



YENİ ENERJİ TEKNOLOJİLERİNİN BİNALARDA KULLANIMININ ENERJİ PERFORMANSINA ETKİLERİ

The Effects of Use of New Energy Technologies in Buildings on the Energy Performance

Büşra Selenay Önal
Hasan Alpay Heperkan

ÖZET

Dünyanın enerjisinin çoğunu sağlayan fosil yakıtların endüstriyel proseslerdeki tüketimin artması ve ozon tabakasının tahrip olması sonucu atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonunun insan sağlığı için tehlikeli seviyelere yükseldiği görülmektedir. Binalar, küresel enerji tüketiminin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Bu tüketim esnasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve binalarda enerji performansının sürdürülebilir olması önem arz etmektedir. Bu bağlamda akıllı binalar enerji verimliliğinin önemli bir aşamasını temsil etmektedir.

Bu çalışmada binalarda yeni enerji teknolojilerinin kullanılmasıyla birlikte enerji performansının artırılması amaçlanmıştır. BEP-TR yazılımı, HAP (Hourly Analysis Program) yazılımı, Energy Plus yazılımları binaların enerji performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu enerji teknolojilerinin kullanılmasının binalarda enerji performansına etkilerini incelemek için belirlediğimiz üç bölgede binalar ele alınmış ve eski teknoloji uygulamaları ile yeni enerji teknolojileri uygulamaları enerji yazılımları kullanılarak karşılaştırılmıştır. Yeni enerji teknolojileriyle binaların enerji performansının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın gelecek çalışmalara ve enerji performansı uygulamalarına bir kaynak oluşturması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Verimlilik, Binalarda Enerji Performansı, Enerji Performans Yazılımları, BEP-TR, HAP (Hourly Analysis Program), EnergyPlus.

ABSTRACT

As a result of the increase in the consumption of fossil fuels, which provide most of the world's energy, in industrial processes and the destruction of the ozone layer, it is seen that the concentration of greenhouse gases in the atmosphere has risen to dangerous levels for human health. Buildings account for about a third of global energy consumption. During this consumption, it is important to use renewable energy sources and to ensure sustainable energy performance in buildings. In this study, smart buildings represent an important stage of energy efficiency.

In this study, it is aimed to increase the energy performance by using new energy technologies in buildings. BEP-TR software, HAP (Hourly Analysis Program) software, Energy Plus software are used to evaluate the energy performance of buildings. In order to examine the effects of using these energy technologies on energy performance in buildings, buildings in three regions we have determined have been examined and the old technology applications and new energy technologies applications are compared using energy software. It has been observed that the energy performance of buildings is higher with new energy technologies. This study is intended to be a resource for future studies and energy performance applications.

Keywords: Energy, Efficiency, Energy Performance in Buildings, Energy Performance Software, BEP-TR, HAP (Hourly Analysis Program), Energy Plus

1.GİRİŞ

Günümüzde enerjinin verimli kullanımı ve enerji tasarrufu giderek daha önemli hale gelmektedir. Ozon tabakasının tahrip olması sonucunda dünyanın enerji ihtiyacının çoğunu sağlayan fosil yakıtların tüketimi, endüstriyel proseslerde tüketimin artması, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun insan sağlığı için tehlikeli seviyelere yükselmesi, enerji üretimini ve enerjinin verimli kullanımını günümüzün en zorlu konularının arasına koymuştur.

Enerji verimliliği kavramı, binalarda yaşam ve hizmet kalitesinde, sanayi işletmelerinde ise üretim kalitesinde ve miktarında düşüşe neden olmadan birim veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır [1]. Daha az enerji girdisi ile aynı ürün çıktısının elde edildiği her operasyonda verimlilik sağlanmaktadır.

Binalar, küresel enerji tüketiminin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Bu tüketim esnasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve binalarda enerji performansının sürdürülebilir olması önem arz etmektedir. Bu bağlamda akıllı binalar enerji verimliliğinin önemli bir aşamasını temsil etmektedir. Binalar için iklim koşullarına, mimari tasarım ve yalıtım standartlarına bağlı olarak ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, CO₂ emisyonu ve sıcak su alanlarında iyileştirmeler yapılmaktadır.

Binalarda Enerji Performansı Direktifine göre tüm yeni binaların yaklaşık sıfır enerji sınıfına girmesi planlanmaktadır. Binalardaki enerji verimliliği teknolojilerine örnek olarak ısı pompaları, kojenerasyon, yenilenebilir enerji, yoğuşmalı kombi ve kazan sistemleri verilebilir. BEP-TR yazılımı, HAP (Hourly Analysis Program) yazılımı, Energy Plus yazılımları da binaların enerji performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda binalarda yeni enerji teknolojilerinin kullanılmasıyla birlikte enerji performansının artırıldığı gözlenmiştir.

2.BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Binalarda enerji verimliliği uygulamaları olarak, binanın iklim bölgesine göre yapılan dış cephe yalıtımı enerjinin verimli kullanımını doğrudan etkilemektedir. Örneğin; aynı lokasyonda iki farklı kalınlıkta aynı mimari ve mekanik sistem özelliklerine sahip bir binaya uygulanan yalıtım, binanın enerji performansında büyük bir değişikliğe yol açmaktadır. Yalıtım kalınlığı uygun seviyelerde arttırıldığında enerji kayıpları azalır [1]. Yalıtım açısından önem sırasına göre çatı yalıtımı önce gelir. Isınan havanın yükselme prensibine göre, kışın iç ortam havasını ısıtmak için çatının yalıtım özellikleri dikkate alınmalıdır. Pencere ve kapıların ortam havasını sızdırmaması önemlidir. Bu nedenle günümüzde ısıcam ve ısıcam kullanımı yaygınlaşmakta ve ısı kayıpları azaltılmaktadır.

Mekanik sistemlerin uygulanacak projeye uygunluğu da dikkate alınmalıdır. Örneğin standart kombiler yerine yoğuşmalı kombilerin kullanılması, ısıtmada kullanılan yakıt tüketimini azaltır ve ısıtma ihtiyacında tüketilen enerjiyi azaltır. Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılan yakıtın kömür yerine doğalgaz olarak kullanılması, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve termal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, enerji verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmalar arasındadır [1]. Bunların dışında binaların aydınlatma ihtiyacının minimum tüketimle karşılanması için uygun tasarruflu aydınlatma sistemleri seçilmelidir. Binaların mimari tasarımının enerji verimliliği standartlarına uygunluğu da önemli veriler arasındadır. Binanın gün boyu güneşi görebileceği zaman ve açı bu konuda dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır [1].

Binalardaki enerji verimliliği teknolojilerine örnek olarak ısı pompaları, kojenerasyon, yenilenebilir enerji, yoğuşmalı kombi ve kazan sistemleri verilebilir. Isı pompaları, ısıyı bir ısı kaynağından farklı bir ısı kaynağına aktaran cihazlardır. Termodinamik kurallardan bilindiği üzere, enerjiyi düşük sıcaklıklı bir ortamdan daha yüksek sıcaklıklı bir ortama aktarmak için harici bir enerji kaynağı kullanılmalıdır. Geleneksel sistemlerde kullanılan ısı pompalarının çoğunluğu elektrik enerjisi ile çalışan kompresörleri içerir. Isı pompaları ısı çektikleri ve transfer ettikleri ortamlara göre isimlendirilir. Isının çekildiği yerde hava, su ve toprak bulunabilirken hava veya su iletilebilir [2].

Enerji uygulamalarında kojenerasyon, yani kombine ısı-güç üretim sistemleri (CHP, Kombine Isı ve Güç), buhar ve elektriğin birlikte üretildiği sistemlerdir. Bu sistemlerde atık ısı değerlendirilerek enerji verimliliği artırılarak geleneksel sistemlere göre daha fazla enerji kullanılmaktadır. Enerji, tüketildiği yerde üretildiği için iletim ve dağıtım hatlarındaki kayıpları ortadan kaldırarak şebekeden etkilenmeden kesintisiz ve kaliteli elektrik temini sağlar [3].

Yenilenebilir enerji, üretimi için sürekli doğal süreçlerden yararlanan ve üretim için kullandığı kaynakların tükenme hızından daha kısa sürede kendini yenileyen enerjidir. Yenilenebilir enerji türleri arasında jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik, hidrojen, dalga ve biyokütle enerjisi bulunmaktadır [4]. Yoğuşmalı kombiler, özel bir ısı eşanjörü vasıtasıyla bacadan atılacak baca gazının su buharındaki enerjiyi geri kazanarak toplam verimi artıran cihazlardır. Yoğuşmalı kombi sistemlerinin verimi, geleneksel kombilere göre daha yüksektir. Bu, daha düşük yakıt tüketimi ile sonuçlanır [5].

3.ENERJİ PERFORMANSI YAZILIMLARI

3.1. BEP - TR Yazılımı

Binanın enerji tüketimini değerlendirmeyi sağlayan ve Enerji Sınıfı Sertifikasını düzenleyen enerji performansı değerlendirme yazılımıdır. Türkiye için ulusal bina enerji performans hesaplama yöntemleri (BEP-TR), binanın tüm parametrelerinin enerji tüketimi, enerji verimliliği ve binaların etkisini değerlendirmek için enerji performans sınıfını belirlemek için geliştirilmiştir. BEP-TR, internet tabanlı bir yazılımdır. BEP yönetmeliği kapsamındaki binaların m² başına yıllık enerji tüketim miktarını ve CO₂ emisyonlarını hesaplar [6].

BEP-TR yazılımında, binaları ısıtma ve soğutma için net enerji miktarını hesaplama yöntemi basit bir saatlik hesaplamadır (EN 13790). Bu yöntem, ısıtma ve soğutma mevsimlerinin belirlenmesini gerektirir. Ayrıca geçiş mevsimlerinde net enerji miktarının hesaplanmasına da olanak sağlar [6].

Enerji kimlik belgesi düzenlendiği tarihten itibaren 10 yıl geçerlidir. Bu sürenin sonunda hazırlanacak bir rapora göre yeniden düzenlenir. BEP – TR aşağıdaki bileşenlerden oluşan modüler bir yazılımdır.

- Geometri ve Malzeme Özellikleri
- Net Enerji: ISO 13790
- Aydınlatma: EN 15193 (Ön standart)
- Solar Kazançlar: EN ISO 13790: 2004, EN ISO 13790: 2008, EN ISO 15255: 2007, EN ISO 13792: 2005, Ashrae Temelleri: 2009
- İç Yükler: EN 15316, EN15241, EN 15243, EN 15193, Ashrae: 2009
- Mekanik Kurulumlar: DIN V 18599: 2007

Dört ana modülü vardır. İlki, binanın geometrisini, malzeme özelliklerini, bölgeleri ve yapının saatlik bazda ısı kaybını ve kazancını belirler. Geometri, bileşen özellikleriyle ilişkili hiyerarşik bir akışta tanımlanır. Ayrıca CAD yazılımından veri okuma fırsatı sağlar [6].

Yapı elemanlarının özellikleri de hiyerarşik bir modelde tanımlanabilir. Geometriyi bir arada tutan nesnelere (bina, katlar, bölgeler, odalar, duvarlar, pencereler vb.) birbirine göre tanımlanmıştır. Çizim, profesyonel bir CAD programı kullanılarak gerçekleştirilebilir veya mevcut bir CAD yazılımı çıktısı benimsenebilir.

İkinci modül olan binanın net enerji talebi, hem aktif hem de pasif olarak birkaç parametreyi içerir. ISO 13790 standardına dayanmaktadır. Bina bölgelere ayrılmış ve Şekil 5'te gösterildiği gibi tipik bölge ilişkileri tanımlanmıştır. Malzemelerin ısı depolama özellikleri de hesaplamalar sırasında dikkate alınmıştır. Yapının bileşenleri, bir elektrik ağı analogisi kullanılarak kararsız bir temelde birbiriyle ilişkilidir [6]. Üçüncü modül aydınlatmayı, sonucusu ise binaya hizmet eden mekanik sistemi işler.

Sistem ısıtma, soğutma, havalandırma, kullanım sıcak suyu, kojenerasyon ve fotovoltaik unsurlara sahiptir.

3.2. HAP Yazılımı

Saatlik Analiz Programı, ticari binalarda HVAC sistemleri tasarlamak için çok yönlü özellikler ve tasarım alternatiflerinin enerji tüketimini ve işletme maliyetlerini karşılaştırmak için güçlü enerji analizi sağlamaktadır. Girdi verileri ve sistem tasarım hesaplamalarından elde edilen sonuçlar doğrudan enerji çalışmalarında kullanılabilir [7].

HAP, binanın ısı transferini ve yüklerini, hava sistemi çalışmasını ve tesis ekipmanı çalışmasını hesaplamak için yılın 8.760 saatinin tümü için ölçülen hava verilerini kullanarak gerçek bir saatlik enerji analizi gerçekleştirir. Hem sistem tasarımı hem de enerji analizi için klima santrallerinin termal ve mekanik davranışının ayrıntılı saat-saat simülasyonlarını gerçekleştirir [7].

3.3 EnergyPlus Yazılımı

EnergyPlus, mühendislerin, mimarların ve araştırmacıların hem enerji tüketimini - ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve fiş ve işlem yükleri için - hem de binalardaki su kullanımını modellemek için kullandıkları bütün bir bina enerji simülasyon programıdır [8].

Termal bölge koşullarının ve HVAC sisteminin entegre, eşzamanlı çözümü, yüzey sıcaklıkları, ısı konfor ve yoğuşma hesaplamaları üreten radyant ve konvektif etkilerin ısı dengesi bazlı çözümü, termal bölgeler ile çevre arasındaki etkileşim için saatin altında, kullanıcı tanımlı zaman adımları, bölgeler arası hava hareketini açıklayan birleşik ısı ve kütle transferi modeli ve görsel konfor ve sürüş aydınlatma kontrollerinin raporlanması için aydınlatma ve parlama hesaplamaları EnergyPlus'in özellikleri arasındadır.

3.4. İzoder TS-825 Programı

TS 825 standardı esas alınarak oluşturulan bu hesap programıyla, enerji verimli yapı elemanlarının tasarımında kullanılması gereken yalıtım malzemesi ve kalınlığı belirlenmektedir. Yapı bina kabuğunu oluşturan duvar, döşeme, çatı, pencere sistemleri gibi yapı elemanları; bir bütün olarak yapının izin verilen enerji ihtiyacı içerisinde kalacağı şekilde tasarlanır bir bütün olarak ele alınır hacimlere ayrılarak hesap yapılmaz.

Bu program ile hesaplama yapabilmek için hesaplama yapılacak binada aşağıdaki bilgiler bilinmelidir [9]:

- Mimari proje
- Binanın bulunduğu konum
- Binanın yapı bilgileri

Bu programda binanın ısıtma ihtiyacını belirleyen faktörler ise aşağıdaki gibidir [9]:

- Bina özellikleri: İletim, taşınım ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları (varsa ısı geri kazanımı) ve ısı kapasite,
- Isıtma sisteminin karakteristikleri: Özellikle kontrol sistemleri ve ısıtma sisteminin, ısıtma enerjisi ihtiyacındaki değişmelere cevap verme süresi,
- İç iklim şartları: Binayı kullananların istediği sıcaklık değeri, binanın farklı bölümlerinde ve günün farklı zamanlarında bu sıcaklık değerlerindeki değişimler,
- Dış iklim şartları: Dış hava sıcaklığı, hâkim rüzgârın yönü ve şiddeti,
- İç ısı kazanç kaynakları: Isıtma sistemi dışında, ısıtmaya katkısı olan iç ısı kaynakları, yemek pişirme, sıcak su elde etme, aydınlatma gibi amaçlarla kullanılan ve ortama ısı yayan çeşitli cihazlar ve insanlar,
- Güneş enerjisi: Pencere gibi saydam bina elemanlarından ısıtılan mekâna doğrudan ulaşan güneş enerjisi miktarıdır.

Tanımlanan hesap metodunda, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ısıtma dönemini kapsayan aylık gerekli ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplanması ile bulunur. Böylece binanın ısı performansının gerçeğe daha

yakın bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca tasarımcıya, önerdiği tasarımın güneş enerjisinden faydalanma kapasitesini değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Hesap metodunda ısıtılan ortamın sınırları, bu ortamı dış ortamdaki ve eğer varsa ısıtılmayan ortamlardan ayıran duvar, döşeme, çatı, kapı ve pencereden oluşmaktadır. Hesaplamalarda dıştan dışa ölçüler kullanılır. Eğer binanın tamamı aynı sıcaklığa kadar ısıtılıyorsa binanın tamamı için ortalama bir iç sıcaklık değeri hesaplanarak bina tek hacimli olarak ele alınır ve ısıtma enerjisi ihtiyacı 5 metoda göre hesaplanır. Binada sıcaklığı farkı yüksek başka bölgeler var ise o kısımlarda kapalı hacim içine alınarak ayrıca hesaplanır [9].

4. TEORİK UYGULAMA

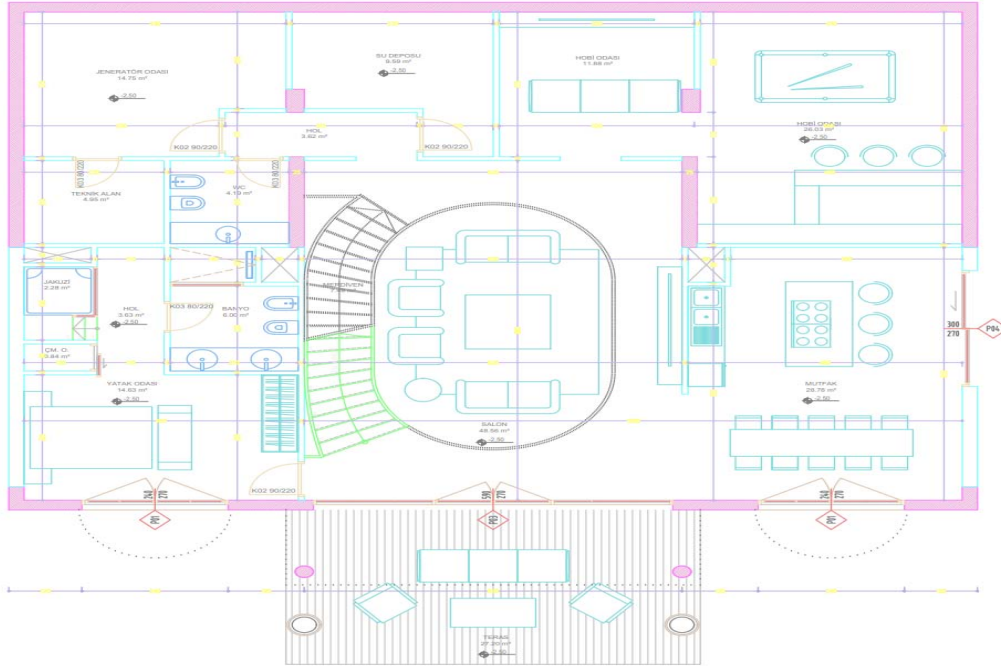
Çalışmamızda binalarda enerji verimliliğini değerlendirmek üzere teorik bir modelleme yapılmıştır. Bu modellemede kullandığımız bir binanın ısı kaybı; İstanbul, Antalya ve Erzurum illeri için üç farklı yöntemle hesaplanarak karşılaştırılmıştır. İlk olarak TS 825'te yer alan hesaplama yöntemi ile sonra Makine Mühendisleri Odasının "Kalorifer Tesisatı" kitabında yer alan hesaplama yöntemleri ile ve son olarak binalarda yeni enerji teknolojilerinden biri olan BEP-TR yazılımı ile hesaplanmıştır. Üç yöntemle elde edilen sonuçlar enerji performansı açısından karşılaştırılmıştır. Binada oluşan ısı kaybını daha net görebilmek için üç farklı iklim bölgesinde yer alan illerimiz seçilmiştir. Şekil 1'e göre Antalya 1.derece iklim bölgesinde, İstanbul 2.derece iklim bölgesinde ve Erzurum 5.derece iklim bölgesinde yer almaktadır.

Seçilen bina, 1 katlı ve 1 bodrumu olan müstakil bir konuttur. Giriş kapısı kuzey cepheye bakmaktadır. Toplam brüt alan 615,73 m² ve toplam hacim 1721,96 m³ tür. Cephelere göre alanlar belirlenmiş olup, her cephede yer alan toprak altında kalan duvar, dış yüzey, kolon, pencere ve tuğla alanları verilmiştir. Bu veriler doğrultusunda ısı kaybı hesaplamaları üç farklı yöntemle yapılmıştır. Seçilen binanın mimari projesi Şekil 2 ve Şekil 3'te yer almaktadır.

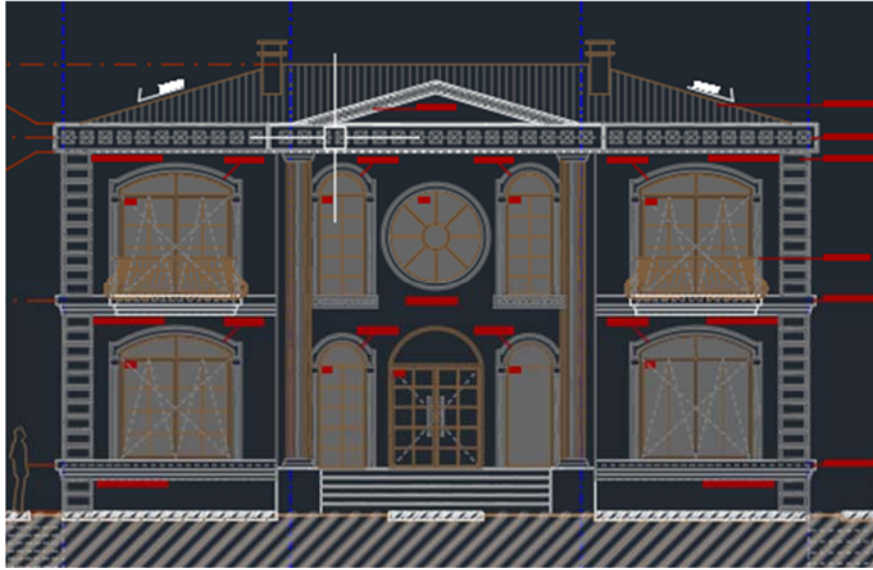
1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
ADANA	HATAY	MERSİN		
ANTALYA	İZMİR			
İli 2. Bölgede olupda kendisi 1.Bölgede olan belediyeler				
BODRUM (Muğla)	DALAMAN (Muğla)	FETHİYE (Muğla)	MARMARIS(Muğla)	
GÖKOVA (Muğla)	DATÇA (Muğla)	KOYCEĞİZ (Muğla)	MILAS (Muğla)	
2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AYDIN	BURSA	GİRESUN	KARAMAN	SİNOP
AYVALIK (Balıkesir)	ÇANAKKALE	İSTANBUL	OSMANIYE	ŞİRNAK
ADİYAMAN	ÖZELİZLİ	KİLİS	ORDU	ŞANLIURFA
AMASYA	DIYARBAKIR	KOCAELİ	RİZE	TEKİRDAĞ
BALIKESİR	DUZCE	MARAŞ	SAMSUN	TRABZON
BARTIN	EDİRNE	MANİSA	SAKARYA	YALOVA
BATMAN	GAZİ ANTEP	MARDİN	SİİRT	ZONGULDAK
İli 3. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
HOPA (Artvin) ARHAVİ (Artvin)				
İli 4. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
ABANA(Kastamonu) BOZKURT (Kastamonu) ÇATALZEYİN (Kastamonu)				
İNEBOLU (Kastamonu) CİDE (Kastamonu) ÖĞÜNYURT (Kastamonu)				
3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA	
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR	
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE	
ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT	
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KIRŞEHİR	TUNCELİ	
BİNGÖL	İĞDIR	KONYA	UŞAK	
BOLU	İSPARTA	KÜTAHYA		
İli 1. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
POZANTI (Adana) KORKÜTELİ (Antalya)				
İli 2. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
MERZİFON (Amasya) DURSUNBEY (Balıkesir) ULUS (Bartın)				
İli 4. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler				
TOSYA (Kastamonu)				
4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
BAYBURT	GUMÜŞHANE	HAKKÂRI	VAN	
BİTLİS	KASTAMONU	MUŞ	YOZGAT	
ERZİNCAN	KAYSERİ	MUS		
İli 2. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler				
KELES (Bursa)	ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun)	ELBİSTAN (K. Maraş)	MESUDIYE (Ordu)	
ULUDAĞ (Bursa)	AFŞİN (K. Maraş)	GOKSUN (K. Maraş)		
İli 3. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler				
KİĞİ (Bingöl)	PULUMÜR (Tunceli)	SOLHAN (Bingöl)		
5. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AGRI	ARDAHAN	ERZURUM	KARS	

Not - Ek'te adı bulunmayan yerleşim birimleri, bağlı oldukları belediyenin bölgesinde sayılır.

Şekil 1.İllere göre derece gün bölgeleri [9]



Şekil 2. Bodrum kat planı



Şekil 3. Binaya ait kuzey cephe

Tablo 1'de toplam brüt alan, tuğla, kolon, pencere, dış kapı ve toprak altında kalan toplam alan gösterilmektedir. Binanın bodrum katı 236,28 m² zemin katı 199 m² ve 1.katı 180 m²'dir.

Tablo 1. Binaya ait toplam alanlar

Alanlar	Miktar	Birim
Toplam brüt alanları	615,73	m ²
Toplam tuğla alanı	256,66	m ²
Toplam kolon alanı	112,3	m ²
Toprak altında kalan duvar alanı	100	m ²
Toplam pencere alanı	147,4	m ²
Dış kapı alanı	4,4	m ²

4.1. İzoder TS-825 Programı İle Isı Kaybı Hesabı

İzoder TS-825 programı ile belirlemiş olduğumuz mimari projenin ısı kayıp hesaplamaları sırasıyla İstanbul, Antalya ve Erzurum için yapılmıştır.

Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı belirlenirken özgül ısı kaybı, her ay için sıcaklık farkı, ısı kayıpları, iç ısı kazancı, güneş enerjisi kazancı, kazanç kayıp oranı, kazanç kullanım faktörü belirlenerek her ay için ısıtma enerjisi ihtiyacı belirlenir. Toplam alan 991,1 m² ve brüt hacim 1722 m³tür. Tablo 2'de İstanbul ili için hesaplaması yapılan binanın yıllık ısıtma enerjisi miktarı belirlenmiştir.

Türkiye'nin derece gün bölgelerine göre ısı geçirgenlik katsayısı belirlenmektedir. İstanbul ili 2.bölgede, Antalya ili 1. bölgede, Erzurum ili 3.bölgede bulunmaktadır.

Tablo 2. TS 825 e göre U değeri gereksinimleri [10]

TS 825 İklim Bölgesi	Duvar (W/m ² .K)	Çatı (W/m ² .K)	Zemin (W/m ² .K)	Pencere (W/m ² .K)
1	0,7	0,45	0,7	2,4
2	0,6	0,4	0,6	2,4
3	0,5	0,3	0,45	2,4
4	0,4	0,25	0,4	2,4

Hesaplama yapılırken bina yüzeyleri bu bölgelere göre belirlenmiş ısı geçirgenlik katsayısına (U) uygun olacak şekilde seçilmiştir.

Tablo 3. İstanbul ili için TS-825 programı ile ısı kaybı hesabı

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	1.038,10	16,1	16.713	2.755	4.464	7.219	0,43	0,90	26.480.157
ŞUBAT		14,6	15.156		5.421	8.176	0,54	0,84	21.483.170
MART		11,7	12.146		6.086	8.841	0,73	0,75	14.294.543
NİSAN		6,2	6.436		6.667	9.422	1,46	0,50	4.471.511
MAYIS		1,0	1.038		7.274	10.029	9,66	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		7.581	10.336	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		7.403	10.158	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		7.114	9.869	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		6.333	9.088	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	5.087		5.411	8.166	1,61	0,46	3.447.852
KASIM		10,5	10.900		4.227	6.982	0,64	0,79	13.955.717
ARALIK		15,2	15.779		3.932	6.687	0,42	0,91	25.126.122
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$							1 kJ=0,278.10	KWh^{-3}	$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 109.259.563$
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10 \times 109.259.563$							(kj) =	30.374	kWh
İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$ (W)									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \sum \Gamma_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_i - \theta_e, ay)$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$									
$A_{toplam} = 999,1$							m^2		
$V_{brüt} = 1722$							m^3		
Hesaplama yapılan binadaki birim A_n 'ine düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{yıl} / A_n = 55,12$							kWh/m^2		
$A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 551,04$							m^2		
$A_{top} / V_{brüt} = 0,58$ oranı 2. bölge için EK A.2' de verilen $Q' = 70 \times A/V + 24,4$ formülünde yerine konduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 65,01$							kWh/m^2 bulunur. ²		
$Q < Q'$ (55,12<65,01) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerindir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.									

Tablo 3'e göre İstanbul ilinde yer alan bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi miktarı 55,12 kWh/m²'dir. İstanbul 2.bölgede yer aldığından bina için olması gereken en büyük ısı kaybı 65,01'dir. Bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi olması gereken en büyük değerinde olduğundan bu proje, bu hesap metoduna göre standartlara uygundur. Toplam ısı kaybı ise 30,37 kWh'tir.

Tablo 4. Antalya ili için TS-825 programı ile ısı kaybı hesabı

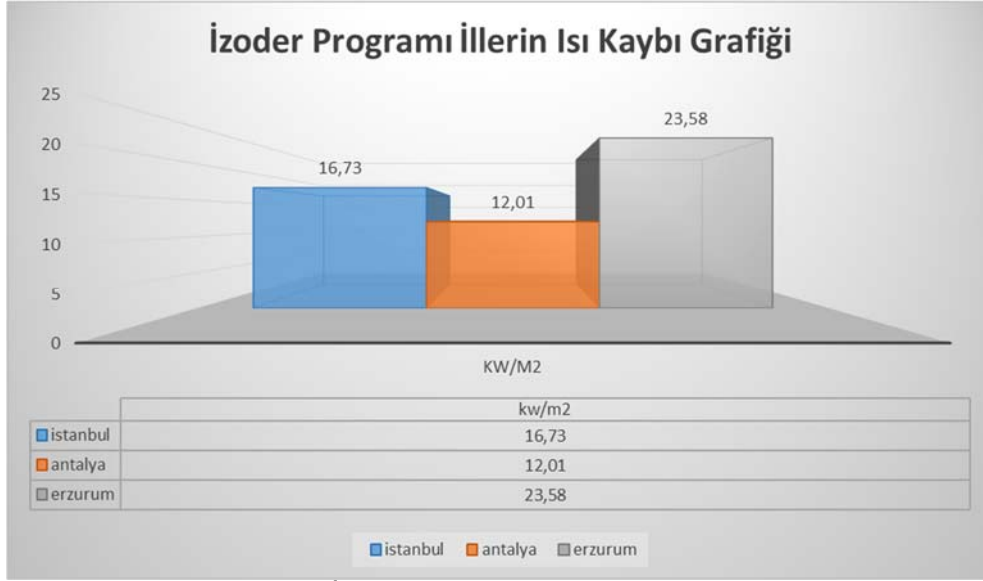
Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	1.133,02	10,6	12.010	2.755	4.464	7.219	0,60	0,81	15.972.972
ŞUBAT		10,0	11.330		5.421	8.176	0,72	0,75	13.473.216
MART		7,4	8.384		6.086	8.841	1,05	0,61	7.753.315
NİSAN		3,2	3.626		6.667	9.422	2,60	0,00	0
MAYIS		0,0	0		7.274	10.029	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		7.581	10.336	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		7.403	10.158	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		7.114	9.869	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		6.333	9.088	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	567		5.411	8.166	14,41	0,00	0
KASIM		6,0	6.798		4.227	6.982	1,03	0,62	6.399.959
ARALIK		9,7	10.990		3.932	6.687	0,61	0,81	14.447.015
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$ $1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$							$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 58.047.163$		
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 58.047.163 \text{ (kJ)} = 16.137 \text{ kWh}$									
İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \sum f_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$									
$A_{toplam} = 999,1 \text{ m}^2$									
$V_{brüt} = 1722 \text{ m}^3$									
Hesaplama yapılan binadaki birim alanına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{yıl} / A_n = 29,28 \text{ kWh/m}^2$ $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 551,04 \text{ m}^2$									
$A_{top} / V_{brüt} = 0,58$ oranı 1. bölge için EK A.2' de verilen $Q' = 44,1 \times A/V + 10,4$ formülünde yerine konduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 35,99 \text{ kWh/m}^2$ bulunur.									
$Q < Q'$ (29,28 < 35,99) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerinin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.									

Tablo 4'e göre Antalya ilinde yer alan bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi miktarı 29,28 kWh /m²'dir. Antalya 1.bölgede yer aldığından bina için olması gereken en büyük ısı kaybı 35,99'dur. Bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi olması gereken en büyük değerinin altında olduğundan bu proje, bu hesap metoduna göre standartlara uygundur. Toplam ısı kaybı ise 16,13 kWh'tir.

Tablo 5. Erzurum ili için TS-825 programı ile ısı kaybı hesabı

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	966,76	24,4	23.589	2.755	4.464	7.219	0,31	0,96	43.178.946
ŞUBAT		23,7	22.912		5.421	8.176	0,36	0,94	39.467.378
MART		18,7	18.078		6.086	8.841	0,49	0,87	26.922.098
NİSAN		11,1	10.731		6.667	9.422	0,88	0,68	11.207.642
MAYIS		6,2	5.994		7.274	10.029	1,67	0,45	3.838.265
HAZİRAN		1,7	1.643		7.581	10.336	6,29	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		7.403	10.158	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		7.114	9.869	0,00	0,00	0
EYLÜL		2,5	2.417		6.333	9.088	3,76	0,00	0
EKİM		8,7	8.411		5.411	8.166	0,97	0,64	8.253.996
KASIM		15,9	15.371		4.227	6.982	0,45	0,89	23.735.680
ARALIK		21,8	21.075		3.932	6.687	0,32	0,96	37.987.491
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t$ (J) 1 kJ=0,278.10 kWh ⁻³							$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 194.591.889$		
Toplam ısı kaybı $Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times 194.591.889$ (kj) = 54.097 kWh									
İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$ (W)									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \sum \Gamma_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{-1/KKO_{ay}}$									
$A_{toplam} = 999,1$ m ²									
$V_{brüt} = 1722$ m ³									
Hesaplama yapılan binadaki birim alanına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{yil} / A_n = 98,17$ kWh/m ² $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 551,04$ m ²									
$A_{top} / V_{brüt} = 0,58$ oranı 4. bölge için EK A.2' alanın $Q' = 82,8 \times A/V + 50,7$ formülünde yerine konduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 98,74$ kWh/m bulunur. ²									
Q < Q' (98,17 < 98,74) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer in altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.									

Tablo 5'e göre Erzurum ilinde yer alan bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi miktarı 98,1 kWh /m²dir. Erzurum 3.bölgede yer aldığından bina için olması gereken en büyük ısı kaybı 98,74'tür. Bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi olması gereken en büyük değer in altında olduğundan bu proje, bu hesap metoduna göre standartlara uygundur. Toplam ısı kaybı ise 54,09 kWh'tir.



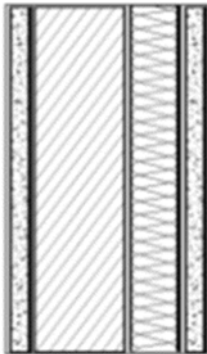
Şekil 4.İllerin Ocak ayına ait ısı kaybı grafiği

Şekil 4'e göre her 3 ilimiz için de yer alan Ocak ayı verileri, bina için olması gereken en büyük ısı kaybı değerinin altında olduğundan tutarlı bir sonuç vermektedir.

4.2. MMO Isı Cetveli ile Isı Kaybı Hesabı

Üç il için yapılan hesaplamalar, MMO kitabındaki formüller kullanılarak ve kitapta yer alan tablolara göre hesaplanarak ısı kaybı belirlenmiştir ve hesap çizelgesinde yer almaktadır.

İstanbul için dış sıcaklık değeri -3°C , Antalya için $+3^{\circ}\text{C}$ ve Erzurum için -21°C 'dir. Tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları olarak yatak odası 20°C olarak verilmiştir. Hesaplamalarda iç ortam sıcaklığı 20°C olarak alınmıştır. U ısı geçirme katsayısı, İzoder programında kullandığımız duvar kalınlıkları ve türleri ile aynı alınmıştır. Örnek olarak İstanbul bölgesindeki tuğla duvar aşağıdaki şekildedir.



d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap	μ
0,02	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51	10
0,19	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,33	5
0,03	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygu	0,03	80
0,03	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	1	15

Şekil 5. İstanbul İli için kullanılan binaya ait tuğla duvarın özellikleri

İstanbul ili için yapılan ısı kaybı hesabı Tablo 6'daki gibidir.

Antalya ili için toplam ısı kaybı 15,91 KW/h olarak bulunmuştur.

Tablo 8. Erzurum ili için yapılan ısı kaybı hesabı

ERZURUM -21°C		ISI KAYBI HESABI										SICAKLIK						
		Tesisin Adı:TÜM EV										Tarih						
Yapı		Alan Hesabı				Isı kaybı Hesabı				Zamlar								
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan Hesaba Giren Alan A	Isı Geçirime Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamansız Isı Kaybı	Birleşik Kat Yükseklik	Yön	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı	Toplam Isı İhtiyacı				
															Qo	Zb	Zw	Zh
SALON 20°C																		
DIŞ DUVAR				256,66	1	256,66	0,378	41	3.978	7	1	0						
DIŞ KAPI				4,00	1	4,00	3,5	41	574	7	1	0						
ÇİFT CAMLI PENCERE				147,40	1	147,40	2,4	41	14.504	7	1	0						
DIŞ KOLAN				112,30	1	112,30	0,376	41	1.731	7	1	0						
TOPRAK TEMASLI DUVAR				100,00	1	100,00	0,385	41	1.579	7	1	0						
TAVAN				180,00	1	180,00	0,24	41	1.771	7	1	0						
TABAN				200,00	1	200,00	0,391	41	3.206	7	1	0						
Hava sızıntı ısı kaybı $Q_s = a \times R \times H \times Z \times L \times Dt \times Xe$									27.343	7	1	0	1,08	29530	25396,2	kcal/h		
Qs									a	R	H	Z	L	Dt	E			
Qs									2	0,9	0,60	1,20	24,00	23	1	786,93	W/h	
													29530	W/h				
													786,93	W/h				
													QH=Qi+Qs toplam		30317,36	W/h		
															30,32	KWh		

Erzurum ili için toplam ısı kaybı 30,32 KW/h olarak bulunmuştur.

4.3. BEP-TR ile Isı Kaybı Hesabı

Son olarak BEP-TR kullanılarak üç il için ısı kaybı hesabı yapılmış olup, binaya ait ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su ve aydınlatma için kullanılan enerji tüketimleri ile bunların sahip olduğu enerji sınıfı ve bina enerji performansı belirlenmiştir. İlk olarak Tablo 9'da İstanbul için ısı kaybı hesaplanmıştır.

İSTANBUL

Yapı	Yön	Yatık Enerji Tüketimleri				Yatay Enerji Tüketimleri				Bina Sınıf	Ca2 Sınıf
		Isı Kaybı (kWh/yıl)	Isı Kaybı (kWh/yıl)	Isı Kaybı (kWh/yıl)	Isı Kaybı (kWh/yıl)	Isı Kaybı (kWh/yıl)	Isı Kaybı (kWh/yıl)	Isı Kaybı (kWh/yıl)	Isı Kaybı (kWh/yıl)		
Toplam		34501,37	39138,95	110,95	26,10	0,00	0,00	0,00	0,00	C 103	C 17
Isıtma		34501,37	39138,95	110,95	26,10	0,00	0,00	0,00	0,00	C 103	C 17
Sıhhi Sıcak Su		4123,76	4158,34	13,13	3,68	0,00	0,00	0,00	0,00	C 96	C 96
Soğutma		116,09	1870,36	1,28	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	B 43	B 43
Havalandırma		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D 100	D 100
Yatay Enerji		1042,67	1940,44	6,73	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	F 130	F 130
Yatay Enerji		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanılan Alan		Bina Alan		Bina Alan	
Alan	Alan	Alan	Alan	Alan	Alan
2	3	158,35	2.143,31	0,00	439
3	3	158,35	2.670,29	0,00	562
4	3	158,35	1.952,87	0,00	501
5	3	158,35	234,98	0,00	239
6	3	158,35	0,00	96,11	0
7	3	158,35	0,00	573,82	0
8	3	158,35	0,00	273,19	0
9	3	158,35	0,00	0,00	0
10	3	158,35	962,58	0,00	192
11	3	158,35	1.686,26	0,00	436
12	3	158,35	2.364,82	0,00	553
1	4	158,35	2.392,68	0,00	568
2	4	158,35	2.568,49	0,00	603

Şekil 6. İstanbul ili için BEP-TR arayüzü

Tablo 9. BEP-TR ile İstanbul ili için yapılan ısı kaybı hesabı

BEP-TR ile İstanbul ili için yapılan ısı kaybı hesabı ön hesap raporu sonucuna göre yıllık toplam enerji tüketimi 42908,22 kWh/yıl'dır. Toplam enerji sınıfı C, ısıtma sınıfı D, sıhhi sıcak su sınıfı C, soğutma sınıfı B, havalandırma sınıfı D, aydınlatma sınıfı F sınıfıdır. Yapılan rapor sonucuna göre sera gazı emisyonu 32,65 kg eşd. CO₂ / m² yıl olup, İstanbul'da yer alan bina yüksek enerji sınıfına ve düşük sera gazı emisyonuna sahiptir.

Tablo 10. BEP-TR ile Antalya ili için yapılan ısı kaybı hesabı

BEP-TR ile Antalya ili için yapılan ısı kaybı hesabı ön hesap raporu sonucuna göre yıllık toplam enerji tüketimi 31183,22 kWh /yıl'dır. Toplam enerji sınıfı C, ısıtma sınıfı E, sıhhi sıcak su sınıfı C, soğutma sınıfı B, havalandırma sınıfı D, aydınlatma sınıfı E sınıfıdır. Yapılan rapor sonucuna göre sera gazı emisyonu 25,90 kg eşd. CO₂ / m² yıl olup, Antalya'da yer alan bina yüksek enerji sınıfına ve düşük sera gazı emisyonuna sahiptir.

Tablo 11. BEP-TR ile Erzurum ili için yapılan ısı kaybı hesabı



BEP-TR ile Erzurum ili için yapılan ısı kaybı hesabı ön hesap raporu sonucuna göre yıllık toplam enerji tüketimi 93936,12 kWh /yıl'dır. Toplam enerji sınıfı C, ısıtma sınıfı C, sıhhi sıcak su sınıfı C, soğutma sınıfı D, havalandırma sınıfı D, aydınlatma sınıfı E sınıfıdır. Yapılan rapor sonucuna göre sera gazı emisyonu 70,14 kg eşd. CO₂ / m² yıl olup, Erzurum'da yer alan bina yüksek enerji sınıfına ve düşük sera gazı emisyonuna sahiptir.

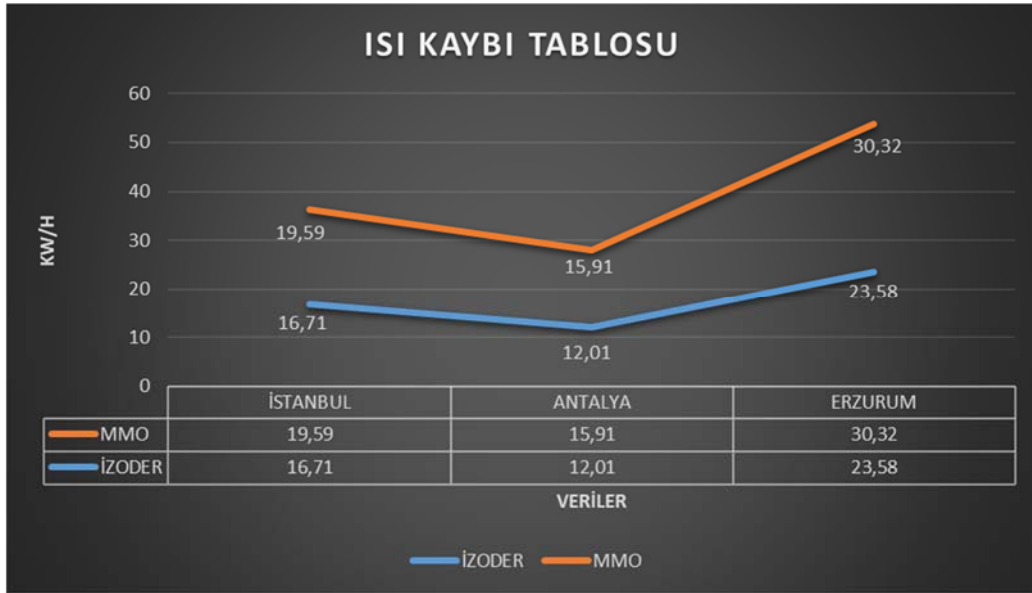
5. ISI KAYBI ANALİZİ

Üç il için MMO ısı cetveli ve İzoder ile ısı kaybı analizi karşılaştırılmış olup, yüzde sapma oranları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Üç il için MMO ısı cetveli ve İzoder ile ısı kaybı analizi karşılaştırılması

İl	MMO	İzoder (Ocak Ayı İçin)	Yüzde Sapma Oranı
İstanbul	19,59 kW/h	16,71 kW/h	%14
Antalya	15,91 kW/h	12,01 kW/h	%24
Erzurum	30,32 kW/h	23,58 kW/h	%22

İstanbul hesaplamada en az sapma oranına sahiptir. Antalya ve Erzurum için yapılan analiz sonuçlarında sapma oranı yüzdesi daha yüksek çıkmıştır. Fakat İzoder programının hesaplamada kullandığı sıcaklık değerleri, MMO kitabından alarak kullandığımız sıcaklık değerlerinden biraz farklıdır ve toprağa temas eden yüzeyde A*U değerleri 0,5 ile tavanda ise 0,8 katsayı ile çarpılmaktadır. Bu sebeple yüzde sapma meydana gelmesi doğal bir durumdur.

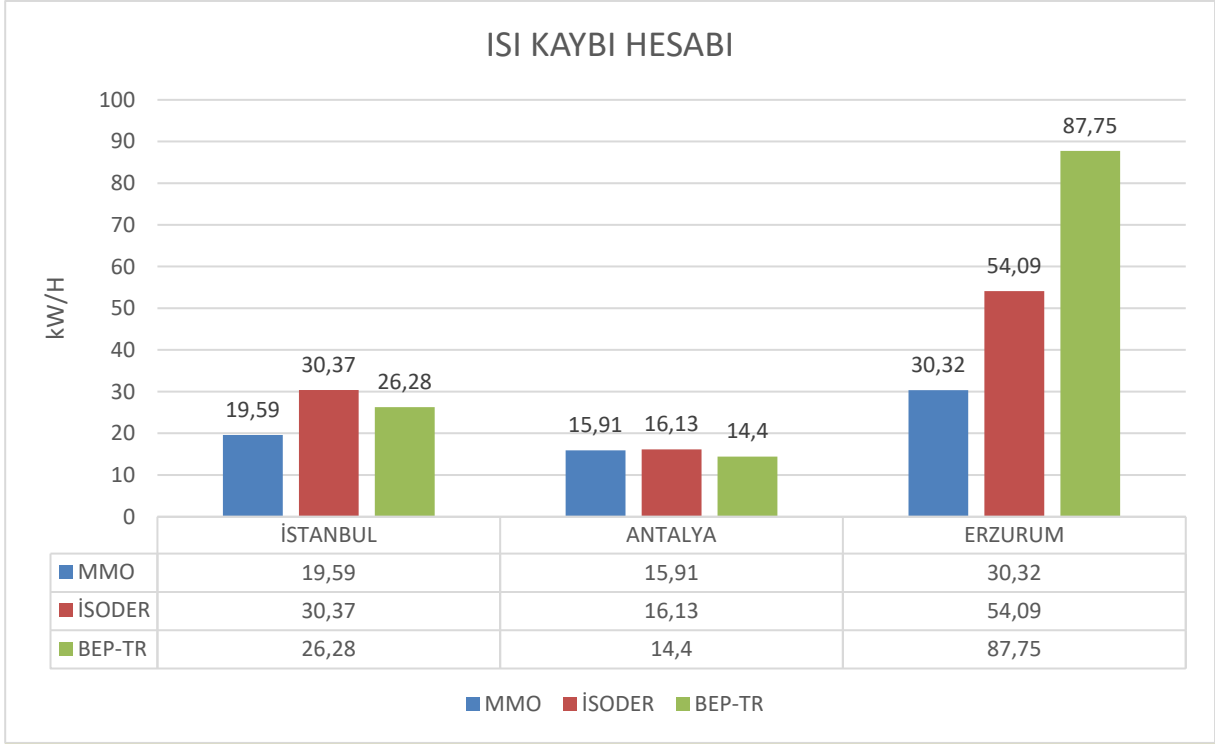


Şekil 7. MMO ve İzoder ısı kaybı tablosu

Üç il için yapılan üç farklı analiz sonuçları hesaplanmış olup, Tablo 13'te yer almaktadır.

Tablo 13. Üç il için yapılan üç farklı analiz sonuçlarının karşılaştırılması

İL	MMO	İZODER	BEP-TR
İstanbul	19,59 kW/h	30,374 kW/h	26,285 kW/h
Antalya	15,91 kW/h	16,137 kW/h	14,409 kW/h
Erzurum	30,32 kW/h	54,097 kW/h	87,759 kW/h



Şekil 8. Üç il için yapılan üç farklı analiz sonuçları grafiği

Şekil 8'de görüldüğü üzere BEP-TR yazılımında en hatalı sonuç Erzurum bölgesi için yapılan ısı kaybında bulunmuştur. Antalya ve İstanbul'un değerleri diğer iki yöntem sonuçları ile karşılaştırıldığında daha yakın çıkmıştır.

6.SONUÇ

Binalar, küresel enerji tüketiminin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Bu tüketim esnasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve binalarda enerji performansının sürdürülebilir olması önem arz etmektedir. Bu bağlamda akıllı binalar enerji verimliliğinin önemli bir aşamasını temsil etmektedir.

Bu çalışmada İstanbul, Antalya ve Erzurum illerinde yer alan aynı özelliklere sahip binada meydana gelen ısı kayıpları üç farklı yöntemle araştırılmıştır. İlk olarak TS 825'te yer alan hesaplama yöntemi ile sonra Makine Mühendisleri Odasının "Kalorifer Tesisatı" kitabında yer alan hesaplama yöntemleri ile ve son olarak binalarda yeni enerji teknolojilerinden biri olan BEP-TR yazılımı ile hesaplanmıştır. Üç yöntemle elde edilen sonuçlar enerji performansı açısından karşılaştırılmıştır.

İzoder ts 825 programı ile belirlemiş olduğumuz mimari projenin ısı kayıp hesaplamaları sonucunda İstanbul' da yer alan bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi miktarı 55,12 kWh /m² ve toplam ısı kaybı 30,37 kWh, Antalya'da yıllık ısıtma enerjisi miktarı 29,28 kWh /m² ve toplam ısı kaybı 16,13 kWh, Erzurum'da yıllık ısıtma enerjisi miktarı 98,17 kWh /m² ve toplam ısı kaybı 16,13 kWh'tir. Bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi olması gereken en büyük değer altında olduğundan bu proje, bu hesap metoduna göre standartlara uygundur. İkinci metot olan MMO ısı cetveli ile ısı kaybı hesabı yönteminde İstanbul için toplam ısı kaybı 19,599 KW/h, Antalya için 15,91 KW/h ve Erzurum için 30,32 KW/h olarak bulunmuştur. Son olarak BEP-TR kullanılarak üç il için ısı kaybı hesabı yapılmış olup, İstanbul ili için yıllık toplam enerji tüketimi 42908,22 kWh /yıl, Antalya için 31183,22 kWh /yıl, Erzurum için 93936,12 kWh /yıl'dır. Binaların enerji sınıfı C sınıfı çıkmış olup, bina yüksek enerji sınıfına ve düşük sera gazı emisyonuna sahiptir.

Üç yöntem ile yapılan ısı kaybı karşılaştırıldığında, BEP-TR yazılımında en hatalı sonuç Erzurum bölgesi için yapılan ısı kaybında bulunmuştur. Antalya ve İstanbul'un değerleri diğer iki yöntem sonuçları ile karşılaştırıldığında daha yakın çıkmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda bina ısı kaybı uygulamalarında geleneksel yöntemlere alternatif olarak yeni enerji teknolojilerinin uygulanabileceği ve olumlu sonuçlar getirdiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] HEPERKAN, H., ONAL, B. S., UYAR, T. S., "Efficient Use of Energy in Buildings—New Smart Trends. In Accelerating the Transition to a 100% Renewable Energy Era", Springer, Cham, (pp. 439-484), 2020.
- [2] "Isı Pompası Nedir?" <https://midori.com.tr/isi-pompasi/isi-pompasi-nedir.html>, Access Date:01.02.2021.
- [3] PRAVADALIOĞLU, S., "Yerinde Enerji Üretimi-Kojenerasyon Sistemleri", E.M.O. İ. Ş. E., Şti, Ü. T. E. M. L.,2011.
- [4] ÖZKARA G., "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Nelerdir?", <https://www.enerjiportali.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>,2018.
- [5] KAYA D., "Neden Yoğuşmalı Kombi?" <http://www.dogalgaz.com.tr/yayin/214/6028.html>, 2018.
- [6] KORKMAZ E., "Binalarda Enerji Performansı (BEP)", <http://www.atermit.com/Sayfalar/bep-tr>, Access Date: 05.10.2020.
- [7] "Hourly-Analysis-Program (HAP)", <https://www.carrier.com/commercial/en/us/software/hvac-system-design/hourly-analysis-program/>, Access Date:28.09.2020.
- [8] <https://energyplus.net/>, Access Date:25.10.2020.
- [9] TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları", Aralık 2013.
- [10] "Türkiye-U-DeğerleriHaritasıRaporu",2016, <https://www.izoder.org.tr/dosyalar/haberler/Turkiye-U-degerleri-haritasi-raporu-2016-Turkce.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Büşra Selenay ÖNAL

1993 Balıkesir doğumludur. 2016 yılında İstanbul Aydın Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü üniversite 1.si olarak bitirmiştir.2018 yılında aynı üniversitede yüksek lisansını tamamlamıştır.2018 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Isı Proses Anabilim dalında doktora başlamış olup, doktora tez aşamasındadır. İstanbul Aydın üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Çalışma alanları olarak termofotovoltaik sistemler, sıfır enerjili binalar, yeni enerji teknolojileri, ısı değiştiricilerinde yoğuşma ve binalarda enerji verimliliği yer almaktadır. Bu alanlarda kitap bölümü, uluslararası makaleleri ve bildirimleri yer almaktadır.

Hasan Alpay HEPERKAN

İTÜ Makina Fakültesi'nden (1974) mezun olmuş, ABD de, Syracuse University de M.Sc. (1976) ve University of California, Berkeley de Ph. D.(1980) derecelerini elde etmiş, Lawrence Berkeley Laboratuvarı'nda araştırmacı olarak çalışmıştır.1984 yılında TÜBİTAK ve Demirdöküm'de çalıştıktan sonra 1996 da Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi'ne geçerek profesör ünvanını almış ve Makina Fakültesi dekanı olarak görev yapmıştır; Şuan İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi dekanıdır. Türkiye Yenilenebilir Enerji Derneği; ISKAV, Isıtma, Soğutma, Klima Araştırma ve Eğitim Vakfı; TTMD, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği; İSKİD



üyesidir. Çeşitli ulusal ve uluslararası ödüller kazanmış, birçok kitap, makale ve bildirisi yayınlanmıştır.