden temin edilmiştir.

Ekipmanlar, otellerde yer alan fonksiyonel mekanların her birinde yer alan örneğin yatak odaları için, su ısıtıcısı, tv, mini buzdolabı, saç kurutma makinası vb. elektrikli ekipmanları anlatmaktadır. Yatak odalarında bulun İnsan sayıları ise otelin mevcut yatak odası alanları ve yatak sayıları oranlanarak elde edilmiştir. Her bir zon için tanımlanan ayar sıcaklıkları ise DIN EN 18599’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çizelge 6.2 : Zon ayar sıcaklıkları ve iç kazançları.

Zon Adı	Ayar sıcaklıkları	İÇ KAZANÇLAR		
		Aydınlatma [W/m ²]	İnsanlar [m ² /kişi]	Ekipmanlar [W/m ²]
Yatak Odası	21°C / 26°C	11.84	11	14.3
Koridor	16°C / 30°C	11.84	11	14.3
Merdiven	16°C / 30°C	11.84	11	14.3
Lobi	21°C - 26°C	11.84	11	14.3
Masaj	21°C - 26°C	11.84	7.51	14.3
Spor Sal.	18°C	12	13,5	9.01
Sauna	50°C	11.84	12,5	14.3
Genel-Wc	-	11.84	-	-
Hamam	50°C	12	2	10
Depo	-	9	-	-
Revir	21°C - 26°C	11.84	7.64	-
Kuaför	21°C - 26°C	15	8,49	40
Ofis	21°C - 26°C	13.2	7.59	15.1
Sog.Depo	-5°C / +5°C	9	-	-10
Mutfak	21°C - 26°C	12	13,5	150
Lokanta	21°C - 26°C	12	2,27	10
Hol	21°C - 26°C	11.84	11	14.3
Fuaye	21°C - 26°C	11.84	11	14.3
Ç.A.Salon	21°C - 26°C	11.84	11	14.3
Kafeterya	21°C - 26°C	11.84	32.01	14.3

6.1.5 Test edilen iyileştirme senaryolarının tanımlanması

Makale kapsamında test edilen senaryolar Çizelge 6.3.te gösterilmektedir. Mevcut durum, uygulama örneği olan binanın

güncel durumunu teşkil etmektedir. Baz binada yalıtım ve gölgelemeye yarayan balkonların olmadığı varsayıldığı durum ile iyileştirme senaryoları durum 1-20 olarak ısıyalıtımı kalınlık ve malzemesi, cam tipi, gölgeleme elemanı ve konumları temel analiz parametreleri olarak seçilmiştir.

Çizelge 6.3 : Seçilen iyilaştırme senaryoları.

Senaryo	Isı Yalıtımı	Cam tipi	Yarı saydam gölgeleme	Konum	Önem tipi
Yalıtımsız-balkonsuz	Yok	Stnd. Çift cam	Yok	Bodrum Erzurum	Yok
Mevcut	5 cm taşıyünü	Stnd. Çift cam	Yok	Bodrum Erzurum	Yok
Durum 1	5 cm eps	Stnd. Çift cam	Yok	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 2	8 cm eps	Stnd. Çift cam	Yok	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 3	4 cm eps	Stnd. Çift cam	Yok	Bodrum	Tekil
Durum 4	5 cm taşıyünü	4+16hava+4 ısı cam konfor	Yok	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 5	5 cm taşıyünü	4+16argon+4 ısı cam konfor	Yok	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 6	5 cm taşıyünü	6 Tentesol+ 16 hava + 6 TRC EcothermLow-E	Yok	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 7	5 cm taşıyünü	4+12+4+12+4 Sinerji 3 cam	Yok	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 8	5 cm taşıyünü	4+12+4+12+4 Konfor 3 cam	Yok	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 9	5 cm taşıyünü	Stnd. Çift cam	*Med.Sol.Ref. *Med.Sol.Trans	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 10	5 cm taşıyünü	Stnd. Çift cam	*High Sol.Ref. *LowSol.Trans	Bodrum Erzurum	Tekil
Durum 11	5 cm taşıyünü	Stnd. Çift cam	*LowSol.Ref. *High Sol.Trans	Bodrum	Tekil

Çizelge 6.3 : Seçilen iyilaştırme senaryoları (devam).

Senaryo	Isı Yalıtımı	Cam tipi	Yarı saydam gölgeleme	Konum	Önlem tipi
Durum 12	5 cm taşıyünü	Stnd. Çift cam	*LowSol.Ref. *LowSol.Trans	Bodrum	Tekil
Durum 13	5 cm taşıyünü	Stnd. Çift cam	*LowSol.Ref. *MedSol.Trans	Bodrum	Tekil
Durum 14	5 cm taşıyünü	Stnd. Çift cam	*Med. Sol.Ref. *LowSol.Trans	Bodrum	Tekil
Durum 15	8 cm EPS	4+16hava+4 ısı cam konfor	Yok	Erzurum	Çoğul
Durum 16	8 cm EPS	4+16argon+4 ısı cam konfor	Yok	Erzurum	Çoğul
Durum 17	8 cm EPS	6 Tentesol+ 16 hava + 6 TRC EcothermLow-E	Yok	Erzurum	Çoğul
Durum 18	8 cm EPS	4+12+4+12+4 Sinerji 3 cam	Yok	Erzurum	Çoğul
Durum 19	8 cm EPS	4+12+4+12+4 Konfor 3 cam	Yok	Erzurum	Çoğul
Durum 20	10 cm eps	Stnd. Çift cam	Yok	Erzurum	Tekil

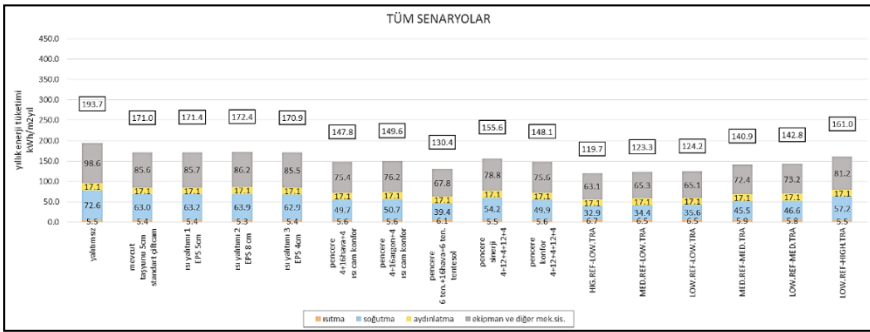
6.1.6 Enerji ve maliyet analizlerine ilişkin bulgular - Bodrum

Belirlenen senaryolar için enerji ve global maliyet analizleri yapılmış, elde edilen bulgular grafiklerde karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Bodrum için tüm senaryoların yıllık enerji tüketimlerine bakıldığında, örnek otelin sezonluk çalışması sebebi ile ısıtma enerji tüketiminin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Otelin iyileştirmelerden önceki tüketimi (mevcut durum) toplam 171 kWh/m²yıl iken, tekil iyileştirmelerle elde edilen en düşük tüketim miktarı 119,7kWh/m²yıl ile Yüksek Yansıtıcılık/Düşük Geçirgenlikli yarı saydam dış stor (Durum 9) kullanıldığı durumdur. Tüm durumlara, birincil enerji cinsinden bakıldığında, enerji kaynağı olarak elektrik kullanıldığından elektrik birincil enerji dönüşüm değeri çarpan olarak kullanılmıştır. Şekil 6.3 ve Çizelge 6.4’te tüm durumlar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca CO2 salımlarının da enerji tüketim miktarı ile doğru orantılı olarak düştüğü gözlenmiştir. Yalıtımsız/balkonsuz durum ile mevcut durum (baz durum) üzerine Yüksek Yansıtıcılık-Düşük Geçirgenlik

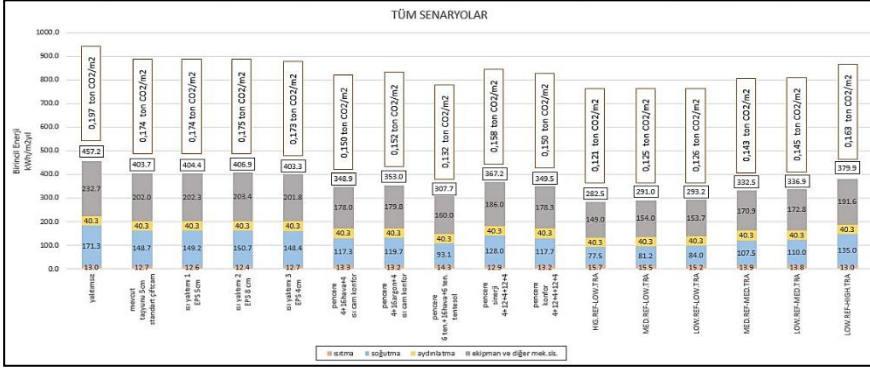
yarı saydam dış stor olan durum arasında % 38.2 iyileşme tespit edilmiştir.

Çizelge 6.4: Bodrum otel uygulama örneği yıllık enerji tüketim sonuçları

Senaryo adı	Istıma kWh/m ² yıl	Soğutma kWh/m ² yıl	Aydınlatma a kWh/m ² yıl	Ekipman ve Diğer kWh/m ² yıl	Yıllık enerji tüketimi kWh/m ² yıl
Yalıtımsız - Balkonsuz	5,5	72,6	17,1	98,6	193,7
Mevcut durum	5,4	63,0	17,1	85,4	171,0
Durum 1	5,4	63,2	17,1	85,7	171,4
Durum 2	5,3	63,9	17,1	86,2	172,4
Durum 3	5,4	62,9	17,1	85,5	170,9
Durum 4	5,6	49,7	17,1	75,4	147,8
Durum 5	5,6	50,7	17,1	76,2	149,6
Durum 6	6,1	39,4	17,1	67,8	130,4
Durum 7	5,5	54,2	17,1	78,8	155,6
Durum 8	5,6	49,9	17,1	75,6	148,1
Durum 9	6,7	32,9	17,1	63,1	119,7
Durum 10	6,5	34,4	17,1	65,3	123,3
Durum 11	6,5	35,6	17,1	65,1	124,2
Durum 12	5,9	45,5	17,1	72,4	140,9
Durum 13	5,8	46,6	17,1	73,2	142,8
Durum 14	5,5	57,2	17,1	81,2	161,0



Şekil 6.3 :Tüm senaryolar için yıllık m2 başına enerji tüketimi, Bodrum.



Şekil 6.4 : Tüm senaryolar için yıllık m2 başına birincil enerji ve karbon salımı, Bodrum.

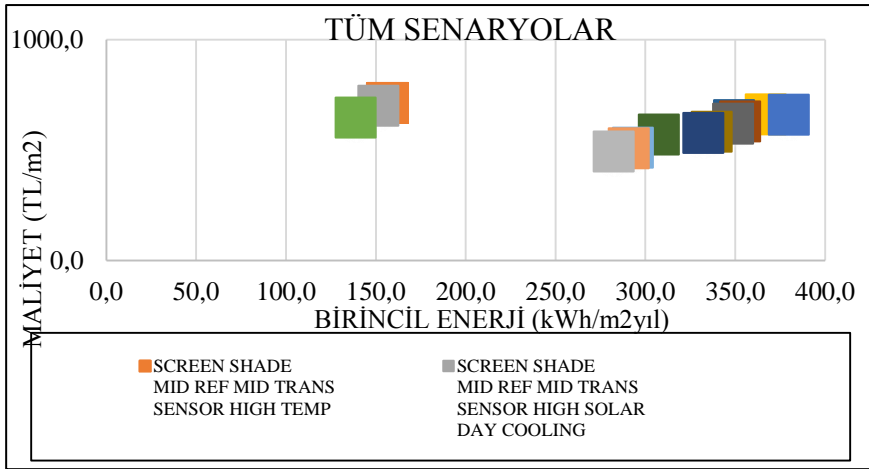
Çizelge 6.5’te enerji etkinliği açısından uygun bulunan senaryoların TL cinsinden global maliyetlerine bakıldığında, dış stor med. Reflectance-med. Transmittance malzemesi dış hava sıcaklığı sensörü ile otomasyona bağlandığında gözlenen global maliyetin en yüksek mertebede olduğu açıktır. Bunun yanında en düşük global maliyet ise mevcut binada yalnızca highref-lowtransmission tipi yarı saydam dış stor kullanıldığında elde edildiği gözlenmiştir. Mevcut durumun maliyeti 3.287.411tl iken en düşük maliyetli çözüme göre, bu maliyet iyileştirmesi %28 oranındadır.

Çizelge 6.5: Bodrum, tüm senaryolar global maliyet karşılaştırması.

SENARYOLAR	TOPLAM MALİYET
Durum 7 Isıcamsinerji 3 cam 4-12-4-12-4	3.175.786,89 TL
Durum 11 Standartçift cam Yarısaydamdışstor DüşükYansıtıcılık- YüksekGeçirgenlik	3.168.519,80 TL
Durum 8 IsıcamKonfor 4-12-4-12-4	3.049.978,04 TL
Durum5 IsıcamKonfor Argon	3.020.706,14 TL

Çizelge 6.5: Bodrum, tüm senaryolar global maliyet karşılaştırması (devamı).

SENARYOLAR		TOPLAM MALİYET
Durum 4	IsıcamKonfor	2.977.500,03 TL
Durum 13	Yarısaydamdışstor DüşükYansıtıcılık- OrtaGeçirgenlik	2.809.465,46 TL
Durum 9	Yarısaydamdışstor OrtaYansıtıcılık-OrtaGeçirgenlik	2.773.709,33 TL
Durum 6-	IsıcamTentasol	2.737.991,58 TL
Durum 12	Yarısaydamdışstor DüşükYansıtıcılık- DüşükGeçirgenlik	2.453.644,01 TL
Durum 14	Yarısaydamdışstor OrtaYansıtıcılık- DüşükGeçirgenlik	2.435.638,48 TL
Durum 10	Yarısaydamdışstor YüksekYansıtıcılık- DüşükGeçirgenlik	2.366.867,33 TL



Şekil 6.5 :Seçilen senaryolar için m2 başına yıllık birincil enerji ve global maliyetler,Bodrum.

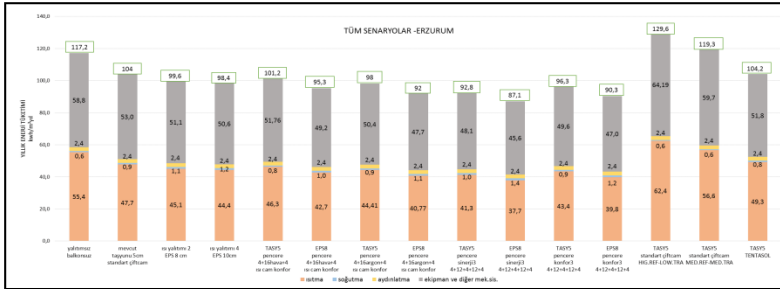
Global maliyet ve birincil enerji bir arada değerlendirildiğinde, enerji etkinliği açısından otomasyona bağlı yarı saydam dış storların etkinliklerinin daha yüksek olduğu ancak bu durumların yaşam dönemi maliyetlerini oldukça arttırdığı gözlenmiştir. Bunun aksine mevcut duruma yalnızca yüksek yansıtıcılık ve düşük geçirgenlik (hifref-lowtrans) değerlerine sahip yarı saydam dış stor eklendiğinde hem maliyet hem enerjinin en etkin olduğu durum elde edilmiş olmaktadır. Böylelikle test edilen durumlar arasında optimum iyileştirme Durum 10 ile sağlanmış olmaktadır.

6.1.7 Enerji ve maliyet analizlerine ilişkin bulgular - Erzurum

Otellerin konumları ve turizm amaçlarına göre çalışma zaman çizelgeleri de değişkenlik göstermektedir. Değişen çalışma zaman çizelgelerine ve iklim değişkenlerine göre de enerji tüketim davranışları da değişen oteller için enerji etkinliğine etki eden parametrelerin de etkinliği farklılaşmaktadır. Farklı iklimde yer alan ve çalışma zamanları farklı olan sezonluk otellerin enerji etkinliğini arttırmak için alınması gereken tedbirler ve onların etkileri farklılık göstermektedir. Kış sezonu aktif Erzurum örneği için, karşılaştırılması yapılan senaryolara bakıldığında, test binası soğuk iklimde yer almakta ve bu sebeple binanın fonksiyonu gereği sahip olduğu yüksek iç kazançlarına rağmen ısıtma tüketimlerinin diğer iklim bölgesine kıyasla oldukça yüksek mertebelerde olduğu analiz sonuçlarında görülmektedir. Bu örnek için belirlenen senaryolar arasında etkinliği en yüksek olan Durum18’dir. Bu durumda hem yalıtım malzemesi ve kalınlığı hem de cam tipi değiştirilerek çoklu önlem ile %25,7 oranında iyileşme elde edilmektedir.

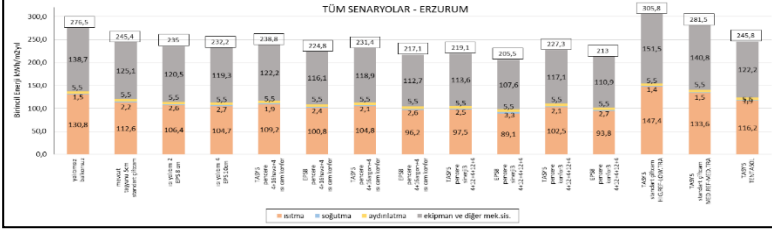
Çizelge 6.6 : Erzurum otel uygulama örneği yıllık enerji tüketim sonuçları.

Senaryo adı	Istima kWh/m ² yıl	Soğutma kWh/m ² yıl	Aydınlatma kWh/m ² yıl	Ekipman ve Diğer kWh/m ² yıl	Yıllık enerji tüketimi kWh/m ² yıl	
Yalıtımsız	-	55,4	0,6	2,4	58,8	117,2
Balkonsuz						
Mevcut durum		47,7	0,9	2,4	53,0	104,0
Durum 2		45,1	1,1	2,4	51,1	99,6
Durum 20		44,4	1,2	2,4	50,6	98,4
Durum 4		46,3	0,8	2,4	51,7	101,2
Durum 15		42,7	1,0	2,4	49,2	95,3
Durum 5		44,4	0,9	2,4	50,4	98,0
Durum 16		40,7	1,1	2,4	47,7	92,0
Durum 7		41,3	1,0	2,4	48,1	92,8
Durum 18		37,7	1,4	2,4	45,6	87,1
Durum 8		43,4	0,9	2,4	49,6	96,3
Durum 19		39,8	1,2	2,4	47,0	90,3
Durum 10		62,4	0,6	2,4	64,2	129,6
Durum 9		56,6	0,6	2,4	59,7	119,3
Durum 17		49,3	0,8	2,4	51,8	104,2



Şekil 6.6 :Tüm senaryolar için yıllık enerji tüketimi ,Erzurum.

Türkiye’de Otel Binaları İçin Optimum Enerji Ve Maliyet Etkinliğinin Belirlenmesine Yönelik Uygulama Örneği



Şekil 6.7 : Tüm senaryolar için birincil enerji sonuçları, Erzurum.

Çizelge 6.7 : Erzurum (sezonluk), global maliyet karşılaştırması.

Senaryolar	Toplammaliyet	
Yalıtımsız- Balkonsuz Mevcut Durum	20 cm tuğladuvar-- Standartçift cam 5 cm taşıyünü -	2.251.956,43 TL 1.998.514,84 TL
Durum 7	Isıcamsinerji 3 cam	1.759,51 TL969.
Durum 8	IsıcamKonfor	2.054.667,45
Durum5	IsıcamKonfor Argon	2.030.452,80 TL
Durum 4	IsıcamKonfor	2.080.774,66 TL
Durum 9	OrtaYansıtıcılık- OrtaGeçirgenlik	2.358.309,53 TL
Durum 10	YüksekYansıtıcılık- DüşükGeçirgenlik	2.556.568,56 TL
Durum 19	Eps8cm – Konfor 3 cam	2.240.325,10 TL
Durum 20	Eps 10 cm – Standartçift cam	2.207.105,53 tı
Durum 2	Eps 8 cm - Standartçift cam	2.179.868,83 TL
Durum 15	Eps 8 cm – konforhava	2.177.435,12 TL
Durum 16	Eps 8 cm – konfor argon	2.120.209,32 TL
Durum 18	Eps 8 cm – sinerji 3 cam	2.051.142,28 TL

Global maliyetler test otelinin yalnız kayak sezonunda çalıştığı varsayılan Erzurum örneği için irdelenmiş ve en düşük maliyet ‘sinerji 3 cam’ olan Durum7 ile elde edilmiştir. Enerji tüketimi en düşük olan Durum 18’ in maliyetinin ikinci sırada geldiği görülürken, en yüksek maliyet ise sinerji 3 kat cam durumunda ortaya çıktığı izlenmiştir. Yapılan maliyet analizlerine göre, enerji etkinliği ile maliyet etkinliğinin farklılık gösterdiği durumlar ortaya çıkmıştır. Enerji etkinliği yüksek minimum maliyetli durumun

tespiti ise enerji ve maliyet analizlerinin eşzamanlı karşılaştırılması ile mümkün olacaktır. Çizelge 6.7’ de seçilen enerji etkinlik senaryoları için global maliyet analizi sonuçları mevcuttur.

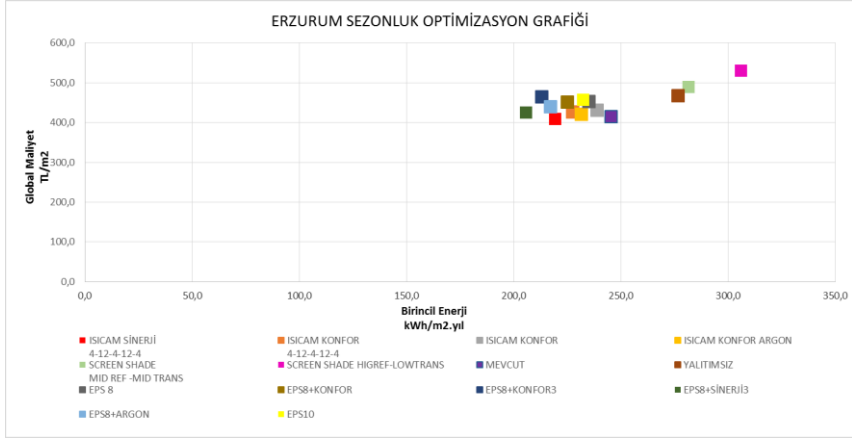
Örnek test binası üzerinden önerilen yaklaşım izlenerek elde edilen bulgulara bakıldığında, farklı iklim bölgelerinde yer alan otel binalarının, yıllık çalışma takvimlerinin farklılığına göre enerji etkinlik parametrelerinin rolünün ve aynı parametrenin etkinlik oranının değişkenlik gösterdiği gözlenmektedir. Sıcak nemli iklim bölgesinde yalnızca yaz dönemi hizmet veren test binası için iç kazançların ve soğutma tüketimlerinin yüksek miktarda olmasından kaynaklı olarak güneş kontrolü daha etkin bir parametredir. Bu kez soğuk iklim bölgesinde yalnızca kış dönemi hizmet veren aynı test binası için, binanın fonksiyonundan ve kapasitesinden kaynaklanan yüksek iç kazançlara rağmen, elde edilen bulgulara göre, bina toplam ısıtma tüketimleri oldukça yüksek olduğundan güneş kontrolü yerine, ısı kayıplarını aza indireyen parametrelerinin enerji etkinliğindeki rolü artmaktadır.

6.1.8 Maliyet optimum iyileştirme senaryosunun belirlenmesi

İklim bölgesine bağlı olarak belirlenen senaryolar arasından maliyet optimum iyileştirme senaryosunun seçimi, yapılan analizden elde edilen bulgulardan X ekseninde birincil enerji, Y ekseninde global maliyet değerlerinin olacak biçimde grafik çizilmesi yolu ile yapılmaktadır. Bu grafik yardımı ile, mevcut durum ve testi yapılan senaryolar karşılaştırmalı olarak görülmektedir. Senaryolar arasından en düşük enerji tüketimine optimum maliyetle ulaşılan seçenek, uygulamaya esas olarak alınmaktadır.

Ancak, enerji etkinlik ve global maliyetleri birbirine çok yakın olan senaryolar arasından seçim yapmak, yatırımcı/tasarımcının değerlendireceği estetik veya süreç ..vb. gibi diğer seçim gerekçeleri ile mümkün olabilecektir. Şekil 6.8’ de seçilen

senaryolara ait global maliyet ve birincil enerji tüketimleri eşzamanlı olarak verilmektedir.



Şekil 6.8 :Seçilen senaryolar için global maliyet ve birincil enerji,Erzurum(sezonluk)

Tüm bulgulardan hareketle, farklı iklim bölgesinde yer alan, farklı sezonlara hitap eden mevcut otellerin enerji etkinliğini maliyet optimum olarak arttırmak için alınması gereken tedbirler farklılık göstermektedir. Erzurum örneğinde, sınanan senaryolar arasından maliyet optimal iyileştirme senaryosu olarak Durum 18, birincil enerji tüketimi en düşük senaryo olması sebebi ile seçilmiştir.

7. SONUÇ

Bu makalede izlenen yaklaşım aracılığı ile, yenilenecek mevcut otel stoğunun enerji ve maliyet etkin iyileştirilebilmesi sırasında alınacak tedbirlerin iklim bölgesinden ve bina tipolojisinden bağımsız alışılabilir bir takım yanıtıcı iyileştirme kabullerinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

Bu yaklaşım, genel bir çerçeve niteliğinde mevcut otel stoğunun enerji ve maliyet etkinliğinin artırılması için geliştirilmiş olup, sınanan uygulama ile bu yöntem izlenerek farklı alternatifleri test etmeye ve onlar arasından uygun alternatifin optimum olarak belirlenebilmesine imkan tanımaktadır. Farklı iklim bölgesinde, farklı bina formunda, farklı ısı zonları bulunun, farklı kapasiteli ve kullanım amaçlı oteller için ve bunlara ait fonksiyonel mekanlar için amaca ulaştırabilecek akışkan bir yapıya sahip olarak geliştirilmiştir.

Bina enerji tüketim davranışının, gerçekte önerilen iyileştirme önlemleri ile yakın sonuçlar verebilmesi için kullanıcıya bağlı iyileştirmelerin kısıtlı tutulması önemlidir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında önerilen iyileştirmeler kullanıcı davranışından bağımsız sabit ya da otomize kontrollü olarak seçilmiştir.

Başta ortaya konan sorunların, hedeflerin, zorunlulukların ışığında çözüme en ekonomik olarak ulaştıran enerji etkinlik paketinin seçiminde piyasada kolayca ulaşılabilen ve uygulanabilirliği kolay paketler önerilmektedir. Yaklaşımın genel kullanıma açık ve kolaylıkla piyasada aktif olarak kullanılması hedefi ile bu yol izlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] UNWTO TourismHighlights 2015 Edition - Turizm Trendleri 2015 Yayını(Türkçe). . Dünya Turizm Örgütü. 17 Haziran 2015. Erişim Tarihi: 25 Haziran 2015.
- [2]EN 15459, EnergyPerformance Of Buildings -Economic Evaluation ProcedureForEnergySystems İn Buildings (EN 15459:2008).
- [3]Sağlam Ganiç N. &Yılmaz Z., (2015). Avrupa Birliği Direktifi Doğrultusunda Binalarda Yaklaşık Sıfır Enerji Düzeyinin Akdeniz Ülkesi Olan Türkiye’de Konut Binaları İçin Belirlenmesine Yönelik Uygulama Örneği, Tesisat Mühendisliği - Sayı 148, S82-96.
- [4]TÜBİTAK, (2015). Binalarda Maliyet Optimum Enerji Verimliliği Seviyesi İçin Türkiye Koşullarına Uygun Yöntemin Ve Referans Binaların Belirlenmesi (Yılmaz Ve Diğerleri 2015) Proje No: 113M596.
- [5]ASHRAE 90.1,(2004). (Energy Standard ForBuildingsExceptLow-Rise ResidentialBuildings,US.
- [6]Directive 2010/31/EU, Directive Of TheEuropeanParliamentAnd Of TheCouncil Of 19 May 2010 On TheEnergyPerformance Of Buildings (Recast), 2010.
- [7]Directive 2002/91/EC, Directive Of TheEuropeanParliamentAnd Of TheCouncil Of 16 December 2002 On TheEnergyPerformance Of Buildings, 2002.
- [8]Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2008
- [9]Energyplus Commercial BuildingLarge Hotel Reference Building, 2004.