

**T.C.  
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE BİLİMLERİ VE ENERJİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**



**AKILLI BİNALARDA ENERJİ VE ÇEVRE AÇISINDAN  
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: AKILLI AYDINLATMA PİLOT  
UYGULAMASI HASTANE ÖRNEĞİ**

**Hülya ERDEDE EKİNCİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GAZİANTEP - 2025**



## LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ YÜKSEK LİSANS TEZ KABUL VE ONAY FORMU

Çevre Bilimleri ve Enerji Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Hülya ERDEDE EKİNCİ tarafından hazırlanan “**AKILLI BİNALARDA ENERJİ VE ÇEVRE AÇISINDAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: AKILLI AYDINLATMA PİLOT UYGULAMASI HASTANE ÖRNEĞİ**” başlıklı tez, 17/01/2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

<u>Görevi</u>	<u>Unvanı, Adı ve Soyadı</u>	<u>Kurumu/Üniversitesi</u>	<u>İmzası:</u>
<b>Tez Danışmanı</b>	Dr. Öğr.Üyesi Nebiye KIZIL	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	
<b>Jüri Başkanı</b>	Doç.Dr.Adem YURTSEVER	İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa	
<b>Jüri Üyesi</b>	Dr.Öğr.Üyesi İbrahim Halil DEĞER	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	

**Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.**

Enstitü Müdürü  
Doç.Dr.Ufuk AKBAŞ

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Hülya ERDEDE EKİNCİ

Tarih: .../.../....

HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE BİLİMLERİ VE ENERJİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

AKILLI BİNALARDA ENERJİ VE ÇEVRE AÇISINDAN  
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: AKILLI AYDINLATMA PİLOT  
UYGULAMASI HASTANE ÖRNEĞİ

Hülya ERDEDE EKİNCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman  
Dr. Öğr.Üyesi Nebiye KIZIL

ÖZET

Enerji verimliliği, artan enerji maliyetleri ve çevresel kaygılar nedeniyle modern bina tasarımı ve yönetiminde çok önemlidir. Akıllı bina teknolojileri, enerji kullanımını optimize etmek için bilgi ve iletişim teknolojilerinin (ICT) kullanımı yoluyla yenilikçi çözümler sunmaktadır. Bu çalışma, enerji ihtiyacını elektrik ve doğal gazdan karşılayan hastanede uygulanan enerji verimliliği önlemlerini incelemektedir. Binanın enerji performansına ilişkin olarak 3-28 Nisan 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilen bir analizde iyileştirme yapılması gereken alanlar tespit edilmiştir. Odaklanılan temel alanlar arasında ısı yalıtımı, aydınlatma sistemleri, tesisat yalıtımı ve otomasyon yer almıştır. Binanın yıllık enerji tüketimi 549,24 kWh/m<sup>2</sup>, sera gazı emisyonu ise 101,98 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiş ve bu da iyileştirme ihtiyacını ortaya koymuştur. Önerilen önlemler arasında ısı yalıtımının iyileştirilmesi, yüksek verimli aydınlatma sistemlerine geçilmesi, tesisat yalıtımının geliştirilmesi ve otomasyon sistemlerinin devreye sokulması yer almıştır. Bir enerji yöneticisinin ve otomasyon sisteminin olmaması gibi eksiklikler önerilen çözümlerle ele alınmıştır. Bu önlemlerin uygulanmasının ardından binanın yıllık enerji tüketimi 528,24 kWh/m<sup>2</sup>'ye düşerek 248.894,84 kWh tasarruf sağlandı. Sera gazı emisyonları 92,04 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>'ye düşmüş ve yıllık maliyet tasarrufu toplam 174.243,55 TL olmuştur. Yatırımın geri ödeme süresi 3,84 yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca binanın Enerji Kimlik Belgesi derecesi 'F'den 'C'ye yükseltilmiştir. Çok dönemli tarifelere geçiş ve aydınlatma sistemlerinin güncellenmesi özellikle uygun maliyetli olmuştur. Bu vaka çalışması, sağlık tesislerinde enerji verimliliği iyileştirmelerinin faydalarını vurgulamaktadır. Hastanenin, akıllı bina teknolojilerini benimseyerek maliyetleri düşürmüş, çevresel etkileri en aza indirmiş ve ekonomik ve çevresel hedefler arasında bir denge sağlamıştır. Bulgular, sağlık ve diğer sektörlerdeki benzer projeler için faydalı bilgiler sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Bina, Enerji Tasarrufu, Enerji Verimliliği, Sürdürülebilirlik

**HASAN KALYONCU UNIVERSITY  
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE  
DEPARTMENT OF SCIENCES AWARENESS AND ENERGY MANAGEMENT**

**ENERGY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN SMART  
BUILDINGS: SMART LIGHTING PILOT APPLICATION HOSPITAL  
EXAMPLE**

**Hülya ERDEDE EKİNCİ**

**MASTER THESIS**

**Advisor  
Asst. Prof. Dr. Nebiye KIZIL**

**ABSTRACT**

Energy efficiency is crucial in modern building design and management due to increasing energy costs and environmental concerns. Smart building technologies offer innovative solutions through the use of information and communication technologies (ICT) to optimize energy usage. An analysis of the building's energy performance conducted between 3 and 28 April 2016 identified areas for improvement. Key focus areas included thermal insulation, lighting systems, installation insulation, and automation. The building's annual energy consumption was 549.24 kWh/m<sup>2</sup>, with greenhouse gas emissions of 101.98 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, indicating the need for upgrades. Proposed measures included improving thermal insulation, upgrading to high-efficiency lighting systems, enhancing installation insulation, and introducing automation systems. Deficiencies such as the absence of an energy manager and automation system were addressed with suggested solutions. After implementing these measures, the building's annual energy consumption decreased to 528.24 kWh/m<sup>2</sup>, saving 248,894.84 kWh. Greenhouse gas emissions dropped to 92.04 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, and annual cost savings totaled 174,243.55 TL. The investment's payback period was calculated as 3.84 years. Additionally, the building's Energy Performance Certificate rating improved from 'F' to 'C'. Switching to multi-term tariffs and updating lighting systems proved particularly cost-effective. This case study highlights the benefits of energy efficiency retrofits in healthcare facilities. By adopting smart building technologies, the Hospital reduced costs, minimized environmental impacts, and achieved a balance between economic and environmental objectives. The findings provide useful insights for similar projects in healthcare and other sectors.

**Keywords:** Smart Building, Energy Saving, Energy Efficiency, Artificial Intelligence, Sustainability

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması boyunca değerli zamanımı ayırıp bilgi birikimini paylaşan danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Nebiye KIZIL'a teşekkürlerimi sunarım.

Bütün hayatım boyunca beni her zaman destekleyen annem Meral ERDEDE, varlığı ile bana güç veren eşim Ercan EKİNCİ, kızlarım Saryaa EKİNCİ ve Heja EKİNCİ'ye çok teşekkür ederim.

Hülya ERDEDE EKİNCİ  
Gaziantep - 2025

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>GRAFİK LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi .....	1
1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Problemi .....	2
1.3. Özgün Değer ve Katkı .....	2
<b>2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE</b> .....	<b>4</b>
2.1. Akıllı Bina Sistemleri .....	4
2.1.1. Akıllı binanın tanımı ve özellikleri.....	4
2.1.2. Akıllı binaların ortaya çıkışı ve gelişimi .....	5
2.1.3. Akıllı bina oluşturma sistemleri çeşitleri.....	9
2.1.4. Akıllı binaların ‘akıllılık’ kapsamında işlevleri ve kazanımları .....	14
2.2. Akıllı Binalarda Enerji Verimliliği.....	15
2.2.1. Enerji verimliliği ve tasarrufu .....	15
2.2.2. Enerji yönetimi .....	19
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>21</b>
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Bina Bilgileri .....	21
3.1.2. Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Alınan Ölçümler.....	24
3.1.3. Kullanılan ölçüm verileri.....	24
3.2. Yöntem .....	45
3.2.1. Örneklem Seçimi .....	45
3.2.2. Örneklem Analizi .....	45
3.2.3. Verilerin Toplanması.....	49
3.2.4. Verilerin Toplanması İçin Süre Belirlenmesi.....	52
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi .....	52
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>53</b>

4.1. Otomasyon Öncesi Enerji Tüketimleri, Maliyetleri ve Mevcut Durum.....	53
4.2. Otomasyon Sonrası Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri.....	55
4.3. Genel Bulgular.....	56
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>59</b>
5.1 Sonuçlar.....	59
5.2 Öneriler.....	64
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>66</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>70</b>
EK-1 Enerji Kaynaklarının Alt Isıl Değerleri ve Petrol Eşdeğerine Çevrim Katsayıları	70
EK-2 SEG Sera Gazı Emisyonu Dönüşüm Katsayıları [kg eşdeğer CO2 /kWh] Birincil Enerji ve Sera Gazları Emisyonu Dönüşüm Katsayıları.....	71
EK-3 Genel Aydınlatma İçin Uygun Aydınlatma Kaynakları .....	72
EK-4 Aydınlatma Şiddeti Değerleri Tablosu .....	73
EK-5 Çalışma Alanı ve Yapılan İşe Göre Aydınlatma Tablosu.....	74
EK-6 İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatında Yer Alan Az Aydınlık Değerleri.....	75
EK-7 Hastanelerde Aydınlatma Şiddetleri Referans Tablosu .....	76
EK-8 Önemli Bazı Maddelerin Yansıtma ve Geçirme Kat Sayıları.....	77
EK-9 Mahal Aydınlatma Verimi .....	78
EK-10 Kirlenme Faktörü .....	79
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>80</b>

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> Farklı Tüketici Grupları için Tasarruf Potansiyelleri. ....	16
<b>Tablo 3.1.</b> Bina Bilgileri .....	21
<b>Tablo 3.2.</b> Aydınlatma Elemanları Tablosu .....	28
<b>Tablo 3.3.</b> Aydınlık Düzeyi Tablosuna.....	37
<b>Tablo 3.4.</b> İlin Son 3 Yıl Derece Gün Sayıları Tablosu.....	46
<b>Tablo 3.5.</b> Isınma İçin Harcanan Enerji Değerleri Tablosu .....	48
<b>Tablo 3.6.</b> 2016 Yılı Aylara Göre Elektrik Tüketim Değerleri Tablosu.....	50
<b>Tablo 3.7.</b> 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim Değerleri Tablosu .....	50
<b>Tablo 3.8.</b> 2016 Yılı Aylara Göre Toplam Tüketim Değerleri Tablosu .....	51
<b>Tablo 4.1.</b> 2016 Yılı Bina Enerji Tüketim ve Maliyetleri Tablosu.....	53
<b>Tablo 4.2.</b> Binanın Toplam Birincil Enerji Tüketim Tablosu (kWh/m <sup>2</sup> -yıl) .....	54
<b>Tablo 4.3.</b> Binanın Toplam Sera Gazı Emisyonu Tablosu (kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -yıl).....	54
<b>Tablo 4.4.</b> Ekonomik Analiz.....	55
<b>Tablo 4.5.</b> Verimlilik Çalışması Sonrası Binanın Toplam Birincil Enerji Tüketim Tablosu (kWh/m <sup>2</sup> -yıl) .....	56
<b>Tablo 4.6.</b> Verimlilik Çalışması Sonrası Binanın Toplam Sera Gazı Emisyonu Tablosu (kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -yıl).....	56
<b>Tablo 4.7.</b> Verimlilik Çalışmaları Sonrası Tasarruf Miktarı Tablosu.....	58
<b>Tablo 4.8.</b> Verimlilik Çalışmaları Sonrası Tasarruf Oranı Tablosu.....	58

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. İlk akıllı bina city place.....	5
Şekil 2.2. İlk akıllı binanın kesiti .....	6
Şekil 2.3. Akıllı binaların gelişim süreci7	
Şekil 2.4. Enerji tüketim projeksiyonu (katrilyon Btu) .....	15
Şekil 2.5. Enerji Tasarrufu ve Enerji Verimliliği Arasındaki İlişki .....	17
Şekil 3.1. Döşeme Yüzeyi Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü.....	25
Şekil 3.2. Çatı Yüzeyi Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü .....	25
Şekil 3.3. Toprak Temaslı Dış Duvar Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü ....	26
Şekil 3.4. Dış Duvar Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü.....	26
Şekil 3.5. Pencere Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü .....	27
Şekil 3.6. Kapılar Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü .....	27
Şekil 3.7. 2016 Yılı Derece Gün Sayıları Grafiği .....	46
Şekil 3.8. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi Ve Derece Gün Sayısı Grafiği .....	47
Şekil 3.9. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği	47
Şekil 3.10. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği.....	48
Şekil 3.11. Isınma İçin Harcanan Enerji – Isıtma Gün Derece Karşılaştırma Grafiği .....	49
Şekil 3.12. 2016 Yılı Aylara Göre Elektrik Doğalgaz Tüketim Grafiği .....	51
Şekil 4.1. 2016 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Dağılımı Grafiği .....	54

## GRAFİK LİSTESİ

<b>Grafik 2.1.</b> Enerji tüketim projeksiyonu (katrilyon Btu) .....	15
<b>Grafik 3.1.</b> 2016 Yılı Derece Gün Sayıları Grafiği .....	46
<b>Grafik 3.2.</b> Aylara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi Ve Derece Gün Sayısı Grafiği.....	47
<b>Grafik 3.3.</b> Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği .....	47
<b>Grafik 3.4.</b> Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi Ve Derece Gün Sayısı Grafiği.....	48
<b>Grafik 3.5.</b> 2016 Yılı Aylara Göre Elektrik Doğalgaz Tüketim Grafiği .....	51
<b>Grafik 4.1.</b> 2016 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Dağılımı Grafiği .....	54



## KISALTMALAR

### Kısaltmalar ve Birimler

<b>TEP</b>	=	Ton eşdeğer petrol
<b>CO<sub>2</sub></b>	=	Karbondioksit
<b>m<sup>3</sup></b>	=	Metre küp
<b>m<sup>2</sup></b>	=	Metre kare
<b>kg</b>	=	Kilogram
<b>kWh</b>	=	Kilo Watt saat
<b>Sm<sup>3</sup></b>	=	Standart metre küp
<b>Nm<sup>3</sup></b>	=	Normal metre küp
<b>°C</b>	=	Cantigrad Derece
<b>K</b>	=	Kelvin
<b>Pa</b>	=	Pascal
<b>Bar</b>	=	Basınç Birimi
<b>mSS</b>	=	Metre su sütunu
<b>COP</b>	=	Performans katsayısı
<b>GÖS</b>	=	Geri Ödeme Süresi
<b>NBD</b>	=	Net bugünkü değer
<b>HDD</b>	=	Isıtma Derece Gün Sayısı
<b>CDD</b>	=	Soğutma Derece Gün Sayısı
<b>Ppm</b>	=	Milyondaki parça miktarı
<b>Atop</b>	=	Toplam Alan
<b>Vbrüt</b>	=	Brüt Hacim

## 1. GİRİŞ

Enerji verimliliği, ısıtma veya soğutma gibi belirli bir hizmeti gerçekleştirmek veya endüstriyel üretim için gereken enerji miktarını, teknolojik ilerlemelerden yararlanarak veya iyileştirilmiş yönetim, organizasyon ve davranış değişiklikleri gibi teknik olmayan stratejiler uygulayarak en aza indirmek anlamına gelir. Enerji verimliliğini artırmak, önemli bir ekonomik yük getiren dış enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmada önemli bir rol oynar.

Enerji talebi artmaya devam ettikçe, istikrarlı ve makul fiyatlı petrol ve doğal gaz uzun vadeli erişimin sağlanması giderek daha zor hale geliyor. Enerji verimliliğini artırarak ve enerji tüketimini düşürerek bu riskler azaltılabilir. Bu nedenle, enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ülkemiz için kritik öneme sahiptir.

Okul, hastane, iş merkezleri gibi enerji tüketiminin fazla ve kesintisiz olduğu tesislerde sürdürülebilir yapılar elde etmek için tasarımlar yapılması ve enerji verimliliği artırılarak enerji yoğunluğunun düşürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bu tez çalışmasında bir hastane örneği ele alınmıştır. Bu örnekleme akıllı bina teknolojilerinden faydalanılarak akıllı aydınlatma sistemi uygulanmıştır. Tasarım öncesi ve sonrası enerji tüketim verileri değerlendirilerek verimlilik hesabı yapılmıştır.

### 1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu tezde, enerji verimliliği çalışması yapılmasının ana amacı çevresel sürdürülebilirliği sağlamak adına akıllı bina tasarlamaktır. Ayrıca, enerji verimliliğini artırmak daha üretken ve rekabetçi süreçlere yol açacak ve nihayetinde operasyonel maliyetleri düşürecektir. Ancak, enerji giderlerini azaltmak gibi ekonomik faydalar enerji verimliliğini artırmanın tek motivasyonu değildir. Daha iyi kontrol sunan gelişmiş süreç teknolojilerinin uygulanması yalnızca enerji kullanımını optimize etmekle kalmayacak, aynı zamanda ürün kalitesini artıracak ve üretim standartlarında tutarlılık sağlayacaktır.

Ayrıca, aynı çıktıyı daha az enerji tüketimiyle elde etmek ithal enerjiye olan bağımlılığı azaltacak ve enerji fiyatlarının dengelenmesine yardımcı olacaktır. Daha düşük enerji tüketimi ayrıca emisyonların azalmasına ve yerel hava kalitesinin iyileştirilmesine yol açar. Ayrıca, CO<sub>2</sub> ve su buharı emisyonlarının en aza indirilmesi, iklim değişikliğinin küresel ölçekte daha geniş etkilerinin hafifletilmesine katkıda bulunur.

## 1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Problemi

Bu tezin kapsamında ele alınan ve enerji verimliliği için etüt çalışmalarını yapmış olduğumuz hastane, betonarme karkas yapıda olup 2.001,00 m<sup>2</sup> arsa alanı üzerine toplam brüt kullanım alanı; 9.072,00 m<sup>2</sup> olarak üzere inşa edilmiştir. Yapı bir adet binadan oluşup; bodrum, zemin, 6 katlı olmak üzere toplamda 8 kattan oluşmaktadır. Çalışmanın problemini yüksek enerji tüketimi oluşturmaktadır. Bunun için hastane bütün olarak ele alınmış ve yapılan akıllı aydınlatma sisteminin enerji verimliliğine katkısı değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, bir hastanenin enerji değerlendirmesi yapılarak potansiyel enerji tasarrufu alanları belirlendi. Öneriler sunuldu ve potansiyel tasarruflar, yatırım maliyetleri ve geri ödeme süreleri analiz edildi. Ayrıca, uygulanan iyileştirmelerin ardından CO<sub>2</sub> emisyonlarındaki azalma da ölçülmüştür.

## 1.3. Özgün Değer ve Katkı

Bu çalışma, enerji tasarrufunun akıllı binalarda oynadığı rolün kapsamlı bir analizini sunarak, hem teknolojik ilerlemeleri hem de enerji tüketiminde önemli azalmalar sağlayan stratejik uygulamaları vurgulamaktadır. Bu araştırmanın özgünlüğü, bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) bina yönetim sistemlerine entegrasyonuna ve bu yeniliklerin çeşitli bina tiplerinde (yeni ve mevcut) enerji verimliliğine nasıl katkıda bulunduğu odaklanmasındır. Akıllı aydınlatma, enerji yönetim sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi "akıllı" çözümlerin etkisini araştırarak, çalışma akıllı binaların sürdürülebilir, çevre dostu ve uygun maliyetli uygulamalara nasıl yol açabileceğine dair bütünsel bir bakış açısı sunmaktadır.

Ayrıca, çalışma bu teknolojilerin yalnızca enerji tüketimini azaltmada değil, aynı zamanda genel bina performansını artırmadaki etkinliğini değerlendirerek mevcut literatüre katkıda bulunmaktadır. Tahmini analizlerin, akıllı sayaçların ve entegre enerji yönetim sistemlerinin enerji kullanım tahminlerini iyileştirme ve enerji dağıtımını optimize etmedeki rolünü vurgulamaktadır.

Ek olarak, araştırma, dinamik fiyatlandırma ve enerji tüketimi izleme entegrasyonu ile oluşturulan davranışsal değişiklikleri ve farkındalığı inceleyerek değer katıyor ve bu da enerji verimliliği üzerinde daha geniş toplumsal etkilere yol açabilir.

Sonuç olarak, hastane örneğinin ele alındığı bu verimlilik artırıcı çalışma ile bir binada uygulanan akıllı aydınlatma sisteminin; CO<sub>2</sub> emisyon azaltılması, enerji tasarrufu, maliyet azaltıcı, tasarruf artırıcı gibi avantajlar elde edilmiştir. Bu tez

alışması hesaplanan veriler ışığında, endüstri paydaşları ve bina tasarımcıları için enerji tasarruflarını en üst düzeye çıkarmak ve daha sürdürülebilir bina uygulamalarını gerçekleştirmek için yol gösterici olması yönüyle de literatüre katkı sağlayacaktır.



## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1. Akıllı Bina Sistemleri

Çalışmanın bu bölümünde akıllı bina sistemleri detaylı ve kapsamlı şekilde incelenerek açıklanmıştır.

#### 2.1.1. Akıllı binanın tanımı ve özellikleri

Akıllı bina, coğrafi konumu ve amaçlanan kullanımı dikkate alınarak tasarlanmış bir yapıdır. İşletmeye alındıktan sonra, izleme yoluyla kullanıcı alışkanlıklarını öğrenir, acil ihtiyaçlara göre uyarlanmış çözümler sunar ve diğer kuruluşlarla iletişim kurabilir. Ayrıca, doğal afetler durumunda önleyici eylemlerde bulunma ve enerji tüketimini verimli bir şekilde yönetme yeteneğine sahiptir. Ek olarak, akıllı bir bina gürültü seviyeleri ve kaynakları hakkında rapor verebilir, geri dönüştürülebilir malzemeleri ayırabilir ve atık yönetim sistemlerini izleyebilir (Parekh, 2024; İskender, 2019).

Akıllı bina sistemleri, enerji verimliliği, güvenlik, iletişim, konfor ve otomasyon gibi bina özelliklerini geliştirmek için entegre edilmiş teknolojiyi ifade eder. Bu sistemler, binadaki çeşitli alt sistemleri birbirine bağlayan ve merkezi kontrol sağlayan hem yazılım hem de donanım platformları aracılığıyla çalışır. Bu tür sistemler, operasyonel giderleri azaltmayı, çevresel etkiyi hafifletmeyi ve kullanıcı memnuniyetini iyileştirmeyi amaçlamaktadır (Mangan, 2006; Çetinkaya, 2016). Akıllı bina sistemini tanımlamanın bir başka yolu da, farklı bina bileşenlerini birbirine bağlayan, veri alışverişi ve etkileşimi sağlayan bir otomasyon ve kontrol sistemi olarak tanımlamaktır. Bu sistem, binanın işlevselliğini, güvenliğini, enerji verimliliğini ve konforunu artırmak için tasarlanmıştır. Binanın hem içinde hem de dışında çeşitli sensörler, cihazlar, yazılımlar ve iletişim altyapıları kullanarak veri toplar, analiz eder ve yönetir (Ghansah vd., 2021; Wigginton & Harris, 2002).

Avrupa Akıllı Binalar Topluluğu'na göre akıllı binalar, iş hedeflerine ulaşmayı ve kullanıcı verimliliğini artırmayı amaçlayan düzenlemelere izin veren ortamları teşvik etmek için tasarlanmış yapılardır. Bu binalar ayrıca minimum maliyetle etkili kaynak yönetimine odaklanır (Kaya & Emiroğulları, 2013; Kara, 2017). Bu tanımlara daha yakından bakıldığında, gelecekteki binaların hızla ilerleyen teknolojiyle birlikte gelişmesi gerektiği ortaya çıkar. Bina yüksekliğine ilk odaklanma, daha sofistike inşaat sistemleri ve malzemelerinin kullanımıyla takip edildi. Ancak, bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki hızlı ilerleme, binaları tasarlarken mevcut gereksinimlerin yanı sıra

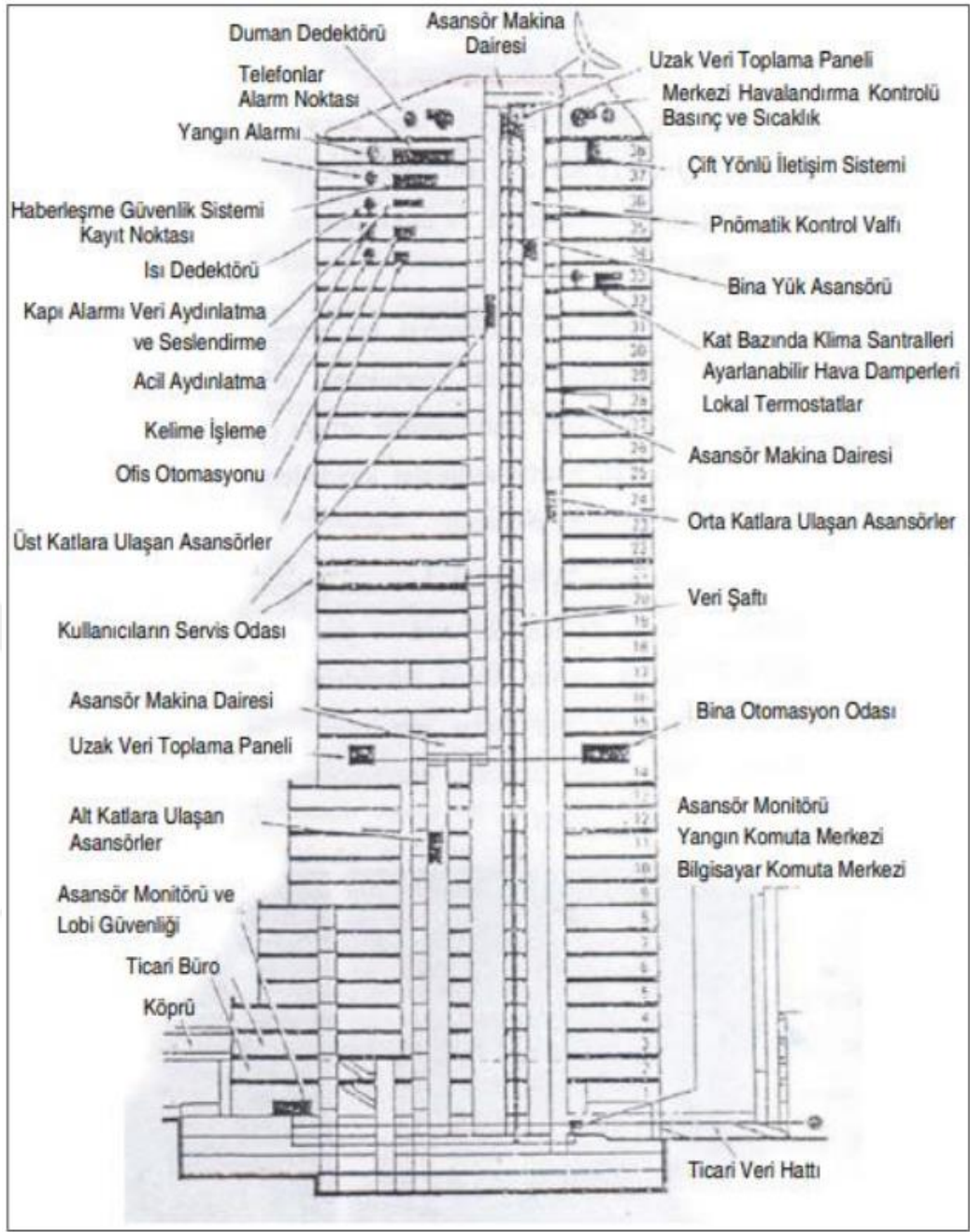
gelecekteki teknolojik olanakların da dikkate alınmasını gerektirir. Akıllı bina sistemleri, enerji ve kaynak tasarrufu sağlarken, sakinlere gelişmiş konfor ve yaşam kalitesi sağlamayı amaçlar. Dahası, bu sistemler bina yönetimini ve bakımını basitleştirerek operasyonel verimliliği artırır (Hoy, 2016).

### 2.1.2. Akıllı binaların ortaya çıkışı ve gelişimi

"Akıllı bina" terimi akademik literatüre 1980'lerin başında, ABD'nin Washington eyaletindeki Akıllı Bina Otoritesi tarafından yapılan bir tanımla girmiştir (Çevre, Kentleşme ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2000; Oğuz, 2007). Teknolojik gelişmeleri bünyesinde barındıran akıllı bina olarak tasarlanan ilk bina "City Place" adlı ofis kompleksi idi. ABD'nin Connecticut eyaletindeki Technologies Corporation tarafından geliştirilen bu binanın inşasına 1981 yılında başlanmış ve 1983 yılında tamamlanmıştır. Cephesi ve kesit görünümü Şekil 2.1 ve 2.2'de gösterilmiştir (Kara, 2017, Atasoy, 2009).



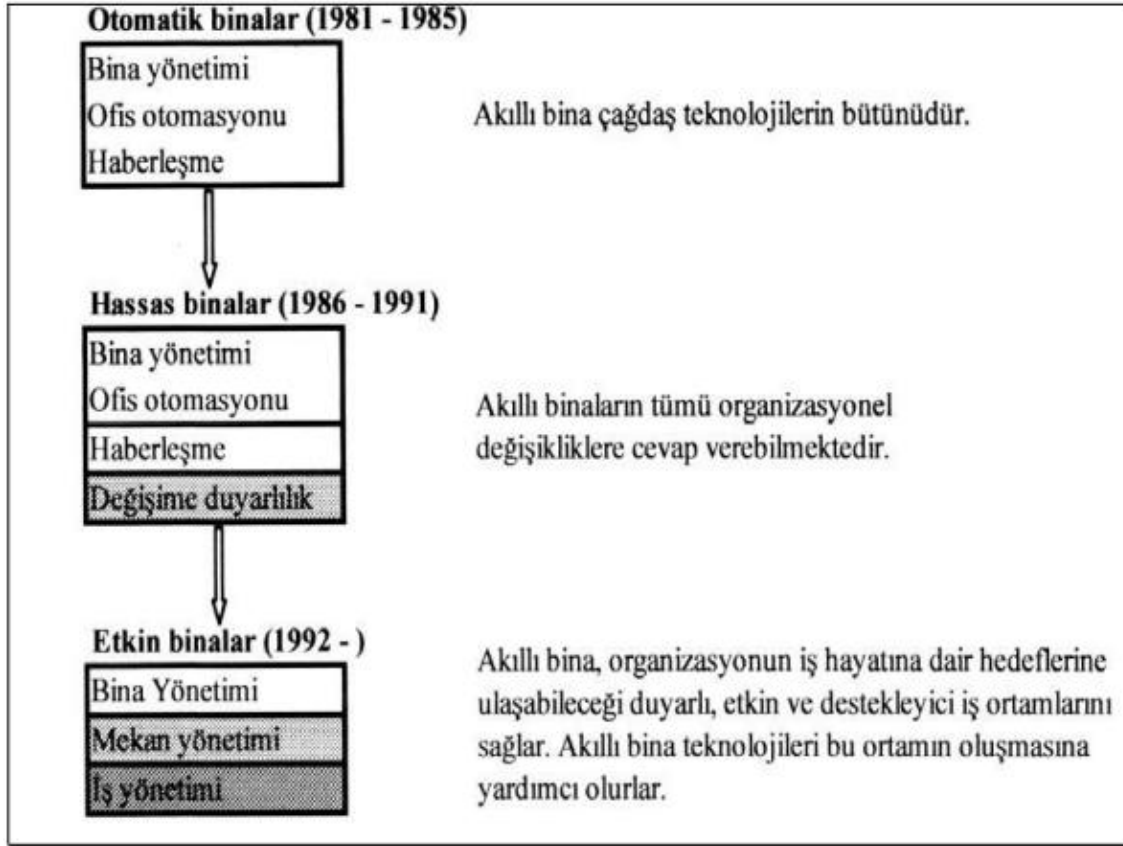
Şekil 2.1. İlk akıllı bina city place (Atasoy, 2009)



Şekil 2.2. İlk akıllı binanın kesiti (Kara, 2017)

Akıllı bina kavramı ilk olarak uluslararası ölçekte 28-29 Mayıs 1985'te Toronto'da düzenlenen bir sempozyumda tanıtıldı (Dayangaç, 2005: 20-40). Aynı yıl, fikir Fortune, Forbes ve Business Week gibi önde gelen Kuzey Amerika dergilerinde yayınlanan "İş Dünyasında Akıllı Binalar" başlıklı makalelerle daha da öne çıktı. Bu yayınlar, kavramın mimari düşünceye entegre edilmesine yardımcı oldu. Bu dönemden sonra, en son teknolojileri yeni bina tasarımlarına dahil etme çabaları gösterildi (Atasoy, 2009: 20-30). 1998 tarihli bir çalışmada, akıllı bina kavramı, gelişimini üç aşamaya

ayırarak daha iyi açıklanmıştır: "Otomatik Binalar, Duyarlı Binalar ve Etkili Binalar" (Atasoy, 2009: 20-30). Akıllı binaların gelişim süreci Şekil 2.3' de verilmiştir.



Şekil 2.3. Akıllı binaların gelişim süreci (Atasoy, 2009)

Akıllı binaların evrimi aşağıdaki gibi özetlenebilir (Namlı, 2022):

1970'lerden önce:

- 1970'lerden önce binalar genellikle elektronik sistemler yerine analog sistemlerle donatılmıştı.

- Güvenlik, HVAC, yangın alarmları, aydınlatma kontrolü, asansörler, telekomünikasyon ve bilgi iletimi gibi çeşitli bina sistemleri birbirinden bağımsız olarak çalışıyordu.

- Kullanıcı hizmetleri üzerindeki yük farklı sistemler arasında paylaşılıyordu.

- Birçok binada merkezi bir kontrol bilgisayarı bulunuyordu ve görüntüleme ve güvenlik amaçları için genellikle daha küçük bilgisayarlar kullanılıyordu.

- Telekomünikasyon altyapısına önemli bir önem veriliyordu.

- Otomatik binaların geleneksel binalara kıyasla daha fazla iş fırsatı sunduğu ortaya çıktı.

- Kuzey Amerika'da ayrı bilgi ve ses iletim sistemlerinin güvenliği ve güvenilirliği yeterli değildi.

- Japonya "akıllı" bina konseptini benimsedi. 1970'lerde Japon ofis binaları Batı ülkelerinin standartlarını karşılamıyordu. Buna karşılık, Japonya İnşaat Bakanlığı akıllı binaların geliştirilmesini desteklemek için önemli miktarda fon ayırdı. Japonya'daki ilk akıllı bina, 1984'te tamamlanan Toshiba'nın genel merkeziydi, ardından 1986'da NTT'nin genel merkezi geldi (Namlı, 2022; Al Dakheel vd., 2020).

#### Hassas Binalar (1986–1991)

- Ortaya çıkan teknolojilerin bireysel olarak uygulanmasının istenen verimliliği sağlamadığı anlaşıldı ve entegrasyon ihtiyacı belirginleşti.

- Çabalar, binaların yaşam döngüsü boyunca verimliliğini en üst düzeye çıkarmaya odaklandı (Namlı, 2022)

#### Etkili Akıllı Binalar (1992–Günümüz):

- Bina hizmetlerinin çalışma ortamı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu kabul edildi.

- Odak, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamaya kaydı.

- Binaların amaçlanan amacına ulaşmasını sağlamak için entegre teknolojiler benimsendi.

- Teknoloji, bir amaca ulaşmak için bir araç haline geldi, kendisi amaç değil (Li, 2022; Dayangaç, 2005: 20-40).

12 Ekim 2002'de çok sayıda şirket, ev otomasyonu ve cihazlarının kullanımını kolaylaştırmak ve uzaktan kontrole olanak sağlamak için HOME API (Uygulama Programlama Arayüzleri) standartlarını geliştirdi. Bu standartlar, bilgisayarlar, televizyonlar, güvenlik sistemleri, aydınlatma, ısıtma ve diğer cihazlar gibi çeşitli cihazların otomasyon araçları aracılığıyla kontrol edilmesini sağlar (Comunello, 2020; Ghayvat, 2015). Esasen, bilgisayarlara aşına olan tak ve çalıştır özelliği ev aletlerine de genişletildi, yani bir cihaz bağlandığında otomasyon sistemi onu otomatik olarak tanıyacak ve entegre edecekti (Arat, 2017; Aslan, 2014). Türkiye, 2002 yılında Complex fuarında ilk "akıllı evini" tanıttı. Mutfak, hobi odası, oturma odası, çocuk odası ve ofis içeren bu model akıllı ev, IBM "Akıllı Ev" sistemleri kullanılarak yaratıldı ve fuardaki katılımcılara sunuldu.

### **2.1.3. Akıllı bina oluşturma sistemleri çeşitleri**

Akıllı binalar, bina işlevselliğini geliştirmek, enerji verimliliğini artırmak, güvenliği yükseltmek ve kullanıcı konforunu artırmak için birlikte çalışan çeşitli teknolojik sistemleri birleştirerek geliştirilir (Sinapoli, 2010). Bu sistemler, binaların çeşitli temel alanlardaki operasyonel kapasitesini iyileştirmek için gelişmiş elektronik ve bilgi teknolojilerinden yararlanmak üzere tasarlanmıştır.

Örneğin, otomasyon ve kontrol sistemleri ısıtma, soğutma ve aydınlatma gibi temel işlevleri yöneterek bu sistemlerin entegre ve koordineli bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu entegrasyon, binada daha iyi enerji verimliliği ve daha fazla konfora yol açar. Enerji yönetim sistemleri, enerji tüketimini sürekli izleyerek, analiz ederek ve optimize ederek enerji maliyetlerini düşürmeye odaklanır. Güvenlik de kritik bir özelliktir; kamera sistemleri ve yangın algılama teknolojileri, binanın sakinlerinin güvenliğini sağlar. Ayrıca, erişim kontrolü, hareket dedektörleri ve aydınlatma kontrolü gibi sistemler aracılığıyla güvenlik ve enerji verimliliği artırılır. Bu teknolojileri entegre ederek, akıllı binalar sakinlerine daha güvenli, daha konforlu ve enerji açısından verimli bir ortam sağlar (Sinapoli, 2010; Tao & Janis, 2001). Bu teknolojik sistemleri dört ana grupta toplamak mümkündür.

#### **2.1.3.1. Otomasyon ve kontrol sistemleri**

Otomasyon ve kontrol sistemleri, aydınlatma, iklim kontrolü, güvenlik ve enerji yönetimi gibi çeşitli bina sistemlerinin koordineli ve entegre bir şekilde çalışmasını sağlayan teknolojik çerçevelerdir. Bu sistemler, bina sakinlerinin konforunu artırmak, enerji verimliliğini iyileştirmek, güvenliğini artırmak ve genel yaşam kalitesini geliştirmek için tasarlanmıştır (Wong ve Li, 2008). Aşağıda bu sistemlerin temel bileşenlerinin kısa bir özeti verilmiştir:

##### **Aydınlatma Kontrol Sistemleri:**

- Hareket sensörleri, zamanlayıcılar ve ışık sensörleri kullanarak aydınlatma seviyelerini ayarlar.
- Doğal ışık seviyelerini izler ve iç mekan aydınlatmasını bu koşullara uyacak şekilde optimize eder.
- Aydınlatma ayarlarını bireysel tercihlere göre uyarlamak için kişiselleştirme seçenekleri sunar (Chincherro vd., 2020)

##### **İklim Kontrol Sistemleri:**

- Isıtma, havalandırma ve klima (HVAC) sistemlerini denetler.

- Sıcaklık, nem ve hava kalitesi gibi faktörleri izler ve düzenler.
- Kullanıcı tercihlerine ve önceden ayarlanmış programlara göre çalışır (Chen vd., 2009).

#### Güvenlik ve Erişim Kontrol Sistemleri:

- Yangın, hırsızlık ve gaz kaçağı gibi acil durumları algılayarak uyarı sistemlerini tetikler.
- Binanın içini ve çevresini izlemek için güvenlik kameraları ve hareket dedektörleri kullanır.
- Yetkisiz girişi önlemek için erişim kontrol önlemleriyle belirli alanlara erişimi kısıtlar (Ciholas vd., 2019).

#### Enerji Yönetim Sistemleri:

- Bina genelindeki enerji kullanımını izler, analiz eder ve raporlar.
- Enerji verimliliğini artırmak ve maliyetleri düşürmek için stratejiler uygular.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını optimize ederek yenilenemeyen enerjiye olan bağımlılığı azaltır (Salerno vd., 2021).

#### Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemleri:

- İzleme araçları aracılığıyla bina sistemlerinin uzaktan kontrol edilmesine olanak tanır.
- Kolay kontrol için mobil uygulamalar veya web arayüzleri aracılığıyla erişim sağlar.
- Sorunların uzaktan tanımlanmasını kolaylaştırır ve müdahalenin ne zaman gerekli olduğunu belirlemeye yardımcı olur.

#### Veri Analitiği ve Yönetimi:

- Trendleri belirlemek için çeşitli sistemlerden toplanan verileri analiz eder.
- Enerji tüketimi, bakım ihtiyaçları ve operasyonel performans hakkında içgörüler sağlayarak karar vermeyi destekler.

#### Bakım Yönetim Sistemleri:

- Ekipman durumunu izler ve yaklaşan bakım ihtiyaçlarını tahmin eder.
- Bakım programlarını otomatikleştirir ve kullanıcıları olası sorunlar hakkında uyarır.
- Daha verimli bina yönetimi için işgücünü ve kaynakları optimize eder.

Bu entegre sistemler, binanın operasyonlarını yönetmek ve optimize etmek için birlikte çalışır. Kullanıcı tercihlerine ve gereksinimlerine uyum sağlayarak daha güvenli, daha

konforlu ve verimli bir ortam sağlarlar (Yu, 2021; Eini vd., 2021; Vijayan vd., 2020; Aste vd., 2017; Wong & Li, 2008).

### **2.1.3.2. Enerji yönetim sistemleri**

Enerji yönetim sistemleri, binalardaki enerji tüketimini izlemek, analiz etmek ve optimize etmek için tasarlanmış teknolojik çözümlerdir. Bu sistemler enerji maliyetlerini düşürmeyi, çevresel etkiyi en aza indirmeyi ve enerji verimliliğini artırmayı hedefler. Aşağıda enerji yönetim sistemleriyle ilgili temel hususlar yer almaktadır:

#### **Enerji Tüketimi İzleme ve Analizi:**

- Bu sistemler binadaki enerji kullanımını sürekli olarak izler ve kaydeder.
- Elektrik, su ve gaz gibi kaynaklar için enerji tüketiminin ayrıntılı analizini sağlarlar.

#### **Veri Toplama ve Sensörler:**

- Sensörler sıcaklık, nem, aydınlatma seviyeleri ve cihazların çalışma durumu dahil olmak üzere çeşitli veri türlerini toplar.
- Bu veriler daha fazla analiz için merkezi bir veri tabanında saklanır.
- Enerji Verimliliği Stratejileri:
  - Toplanan verileri kullanarak sistem enerji verimliliğini artırmak için stratejiler belirler. Örneğin, düşük tüketim saatlerinde aydınlatma seviyelerini azaltabilir veya enerji tasarrufu için iklim kontrolünü optimize edebilir.

#### **Akıllı Aydınlatma ve İklim Kontrolü:**

- Sistem, aydınlatma ve iklim kontrolünün yönetimini otomatikleştirir.
- Gerekğinde ayarları ayarlamak için hareket sensörleri veya zamanlayıcılar kullanarak enerji israfını önler.

#### **Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu:**

- Enerji yönetim sistemleri, güneş panelleri ve rüzgar türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını optimize eder.
  - Bu yenilenebilir kaynaklardan hem enerji üretimini hem de depolanmasını yönetirler.

#### **Enerji Tüketim Tahminleri:**

- Bu sistemler, geçmiş verilere dayanarak gelecekteki enerji taleplerini tahmin eder.

- Bu tür tahminler, enerji tedarik ihtiyaçlarını planlamaya ve kaynak tahsisini optimize etmeye yardımcı olur.

Uzaktan İzleme ve Kontrol:

- Enerji sistemleri, özel erişim araçları aracılığıyla uzaktan izlenebilir ve kontrol edilebilir.

- Bu, enerjiyle ilgili acil durumlara veya sorunlara hızlı yanıtlar sağlar.

Raporlama ve Analiz:

- Bu sistemler, toplanan verileri analiz eden raporlar üretir.

- Raporlar enerji tüketimindeki eğilimleri, potansiyel tasarrufları ve maliyet analizlerini içerebilir.

Enerji yönetim sistemleri, akıllı binaların enerji verimliliğini artırmanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirliğe de katkıda bulunmada önemlidir. Dahası, enerji harcamalarını düşürerek bina sahiplerine finansal faydalar sunarlar (Sinoplu & Ceyhan, 2023; Salerno vd., 2021; Fermani vd., 2018; Sönmez, 2006).

### **2.1.3.3. Güvenlik ve algılama sistemleri**

Akıllı binalardaki güvenlik ve algılama sistemleri, acil durumları tespit etmek ve gerekli eylemleri başlatmak, hem bina sakinlerinin hem de sahiplerinin güvenliğini sağlamak için tasarlanmış temel teknolojik çerçevelerdir (Bektaş, 2002; Mordoğan, 2000). Bu sistemler birkaç kritik bileşeni kapsar:

Güvenlik Kameraları:

- Hem iç hem de dış mekanlara yerleştirilen güvenlik kameraları, binanın etrafındaki faaliyetleri sürekli olarak izler.

- Görüntüleri kaydeder ve uzaktan gözetimi mümkün kılar.

- Hareket algılama ve yüz tanıma gibi gelişmiş özellikler, video analitiği teknolojisi aracılığıyla entegre edilmiştir.

Hareket Sensörleri:

- Bu sensörler, belirli bir alandaki hareketi algılamak için tasarlanmıştır.

- Hareket algılandığında, alarmları etkinleştirmek veya ışıkları açmak gibi önceden belirlenmiş eylemleri tetikler.

- Kapı ve Pencere Sensörleri:

- Bu sensörler, bir binanın kapılarını ve pencerelerini izlemeye odaklanır.

- Yetkisiz erişim algılandığında, hemen bir alarmı tetikler.

#### Yangın Algılama Sistemleri:

- Bu sistemler duman, ısı veya gazı algılamak için sensörler kullanır ve sakinleri yangının olası tehdidi konusunda uyarır.

- Yangın alarmlarını etkinleştirmek ve hasarı önlemek için hızlı yanıt eylemleri sağlar.

#### Gaz Algılama Sistemleri:

- Gaz algılama sistemleri, tehlikeli gazların herhangi bir sızıntısını belirlemek için kullanılır.

- Algılama üzerine, bu sistemler güvenliği sağlamak için gerekli önlemleri alır.

Bu güvenlik ve algılama teknolojileri, bina sakinleri için güvenli bir ortam yaratmak, acil durumlarda zamanında yanıt vermek ve gönül rahatlığı sağlamak için birlikte çalışırlar (Ciholas vd., 2019; Bektaş, 2002; Mordoğan, 2000).

### **2.1.3.4. İnteraktif ve konfor sistemleri**

Akıllı binalardaki konfor sistemleri, daha keyifli ve kişiselleştirilmiş bir yaşam deneyimi sağlayarak sakinlerin yaşam kalitesini artırmak için tasarlanmıştır. Bu sistemler, bina sakinlerinin özel ihtiyaçlarını karşılamak üzere uyarlanabilir ve ortamı daha işlevsel ve konforlu hale getirir (Gaş, 2023). Aşağıda bazı temel konfor sistemleri özetlenmiştir:

#### Akıllı Aydınlatma Sistemleri:

- Bu sistemler kullanıcıların aydınlatma seviyelerini ve renk tonlarını ayarlamasına olanak tanır.

- Hareket sensörleri ışıkları otomatik olarak açar ve kapatır.

- Parlaklık ve renk gibi aydınlatma tercihleri, sakinlerin ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilebilir.

#### Otomatik Panjurlar ve Perdeler:

- Bu sistemler, panjurları ve perdeleri otomatik olarak ayarlayarak doğal ışığı ve ısıyı düzenler.

- Güneş ışığının girmesine izin vererek doğal ışığı artırabilir veya iç mekan konforunu korumak için gerektiği gibi gölgeleme sağlayabilirler.

#### Akıllı Mobilya Sistemleri:

- Alan kullanımını optimize etmek için tasarlanan akıllı mobilyalar, işlevsellik ve esneklik sunar.

- Masalar ve yataklar gibi mobilyalar uzaktan kontrol edilebilir ve kullanıcının tercihlerine uyacak şekilde otomatik olarak ayarlanabilir.

**Kişiselleştirilmiş Hava Kalitesi Kontrolü:**

- Bu sistemler, CO<sub>2</sub> seviyelerini ve genel hava kalitesini izleyerek iç mekan hava kalitesini iyileştirir.

- Hava temizleme ve nem düzenleme gibi özellikler, kullanıcı tercihlerine göre özelleştirilebilir.

**Ses ve Görüntü Sistemleri:**

- Akıllı ses ve görüntü sistemleri, kullanıcıların ses seviyelerini, oda akustiğini ve içeriği kişisel tercihlerine göre kontrol etmelerine olanak tanıyarak gelişmiş bir medya deneyimi sunar.

**Su ve Havuz Kontrol Sistemleri:**

- Bu sistemler su tüketimini izler ve gerektiğinde su kaynağını otomatik olarak kapatan vanalara sahiptir.

- Ayrıca su sıcaklığını ayarlayarak ve doğru kimyasal dengeyi koruyarak havuz ve spa sistemlerini yönetirler.

**Otomatik Temizleme Sistemleri:**

- Bu sistemler, temizlik robotları veya diğer otomatik çözümler aracılığıyla bina içindeki temizlik görevlerini otomatikleştirir.

**Klima ve Isıtma Kontrolü:**

- İklim kontrol sistemleri, ısıtma ve soğutma için kullanıcı tercihlerine göre sıcaklık ayarlarını otomatik olarak ayarlar. Bu konfor sistemleri, günlük hayatı daha kolay ve daha keyifli hale getiren özelleştirilebilir seçenekler sunarak akıllı binalarda daha keyifli bir yaşam deneyimine katkıda bulunurlar (Gaş, 2023; Yılmaz, 2005).

#### **2.1.4. Akıllı binaların ‘akıllılık’ kapsamında işlevleri ve kazanımları**

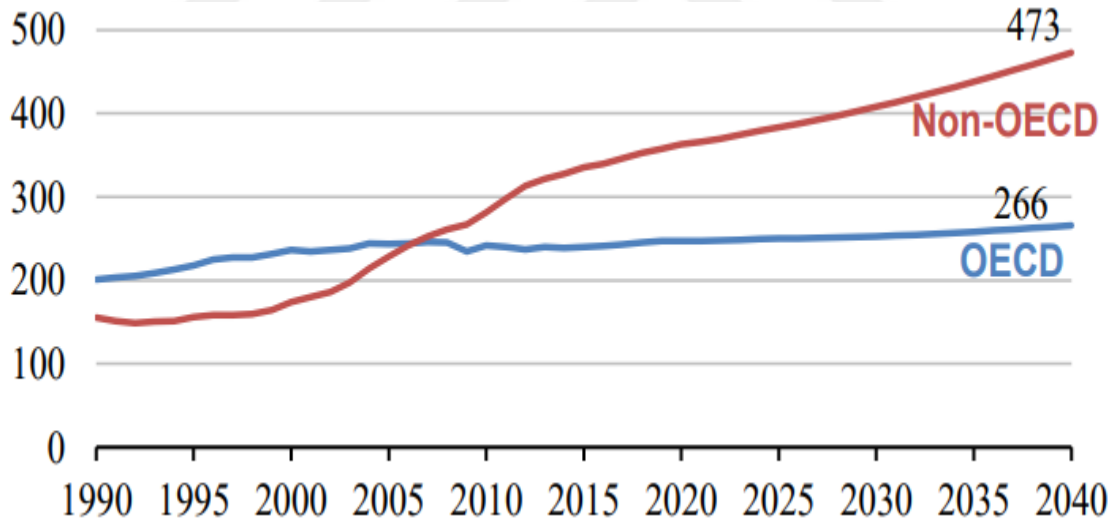
Modern teknoloji, kahve makinesi, mutfak robotu gibi çok çeşitli mutfak aletlerini ve televizyon, müzik sistemi, video oynatıcı, buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, otomatik garaj kapısı, ayarlanabilir aydınlatma armatürleri, ev telefonu ve elektrikli süpürge gibi ev eşyalarını günlük hayatımıza sorunsuz bir şekilde entegre etti. Bu teknolojiler, rahatlığımızı ve konforumuzu önemli ölçüde iyileştirdi. Bu evrimin bir sonraki adımını atan ev otomasyon sistemleri artık mevcut ve bu cihazların programlama özellikleriyle otomatik olarak kontrol edilmesine olanak sağlıyor. Ayrıca

bu sistemler, kullanıcıların tüm evlerini merkezi bir kontrol noktasından yönetmelerine yardımcı olmaktadır (Aslan, 2014; Crooks, Schechtner, Dey ve Hudson-Smith, 2017).

## 2.2. Akıllı Binalarda Enerji Verimliliği

### 2.2.1. Enerji verimliliği ve tasarrufu

Enerji, ulusların ekonomik ve sosyal ilerlemesinde önemli bir rol oynar. Sanayi Devrimi'nden bu yana, ülkeler kalkınmaları için giderek daha fazla enerjiye bağımlı hale geldiler ve bugün enerji, hem ülkelerin hem de toplumların işleyişi için olmazsa olmazdır. Teknolojik ilerlemeyle birlikte, enerji talebi sürekli olarak artmıştır ve gelecekte de artmaya devam edecektir. BP Energy Outlook 2017 raporuna göre, küresel enerji talebinin yıllık %1,3 oranında, 2035 yılına kadar toplam %30 oranında artması öngörülmektedir (BP, 2017). Şekil 2.4 'de gösterildiği gibi, ABD Enerji Bilgi İdaresi'nin Uluslararası Enerji Görünümü 2018 raporu, enerji tüketiminin 2040 yılına kadar 739 katrilyon BTU'ya ulaşacağını öngörmektedir (EIA, 2018).



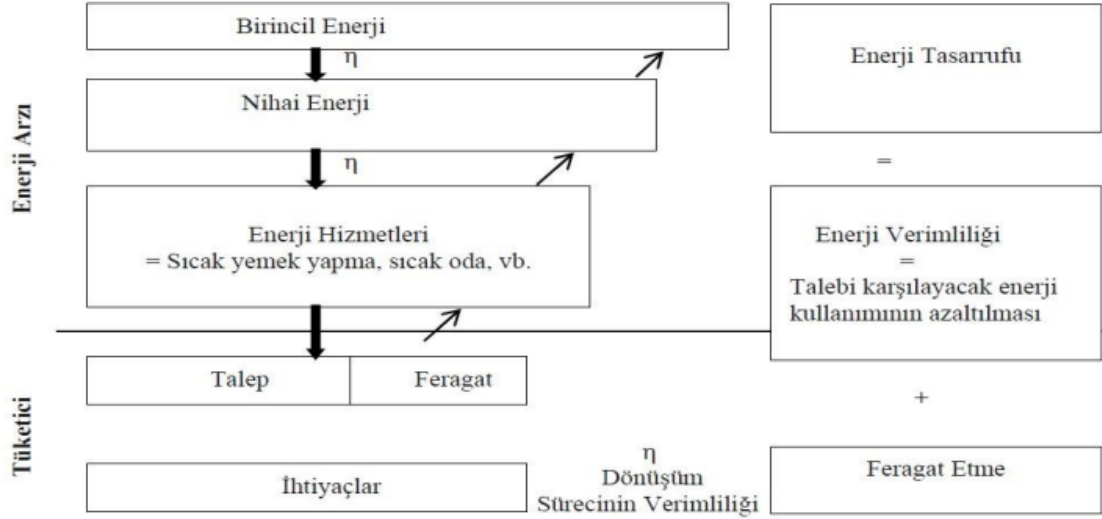
Şekil 2.4. Enerji tüketim projeksiyonu (katrilyon Btu) (EIA, 2018)

Enerji tüketimindeki bu hızlı artış, yetersiz enerji kaynaklarından kaynaklanan potansiyel zorluklarla birlikte, enerji verimliliğinin ve tasarrufunun artan önemini vurgulamaktadır. Bu zorlukları ele almanın en etkili, çevre dostu ve maliyet açısından verimli yolu, enerji tasarrufu ve verimlilik önlemleriyle enerji tüketimini azaltmaktır. Bu yaklaşım yalnızca enerji tedarikini iyileştirmeye yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda çevre kirliliğini azaltır, küresel ısınmayı yavaşlatır, ekonomik büyümeyi

destekler ve ulusal güvenliği güçlendirir. Enerji verimliliği, bina yalıtımını iyileştirme, ulaşımda yakıt verimliliğini artırma, endüstriyel süreçlerde makine verimliliğini artırma ve enerji tasarruflu aydınlatma kullanma gibi önlemlerle elde edilen konfor, kalite, performans veya çıktıdan ödün vermeden daha az enerji kullanımını ifade eder. Öte yandan enerji tasarrufu, yaşam koşullarını önemli ölçüde etkilemeyen tüketici odaklı eylemlerle enerji kullanımında (%10-%20) azalmayı ifade eder. Bu tasarruflar, yanma sistemlerini optimize etme, ısıtma ve soğutma süreçlerini iyileştirme, ısı geri kazanım sistemlerini geliştirme ve ısı ve güç kayıplarını azaltma gibi çeşitli yöntemlerle elde edilebilir. Bina yalıtımından enerji tasarruflu ampulleri teşvik etmeye kadar etkili enerji verimliliği ve tasarruf stratejileri geliştiren ve uygulayan ülkeler, günlük yaşamda azaltılmış enerji tüketiminin etkisini en üst düzeye çıkarmak için tüketicileri enerji tasarrufu konusunda eğitmeye de yatırım yapmaktadır (Topal ve Özoğlu, 2018).

**Tablo 2.1.** Farklı Tüketici Grupları için Tasarruf Potansiyelleri (Meral vd., 2009).

<b>Tüketici Grubu</b>	<b>Tasarruf Potansiyeli</b>
Demir çelik sanayi	%35 - %40
Büro binaları	%30 - %40
Çimento sanayi	%30 - %35
Tekstil sanayi	%30 - %35
Ağaç işleme sanayi	%25 - %35
Otel ve restaurantler	%20 - %25
Alışveriş merkezleri	%20 - %25
Gıda sanayi	%20 - %25
Deri sanayi	%20 - %25
Küçük atölyeler	%15 - %25
Konutlar	%15 - %20
Ulaştırma sektörü	%15 - %20



Şekil 2.5. Enerji Tasarrufu ve Enerji Verimliliği Arasındaki İlişki (Aydın, 2016)

Enerji verimliliği, binalarda yaşayanların konforunu etkilemeden veya endüstriyel ortamlarda üretimin kalitesini ve miktarını tehlikeye atmadan, çıktı veya ürün birimi başına enerji tüketimini azaltmak anlamına gelir. Nüfus ve gelir arttıkça, enerji tüketimi doğal olarak artar. Küresel enerji kaynağı tüketimini analiz etmek, çoğunluğun kömür, petrol ve doğal gaz gibi hidrokarbonlardan geldiğini göstermektedir; bunlar sonlu olan fosil yakıtlardır. Fosil yakıtlara olan bu talep özellikle gelişmekte olan ülkelerde artmaktadır. Ancak, bu yakıt rezervleri tükenmektedir ve doğal kaynakların tükenmesine ek olarak, bu yakıtların yanması, iklim değişikliğine önemli ölçüde katkıda bulunan sera gazlarının salınmasına neden olmaktadır. Artan sera gazı seviyeleri, dünyanın karbonu tutma yeteneğini azaltmaktadır. Sonuç olarak, enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, toplam sera gazı emisyonlarını düşürmede önemli bir rol oynamaktadır. Enerji tüketimini yönetmenin ve kontrol etmenin artan önemi, fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesinden ve bunların sunduğu çevresel zorluklardan kaynaklanmaktadır (Abolhosseini, 2014; Herring, 2006).

Özellikle ülkelerin sürekli olarak gelişme arzusu içinde olmasına bağlı olarak sanayileşmenin hızla artması, savaşlar sebebiyle yapılan düzensiz göçler, artan nüfus ile birlikte barınmak için yapılan yapılara olan ihtiyacın artması enerjiye olan talebi de aynı oranda arttırmaktadır. Enerjinin pahalı bir madde olması ülkelerin ve bireylerin ekonomisini olumsuz etkilemektedir. Birçok alanda kullanılan enerji tüketimi, ülkelerin ekonomik durumunu da etkilemektedir. 1973 yılında yaşanan enerji krizi ülkelerin enerji tüketiminde tasarrufun ve enerji korunumunu ön plana çıkarmıştır. Maliyeti

yüksek olan enerjiye ihtiyacın her geçen gün artması, enerjinin daha tasarruflu kullanılmasına yönelik ülkeler büyük bir çaba göstermektedirler. Binalarda enerji tüketimi dünyada ve ülkemizde tüketilen enerjinin %35-40'na karşılık gelmektedir. Tüketilen enerjinin büyük bir kısmı ısıtma enerjisidir. Isıtma enerjisine harcanan enerjinin yüksek oranda olması, yapılarda ısı kayıplarını önlemek için uygun yapı malzemeleri kullanımı önem kazanmıştır. Yapılarda kullanılan malzemelerin mühendis için dayanımının yüksek olması, tedarik aşamasının kolay olması, çevre şartlarına dayanıklı olması, ekonomik ve uygulama kolaylığının olması tasarım aşamasında önemli etkenlerdir. Ancak yapıların rahat yaşanabilecek, konfor alanı yüksek, içinde bulunduğu koşullara uyum sağlayabilecek olmasına ihtiyaç duyulması, mimar ve mühendislerin binaların tasarım yaklaşımında değişimini zorunlu hale getirmiştir (Akdağ, 2024).

Enerji verimliliği, insanların sahip olduğu binalarda enerji tasarrufu sağlamaya yönelik bir yöntemdir. Enerji verimliliği ile enerji tasarrufu arasındaki ilişki Şekil 2.5'te verilmiştir. Bu yöntem, doğal kaynakların azalması, artan enerji maliyetleri, çevre kirliliği, rekabet gibi sebeplerle binaların tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle ev otomasyon sistemleri, elektrik ve diğer enerji kaynaklarının akıllı bir şekilde kullanılmasını ve çevreye duyarlı tasarımlarını sağlar. Bu sistemler, enerji tüketiminin gösterimi, enerji tasarrufunun sağlanması ve uzaktan kontrol ve izleme gibi özellikler sunarak, evlerde enerji tasarrufu sağlar. Ancak, bazen enerji tasarrufu için gereken önlemlerin alınmasına rağmen, bazı evlerde hala fazla enerji tüketimi söz konusudur. Bu durumun nedeni, evde bulunan elektrikli aletlerin enerji tüketiminin gereğinden fazla olması ya da ısı kontrol sisteminin doğru bir şekilde çalışmaması gibi faktörler olabilir. Bu nedenle, enerji tasarrufu için alınacak önlemlerin doğru bir şekilde uygulanması önemlidir (Marincu vd., 2024; Huda vd., 2024).

Akıllı evlerde kullanılan cihazların enerji verimliliği, doğru kullanım ve düzenleme ile önemli derecede artırılabilir. Örneğin, akıllı termostatlar sayesinde sıcaklık ayarlarının doğru yapılması ve enerji tasarrufu sağlanabilir. Aynı şekilde, akıllı prizler sayesinde cihazların kullanımı daha düşük maliyetli saatlerde yapılabilir ve bu şekilde enerji tasarrufu sağlanabilir. Akıllı evlerde kullanılan cihazların doğru programlanması ve yönetimi, enerji tasarrufunun yanı sıra aynı zamanda evin güvenliğini de artırabilir. Örneğin, akıllı güvenlik sistemleri sayesinde evin güvenliği uzaktan kontrol edilebilir ve gereksiz harcamaların önüne geçilebilir. Bu nedenle, akıllı evlerin yalnızca konfor ve rahatlık sağlaması değil, aynı zamanda enerji tasarrufu ve

güvenlik konularında da önemli avantajlar sağladığı görülmektedir (Binyamin vd., 2024).

Ev Enerji Yönetim Sistemleri (EEYS), evlerdeki elektrik tüketimini yönetmeyi amaçlayan bir sistemdir. Bu sistemler, evlerde bulunan elektronik cihazların ve aydınlatmanın enerji tasarrufu için otomatik olarak kontrol edilmesine yardımcı olur. EEYS, evlerdeki elektrik tüketimini izleyen sensörler ve kontrol cihazlarından oluşur. Tüketiciler, cihazların ve aydınlatmanın kullanımını otomatik olarak yönetebilir veya kendi tercihlerine göre manuel olarak kontrol edebilir. Ayrıca, EEYS, evler ile şebeke arasında iletişimi de sağlar ve bu sayede tüketicilerin evlerindeki elektrik tüketimlerini daha verimli bir şekilde yönetmelerine yardımcı olur. Bu sayede, tüketiciler enerji tasarrufu sağlayarak aylık elektrik faturasındaki maliyetleri azaltabilirler (Raza vd., 2024).

Akıllı binalar, enerji tasarrufu sağlamaya yönelik tasarım özelliklerine sahiptir ve bu sayede enerji verimliliğini artırmaktadırlar. Örneğin, akıllı binaların camlarının transmittansı (ışık geçirgenliği) düşük olur ve bu sayede ısı kaybı azaltılır. Ayrıca, doğal havalandırma sistemleri kullanılır ve bu sayede mekanik havalandırma sistemlerine gereksinim azaltılır. Böylece, enerji tasarrufu sağlanır ve enerji verimliliği artırılır. Akıllı binalar ayrıca, enerji üretimine yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını da desteklemektedir. Örneğin, fotovoltaik paneller ile güneşten elektrik üretilebilir ve bu sayede bina için elektrik gereksinimi karşılanır. Böylece, bina için elektrik ihtiyacı olan enerjinin çoğu yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmış olur ve çevre dostu bir enerji üretimi gerçekleştirilebilir. Akıllı binaların kullanımının yaygınlaşması ile birlikte, enerji verimliliğinin artması ve çevreye verilen zararın azaltılması hedeflenmektedir (Liu vd., 2023; Shankar vd., 2021).

### **2.2.2. Enerji yönetimi**

Enerji yönetimi, bağlama göre farklı yorumlara sahip olabilir, ancak bu tartışmanın amaçları doğrultusunda, "maliyetleri en aza indirirken karı maksimize etmek için enerjinin verimli ve stratejik kullanımı, böylece rekabet avantajlarını artırmak" olarak tanımlanacaktır. Bu geniş tanım, ürün tasarımı ve ekipman seçiminden üretim ve nakliyeye kadar çeşitli süreçleri kapsar. Ek olarak, atıkları en aza indirmek ve ortadan kaldırmak da enerji yönetiminin ayrılmaz bir parçası olarak görülebilir. Bir sistemin etkili enerji yönetimi, birkaç kritik sürecin değerlendirilmesini ve optimize edilmesini gerektirir. Günümüzde birçok iş yerinde ve endüstriyel ortamda, operasyonel

süreçleri iyileştirmek ve optimize etmek için Toplam Kalite Yönetimi stratejileri benimsenmiştir. Herhangi bir enerji kalitesi yönetimi yaklaşımı, enerji maliyetlerini etkili bir şekilde azaltmak için enerji yönetimine odaklanmalıdır. Enerji yönetiminin temel amacı karı maksimize etmek veya maliyetleri en aza indirmektir, ancak birkaç alt hedef genellikle enerji yönetimi programlarıyla ilişkilendirilir. Bunlar şunları içerebilir:

1. Maliyetleri düşürmek için verimli kullanım yoluyla “enerji tüketimini azaltma”.
2. Enerjiyle ilgili konularda yer alan paydaşlar arasında “iletişimi geliştirme”.
3. Enerji kullanımı için “etkili izleme ve raporlama sistemleri” geliştirmek ve uygulamak.
4. Enerji yatırımlarının getirisini iyileştirmek için “yeni ve daha iyi yöntemler” araştırmak.
5. Enerji yönetim programında “tüm kullanıcıların” katılımını sağlamak.
6. Enerji tedarikindeki “kesintileri veya kısıtlamaları” en aza indirmek (Zayim, 2024).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bina Bilgileri

Hastane örneğine akıllı bina kavramına yönelik aydınlatma sistemine yapılan otomasyon sistemi ile enerji verimliliğini arttırmaya yönelik yapılan bu tez çalışmasında, bina bilgileri, kullanılan cihazlar ve ölçüm verileri materyal kapsamında değerlendirilmiştir. İlk olarak, binada bulunan enerji tüketen sistemlerin verimli çalışıp çalışmadığının tespit edilmesine yönelik uygulama yapılan hastanenin bina bilgileri, 2016 yılına ait enerji tüketim bilgileri aşağıda Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Bina Bilgileri

Kullanım Amacı	Hastane
Kapalı Hacim	9072 m <sup>2</sup>
İnşaat Alanı	2001 m <sup>2</sup>
Kullanım Alanı	7929 m <sup>2</sup>
Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı	1704
Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı	896
Isıtma/Soğutma Sistemi	Isıtma Kazanı / Soğutma Grubu
Yalıtım Durumu	Yalıtımsız
Çalışan Sayısı	550
Toplam Yıllık Ortalama Enerji Tüketimi (TEP)	149
Yıllar	Tüketimler (TEP)
2016	149

İşletmenin faaliyet gösterdiği diğer alanlar:

Acil Servis Hizmeti

Anesteziyoloji ve Reanimasyon

Beslenme ve Diyet

Beyin ve Sinir Cerrahisi

Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları :

Dermatoloji (Cildiye):

Estetik Cerrahi:

Enfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyoloji :

Genel Cerrahi

İç Hastalıkları

## Kadın Hastalıkları ve Doğum

### Kalp ve Damar Cerrahisi

Hastane 2001,00 m<sup>2</sup> Arsa alanı üzerine Bodrum:1140,00 m<sup>2</sup>, Zemin:1272,00 m<sup>2</sup>, 6 katın her biri:1110,00 m<sup>2</sup> olmak üzere toplam 9072,00 m<sup>2</sup> inşaat alanı olmak üzere inşaa edilmiştir. Yapı 1 bodrum kat, zemin kat ve 6 kat olmak üzere toplam 8 katlı bir mimaride bulunmaktadır.

#### 1.bodrum katta:

- Otopark
- Yıkama
- Umumi wc'ler (2 adet)
- Çamaşırhane
- Görüntüleme alanı
- Otopsi Odası
- Sığınak
- Kazan dairesi
- Hasta asansörü
- İnsan asansörü ( 4 Adet)
- Arşiv
- Bayan personel soyunma
- Bay personel soyunma
- Evsel atık deposu
- Tıbbi atık deposu
- Hava odası
- Depo
- Pano odası
- İbadethane
- Ofis
- Morg

#### Zemin Katta:

- Lobi/resepsiyon
- İşletme müdür odası
- Danışma santral
- Dr odası (4 Adet)
- Bekleme Odası ( 2 adet)
- Acil servis
- Servis girişi
- Depo (3 adet)
- Ofis (3Adet)
- Gözlem odası
- Wc (2 Adet)
- Müdahale odası
- Toplantı/seminer odası
- Muayene odası
- Dezenfeksiyon odası
- Hemşire bankosu
- Hasta asansörü
- İnsan Asansörü(4 Adet)

#### Birinci Katta:

- Ameliyathane giriş holü
- Servis holü
- Anestezi dr odası
- Paketlenmiş steril malzeme deposu
- Hasta dinlenme
- El yıkama Odası (2 Adet)
- Bayan dr soyunma odası
- Bay dr soyunma odası
- Ameliyathane (2 Adet)
- Yanıklı hasta yıkama odası
- Yoğun bakım tam steril alan
- Alet yıkama odası
- Monşarj
- Dr dinlenme
- Depo
- Güvenlik holü
- Dr odası
- İlaç hazırlama Odası
- Hemşire odası
- İzole odası
- Hasta odası (5Adet)
- Hazırlık odası
- Hasta asansörü

- Anjio odası

- İnsan asansörü(4 Adet)

#### İkinci Katta:

- Bay wc
- Bayan wc
- Bekleme Odası (2 Adet)
- Danışma
- Dr odası (2 Adet)
- Hasta asansörü
- İklimlendirme Odası
- İnsan asansörü(2 Adet)
- Kafeterya
- Lazer tedavi odası
- Lenfopress odası
- Lpg odası
- Mutfak/çay ocağı
- Ofis
- Pano odası
- Poliklinik (7 Adet)
- Kafeterya
- Teras
- Wc
- Yemekhane

#### Üçüncü Katta:

- Doktor görüşme/hasta yakını bekleme
- Hasta asansörü
- hasta odası ( 23 Adet)
- Hasta yatak odaları (2 Adet)
- Hemşire bankosu
- İlaç hazırlama odası
- İnsan asansörü(2 Adet)
- Kirli depo
- Nöbetçi doktor odası
- Temiz depo (2 Adet)
- Yangın merdiveni

#### Dördüncü Katta:

- Doktor görüşme odası
- Hasta yakını bekleme odası
- Hasta asansörü
- Hasta odası (23 Adet)
- Hasta yatak odaları (3 Adet)
- Hemşire bankosu
- İlaç hazırlama
- İnsan asansörü(2 Adet)
- Kirli depo
- Nöbetçi doktor
- Temiz depo (2 Adet)
- Yangın merdiveni

#### Beşinci Katta:

- Doktor görüşme odası
- Hasta yakını bekleme odası
- Hasta asansörü
- Hasta odası (23 Adet)
- Hasta yatak odaları (3 Adet)
- Hemşire bankosu
- İlaç hazırlama
- İnsan asansörü(2 Adet)
- Kirli depo
- Nöbetçi doktor
- Temiz depo (2 Adet)
- Yangın merdiveni

#### Altıncı Katta:

- Doktor görüşme odası
- Hasta yakını bekleme odası
- Hasta asansörü
- Hasta odası (23 Adet)
- Hasta yatak odaları (3 Adet)
- Hemşire bankosu
- İlaç hazırlama
- İnsan asansörü(4 Adet)
- Kirli depo
- Nöbetçi doktor
- Temiz depo (2 Adet)
- Yangın merdiveni

### **3.1.2. Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Alınan Ölçümler**

Yapılan enerji etüdü çalışmalarında, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kalibrasyonu yapılmış ve etiketlenmiş cihazlar kullanılmıştır. Çalışma süresinde kullanılan cihazların kalibrasyon bilgileri ve kullanıldığı yerler aşağıdaki gibidir.

- Termal Kamera :Elektrik Panoları, Isıtma Sistemleri Yüzeyleri
- Termal Konfor : Elektrik Panoları, Isıtma Sistemleri Yüzeyleri
- Lüksmetre : İmalat sahası
- Hız Probu : Soğutucu

### **3.1.3. Kullanılan ölçüm verileri**

İşletme binasında ihtiyaç duyulan ısıtma, soğutma, aydınlatma, asansör tertibatı, mekanik tesisat vb. işletme faaliyetleri için gerek duyulan enerji elektrik ve doğalgaz kullanımı ile karşılanmaktadır. Enerji ihtiyacının büyük kısmı Elektrik enerjisinden karşılanır iken doğalgaz enerjisi ısınma, sıcak su ve yemekhanede tüketilmektedir.

Yapılan etüt çalışması ile inşaatta kullanılan yapı malzemeleri belirlenerek TS825 ISI Yalıtımı Hesaplama programı yardımı ile yapıya ait yüzeylerin ısı geçirgenlik katsayıları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara ait ekran görüntüleri aşağıdaki gibidir. Yapı bileşenleri ve ısı hesabı EK-1’te verilmiştir.

TS825 ISI İHTİYACI HESAPLAMALARI-2/6 Version-3

**İZODER**

YENİ KAYIT  
KAYIT SİL  
HESAPLA

YARDIM

1. bileşenin  
Alan : 1226 m<sup>2</sup>  
U Değeri : 0,531 W/m<sup>2</sup> K

Bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri

Bölge	U <sub>Duvar</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Tavan</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Taban</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Pencere</sub> W/m <sup>2</sup> K
1. Bölge	0,80	0,50	0,80	2,8
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,6
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,6
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

TABAN (toprağa temas eden)

d (m)	λ (W/mK)	μ
0,005	0,23	50000
0,05	1,4	15
0,04	0,028	80
0,02	1,4	15
0,1	0,81	3
0,15	1,74	70

Sıra No	Malzemenin veya Bileşenin Çeşidi	Birim hacim	Isıl iletkenlik	Diffüzyon faktörü
5	***BUYUK BOYUTLU YAPI ELEMANLARI VE BILESENLERI (KOLON, KIRIS, DÖŞEME VE ISI ILETKENLİĞİ HESAPLANMIŞ BİLEŞENLER)			
5.1	*** NORMAL BETON, (TS 500'E UYGUN), DOĞAL AGREGA VEYA MICIR KULLANILARAK YAPILMIŞ BETON			
5.1.1	Donatılı	2400	2,1	70
5.1.2	Donatısız	2200	1,74	70
5.2	*****KESIF DOKULU HAFIF BETONLAR, (AGREGALAR ARASI BOŞLUKSUZ) DONATILI VEYA DONATISIZ			
5.2.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114'e uygun agregalar)	800	0,39	70
5.2.1	"	900	0,44	70
5.2.1	"	1000	0,49	70

Şekil 3.1. Döşeme Yüzeyi Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü

TS825 ISI İHTİYACI HESAPLAMALARI-2/6 Version-3

**İZODER**

YENİ KAYIT  
KAYIT SİL  
HESAPLA

YARDIM

YOĞUŞMA

1. bileşenin  
Alan : 1226 m<sup>2</sup>  
U Değeri : 0,388 W/m<sup>2</sup> K

Bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri

Bölge	U <sub>Duvar</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Tavan</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Taban</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Pencere</sub> W/m <sup>2</sup> K
1. Bölge	0,80	0,50	0,80	2,8
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,6
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,6
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

TAVAN (üzeri açık)

d (m)	λ (W/mK)	μ
0,02	1,4	15
0,2	2,1	70
0,08	0,035	30
0,02	3,5	10000

Sıra No	Malzemenin veya Bileşenin Çeşidi	Birim hacim	Isıl iletkenlik	Diffüzyon faktörü
1	*****DOĞAL TAŞLAR *****			
1.1	Kristal yapıli püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	> 2800	3,5	10000
1.2	Tortul, sedimente taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	2600	2,3	40
1.3	Gözenekli püskürük taşlar	< 1600	0,55	10
2	*****DOĞAL ZEMİNLER (DOĞAL NEMLİLİKTE) *****			
2.1	Kum, kum-çakıl	1800	1,4	1
2.2	Kil,sıkı toprak	2000	2,1	1
3	***** DÖKME MALZEMELER (HAVA KURUSUNDA, ÜZERİ ÖRTÜLÜ DURUMDA) *****			

Şekil 3.2. Çatı Yüzeyi Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü

TS825 ISI İHTİYACI HESAPLAMALARI-2/6 Version-3

**İZODER**

YENİ KAYIT

KAYIT SIL

HESAPLA

YARDIM

DEVAM

ÖNCEKİ SAYFA

KAYDET

YAZDIR

ÇIKIŞ

1. bileşenin

Alan : 356 m<sup>2</sup>

U Değeri : 0,578 W/m<sup>2</sup> K

Bölge	U <sub>Duvar</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Tavan</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Taban</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Pencere</sub> W/m <sup>2</sup> K
1.Bölge	0,80	0,50	0,80	2,8
2.Bölge	0,60	0,40	0,60	2,6
3.Bölge	0,50	0,30	0,45	2,6
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Sıra No	Malzemenin veya Bileşenin Çeşidi	Birim hacim	Isıl iletkenlik	Diffüzyon faktörü
3.8	Polistiren, sert köpük parçacıklar	15	0,045	1
3.9	Testere ve plânya talaşı	200	0,07	1
3.10	Saman	150	0,058	1
4	***** SİVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI *****			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregatsız) yapılmış sıva	1200	0,35	10

Şekil 3.3. Toprak Temaslı Dış Duvar Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü

TS825 ISI İHTİYACI HESAPLAMALARI-2/6 Version-3

**İZODER**

YENİ KAYIT

KAYIT SIL

HESAPLA

YOĞUŞMA

YARDIM

DEVAM

ÖNCEKİ SAYFA

KAYDET

YAZDIR

ÇIKIŞ

1. bileşenin

Alan : 3058 m<sup>2</sup>

U Değeri : 0,562 W/m<sup>2</sup> K

Bölge	U <sub>Duvar</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Tavan</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Taban</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>Pencere</sub> W/m <sup>2</sup> K
1.Bölge	0,80	0,50	0,80	2,8
2.Bölge	0,60	0,40	0,60	2,6
3.Bölge	0,50	0,30	0,45	2,6
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Sıra No	Malzemenin veya Bileşenin Çeşidi	Birim hacim	Isıl iletkenlik	Diffüzyon faktörü
3.9	Testere ve plânya talaşı	200	0,07	1
3.10	Saman	150	0,058	1
4	***** SİVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI *****			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregatsız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15

Şekil 3.4. Dış Duvar Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü

Yapılan etüd çalışması ile inşaatta kullanılan pencere, cam alanlar ve kapı alanları belirlenerek TS825 ISI Yalıtımı Hesaplama programı yardımı ile yapıya ait yüzeylerin ısı geçirgenlik katsayıları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara ait ekran görüntüleri aşağıdaki gibidir.

TS825 ISI İHTİYACI HESAPLAMALARI-2/6 Version-3

**İZODER**

YARDIM

1.Pencerenin  
Alan : 876 m<sup>2</sup>  
U Değeri : 5 W/m<sup>2</sup> K

DEVAM  
ÖNCEKİ SAYFA  
KAYDET  
YAZDIR  
ÇIKIŞ

**ÇEŞİTLİ PENCERE SİSTEMLERİNİN U-DEĞERLERİ**

	Tek Camlı Pencere	Çift Camlı Pencere							
		Ara Boşluk (mm)				Çift Camlı Low-E Kaplamalı Pencere			
		6	9	12	16	6	9	12	16
DOĞRAMASIZ	5.7	3.3	3.0	2.9	2.7	2.6	2.1	1.8	1.6
AHŞAP DOĞRAMA (Meşe, dişbudak)	5.1	3.3	3.1	3.0	2.8	2.8	2.3	2.2	2.0
AHŞAP DOĞRAMA (İğne yapraklı ağaçlar)	4.9	3.1	2.9	2.8	2.6	2.6	2.2	2.0	1.8
PLASTİK DOĞRAMA (2 Gözlu ve Destek Saclı)	5.2	3.4	3.2	3.0	2.9	2.9	2.4	2.3	2.1
PLASTİK DOĞRAMA (2 Gözlu ve Destek Sacsız)	5.0	3.2	3.0	2.8	2.7	2.7	2.2	2.1	1.9
PLASTİK DOĞRAMA (3 Gözlu ve Destek Saclı)	5.0	3.2	3.0	2.8	2.7	2.7	2.2	2.1	1.9
PLASTİK DOĞRAMA (3 Gözlu ve Destek Sacsız)	4.9	3.1	2.9	2.8	2.6	2.6	2.2	2.0	1.8
ALUMİNYUM DOĞRAMA	5.9	4.0	3.9	3.7	3.6	3.6	3.1	3.0	2.8
ALUMİNYUM DOĞRAMA (Yalıtım köprülü)	5.2	3.4	3.2	3.0	2.9	2.9	2.4	2.3	2.1

**NOT**  
Tablodaki değerler TS 2164 11.5.2000 tarihli revizyonunda yer alan çizelge 6.A ve 6.B'de verilen değerler ve sektörde yer alan cam ve doğrama üreticilerinin bir kısmının Ug ve Uf değerlerini bildiren belgeleri esas alınarak TS 2164'e göre belirlenmiştir. Bu değerlerin hesaplamalarda kullanılması durumunda hangi üreticilerin ürünü kullanılıyor ise bu üreticilerin Ug (glass) ve Uf (frame) belgeleri istenmeli ve TS 2164'e göre yeniden kontrol edilmelidir.

Şekil 63.5. Pencere Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü

TS825 ISI İHTİYACI HESAPLAMALARI-2/6 Version-3

**İZODER**

YARDIM

1.Kapının  
Alan : 8.4 m<sup>2</sup>  
U Değeri : 5.5 W/m<sup>2</sup> K

DEVAM  
ÖNCEKİ SAYFA  
KAYDET  
YAZDIR  
ÇIKIŞ

**ÇEŞİTLİ KAPI SİSTEMLERİNİN U-DEĞERLERİ**

	W/m <sup>2</sup> K
Dış Kapı-Ağaç , plastik	3,5
Dış Kapı-Metal (ısı yalıtımlı)	4,0
Dış Kapı-Metal (ısı yalıtımsız)	5,5
İç Kapılar	2,0

**NOT**  
Bu tablodaki değerler TS2164 kalorifer tesisatı projelendirme kuralları standardının 11.5.2000 tarihli revizyonunda yer alan Çizelge-6.C den alınmıştır.

Şekil 3.6. Kapılar Isı Geçirgenlik Katsayısı Hesaplama Görüntüsü

Aydınlatma sisteminde kullanılan aydınlatma elemanları listesi aşağıdaki gibidir.

**Tablo 3.2.** Aydınlatma Elemanları Tablosu

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
Bodrum Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Bodrum Kat	Arşiv	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Bodrum Kat	Bay Personel Soyunma	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Bay Personel Soyunma	Halojen	2	40	1000
Bodrum Kat	Bayan Personel Soyunma	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Bayan Personel Soyunma	Halojen	2	40	1000
Bodrum Kat	Çamaşırhane	Tek Floresan	6	40	1000
Bodrum Kat	Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Evsel Atık Deposu	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Hava Odası	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Hol1	Tek Floresan	2	40	1000
Bodrum Kat	Hol2	Tek Floresan	2	40	1000
Bodrum Kat	Hol3	Tek Floresan	3	40	1000
Bodrum Kat	Hol4	Tek Floresan	2	40	1000
Bodrum Kat	İbadethane	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Kazan Dairesi	Tek Floresan	8	40	1000
Bodrum Kat	Morg	Tek Floresan	2	40	1000
Bodrum Kat	Ofis	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Otopark	Tek Floresan	18	40	1000
Bodrum Kat	Otopsi	Tek Floresan	4	40	1000
Bodrum Kat	Pano Odası	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Pano Odası	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Sığınak	Tek Floresan	6	40	1000
Bodrum Kat	Steril Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Tıbbi Atık Deposu	Tek Floresan	1	40	1000
Bodrum Kat	Yıkama	Tek Floresan	2	40	1000

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
Zemin Kat	Acil Servis	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Zemin Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Zemin Kat	Asansör	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Zemin Kat	Bekleme	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Bekleme	Çift Parabolik Armatür	6	72	1000
Zemin Kat	Danışma Santral	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Depo	Çift Parabolik Armatür	3	72	1000
Zemin Kat	Depo	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Zemin Kat	Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Zemin Kat	Dezenfeksiyon Odası	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Zemin Kat	Dr Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Dr Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Dr Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Dr Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Gözlem Odası	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Zemin Kat	Hemişire Bankosu	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Zemin Kat	Hol	Çift Parabolik Armatür	6	72	1000
Zemin Kat	Hol	Çift Parabolik Armatür	7	72	1000
Zemin Kat	İşletme Müdür Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Lobi/Resepsiyon	Çift Parabolik Armatür	18	72	1000
Zemin Kat	Muayeme Odası	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Zemin Kat	Mudahale Odası	Çift Parabolik Armatür	6	72	1000
Zemin Kat	Ofis	Çift Parabolik Armatür	5	72	1000
Zemin Kat	Ofis 1	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Zemin Kat	Ofis 2	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Zemin Kat	Servis Girişi	Çift Parabolik Armatür	3	72	1000
Zemin Kat	Toplantı/Seminer Odası	Çift Parabolik Armatür	8	72	1000
Zemin Kat	Wc	Halojen	4	40	1000
Zemin Kat	Wc	Halojen	6	40	1000
Zemin Kat	Wc Engelli	Halojen	4	40	1000
Zemin Kat	Sedye Atlama	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Sedye Atlama	Çift Parabolik Armatür	6	72	1000
Zemin Kat	Servis Holü	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Zemin Kat	Sürgü Yıkama Muhafaza	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Zemin Kat	Temiz Depo	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Zemin Kat	Yanık Ameliyathane	Çift Parabolik Armatür	30	72	1000

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
Birinci Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Birinci Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Birinci Kat	Bay Wc	Halojen	2	40	1000
Birinci Kat	Bayan Wc	Halojen	2	40	1000
Birinci Kat	Bekleme	Çift Parabolik Armatür	10	72	1000
Birinci Kat	Bekleme	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Birinci Kat	Danışma	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Birinci Kat	Dr Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Dr Odası	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Birinci Kat	Pano Odası	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Birinci Kat	Poliklinik1	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Poliklinik2	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Poliklinik3	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Poliklinik4	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Poliklinik5	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Poliklinik6	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Alet Yıkama	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Birinci Kat	Ameliyathane Giriş Holü	Çift Parabolik Armatür	17	72	1000
Birinci Kat	Ameliyathane1	Ameliyathane Tavan Lambası	2	750	1000
Birinci Kat	Ameliyathane1	Çift Parabolik Armatür	30	72	1000
Birinci Kat	Ameliyathane1	Çift Parabolik Armatür	30	72	1000
Birinci Kat	Ameliyathane2	Ameliyathane Tavan Lambası	2	750	1000
Birinci Kat	El Yıkama	Çift Parabolik Armatür	3	72	1000
Birinci Kat	El Yıkama	Çift Parabolik Armatür	3	72	1000
Birinci Kat	Hazırlık Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Hemşire Odası	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Sedye Atlama	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Sedye Atlama	Çift Parabolik Armatür	6	72	1000
Birinci Kat	Servis Holü	Çift Parabolik Armatür	2	72	1000
Birinci Kat	Sürgü Yıkama Muhafaza	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Birinci Kat	Temiz Depo	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Birinci Kat	Yoğun Bakım Salonu	Çift Parabolik Armatür	9	72	1000

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
İkinci Kat	Ana Merdiven	Tek Floresan	3	40	1000
İkinci Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
İkinci Kat	Doktor Görüşme	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası1	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası1	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası10	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası10	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası2	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası2	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası3	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası3	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası4	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası4	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası5	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası5	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası6	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası6	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası7	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası7	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası8	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası8	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Odası9	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Hasta Odası9	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Hasta Yatak Odaları	Çift Parabolik Armatür	18	72	1000
İkinci Kat	Hemşire Bankosu	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	İlaç Hazırlama	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Kirli Depo	Tek Floresan	1	40	1000
İkinci Kat	Nöbetçi Doktor	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
İkinci Kat	Nöbetçi Doktor	Halojen	1	40	1000
İkinci Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000
İkinci Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
Üçüncü Kat	Ana Merdiven	Tek Floresan	3	40	1000
Üçüncü Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Üçüncü Kat	Doktor Görüşme	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası1	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası1	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası10	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası10	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası2	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası2	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası3	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası3	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası4	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası4	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası5	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası5	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası6	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası6	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası7	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası7	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası8	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası8	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası9	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Hasta Odası9	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Hasta Yatak Odaları	Çift Parabolik Armatür	18	72	1000
Üçüncü Kat	Hemşire Bankosu	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	İlaç Hazırlama	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Kirli Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Üçüncü Kat	Nöbetçi Doktor	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Üçüncü Kat	Nöbetçi Doktor	Halojen	1	40	1000
Üçüncü Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Üçüncü Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
Dördüncü Kat	Ana Merdiven	Tek Floresan	3	40	1000
Dördüncü Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Dördüncü Kat	Doktor Görüşme	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası1	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası1	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası10	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası10	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası2	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası2	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası3	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası3	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası4	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası4	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası5	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası5	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası6	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası6	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası7	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası7	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası8	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası8	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası9	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Hasta Odası9	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Hasta Yatak Odaları	Çift Parabolik Armatür	18	72	1000
Dördüncü Kat	Hemşire Bankosu	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	İlaç Hazırlama	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Kirli Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Dördüncü Kat	Nöbetçi Doktor	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Dördüncü Kat	Nöbetçi Doktor	Halojen	1	40	1000
Dördüncü Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Dördüncü Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
Beşinci Kat	Ana Merdiven	Tek Floresan	3	40	1000
Beşinci Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Beşinci Kat	Doktor Görüşme	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası1	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası1	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası10	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası10	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası2	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası2	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası3	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası3	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası4	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası4	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası5	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası5	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası6	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası6	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası7	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası7	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası8	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası8	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası9	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Hasta Odası9	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Hasta Yatak Odaları	Çift Parabolik Armatür	18	72	1000
Beşinci Kat	Hemşire Bankosu	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	İlaç Hazırlama	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Kirli Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Beşinci Kat	Nöbetçi Doktor	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Beşinci Kat	Nöbetçi Doktor	Halojen	1	40	1000
Beşinci Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Beşinci Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000

KAT	BÖLÜM ADI	LAMBA TİPİ	ADET	GÜÇ (W)	ÖMÜR (Saat)
Altıncı Kat	Ana Merdiven	Tek Floresan	3	40	1000
Altıncı Kat	Ana Merdiven	Sensörlü Halojen Lamba	1	60	1000
Altıncı Kat	Doktor Görüşme	Çift Parabolik Armatür	4	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası1	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası1	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası10	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası10	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası2	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası2	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası3	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası3	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası4	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası4	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası5	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası5	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası6	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası6	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası7	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası7	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası8	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası8	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası9	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Hasta Odası9	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Hasta Yatak Odaları	Çift Parabolik Armatür	18	72	1000
Altıncı Kat	Hemşire Bankosu	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	İlaç Hazırlama	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Kirli Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Altıncı Kat	Nöbetçi Doktor	Çift Parabolik Armatür	1	72	1000
Altıncı Kat	Nöbetçi Doktor	Halojen	1	40	1000
Altıncı Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000
Altıncı Kat	Temiz Depo	Tek Floresan	1	40	1000

Gerçekleştirilen etüt çalışması neticesinde ölçülen lümen değerleri Elektrik Mühendisleri Odası tarafından yayınlanan EN 12464-1: 2011 standartlarına göre (Tablo 3.3) en az aydınlık düzeyi tablosuna göre, aydınlatma şiddetlerinin belirtilen referans aralıklarına göre kıyaslanması aşağıda sunulmaktadır.



**Tablo 3.3.** Aydınlık Düzeyi Tablosuna

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
Bodrum Kat	Ana Merdiven	96	55	38	68	97	71	100
Bodrum Kat	Arşiv	172	198	275	166	285	219	200
Bodrum Kat	Bay Personel Soyunma	211	246	169	183	199	202	200
Bodrum Kat	Bay Personel Soyunma	189	207	172	241	178	197	200
Bodrum Kat	Bayan Personel Soyunma	126	146	96	172	78	124	200
Bodrum Kat	Bayan Personel Soyunma	120	163	175	166	208	166	200
Bodrum Kat	Çamaşhane	302	300	635	264	305	361	200
Bodrum Kat	Depo	245	193	275	242	285	248	200
Bodrum Kat	Evel Atık Deposu	283	225	238	161	288	239	200
Bodrum Kat	Hava Odası	279	245	219	239	157	228	200
Bodrum Kat	Hol1	123	215	171	199	215	185	200
Bodrum Kat	Hol2	133	225	181	209	225	195	200
Bodrum Kat	Hol3	143	235	191	219	235	205	200
Bodrum Kat	Hol4	153	245	201	229	245	215	200
Bodrum Kat	İbadethane	105	305	410	96	302	244	200
Bodrum Kat	Kazan Dairesi	283	184	179	170	206	204	200
Bodrum Kat	Morg	295	174	217	285	160	226	200
Bodrum Kat	Ofis	368	458	208	687	637	472	500
Bodrum Kat	Otopark	163	213	287	297	275	247	200
Bodrum Kat	Otopsi	208	265	224	199	217	223	200
Bodrum Kat	Pano Odası	283	232	230	159	180	217	200
Bodrum Kat	Pano Odası	168	180	290	176	291	221	200
Bodrum Kat	Sığınak	260	234	300	403	189	277	200
Bodrum Kat	Steril Depo	86	154	62	198	142	128	200
Bodrum Kat	Tıbbi Atık Deposu	197	420	302	209	174	260	200
Bodrum Kat	Yıkama	278	199	185	237	162	212	200

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
Zemin Kat	Acil Servis	468	326	196	253	369	322	1000
Zemin Kat	Ana Merdiven	183	201	264	187	207	208	100
Zemin Kat	Ana Merdiven	96	102	174	136	152	132	100
Zemin Kat	Asansör	253	246	112	255	245	222	200
Zemin Kat	Bekleme	232	356	412	118	294	282	200
Zemin Kat	Bekleme	233	357	413	119	295	283	200
Zemin Kat	Danışma Santral	229	286	253	158	202	226	200
Zemin Kat	Depo	257	248	271	201	237	243	200
Zemin Kat	Depo	222	236	253	171	234	223	200
Zemin Kat	Depo	301	175	259	176	166	215	200
Zemin Kat	Dezenfeksiyon Odası	312	416	289	354	463	367	1000
Zemin Kat	Dr Odası	318	422	295	360	469	373	500
Zemin Kat	Dr Odası	324	428	301	366	475	379	500
Zemin Kat	Dr Odası	322	426	299	364	473	377	500
Zemin Kat	Dr Odası	334	438	311	376	485	389	500
Zemin Kat	Gözlem Odası	432	664	542	398	502	508	1000
Zemin Kat	Hemşire Bankosu	218	140	196	128	197	176	500
Zemin Kat	Hol	500	429	448	272	444	419	200
Zemin Kat	Hol	503	432	451	275	447	422	200
Zemin Kat	İşletme Müdür Odası	535	464	483	307	479	454	500
Zemin Kat	Lobi/Resepsiyon	238	294	261	298	199	258	200
Zemin Kat	Muayeme Odası	436	386	412	845	635	543	1000
Zemin Kat	Mudahale Odası	825	634	525	947	938	774	1000
Zemin Kat	Ofis	433	383	409	842	632	540	500
Zemin Kat	Ofis 1	436	386	412	845	635	543	500
Zemin Kat	Ofis 2	399	405	630	325	505	453	500
Zemin Kat	Servis Girişi	278	218	202	245	160	221	200
Zemin Kat	Toplantı/Seminer Odası	243	261	291	282	192	254	200
Zemin Kat	Wc	186	192	212	321	152	213	200
Zemin Kat	Wc	205	244	246	230	299	245	200
Zemin Kat	Wc Engelli	203	289	200	260	367	264	200
Zemin Kat	Sedye Atlama	535	664	542	398	502	508	1000
Zemin Kat	Sedye Atlama	238	140	196	128	197	176	500
Zemin Kat	Servis Holü	436	429	448	272	444	419	200
Zemin Kat	Sürgü Yıkama Muhafaza	233	432	451	275	447	422	200
Zemin Kat	Temiz Depo	257	464	483	307	479	454	500

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
Birinci Kat	Ana Merdiven	206	247	189	193	109	189	100
Birinci Kat	Ana Merdiven	110	136	186	201	178	162	100
Birinci Kat	Bay Wc	208	266	233	236	290	247	200
Birinci Kat	Bayan Wc	305	365	301	394	393	352	200
Birinci Kat	Bekleme	186	192	212	321	152	213	200
Birinci Kat	Bekleme	189	195	215	324	155	216	200
Birinci Kat	Danışma	163	245	178	191	215	198	200
Birinci Kat	Dr Odası	225	277	124	158	338	224	500
Birinci Kat	Dr Odası	257	309	156	190	370	256	500
Birinci Kat	Pano Odası	216	276	203	156	269	224	200
Birinci Kat	Poliklinik1	346	422	850	635	368	524	200
Birinci Kat	Poliklinik2	341	377	354	452	487	402	200
Birinci Kat	Poliklinik3	208	412	478	503	208	362	200
Birinci Kat	Poliklinik4	339	303	365	367	635	402	200
Birinci Kat	Poliklinik5	196	418	208	379	207	282	200
Birinci Kat	Poliklinik6	328	404	408	368	238	349	200
Birinci Kat	Alet Yıkama	305	365	301	394	393	352	200
Birinci Kat	Ameliyathane Giriş	186	192	212	321	152	213	200
Birinci Kat	Ameliyathane1	189	195	215	324	155	216	200
Birinci Kat	Ameliyathane1	163	245	178	191	215	198	200
Birinci Kat	Ameliyathane1	225	277	124	158	338	224	500
Birinci Kat	Ameliyathane2	257	309	156	190	370	256	500
Birinci Kat	El Yıkama	216	276	203	156	269	224	200
Birinci Kat	El Yıkama	346	422	850	635	368	524	200
Birinci Kat	Hazırlık Odası	341	377	354	452	487	402	200
Birinci Kat	Hemşire Odası	208	412	478	503	208	362	200
Birinci Kat	Sedye Atlama	339	303	365	367	635	402	200
Birinci Kat	Sedye Atlama	196	418	208	379	207	282	200
Birinci Kat	Servis Holü	328	404	408	368	238	349	200
Birinci Kat	Sürgü Yıkama	186	192	212	321	152	213	200
Birinci Kat	Temiz Depo	189	195	215	324	155	216	200
Birinci Kat	Yoğun Bakım	208	412	478	503	208	362	200

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
İkinci Kat	Ana Merdiven	130	152	198	190	105	155	100
İkinci Kat	Ana Merdiven	180	199	169	167	108	165	100
İkinci Kat	Doktor Görüşme	202	258	630	452	315	371	500
İkinci Kat	Hasta Odası1	308	123	221	157	108	183	100
İkinci Kat	Hasta Odası1	165	214	177	220	132	182	100
İkinci Kat	Hasta Odası10	297	279	190	199	108	215	100
İkinci Kat	Hasta Odası10	269	209	261	108	281	226	100
İkinci Kat	Hasta Odası2	154	230	200	252	276	222	100
İkinci Kat	Hasta Odası2	111	241	126	232	159	174	100
İkinci Kat	Hasta Odası3	156	153	166	249	145	174	100
İkinci Kat	Hasta Odası3	174	194	162	204	96	166	100
İkinci Kat	Hasta Odası4	167	187	210	213	138	183	100
İkinci Kat	Hasta Odası4	155	217	253	294	308	245	100
İkinci Kat	Hasta Odası5	244	114	305	174	296	227	100
İkinci Kat	Hasta Odası5	242	196	145	136	246	193	100
İkinci Kat	Hasta Odası6	225	279	174	310	218	241	100
İkinci Kat	Hasta Odası6	183	288	125	258	264	224	100
İkinci Kat	Hasta Odası7	198	101	144	176	184	161	100
İkinci Kat	Hasta Odası7	93	233	203	223	256	202	100
İkinci Kat	Hasta Odası8	303	283	176	189	296	249	100
İkinci Kat	Hasta Odası8	138	282	263	296	126	221	100
İkinci Kat	Hasta Odası9	228	154	166	226	153	185	100
İkinci Kat	Hasta Odası9	209	98	244	139	232	184	100
İkinci Kat	Hasta Yatak Odaları	243	280	277	267	141	242	100
İkinci Kat	Hemşire Bankosu	191	304	341	177	313	265	500
İkinci Kat	İlaç Hazırlama	194	307	344	180	316	268	1000
İkinci Kat	Kirli Depo	350	203	266	293	307	284	200
İkinci Kat	Nöbetçi Doktor	198	311	348	184	320	272	500
İkinci Kat	Nöbetçi Doktor	436	386	412	845	635	543	500
İkinci Kat	Temiz Depo	448	398	424	857	647	555	200
İkinci Kat	Temiz Depo	450	400	426	859	649	557	200

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
Üçüncü Kat	Ana Merdiven	210	269	199	186	133	199	100
Üçüncü Kat	Ana Merdiven	138	251	239	241	166	207	100
Üçüncü Kat	Doktor Görüşme	505	563	308	418	602	479	500
Üçüncü Kat	Hasta Odası1	131	151	169	102	230	157	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası1	188	146	284	170	144	186	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası10	181	204	158	173	237	191	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası10	136	252	236	183	284	218	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası2	165	267	259	208	244	229	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası2	185	206	240	222	206	212	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası3	189	243	271	295	296	259	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası3	142	170	131	302	200	189	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası4	297	105	255	127	136	184	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası4	284	235	229	245	171	233	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası5	287	291	183	153	134	210	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası5	170	310	214	215	122	206	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası6	184	234	122	146	311	199	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası6	304	190	153	299	158	221	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası7	198	304	160	119	284	213	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası7	98	184	290	105	146	165	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası8	307	124	234	94	189	190	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası8	142	178	178	201	109	162	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası9	297	94	166	293	239	218	100
Üçüncü Kat	Hasta Odası9	128	250	300	127	212	203	100
Üçüncü Kat	Hasta Yatak Odaları	114	146	277	208	189	187	100
Üçüncü Kat	Hasta Yatak Odaları	200	278	247	121	309	231	100
Üçüncü Kat	Hemşire Bankosu	305	204	512	408	305	347	500
Üçüncü Kat	İlaç Hazırlama	203	350	650	106	901	442	1000
Üçüncü Kat	Kirli Depo	136	120	106	360	264	197	200
Üçüncü Kat	Nöbetçi Doktor	603	355	354	602	405	464	500
Üçüncü Kat	Temiz Depo	206	250	293	230	320	260	200
Üçüncü Kat	Temiz Depo	160	96	136	108	197	139	200

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
Dördüncü Kat	Ana Merdiven	210	269	199	186	133	199	100
Dördüncü Kat	Ana Merdiven	138	251	239	241	166	207	100
Dördüncü Kat	Doktor Görüşme	505	563	308	418	602	479	500
Dördüncü Kat	Hasta Odası1	131	151	169	102	230	157	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası1	188	146	284	170	144	186	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası10	181	204	158	173	237	191	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası10	136	252	236	183	284	218	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası2	165	267	259	208	244	229	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası2	185	206	240	222	206	212	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası3	189	243	271	295	296	259	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası3	142	170	131	302	200	189	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası4	297	105	255	127	136	184	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası4	284	235	229	245	171	233	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası5	287	291	183	153	134	210	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası5	170	310	214	215	122	206	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası6	184	234	122	146	311	199	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası6	304	190	153	299	158	221	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası7	198	304	160	119	284	213	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası7	98	184	290	105	146	165	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası8	307	124	234	94	189	190	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası8	142	178	178	201	109	162	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası9	297	94	166	293	239	218	100
Dördüncü Kat	Hasta Odası9	128	250	300	127	212	203	100
Dördüncü Kat	Hasta Yatak Odaları	114	146	277	208	189	187	100
Dördüncü Kat	Hasta Yatak Odaları	200	278	247	121	309	231	100
Dördüncü Kat	Hemşire Bankosu	305	204	512	408	305	347	500
Dördüncü Kat	İlaç Hazırlama	203	350	650	106	901	442	1000
Dördüncü Kat	Kirli Depo	136	120	106	360	264	197	200
Dördüncü Kat	Nöbetçi Doktor	603	355	354	602	405	464	500
Dördüncü Kat	Temiz Depo	206	250	293	230	320	260	200
Dördüncü Kat	Temiz Depo	160	96	136	108	197	139	200

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
Beşinci Kat	Ana Merdiven	210	269	199	186	133	199	100
Beşinci Kat	Ana Merdiven	138	251	239	241	166	207	100
Beşinci Kat	Doktor Görüşme	505	563	308	418	602	479	500
Beşinci Kat	Hasta Odası1	131	151	169	102	230	157	100
Beşinci Kat	Hasta Odası1	188	146	284	170	144	186	100
Beşinci Kat	Hasta Odası10	181	204	158	173	237	191	100
Beşinci Kat	Hasta Odası10	136	252	236	183	284	218	100
Beşinci Kat	Hasta Odası2	165	267	259	208	244	229	100
Beşinci Kat	Hasta Odası2	185	206	240	222	206	212	100
Beşinci Kat	Hasta Odası3	189	243	271	295	296	259	100
Beşinci Kat	Hasta Odası3	142	170	131	302	200	189	100
Beşinci Kat	Hasta Odası4	297	105	255	127	136	184	100
Beşinci Kat	Hasta Odası4	284	235	229	245	171	233	100
Beşinci Kat	Hasta Odası5	287	291	183	153	134	210	100
Beşinci Kat	Hasta Odası5	170	310	214	215	122	206	100
Beşinci Kat	Hasta Odası6	184	234	122	146	311	199	100
Beşinci Kat	Hasta Odası6	304	190	153	299	158	221	100
Beşinci Kat	Hasta Odası7	198	304	160	119	284	213	100
Beşinci Kat	Hasta Odası7	98	184	290	105	146	165	100
Beşinci Kat	Hasta Odası8	307	124	234	94	189	190	100
Beşinci Kat	Hasta Odası8	142	178	178	201	109	162	100
Beşinci Kat	Hasta Odası9	297	94	166	293	239	218	100
Beşinci Kat	Hasta Odası9	128	250	300	127	212	203	100
Beşinci Kat	Hasta Yatak Odaları	114	146	277	208	189	187	100
Beşinci Kat	Hasta Yatak Odaları	200	278	247	121	309	231	100
Beşinci Kat	Hemşire Bankosu	305	204	512	408	305	347	500
Beşinci Kat	İlaç Hazırlama	203	350	650	106	901	442	1000
Beşinci Kat	Kirli Depo	136	120	106	360	264	197	200
Beşinci Kat	Nöbetçi Doktor	603	355	354	602	405	464	500
Beşinci Kat	Temiz Depo	206	250	293	230	320	260	200
Beşinci Kat	Temiz Depo	160	96	136	108	197	139	200

Kat	BÖLÜM ADI	Ölçüm 1 (lx)	Ölçüm 2 (lx)	Ölçüm 3 (lx)	Ölçüm 4 (lx)	Ölçüm 5 (lx)	Ölçüm Ortalaması (lx)	Standart Değer (lx)
Altıncı Kat	Ana Merdiven	210	269	199	186	133	199	100
Altıncı Kat	Ana Merdiven	138	251	239	241	166	207	100
Altıncı Kat	Doktor Görüşme	505	563	308	418	602	479	500
Altıncı Kat	Hasta Odası1	131	151	169	102	230	157	100
Altıncı Kat	Hasta Odası1	188	146	284	170	144	186	100
Altıncı Kat	Hasta Odası10	181	204	158	173	237	191	100
Altıncı Kat	Hasta Odası10	136	252	236	183	284	218	100
Altıncı Kat	Hasta Odası2	165	267	259	208	244	229	100
Altıncı Kat	Hasta Odası2	185	206	240	222	206	212	100
Altıncı Kat	Hasta Odası3	189	243	271	295	296	259	100
Altıncı Kat	Hasta Odası3	142	170	131	302	200	189	100
Altıncı Kat	Hasta Odası4	297	105	255	127	136	184	100
Altıncı Kat	Hasta Odası4	284	235	229	245	171	233	100
Altıncı Kat	Hasta Odası5	287	291	183	153	134	210	100
Altıncı Kat	Hasta Odası5	170	310	214	215	122	206	100
Altıncı Kat	Hasta Odası6	184	234	122	146	311	199	100
Altıncı Kat	Hasta Odası6	304	190	153	299	158	221	100
Altıncı Kat	Hasta Odası7	198	304	160	119	284	213	100
Altıncı Kat	Hasta Odası7	98	184	290	105	146	165	100
Altıncı Kat	Hasta Odası8	307	124	234	94	189	190	100
Altıncı Kat	Hasta Odası8	142	178	178	201	109	162	100
Altıncı Kat	Hasta Odası9	297	94	166	293	239	218	100
Altıncı Kat	Hasta Odası9	128	250	300	127	212	203	100
Altıncı Kat	Hasta Yatak Odaları	114	146	277	208	189	187	100
Altıncı Kat	Hasta Yatak Odaları	200	278	247	121	309	231	100
Altıncı Kat	Hemşire Bankosu	305	204	512	408	305	347	500
Altıncı Kat	İlaç Hazırlama	203	350	650	106	901	442	1000
Altıncı Kat	Kirli Depo	136	120	106	360	264	197	200
Altıncı Kat	Nöbetçi Doktor	603	355	354	602	405	464	500
Altıncı Kat	Temiz Depo	206	250	293	230	320	260	200
Altıncı Kat	Temiz Depo	160	96	136	108	197	139	200

### **3.2. Yöntem**

Bu tez çalışmasında hastane örneğine odaklanılarak enerji verimliliğinin uygulanması öncesi ve sonrası verilerin toplandığı ve değerlendirildiği aşamaların yer aldığı örneklem analizi yapılarak çalışmalar yürütülmüştür.

#### **3.2.1. Örneklem Seçimi**

Akıllı bina sistemlerinin uygulandığı tez çalışmasında örnek olarak hastane seçilmiştir. Ülkemizde her şehirde birden fazla bulunan hastanelerin 24 saat boyunca aktif olması ve buna paralel enerji tüketiminin fazla olması gibi nedenlerden dolayı hastane örneğine odaklanılmıştır. Enerji verimliliğini arttırmaya yönelik yapılacak aydınlatma otomasyonunun etkilerini somut şekilde gözlemleyebileceğimiz bu çalışmada, hastanenin boyut ve teknik olarak uygunluğu, konumunun uygun olması, erişilebilir olması seçimi doğrulamıştır.

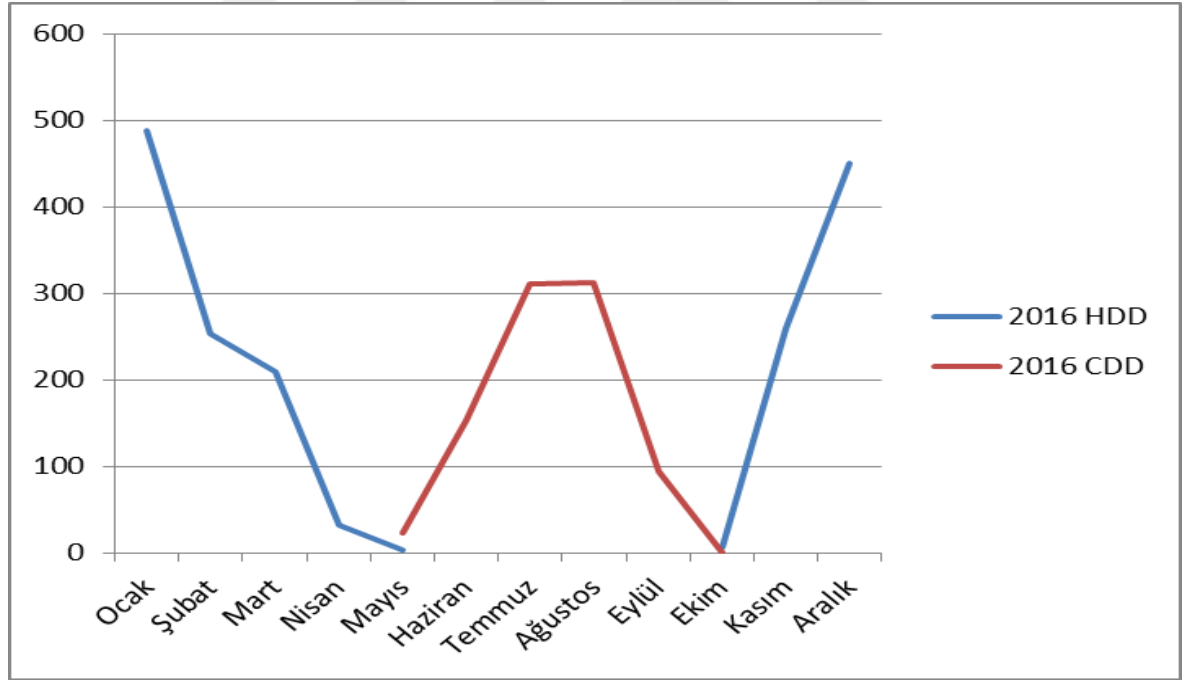
#### **3.2.2. Örneklem Analizi**

Seçilen örneklem fiziksel, teknik, demografik ve enerji tüketim potansiyelleri yönünden analiz edilmiştir.

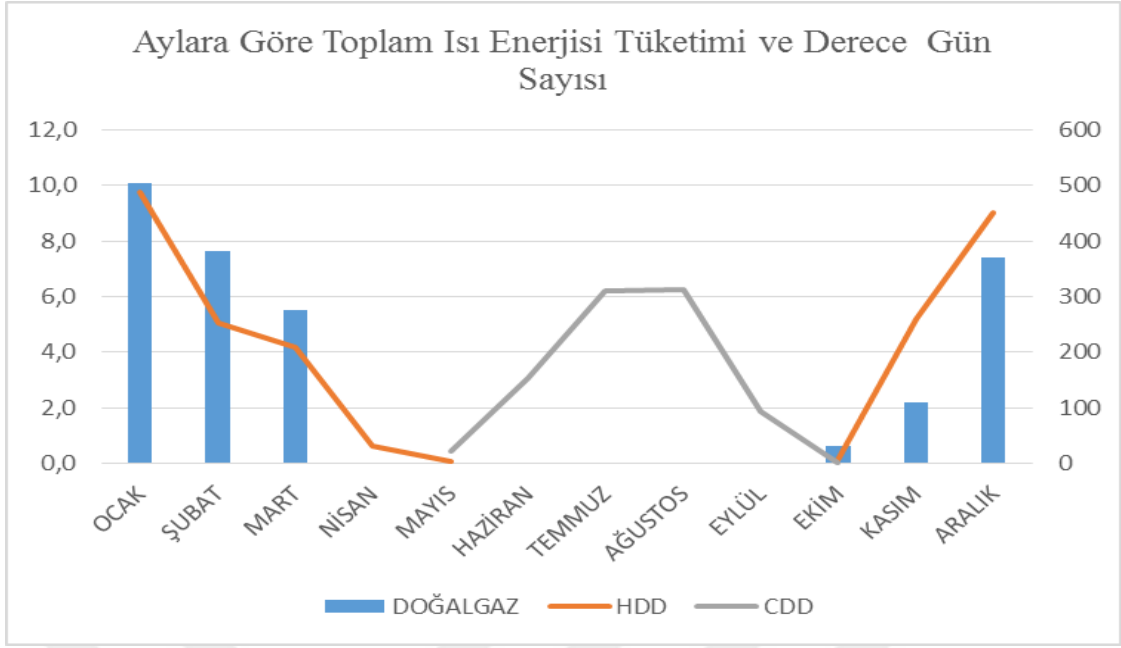
Aşağıdaki grafikler aylara göre toplam elektrik, doğalgaz ve toplam tüketimler ile ısıtma ve soğutma derece gün sayılarını göstermektedir. “<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gunderece.aspx?g=yillik&m=0600&y=2013&a=08#sfB>” adresinden alınan bilgilerle Tablo 3.4 oluşturulmuştur. Bu bilgiler sonucunda 1704 ısıtma gün derecesi ve 896 soğutma gün derecesi tespit edilerek Şekil 3.7 çizilmiştir.

**Tablo 3.4.** İlin Son 3 Yıl Derece Gün Sayıları Tablosu

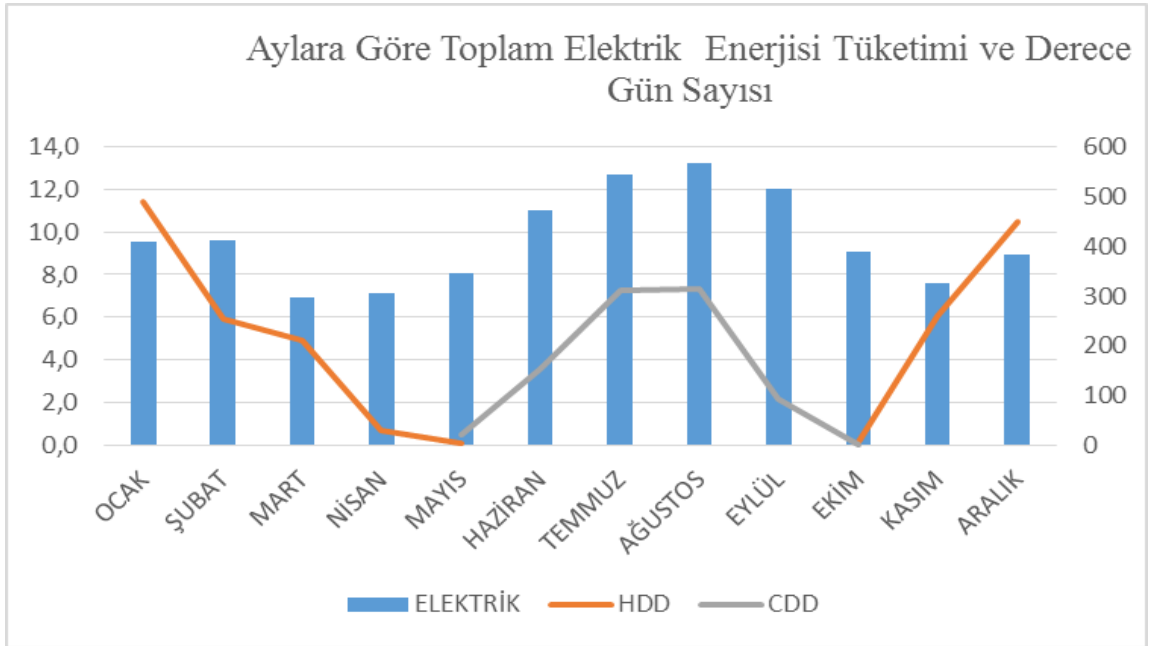
AYLAR	2016		2015		2014	
	HDD	CDD	HDD	CDD	HDD	CDD
Ocak	488		449		453	
Şubat	253		325		340	
Mart	210		266		221	
Nisan	32		113		66	
Mayıs	4	23		15		23
Haziran		153		142		162
Temmuz		311		305		305
Ağustos		313		269		278
Eylül		95		159		104
Ekim	7	1	10	8	17	1
Kasım	260		205		267	
Aralık	450		386		328	



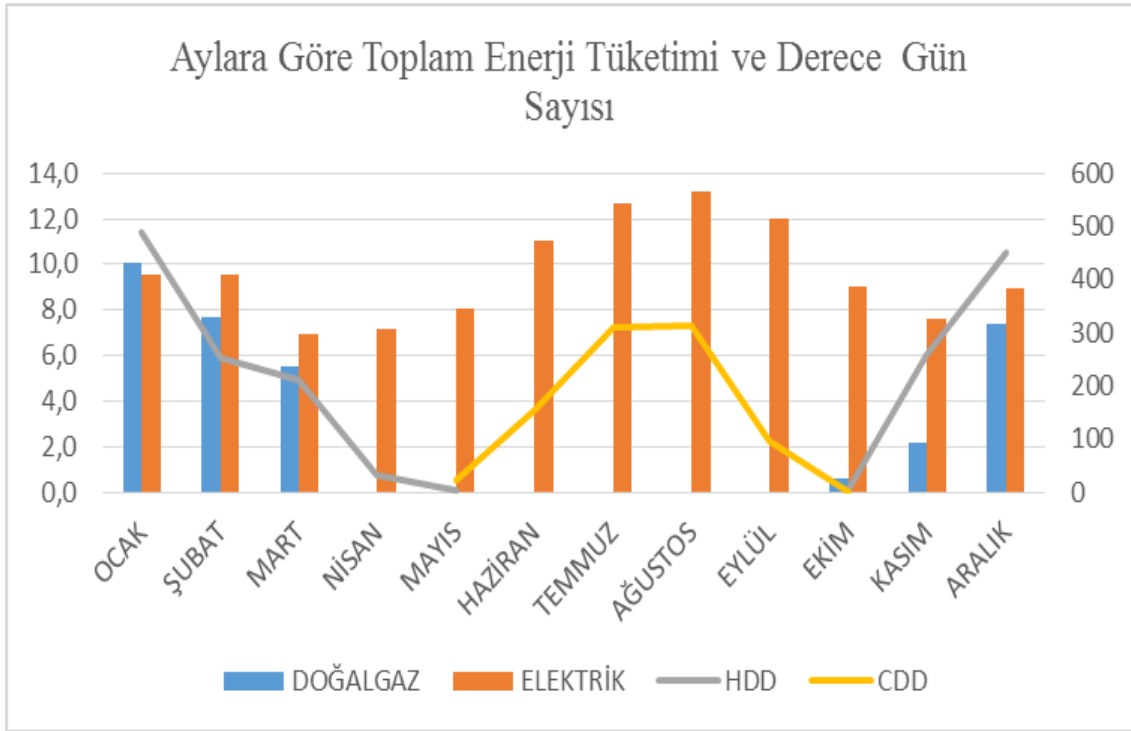
**Şekil 73.7.** 2016 Yılı Derece Gün Sayıları Grafiği



**Şekil 3.8.** Aylara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi Ve Derece Gün Sayısı Grafiği



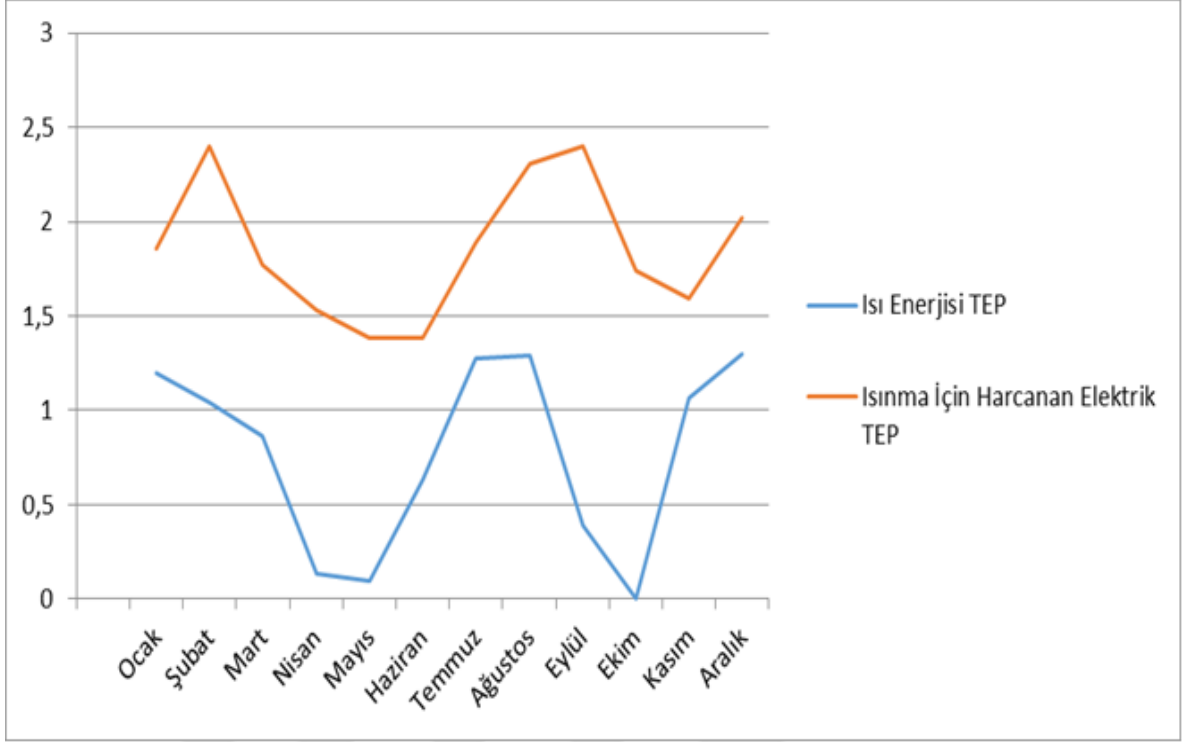
**Şekil 3.9.** Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği



**Şekil 3.10.** Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği

**Tablo 3.5.** Isınma İçin Harcanan Enerji Değerleri Tablosu

	2016		Isı Enerjisi TEP	Elektrik TEP	Doğal Gaz TEP	Isınma İçin Harcanan Elektrik TEP
	HDD	CDD				
Ocak	488		1,20	9,51	10,07	1,86
Şubat	253		1,04	9,58	7,65	2,40
Mart	210		0,86	6,96	5,53	1,77
Nisan	32		0,13	7,13	0,00	1,53
Mayıs	4	23	0,09	8,07	0,00	1,38
Haziran		153	0,63	11,03	0,00	1,38
Temmuz		311	1,28	12,71	0,00	1,89
Ağustos		313	1,29	13,18	0,00	2,31
Eylül		95	0,39	12,01	0,00	2,40
Ekim	7	1	0,00	9,05	0,62	1,74
Kasım	260		1,07	7,60	2,19	1,59
Aralık	450		1,30	8,92	7,39	2,02



Şekil 83.11. Isınma İçin Harcanan Enerji – Isıtma Gün Derece Karşılaştırma Grafiği

### 3.2.3. Verilerin Toplanması

Mevcut binamıza enerji iyileştirmesi yapılmadan önce binamız enerji tüketimi değerlerine göre F sınıfı, sera gazı emisyonu değerlerine göre de F sınıfı grubuna girdiği belirlenmiştir. 12 aylık enerji tüketimleri Tablo 3.6, Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'den alınan veriler ile elde edilmiştir. Elektrik tüketimi yaz aylarında yükselirken doğalgaz tüketimi kış aylarında artmaktadır. Isıtma ihtiyacının olduğu Kasım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında elektrik tüketimi az iken doğalgaz tüketimi artmıştır. Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında soğutma gruplarının ve pompalarının çalışmasından dolayı elektrik tüketimi ciddi şekilde artmaktadır.

**Tablo 3.6.** 2016 Yılı Aylara Göre Elektrik Tüketim Değerleri Tablosu

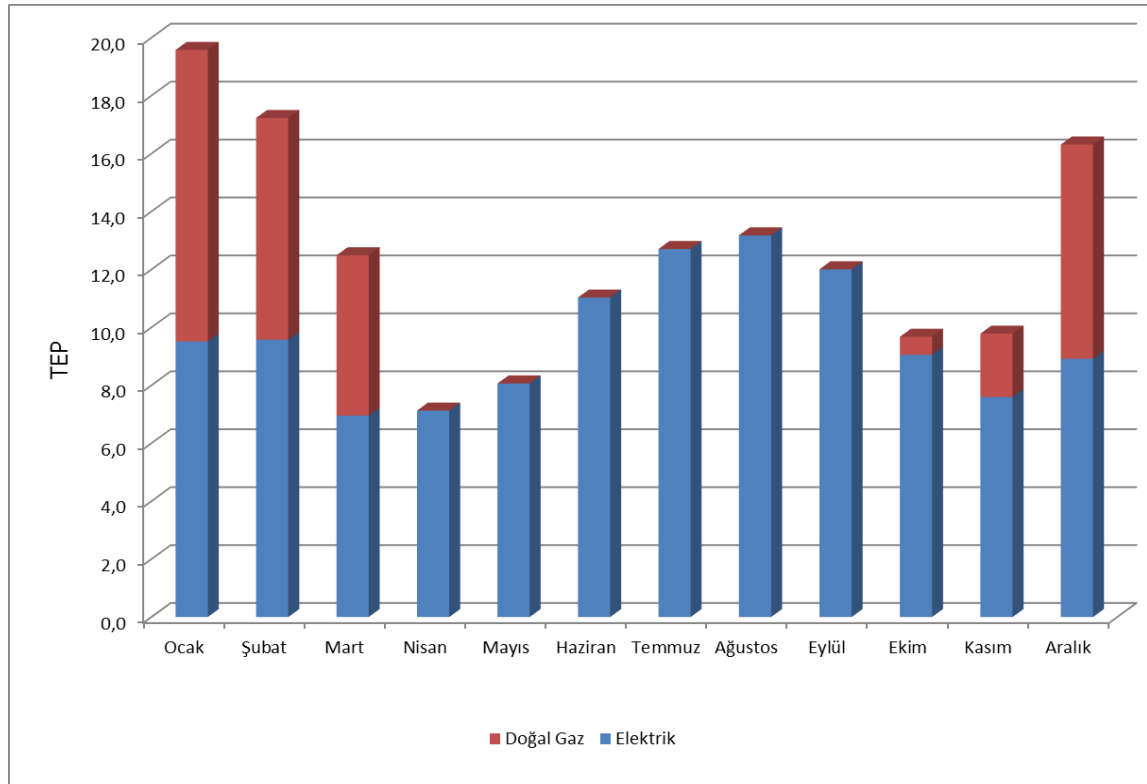
2016 Yılı Elektrik							
Aylar	Tüketim				Maliyet ( TL )		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	kWh	TEP	kWh	TEP			
Ocak	110.614	9,5	0	0	24.293,00	0	24.293,00
Şubat	111.369	9,6	0	0	24.459,00	0	24.459,00
Mart	80.889	7,0	0	0	17.765,00	0	17.765,00
Nisan	82.879	7,1	0	0	18.202,00	0	18.202,00
Mayıs	93.781	8,1	0	0	20.597,00	0	20.597,00
Haziran	128.250	11,0	0	0	28.167,00	0	28.167,00
Temmuz	147.733	12,7	0	0	32.472,00	0	32.472,00
Ağustos	153.218	13,2	0	0	34.033,00	0	34.033,00
Eylül	139.604	12,0	0	0	31.009,00	0	31.009,00
Ekim	105.263	9,1	0	0	23.381,00	0	23.381,00
Kasım	88.341	7,6	0	0	17.587,00	0	17.587,00
Aralık	103.693	8,9	0	0	20.644,00	0	20.644,00
Toplam	1.345.634	115,7	0	0	292.609,00	0	292.609,00

**Tablo 3.7.** 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim Değerleri Tablosu

2016 Yılı Gaz Yakıtlar (Doğalgaz)							
Aylar	Tüketim				Maliyet ( TL )		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	Sm <sup>3</sup>	TEP	Sm <sup>3</sup>	TEP			
Ocak	12.200	10,1	0	0	17.519,20	0	17.519,20
Şubat	9.273	7,7	0	0	13.316,03	0	13.316,03
Mart	6.706	5,5	0	0	9.629,82	0	9.629,82
Nisan	0	0,0	0	0	0,00	0	0,00
Mayıs	0	0,0	0	0	0,00	0	0,00
Haziran	0	0,0	0	0	0,00	0	0,00
Temmuz	0	0,0	0	0	0,00	0	0,00
Ağustos	0	0,0	0	0	0,00	0	0,00
Eylül	0	0,0	0	0	0,00	0	0,00
Ekim	756	0,6	0	0	1.085,62	0	1.085,62
Kasım	2.650	2,2	0	0	3.805,40	0	3.805,40
Aralık	8.963	7,4	0	0	12.870,87	0	12.870,87
Toplam	40.548	33,5	0	0	58.226,93	0	58.226,93

**Tablo 3.8.** 2016 Yılı Aylara Göre Toplam Tüketim Değerleri Tablosu

2016 Yılı Toplam Enerji Tüketimi							
Aylar	Elektrik		Sıvı Yakıtlar TEP	Katı Yakıtlar TEP	Gaz Yakıtlar TEP	Toplam TEP	Toplam Maliyet TL
	Alınan	Üretilen					
	TEP	TEP					
Ocak	9,5	0	0	0	10,1	19,6	41.812,20
Şubat	9,6	0	0	0	7,7	17,2	37.775,03
Mart	7,0	0	0	0	5,5	12,5	27.394,82
Nisan	7,1	0	0	0	0,0	7,1	18.202,00
Mayıs	8,1	0	0	0	0,0	8,1	20.597,00
Haziran	11,0	0	0	0	0,0	11,0	28.167,00
Temmuz	12,7	0	0	0	0,0	12,7	32.472,00
Ağustos	13,2	0	0	0	0,0	13,2	34.033,00
Eylül	12,0	0	0	0	0,0	12,0	31.009,00
Ekim	9,1	0	0	0	0,6	9,7	24.466,62
Kasım	7,6	0	0	0	2,2	9,8	21.392,40
Aralık	8,9	0	0	0	7,4	16,3	33.514,87
Toplam	115,7	0	0	0	33,5	149,2	350.835,93



**Şekil 9 3.12.** 2016 Yılı Aylara Göre Elektrik Doğalgaz Tüketim Grafiği

### 3.2.4. Verilerin Toplanması İçin Süre Belirlenmesi

Belirlenen hastane örneğinin 12 aylık enerji tüketim verileri temel alınarak yapılan iyileştirmenin değerlendirilmesi yapılmıştır.

### 3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Hastanesinde enerji verimliliği etüt çalışması neticesinde, aydınlatma elemanlarının kurulu güçlerinin 40,99 kW olduğu hesaplanmıştır.

Aydınlatma yapılan ortamların günlük aydınlatılma saatleri ortalama 12 saat olarak alınmıştır.

#### Bu değerlendirme ile Yıllık toplam enerji tüketimi:

Yıllık kWh aydınlatma = 365 gün x 40,99 Kw x 12 saat

Yıllık kWh aydınlatma = 179.536,20 kWh olarak hesaplanmıştır.

Elektrik dağıtım şirketi birim kWh ücreti 0,217 TL dir.

#### Bu doğrultuda Yıllık Toplam Aydınlatma Enerji Gideri:

Yıllık TL aydınlatma = 179.536,20 kWh x 0,217 TL/Kwh

Yıllık TL aydınlatma = 38.959,35 TL olarak hesaplanmıştır.

#### Enerji etüt çalışması neticesinde aydınlatma faaliyetleri için :

149 adet 40 W Floresan armatür 12 adet 60 W halojen armatür

400 adet 4x18 W Floresan armatür

2 adet 750 watt projeksiyon olmak üzere toplam 563 adet lambaların 179.536,20 kWh yıllık tüketiminin olduğu saptanmıştır.

Aydınlatma kalitesi ve miktarı düşürülmeden ihtiyaç duyulan aydınlatmanın; 578 adet 2660 lümen, 28 w lık led armatür, 2 adet 65 W 130.000 lümen ameliyat lambası ile sağlanacağı yapılan tetkikler sonucunda belirlenmiştir ve aydınlatma elemanlarının değiştirilmesi durumunda yeni seçilen LED armatürlerin toplam kurulu gücü 16,314 kW olduğu hesaplanmıştır.

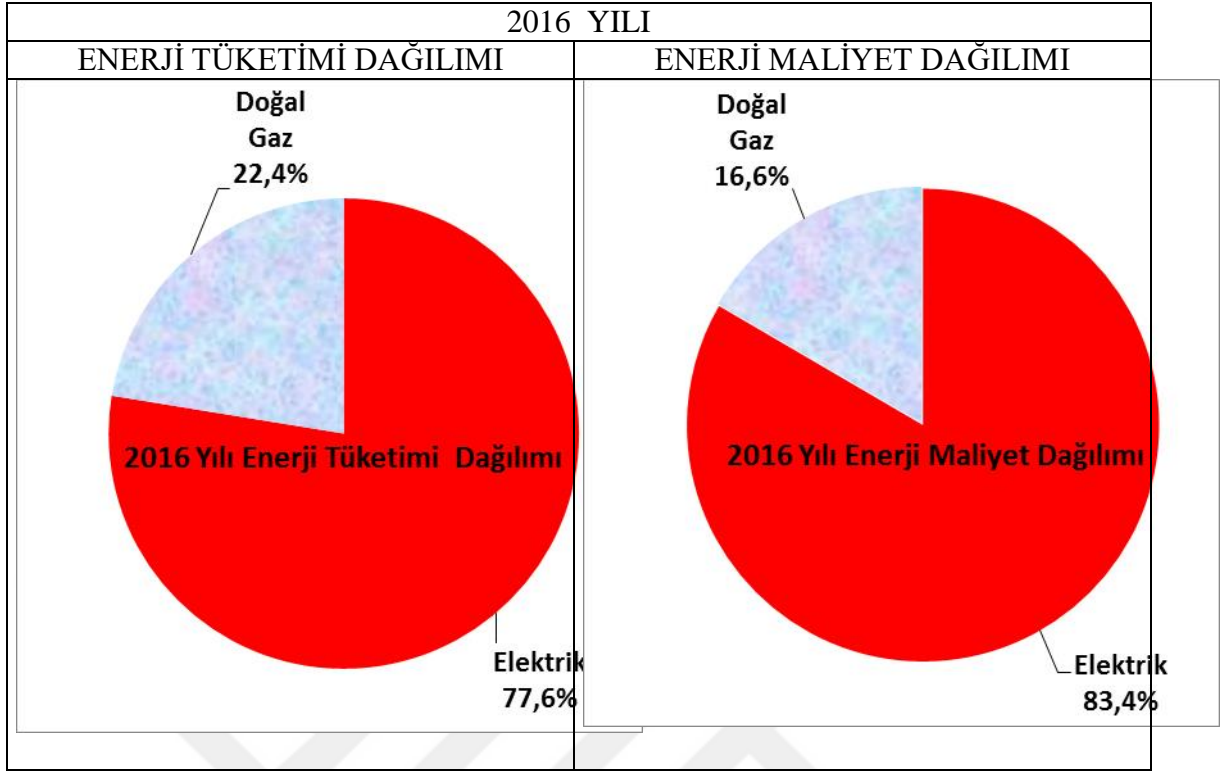
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Otomasyon Öncesi Enerji Tüketimleri, Maliyetleri ve Mevcut Durum

Bu bölümde hastaneye yapılacak olan akıllı bina aydınlatma otomasyonu öncesinde hastanenin mevcut enerji tüketim verileri değerlendirilmiştir. Tablo 4.1 incelendiğinde, 2016 yılında elektrik tüketimi 115,7 TEP/yıl ve doğalgaz tüketimi 33,5 TEP/yıl'dır. Yıllık toplam elektrik enerjisi maliyeti 292.609,0 TL iken doğal gaz enerjisi maliyeti 58.227,0 TL'dir. Yapılan hesaplamalar ile tesisin enerji ihtiyacının % 77,6'sının elektrik enerjisinden, % 22,4'unun doğal gaz enerjisinden karşılandığı tespit edilirken toplam enerji maliyetinin % 83,4'ünün elektrik, % 16,6'sının doğalgaz enerjisi oluşturduğu hesaplanmıştır. Binanın yıllık toplam TEP tüketimi 149 TEP iken buna karşılık enerji maliyeti toplamı 350.836,0 TL'dir.

**Tablo 4.1.** 2016 Yılı Bina Enerji Tüketim ve Maliyetleri Tablosu

ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	% Toplam	TL	% Toplam	TL / TEP
Elektrik (alınan)	1.345.634	kWh	116	77,6	292.609,0	83,4	2.528,5
Elektrik (üretilen)	0	kWh	0	0	0	0	0
Doğal Gaz	40.548	Sm <sup>3</sup>	33	22,4	58.277,0	16,6	1.740,6
Fuel Oil	0	Ton	0	0	0	0	0
LPG	0	Kg	0	0	0	0	0
Motorin	0	Lt	0	0	0	0	0
Diğer	0	-	0	0	0	0	0
TOPLAM	-	-	149	100	350.836,0	100	4.269,1



Şekil 4.1. 2016 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Dağılımı Grafiği

Tablo 24.2. Binanın Toplam Birincil Enerji Tüketim Tablosu (kWh/m<sup>2</sup>-yıl)

Enerji Türü	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/yıl)	Kullanım Alanı (m <sup>2</sup> )	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	Katsayı	Toplam Birincil Enerji Tüketimi (EP) (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	Referans Göstergesi (RG)	EP/RG
Elektrik	1.345.634,00	9.072,00	148,32	3,31	549,24	600	0,91
Doğalgaz	388.977,90	9.072,00	42,87	1,36			

Tablo 4.3. Binanın Toplam Sera Gazı Emisyonu Tablosu (kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-yıl)

Enerji Türü	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/yıl)	Kullanım Alanı (m <sup>2</sup> )	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	SEG Dönüşüm Katsayısı (kg eşd. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -yıl)	Toplam Sera Gazı Emisyonu (SEG) (kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -yıl)	Sera Gazı Referans Göstergesi (SRG)	SEG/SRG
Elektrik	1.345.634,00	9.072,00	148,32	0,62	101,98	110	0,92
Doğalgaz	388.977,90	9.072,00	42,87	0,234			

#### 4.2. Otomasyon Sonrası Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri

Hesaplamaların yapılması sonucunda binamızın mevcut iyileştirmeden sonraki değerler ve bu değerlere karşılık gelen enerji kimlik belgesi aşağıda verilmiştir. Aydınlatma yapılan ortamların günlük aydınlatılma saatleri ortalama 12 saat olarak alınmıştır.

Bu değerlendirme ile Yıllık toplam enerji tüketimi:

$$\text{Yıllık kWh aydınlatma} = 365 \text{ gün} \times 16,314 \text{ Kw} \times 12 \text{ saat}$$

$$\text{Yıllık kWh aydınlatma} = 71.455,32 \text{ kWh olarak hesaplanmıştır.}$$

Bu durumda elde edilebilecek yıllık tasarruf miktarı:

$$\text{Tasarruf miktarı} = \text{Mevcut Tüketim} - \text{Verimlilik Çalışması Sonrası Tüketim}$$

$$\text{Tasarruf Miktarı} = 179.536,20 \text{ kWh} - 71.455,32 \text{ kWh} = 108.080,88 \text{ kWh'tır.}$$

$$\text{Yıllık Fayda} = \text{Tasarruf Miktarı} \times \text{Birim Fiyat}$$

$$\text{Yıllık Fayda} = 108.080,88 \text{ kWh} \times 0,217 \text{ TL/kWh}$$

$$\text{Yıllık Fayda} = 23.453,55 \text{ TL}$$

$$\text{Yatırım Maliyeti} = (578 \times 173) + (2 \times 2.250)$$

$$\text{Yatırım Maliyeti} = 104.494,00 \text{ TL}$$

$$\text{Basit Geri Ödeme Süresi (GÖS)} = \text{Yatırım Maliyeti} / \text{Yıllık Fayda}$$

$$\text{Basit Geri Ödeme Süresi (GÖS)} = 104.494,00 \text{ TL} / 23.453,55 \text{ TL}$$

$$\text{Basit Geri Ödeme Süresi (GÖS)} = 4,45$$

**Tablo 4.4.** Ekonomik Analiz

Yıl	0	1	2	3	4	5	6
Yatırım	104.494,00						
Fayda		23.453,55	23.453,55	23.453,55	23.453,55	23.453,55	23.453,55
Fayda					46.685,00		

$$\text{Yatırım Maliyeti} = 104.494,00 \text{ TL}$$

$$\text{Fayda} = P1 \times ((1+i)^n - 1)/((1+i)^n \times i) + P2 \times 1/(1+i)^n$$

$$\text{İskonto Oranı}(i) = \%10 \text{ (reel faiz oranı)}$$

$$\text{Mevcut Lamba Maliyeti} = (149 \times 25) + (12 \times 30) + (400 \times 95) + (2 \times 2.300) = 46.685,00 \text{ TL}$$

$$\text{Mevcut Lamba Ömrü} = 4 \text{ Yıl}$$

$$\text{Fayda} = 23.453,55 \times ((1+0,1)^6 - 1)/((1+0,1)^6 \times 0,1) + 46.685,00 \times 1/(1+0,1)^4$$

$$\text{Fayda} = 134.032,80 \text{ TL}$$

NBD = Fayda – Yatırım Maliyeti

NBD = 134.032,80 TL – 104.494,00 TL

NBD = 29.538,80 TL

**Tablo 34.5.** Verimlilik Çalışması Sonrası Binanın Toplam Birincil Enerji Tüketim Tablosu (kWh/m<sup>2</sup>-yıl)

Enerji Türü	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/yıl)	Kullanım Alanı (m <sup>2</sup> )	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	Katsayı	Toplam Birincil Enerji Tüketimi (EP) (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	Referans Göstergesi (RG)	EP/RG
Elektrik	1.345.634,00	9.072,00	148,32	3,31	528,13	600	1,13
Doğalgaz	248.163,94	9.072,00	27,35	1,36			

**Tablo 44.6.** Verimlilik Çalışması Sonrası Binanın Toplam Sera Gazı Emisyonu Tablosu (kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-yıl)

Enerji Türü	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/yıl)	Kullanım Alanı (m <sup>2</sup> )	Enerji Tüketim Değerleri (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	SEG Dönüşüm Katsayısı (kg eşd. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -yıl)	Toplam Sera Gazı Emisyonu (SEG) (kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -yıl)	Sera Gazı Referans Göstergesi (SRG)	SEG/SRG
Elektrik	1.345.634,00	9.072,00	138,32	0,62	92,04	100	1,08
Doğalgaz	248.163,94	9.072,00	27,35	0,23			

### 4.3. Genel Bulgular

Hastanenin enerji kimliği, herhangi bir iyileştirme yapılmadan önceki durumunu yansıtır. Isıtma/soğutma, sıhhi sıcak su üretimi ve aydınlatma gibi çeşitli hizmetler için yıllık enerji tüketimi yılda 1549,24 kWh/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Buna karşılık gelen karbon emisyonları yılda 101,98 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>'dir. Bu değerlere dayanarak hastanenin enerji performans sınıfı belirlenmiştir.

Binanın mevcut ısı gereksinimi 421.178 kWh olup, birim hacim başına ısıtma talebi 32,02 kWh/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Ancak TS 825 standartlarına göre bu bina için izin verilen maksimum ısıtma gereksinimi 15,61 kWh/m<sup>3</sup> olmalıdır. Bu gereksinimi karşılamak için binanın yalıtımının iyileştirilmesi ve pencere ve kapılarda değişiklikler yapılması önerilir.

Binanın enerji performansını gerekli standartlarla uyumlu hale getirmek için aşağıdaki önlemler önerilmiştir:

- Binanın dış cephesinin yalıtımının iyileştirilmesi
- Pencere ve kapıların daha enerji verimli modellerle değiştirilmesi
- Aydınlatma armatürlerinin yükseltilmesi
- Binanın tesisat sisteminin yalıtımı

Bu eylemlerin uygulanması, binanın birim hacim başına enerji tüketimini 14,62 kWh/m<sup>3</sup>'e düşürerek istenen enerji performansı standartlarına ulaşılmasını sağlayacaktır.

Enerji verimlilik çalışmaları sonrası uygulanan dış cephe yalıtımı ile 140.813,96 kWh/yıl, aydınlatma armatürlerinin değiştirilmesi ile de 108.080,88 kWh/yıl, toplamda 248.894,84 kWh/yıl elektrik enerjisi tasarrufu sağlanacağı hesaplanırken; yıllık elde edilebilecek toplam tasarruf 21,40 TEP, 174.243,55 TL'dir.

Uygulanan dış cephe yalıtımının yatırım maliyeti 164.400,00 TL ve geri ödeme süresi 3,23 yıl, aydınlatma armatür değişiminin yatırım maliyeti 104.494,00 TL ve geri ödeme süresi 4,45 yıl olarak hesaplanmıştır. Toplam yatırım maliyeti ise 268.894,00 TL ve geri ödeme süresi 3,84 yıldır.



**Tablo 4.7.** Verimlilik Çalışmaları Sonrası Tasarruf Miktarı Tablosu

Önlemler	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO <sub>2</sub> Azalma miktarı	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı
		Miktar	Orjinal Birim	TEP/Yıl	TL/Yıl	Ton/Yıl	TL/Yıl	Yıl	Vade
Dış Cephe Yalıtımı Yapılması	Doğal Gaz	140.813	Sm <sup>3</sup>	12,11	50.790	9,94	164.400	3,23	UV
Aydınlatma Armatür Değişmesi	Elk	108.080	kWh	9,29	23.453	7,54	104.494	4,45	UV
Toplam	Elk	248.893	kWh	21,4	74.243	17,48	268.894	3,84	UV

Enerji verimlilik çalışmaları sonucu elde edeceğimiz enerji tasarruf miktarı 248.894,84 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. İşletmenin yıllık enerji tüketimi ise 1.734.611,90 kWh/yıl'dır. Yapılacak çalışma ile elde edilebilecek Enerji tasarrufu oranı %14,34 dir.

**Tablo 4.8.** Verimlilik Çalışmaları Sonrası Tasarruf Oranı Tablosu

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı			Enerji Tasarruf Oranı (%)
	Miktar (2016 / Yıl)	Enerji (TEP / Yıl)	Maliyet (TL / Yıl)	
Doğal Gaz	140.813 Sm <sup>3</sup>	12,11	164.400,00	61,13
Elektrik	108.080 kWh	9,29	104.494,00	38,87
Toplam	248.893 kWh	21,40	268.894,00	100

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Akıllı binalar, enerji verimliliği sağlamak ve sürdürülebilirliği artırmak adına büyük bir potansiyele sahiptir. Teknolojik sistemler ve otomasyonlar aracılığıyla enerji tüketimi izlenebilir ve optimize edilebilir. Akıllı ısıtma, soğutma, aydınlatma ve enerji yönetim sistemleri, binaların ihtiyacı olan enerjiyi minimum seviyeye indirirken, çevresel etkileri azaltır ve maliyetleri düşürür. Bu tür sistemler, enerji tasarrufunu sağlayarak yalnızca ekonomik kazanç elde edilmesine değil, aynı zamanda karbon salınımlarının azaltılmasına da katkı sağlar. Sonuç olarak, akıllı binalar, enerji verimliliğini artırarak çevreye duyarlı bir yaşam alanı yaratmak için önemli bir adım sunmaktadır.

Çalışma kapsamında Hastane için yapılan enerji verimliliği analizi, sağlık tesislerinde enerji tüketimi optimizasyonu üzerine kapsamlı bir çalışmanın parçasıdır. Bu hastane, 2. derece gün bölgesinde yer almaktadır. Betonarme karkas olarak inşa edilen bina, 2.001,00 m<sup>2</sup>'lik bir arazi alanına sahip olup, toplam brüt kullanılabilir alanı 9.072,00 m<sup>2</sup>'dir. Hastane, bodrum, zemin kat ve altı ek kat olmak üzere sekiz katlı bir binadan oluşmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, binanın enerji tüketen sistemlerinin operasyonel verimliliğini değerlendirmektir. Analiz 3 Nisan - 28 Nisan 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir enerji iyileştirmesinden önce, hastane hem enerji tüketimi hem de sera gazı emisyonlarına göre enerji sınıfı F olarak sınıflandırılmıştır. Enerji tüketim kalıpları, yaz aylarında soğutma sistemlerinin çalışması nedeniyle elektrik tüketiminin zirve yapması ve kış aylarında ısıtma için doğal gaz tüketiminin artmasıyla mevsimsel farklılıklar göstermiştir.

2016 yılı enerji tüketim verileri, elektrik tüketiminin toplam 115,7 TEP/yıl, doğal gaz tüketiminin ise 33,5 TEP/yıl olduğunu göstermiştir. Enerji maliyetlerinin orantısız bir şekilde yüksek olduğu, toplam elektrik maliyetinin 292.609,0 TL'ye, doğal gaz maliyetinin ise 58.227,0 TL'ye ulaştığı görülmüştür.

Tesisin 2016 yılındaki toplam enerji maliyeti 350.836,0 TL olup, elektrik tesisin enerji ihtiyacının %77,6'sını ve toplam enerji harcamasının %83,4'ünü karşılamıştır. Buna karşılık, doğal gaz enerji tüketiminin %22,4'ünü ve toplam enerji maliyetinin %16,6'sını oluşturmuştur. Bu bulgular, hastanenin altyapısında enerji optimizasyonu potansiyelini gösteren önemli enerji tüketimi ve maliyet alanlarını vurgulamaktadır.

Yapılan ısı kaybı ve ısı kazancı hesaplamaları, kış dönemi için ortalama dış ortam sıcaklığının  $-2,4^{\circ}\text{C}$ , yaz dönemi için ise  $30,4^{\circ}\text{C}$  olarak kabul edilmiştir. Yalıtımsız durumda yapılan hesaplamalara göre, kış döneminde toplam  $489.723,12\text{ W}$  ve yaz döneminde  $93.230,03\text{ W}$  enerji kaybı oluşmuştur. Bu değerler toplamda  $489,72\text{ kW}$  (kış) ve  $93,23\text{ kW}$  (yaz) olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, kış dönemindeki ısı kaybı  $421.161,88\text{ kCal/h}$  ve yaz dönemindeki ısı kazancı ise  $80.177,83\text{ kCal/h}$  olarak belirlenmiştir.

Bina 2. Derece-gün bölgesindedir. Brüt kullanım hacmi  $27.216\text{ m}^3$  ve brüt kullanım alanı ise  $9.072\text{ m}^2$ 'dir. Binanın mevcut durumunda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Binanın yıllık ısıtma ihtiyacı  $922.229\text{ kWh}$  olup, bu miktar oldukça yüksek bir enerji talebine işaret etmektedir. Birim hacim başına düşen ısıtma ihtiyacı  $32,02\text{ kWh/m}^3$  olarak hesaplanmış ve bu da binanın ısıtma verimliliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Isı yalıtımının olmadığı durumdaki bu yüksek enerji tüketimi, binaların mevcut yapısının enerji verimliliği açısından iyileştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu durumda, bina enerji tüketimi açısından "F" sınıfında yer almakta ve sera gazı emisyonu (SEG) bakımından da "F" sınıfıdır. Binanın mevcut enerji verimliliği durumu oldukça düşük seviyelerde kalmaktadır. Çünkü bina, "F" sınıfı enerji tüketimi ve "F" sınıfı sera gazı emisyonu ile değerlendirilmiştir. Bu, binanın yüksek enerji tüketimi ve çevresel etkilerinin de büyük olduğunu göstermektedir. Enerji verimliliği açısından yapılacak iyileştirmeler, hem maliyetleri hem de çevresel etkileri azaltmaya yönelik kritik öneme sahiptir.

Binanın toplam birincil enerji tüketimi, elektrik ve doğalgaz için yapılan hesaplamalar sonucunda aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Elektrik tüketimi yıllık  $1.345.634\text{ kWh}$  olarak belirlenmiş olup, bu tüketim, brüt kullanım alanı başına  $148,32\text{ kWh/m}^2$  yıl olarak hesaplanmıştır. Elektriğin birincil enerji katsayısı ve SEG dönüşüm katsayıları göz önüne alındığında, bu tüketim oldukça yüksek ve binaların enerji verimliliği için gerekli olan iyileştirmeler yapılmadan sürdürülebilir değildir. Doğalgaz tüketimi ise  $388.977,90\text{ kWh}$  olup, bu da brüt alan başına  $42,87\text{ kWh/m}^2$  yıl olarak hesaplanmıştır. Ancak doğalgazın SEG dönüşüm katsayısı çok daha düşük olduğundan, doğalgazın sera gazı emisyonları elektrik tüketimine göre daha azdır..

Binanın toplam sera gazı emisyonu (SEG) ise enerji türlerine göre şu şekilde hesaplanmıştır:

Elektrik için yıllık tüketim 1.345.634,00 kWh olup, brüt kullanım alanına bölüldüğünde elektrik tüketimi 148,32 kWh/m<sup>2</sup> yıl olarak bulunmuştur. Elektriğin SEG dönüşüm katsayısı 0,62 kg eşdeğer CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> yıl olup, toplam sera gazı emisyonu 101,98 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> yıl olarak hesaplanmıştır. Elektrik için sera gazı referans göstergesi (SRG) ise 110 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> yıl olup, SEG/SRG oranı 0,92'dir. Doğalgaz için yıllık tüketim 388.977,90 kWh olup, brüt kullanım alanına bölüldüğünde doğalgaz tüketimi 42,87 kWh/m<sup>2</sup> yıl olarak bulunmuştur. Doğalgazın SEG dönüşüm katsayısı ise 0,234 kg eşdeğer CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> yıl'dır. Elektriğin birincil enerji katsayısı ve SEG dönüşüm katsayıları göz önüne alındığında, bu tüketim oldukça yüksek ve binaların enerji verimliliği için gerekli olan iyileştirmeler yapılmadan sürdürülebilir değildir. Ancak doğalgazın SEG dönüşüm katsayısı çok daha düşük olduğundan, doğalgazın sera gazı emisyonları elektrik tüketimine göre daha azdır.

Binada ısı yalıtımı bulunmadığı için enerji kayıplarının ve ısıtma ihtiyacının oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Yalıtım uygulamaları ve enerji verimliliği iyileştirmeleri, enerji tüketimini ve sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltacaktır. Özellikle ısıtma, elektrik ve doğalgaz tüketiminde yapılacak iyileştirmeler, binanın enerji verimliliğini artıracak ve sera gazı emisyonlarını düşürecektir. Bu da hem çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir adım olacak hem de binanın enerji maliyetlerini düşürecektir. Binanın enerji verimliliği sınıfının düşük olması, gerekli enerji iyileştirmelerinin acil olduğunu göstermektedir. Enerji tasarrufu ve çevresel etki azaltma hedeflerine ulaşmak için, öncelikle ısı yalıtımının yapılması, enerji tasarruflu sistemlerin kurulması ve mevcut enerji tüketim alışkanlıklarının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu tür iyileştirmeler, sadece enerji tüketimini azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda binanın çevre dostu olmasına ve sürdürülebilir enerji kullanımına katkı sağlayacaktır.

Hastanede yapılan enerji verimliliği etüt çalışmasında, aydınlatma elemanlarının toplam kurulu gücünün 40,99 kW olduğu hesaplanmıştır. Aydınlatma yapılan ortamların günlük aydınlatılma saatlerinin ortalama 12 saat olduğu dikkate alındığında, yıllık toplam enerji tüketimi 179.536,20 kWh olarak hesaplanmıştır. Elektrik dağıtım şirketinin birim kWh ücreti 0,217 TL olduğundan, yıllık toplam aydınlatma enerji gideri 38.959,35 TL olarak belirlenmiştir.

Toplamda 563 adet aydınlatma elemanının, 179.536,20 kWh yıllık enerji tüketimi olduğu tespit edilmiştir. Ancak aydınlatma kalitesi ve miktarı düşürülmeden, ihtiyaç duyulan aydınlatma şu şekilde sağlanabileceği belirlenmiştir:

- 578 adet 2660 lümen, 28 W LED armatür
- 2 adet 65 W, 130.000 lümen ameliyat lambası

Yeni seçilen LED armatürlerin toplam kurulu gücü 16,314 kW olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, yıllık toplam enerji tüketimi 71.455,32 kWh olarak bulunmuştur. Bu değişiklik ile elde edilebilecek yıllık tasarruf miktarı, mevcut tüketim ile verimlilik çalışması sonrası tüketim arasındaki fark olarak hesaplanmış ve 108.080,88 kWh olarak belirlenmiştir.

Yıllık fayda, tasarruf miktarının birim fiyat ile çarpılması sonucu 23.453,55 TL olarak hesaplanmıştır. Yatırım maliyeti, 578 LED armatür için 173 TL, 2 ameliyat lambası için 2.250 TL olmak üzere toplamda 104.494,00 TL olarak belirlenmiştir. Bu durumda, basit geri ödeme süresi (GÖS) 4,45 yıl olarak hesaplanmıştır.

Ekonomik analiz sonucunda, yatırım maliyeti 104.494,00 TL, fayda ise 23.453,55 TL olarak her yıl sağlanacaktır. İskonto oranı %10 olarak kabul edilerek yapılan hesaplama göre, mevcut lamba maliyeti 46.685,00 TL, mevcut lamba ömrü ise 4 yıl olarak kabul edilmiştir. Yapılan hesaplama sonucunda toplam fayda 134.032,80 TL, net bugünkü değer (NBD) ise 29.538,80 TL olarak bulunmuştur.

Genel bulgulara göre elde edilen sonuçlar şunlardır:

Binanın enerji performansını gerekli standartlarla uyumlu hale getirmek için şu önlemler önerilmiştir:

- Bina dış cephesinin yalıtımının iyileştirilmesi
- Pencere ve kapıların daha enerji verimli modellerle değiştirilmesi
- Aydınlatma armatürlerinin yükseltilmesi
- Bina tesisat sisteminin yalıtımı

Bu eylemlerin uygulanması ile binanın birim hacim başına enerji tüketimi 14,62 kWh/m<sup>3</sup>'e düşürülerek istenen enerji performansı standartlarına ulaşılabilecektir. Bu hedeflere ulaşmak için gerekli enerji tasarrufu potansiyelini ve yatırım seçeneklerini özetleyen ayrıntılı tablo aşağıda verilmiştir.

Enerji verimliliği çalışmaları sonucu, aydınlatma armatürlerinin değiştirilmesi ile ise 108.080,88 kWh/yıl elektrik enerjisi tasarrufu sağlanacaktır.

Aydınlatma armatürlerinin değiştirilmesinin yatırım maliyeti 104.494,00 TL ve geri ödeme süresi ise 4,45 yıl olarak hesaplanmıştır.

Enerji verimlilik çalışmaları sonrası elde edilebilecek tasarruf miktarı ve ilgili veriler şu şekildedir:

- Aydınlatma Armatür Değişmesi:
  - Enerji Türü: Elektrik
  - Tasarruf Miktarı: 108.080 kWh
  - TEP/Yıl: 9,29
  - CO2 Azalma Miktarı: 7,54 ton/yıl
  - Yatırım Maliyeti: 104.494 TL
  - Geri Ödeme Süresi: 4,45 yıl
  - Enerji Tasarruf Oranı: %38,87

Bu bilgiler doğrultusunda yapılabilecek çıkarımlar şu şekilde sıralanabilir:

- Enerji Verimliliği Artışı: Yapılacak enerji verimliliği çalışmaları sonucunda hastane önemli bir enerji tasarrufu sağlayacaktır. Aydınlatma armatürlerinin değiştirilmesi, yıllık 108.080 kWh enerji tasarrufu sağlamakta, bu da yıllık %9,29 oranında bir enerji tasarrufu anlamına gelmektedir. Bu, hastanenin enerji tüketiminde önemli bir azalma sağlayacaktır.
- Karbon Emisyonları Azalacak: Bu tasarruflar, karbon emisyonlarının yıllık 7,54 ton azalmasına yol açacaktır. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu bir etki yaratır. Karbon ayak izi azalmış olur ve hastanenin çevreye olan etkisi minimize edilir.
- Yatırım Geri Dönüşü: Aydınlatma verimliliği yatırımlarının geri ödeme süreleri, hastanenin bu projelere yatırım yapmaya uygun olduğunu göstermektedir. Aydınlatma armatürlerinin değiştirilmesinin geri ödeme süresi ise 4,45 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu, yatırımın orta vadede geri dönmesi anlamına gelir ve hastanenin finansal açıdan karlı bir yatırım yapmış olacağını gösterir.
- Enerji Tasarrufu ve Maliyet Düşüşü: Toplamda elde edilecek enerji tasarrufu, yıllık 174.243,55 TL tasarruf anlamına gelmektedir. Bu durum, hastane bütçesinde önemli bir maliyet düşüşü sağlayacak ve uzun vadede enerji maliyetlerini önemli ölçüde azaltacaktır.

- Elektrik Tüketimi ve Aydınlatma: Aydınlatma armatürlerinin değiştirilmesi ile sağlanan tasarruflar, hastanenin elektrik tüketiminde de önemli bir azalmayı ifade eder. Bu, enerji tasarrufu sağlamak ve işletme maliyetlerini düşürmek için önerilen bir diğer önemli tedbirdir.

Sonuç olarak, enerji verimliliği çalışmaları hastanenin enerji tüketimini azaltmak, karbon ayak izini küçültmek ve maliyetleri düşürmek için etkili bir yol sunmaktadır. Yatırım geri dönüş süresi de bu tür iyileştirmelerin uygulanabilirliğini desteklemekte ve enerji tasarrufu sağlayan önlemlerin hem finansal hem de çevresel faydalar sunduğunu ortaya koymaktadır.

## 5.2 Öneriler

Mevcut enerji yönetiminde yaşanan aksaklıkları gidermek ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla aşağıdaki adımların atılması önerilmektedir:

**Otomasyon Sistemi Kurulması ve Enerji Tüketiminin İzlenmesi:** Binada bir otomasyon sistemi kurulması, enerji tüketim değerlerinin anlık olarak izlenmesini sağlar. Bu sistem sayesinde, hangi cihazların daha fazla enerji harcadığı tespit edilebilir ve gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilebilir. Ayrıca, enerji tüketiminde herhangi bir artış veya anormallik durumunda erken müdahale edilebilir. Otomasyon sistemleri, binadaki enerji verimliliğini artırmaya yardımcı olur ve enerji yönetimini daha etkin bir şekilde sağlar.

**Enerji Yöneticisi İstihdamı:** Enerji verimliliği çalışmalarının etkin bir şekilde yönetilmesi için bir enerji yöneticisinin görevlendirilmesi önerilmektedir. Enerji yöneticisi, enerji kullanımını izleyip analiz ederek, enerji verimliliği hedeflerinin gerçekleştirilmesi için stratejiler geliştirir. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlamak için gerekli iyileştirmeleri belirler ve bu iyileştirmelerin uygulanmasını takip eder.

**ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Belgesi Alınması ve Enerji Politikası Oluşturulması:** ISO 50001 belgesi, enerji yönetim sistemlerinin uluslararası bir standarda uygun şekilde kurulmasını sağlar. Bu belgeyi almak, hastanenin enerji verimliliğini artırmak için sistematik bir yaklaşım sergilemesini sağlar. ISO 50001 ile birlikte, kurumun enerji verimliliği hedeflerine ulaşmak için bir enerji politikası oluşturulması önemlidir. Bu politika, tüm çalışanların enerji tasarrufunu ön planda tutarak faaliyetlerini yürütmesini teşvik eder.

Çalışanlara Farkındalık Eğitimi Verilmesi: Enerji verimliliği bilincinin oluşturulması, çalışanların günlük işlerinde daha dikkatli olmalarını sağlar. Çalışanlara enerji tasarrufu yöntemleri hakkında eğitim verilmesi, herkesin enerji kullanımını daha verimli hale getirmesine yardımcı olur. Bu eğitimler, enerji tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesi ve daha bilinçli bir çalışma ortamı yaratılması için önemlidir.

Enerji Tasarrufunu Sağlayıcı Politika ve Zorunlu Uygulamalar: Enerji verimliliği sağlamak için belirli politika ve uygulamalar oluşturulmalıdır. Bu, binalarda kullanılan ekipmanların enerji verimli modellerle değiştirilmesi, gereksiz enerji tüketiminin önlenmesi, düzenli bakım ve kontrol prosedürlerinin uygulanması gibi önlemleri içerir. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlamak için zorunlu uygulamalar da devreye alınmalıdır. Örneğin, aydınlatmaların otomatik kapanması veya enerji verimli cihazların kullanılması gibi uygulamalar, enerji tüketimini önemli ölçüde azaltabilir.

Bu öneriler, hastanede enerji verimliliğini artırmak ve enerji tasarrufu sağlamak için atılması gereken temel adımlardır. Hem çevresel hem de mali açıdan fayda sağlayacak bu uygulamalar, enerji yönetiminde sürdürülebilir bir sistemin kurulmasına yardımcı olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Abolhosseini, S., Heshmati, A., & Altmann, J. (2014). *A review of renewable energy supply and energy efficiency technologies*. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/96759/1/dp8145.pdf>
- Akdağ, M. (2024). *Enerji Kimlik Belgesi (EKB) Nedir? Binalarda Enerji Kimlik Belgesi Zorunlu Mu?* <https://www.mahalliidarelerderneği.org.tr/post/enerji-kimlik-belgesi-ekb-nedir-binalarda-enerji-kimlik-belgesi-zorunlu-mu>.
- Al Dakheel, J., Del Pero, C., Aste, N., and Leonforte, F. (2020). Smart buildings features and key performance indicators: A review. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102328.
- Arat, S. (2017). *Kullanıcı ve otomasyon sistemlerinin akıllı binalar üzerinden değerlendirilmesi*. [Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 469222).
- Aslan, A. (2014). *Akıllı ev kavramı ve otomasyon sistemleri*. [Yüksek Lisans tezi, Haliç Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 357283).
- Aste, N., Manfren, M., & Marenzi, G. (2017). Building Automation and Control Systems and performance optimization: A framework for analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 313-330.
- Atasoy, A. (2009). *Akıllı bina teknolojisinin yapısal özellikler açısından incelenmesi*. [Yüksek Lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 276585).
- Aydın, M. (2016). Enerji Verimliliğinin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü: Türkiye. *Yönetim Bilimleri Dergisi/Journal of Administrative Sciences*. 14, 409-441.
- Bektaş, A. (2002). Entegre güvenlik sistemleri, *Best Dergisi*, 9, Bileşim Yayıncılık A.Ş., İstanbul.
- Binyamin, S. S., Slama, S. A. B., & Zafar, B. (2024). Artificial intelligence-powered energy community management for developing renewable energy systems in smart homes. *Energy Strategy Reviews*, 51, 101288.
- BP (2017). *BP Energy Outlook 2017*. [https://www.bp.com/content/dam/bp-country/fr\\_ch/PDF/bp-energy-outlook-2017.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp-country/fr_ch/PDF/bp-energy-outlook-2017.pdf)
- Chen, H., Chou, P., Duri, S., Lei, H., & Reason, J. (2009, October). The design and implementation of a smart building control system. In 2009 IEEE International Conference on e-Business Engineering (pp. 255-262). IEEE.
- Chincherro, H. F., Alonso, J. M., and Ortiz T, H. (2020). LED lighting systems for smart buildings: a review. *IET Smart Cities*, 2(3), 126-134.
- Ciholas, P., Lennie, A., Sadigova, P., & Such, J. M. (2019). The security of smart buildings: a systematic literature review. arXiv preprint arXiv:1901.05837.
- Crooks, A., Schechtner, K., Dey, A. K. and Hudson-Smith, A. (2017). Creating smart buildings and cities. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Pervasive Computing*, 16(2), 23-25.
- Çetinkaya, Y. (2016). Akıllı binalar ve akıllı binalarda asansörler. *Makina Mühendisleri Odası-Asansör Sempozyumu ve Sergisi*, 32-40.

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2000). Akıllı yapılar. İstanbul: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 20-28.
- Dayangaç, D. (2005). Akıllı bina kavramının mimari tasarıma etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 20-40.
- Demir, Z. (2018). İş Sağlığı Ve Güvenliği Aydınlatma Yönetmeliği Bakımından Eğitim-Öğretim Kurumlarındaki Gece Öğretiminin Bir Durum Çalışmasıyla Değerlendirilmesi. [Yüksek Lisans tezi, Mersin Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 521125).
- EIA (2018). *International Energy Outlook 2018* (IEO2018). [https://www.eia.gov/pressroom/presentations/capuano\\_07242018.p df](https://www.eia.gov/pressroom/presentations/capuano_07242018.p df)
- Eini, R., Linkous, L., Zohrabi, N., & Abdelwahed, S. (2021). Smart building management system: Performance specifications and design requirements. *Journal of Building Engineering*, 39, 102222.
- enerji.gov.tr (2022). T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği Ve Çevre Dairesi Başkanlığı Sanayide Enerji Verimliliği Proje Yarışmaları (Senver –24) Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması Proje Yarışması. <https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimlili%C4%9Fi/Bilin%C3%A7lendirme/EnerjiVerimlili%C4%9FiKonuluYar%C4%B1%C5%9Fmalar%C4%B1m%C4%B1z/Belgeler/SEVYUEsaslar%C4%B1.pdf>.
- Epokulu (2020). Aydınlatma Hesabı. <https://epokulu.com/aydinlatma-hesabi/>.
- Fermani, F., Parvizimosaed, M., Monsef, H., Rahimi-Kian, A. (2018). A conceptual model of a smart energy management system for a residential building equipped with CCHP system, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 95, 523- 536.
- Gaş, T. (2023). *Akıllı Binalardaki Enerji-Etkin Yaklaşımların Kosova'daki Alışveriş Merkezleri Üzerinden Değerlendirilmesi*. [Yüksek Lisans tezi, Trakya Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 639001).
- Ghansah, F. A., Owusu-Manu, D. G., and Ayarkwa, J. (2021). Project management processes in the adoption of smart building technologies: a systematic review of constraints. *Smart and Sustainable Built Environment*, 10(2), 208-226.
- Ghayvat, H., Mukhopadhyay, S., Gui, X., and Suryadevara, N. (2015). WSN-and IOT-based smart homes and their extension to smart buildings. *Sensors*, 15(5), 10350-10379.
- Gözdem Elektrik (2025). [https://www.gozdemelektrik.com/assets/docs/Aydinlatma\\_hesabi.14563258.pdf](https://www.gozdemelektrik.com/assets/docs/Aydinlatma_hesabi.14563258.pdf).
- Hayta, A. B. (2007). Çalışma ortamı koşullarının işletme verimliliği üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, (1), 21-41.
- Herring, H. (2006). Energy efficiency—a critical view. *Energy*, 31(1), 10-20.
- Hoy, M. B. (2016). Smart buildings: an introduction to the library of the future. *Medical reference services quarterly*, 35(3), 326-331.
- Huda, N. U., Ahmed, I., Adnan, M., Ali, M., & Naeem, F. (2024). Experts and intelligent systems for smart homes' Transformation to Sustainable Smart Cities: A comprehensive review. *Expert Systems with Applications*, 238, 122380.

- İskender, S. (2019). Akıllı Binalar, 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 1359-1367.
- Kara, B. (2017). *Akıllı bina cephelerinin sürdürülebilir kalkınma bağlamında irdelenmesi*. [Yüksek Lisans tezi, Haliç Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 473716).
- Kaya, A. ve Emiroğulları, H. (2013). Bina Yönetim Sistemi, Schneider Electric, İstanbul.
- Kurt, B. (2012). Plastik Ürün İmalatı Yapan Kobi'lerde İSG Uygulamaları Ve Plastik Enjeksiyon Makinelerinde Oluşan Tehlikelerin Tanımlanması Ve Önlenmesi. (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
- Li, B. (2022). Effective energy utilization through economic development for sustainable management in smart cities. *Energy Reports*, 8, 4975-4987.
- Liu, Z., Guo, Z., Chen, Q., Song, C., Shang, W., Yuan, M., and Zhang, H. (2023). A review of data-driven smart building-integrated photovoltaic systems: Challenges and objectives. *Energy*, 263, 126082.
- Mangan, S. D. (2006). *Akıllı Binalarda Alt Sistem Değerlendirmesi: İstanbul Örneği*. [Yüksek Lisans tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 223786).
- Marincu, C., Dan, D., & Moga, L. (2024). Investigating the influence of building shape and insulation thickness on energy efficiency of buildings. *Energy for Sustainable Development*, 79, 101384.
- Meral, M. E., Teke, A., ve Tümay, M. (2009). Elektrik tesislerinde enerji verimliliği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 14(1).
- Mercan, M., Ongun, R., Dinçer, K., & Tosun, M. (2013). Selçuk üniversitesi koşullarında led renklerinin aydınlatmada güneş enerjisi güç performansına etkisinin incelenmesi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 12(1), 12-24.
- Mordoğan, D. (2000). *Akıllı konutların tasarımı ve sorunları*. [Yüksek Lisans tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 100939).
- Namlı, U. T. (2022). *Mevcut Geleneksel Binaların Akıllı Bina Sistemlerine Dönüşümünde Enerji Verimliliği Kapsamında Fayda Maliyet Analizi* [Yüksek Lisans tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 770070).
- Oğuz, O. (2007). *Akıllı bina kavramı ve akıllı bina değerlendirme metotları*. [Yüksek Lisans tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 223815).
- ÖzbayOSGB (2025). Aydınlatma Ölçümleri. <https://www.ozbayosgb.com.tr/ortam-olcumleri/aydinlatma-olcumu/>
- Parekh, R. (2024). Automating the design process for smart building technologies. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(2).
- Raza, A., Jingzhao, L., Ghadi, Y., Adnan, M., & Ali, M. (2024). Smart home energy management systems: Research challenges and survey. *Alexandria Engineering Journal*, 92, 117-170.

- Salerno, I., Anjos, M. F., McKinnon, K., & Gomez-Herrera, J. A. (2021). Adaptable energy management system for smart buildings. *Journal of Building Engineering*, 44, 102748.
- Shankar, A., Vijayakumar, K., and Babu, B. C. (2021). Energy saving potential through artificial lighting system in PV integrated smart buildings. *Journal of Building Engineering*, 43, 103080.
- Sinoplu, M. ve Ceyhan, E. B. (2023). Akıllı Binalarda Yapay Zekâ Destekli Enerji Yönetimi: Bir İnceleme, Derleme Makalesi. *UMÜFED Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1): 39-63.
- Sönmez, M. (2006). *Akıllı Binalardaki Teknik-Teknolojik Sistemler ve Enerji İzleme Sisteminin Entegrasyonu*. [Yüksek Lisans tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 181673).
- TGUB (2025). <http://tgub.org.tr/SF/129/ekler.pdf>.
- Topal, A., ve Özoğlu, B. (2018). Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufunun Sürdürülebilir Tüketim Perspektifinden Değerlendirilmesi. *ICPESS 2018 PROCEEDINGS Volume 2: Economic Studies*, 32.
- Vijayan, D. S., Rose, A. L., Arvindan, S., Revathy, J., & Amuthadevi, C. (2020). Automation systems in smart buildings: a review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1-13.
- Wigginton, M.ve Harris, J. (2002). *Intelligent skins*, Architectural press, Italy.
- Wong, J. ve Li, H. (2008). Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems. *Building and Environment*, 43, 108-125.
- Yılandı, S. (2023). Binalarda Enerji Performansı Mevzuatı ve Uygulamaları. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/egitim/duyurular/b-nalarda-enerji--performansi-mevzuati-ve-uygulamalari-20230314123202.pdf>.
- Yılmaz, Z. (2005). Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 387.
- Yu, H. (2021, November). *Application and design of intelligent building automation control system*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2074, No. 1, p. 012077). IOP Publishing.
- Zayim, B. (2024). *Konu 1 Enerji Yönetimine Giriş*. <https://avesis.comu.edu.tr/resume/lessonmaterieldownload/bzayim?key=b15b84c0-5c4d-4c90-ab48-2c904898514c>.

## EKLER

**EK-1** Enerji Kaynaklarının Alt Isıl Değerleri ve Petrol Eşdeğerine Çevrim Katsayıları  
(enerji.gov.tr, 2022).

Miktar	Enerji Kaynağı	Yoğunluk	Alt Isıl Değer * 1000	Birim	TEP Çevrim Katsayısı
1 ton	Taşkömürü		6.100.000	kCal	0.610
1 ton	Kok Kömürü		7.200.000	kCal	0.720
1 ton	Briket		5.000.000	kCal	0.500
1 ton	Linyit teshin ve sanayi		3.000.000	kCal	0.300
1 ton	Linyit santral		2.000.000	kCal	0.200
1 ton	Elbistan Linyiti		1.100.000	kCal	0.110
1 ton	Petrokok		7.600.000	kCal	0.760
1 ton	Prina		4.300.000	kCal	0.430
1 ton	Talaş		3.000.000	kCal	0.300
1 ton	Kabuk		2.250.000	kCal	0.225
1 ton	Grafit		8.000.000	kCal	0.800
1 ton	Kok tozu		6.000.000	kCal	0.600
1 ton	Maden		5.500.000	kCal	0.550
1 ton	Elbistan Linyiti		1.100.000	kCal	0.110
1 ton	Asfaltit		4.300.000	kCal	0.430
1 ton	Odun		3.000.000	kCal	0.300
1 ton	Hayvan ve Bitki Artığı		2.300.000	kCal	0.230
1 ton	Ham Petrol		10.500.000	kCal	1.050
1 ton	Fuel Oil No: 4		9.600.000	kCal	0.960
1 ton	Fuel Oil No: 5	0.920 Kg/lt	10.025.000	kCal	1.003
1 ton	Fuel Oil No: 6	0.940 Kg/lt	9.860.000	kCal	0.986
1 ton	Motorin	0.830 Kg/lt	10.200.000	kCal	1.020
1 ton	Benzin	0.735 Kg/lt	10.400.000	kCal	1.040
1 ton	Gazyağı	0.780 Kg/lt	8.290.000	kCal	0.829
1 ton	Siyah Likör		3.000.000	kCal	0.300
1 ton	Nafta		10.400.000	kCal	1.040
bin m3	Doğal Gaz	0.670 Kg/m <sup>3</sup>	8.250.000	kCal	0.825
1 ton	Kok Gazı		8.220.000	kCal	0.820
bin m3	Kok Gazı	0.490 Kg/m <sup>3</sup>	4.028.000	kCal	0.403
1 ton	Yüksek Fırın Gazı		535.000	kCal	0.054
bin m3	Yüksek Fırın Gazı	1.290 Kg/m <sup>3</sup>	690.000	kCal	0.069
bin m3	Çelikhane Gazı		1.500.000	kCal	0,150
bin m3	Rafineri Gazı		8.783.000	kCal	0.878
bin m3	Asetilen		14.230.000	kCal	1.423
bin m3	Propan		10.200.000	kCal	1.020
1 ton	LPG		10.900.000	kCal	1.090
bin m3	LPG	2.477 Kg/m <sup>3</sup>	27.000.000	kCal	2.700
bin kWh	Elektrik		860.000	kCal	0.086
bin kWh	Hidrolik		860.000	kCal	0.086
bin kWh	Jeotermal		860.000	kCal	0.860

**EK-2** SEG Sera Gazı Emisyonu Dönüşüm Katsayıları [kg eşdeğer CO<sub>2</sub> /kWh] Birincil Enerji ve Sera Gazları Emisyonu Dönüşüm Katsayıları (TGUB, 2025).

	*Birincil Enerji Dönüşüm Katsayıları		SEG Dönüşüm Katsayısı
	Yenilenebilir olmayan kaynak	Toplam	[kg eşd.CO <sub>2</sub> /kWh]
Fuel-Oil			0.330
Doğalgaz			0.234
Gaz (propan, bütan, metan, biyogaz)			0.277
Diğer fosil yakıtlar			0.320
Antrasit			0.394
Linyit			0.433
Kok			0.467
Talaş			0.004
Kütük, biokütle			0.014
Kayın kütüğü			0.013
Köknar kütüğü			0.020
Hidrolik enerji santralinden elektrik			0.007
Nükleer enerji santralinden elektrik			0.016
Kömür enerji santralinden elektrik			1.340
Doğalgaz enerji santralinden elektrik			0.819
Karışık elektrik			0.617
<b>*Birinci enerji dönüşüm katsayıları; ilgili kurum ve kuruluşların belirlediği değerler esas alınacaktır.</b>			

**NOT:** Bu değişkenler, birincil enerjiyi nihai enerjiye dönüştürmek için dönüşüm ve iletim sistemlerinde gerekli olan enerjiyi içerir.

**EK-3 Genel Aydınlatma İçin Uygun Aydınlatma Kaynakları (Yılancı, 2023).**

<b>Yüksek Basıncılı Sodyum</b>	Bütün çeşitleri ve sınıfları.
<b>Metal Halojenur</b>	Bütün çeşitleri ve sınıfları.
<b>Endüksiyon Aydınlatmalı</b>	Bütün çeşitleri ve sınıfları.
<b>Boru Şeklinde Fleurosan</b>	26 mm çapında (T8) lambalar, 16 mm çapında (T5) ve 11 W üzerinde sınıflandırılmış yüksek verimli kumanda dişlisine sahip lambalar ve (T12) lineer 2400 mm uzunluğunda fleurosan lambalar.
<b>Kompakt Fleurosan</b>	11W üzerindeki bütün sınıfları ve enerji verimliliği 50 lümen/devreWatt'tan büyük olan bütün çeşit ve sınıfları.
<b>Diğer</b>	Lambanın enerji verimliliği 50 lümen/devreWatt 'tan büyük olan bütün çeşit ve sınıfları.

**EK-4 Aydınlatma Şiddeti Değerleri Tablosu (ÖzbayOSGB, 2025)**

<b>Genel Olarak Tavsiye Edilen Aydınlatma Şiddeti Tablosu</b>			
<b>Sıra No</b>	<b>Bina</b>	<b>Aydınlatılması İstenen Mekan</b>	<b>Tavsiye Edilen Aydınlatma Şiddeti ( Lux )</b>
1	İdari Binalar	Bilgisayarların Bulunduğu Ortam	500
		Desinatörlerin Çalışma Alanı	1000
2	Okullar ve Üniversiteler	Dershaneler-Anfi tiyatro	300
		Laboratuvar – Yazı Tahtası	500
3	Dış Mekan Çalışma Alanı	Bina Girişi-Hol	30
		Benzin İstasyonu	300
		Merdivenler-Koridor	100 - 300
4	Mağazalar	Butik	300
		Self Servisler	500
		Süpermarketler	750
5	Endüstri Binaları	Tavuk Çiftliği	50
		Sağma Alanları	150
		Konserve Fabrikası	500
		Süt Fabrikası	300
		Odun Fabrikası	150
		Odun Kesme Makinaları	500
		Kaynak Ve Torna Makinası	300
		Depo	150
6	Yaşam ve Eğlence Alanları	Ev Aydınlatması	150
		Eğlence Salonu	300
		Öğrenci Ev Ödevi Salonu	300
		Yatak Odası	200
		Hotel Resepsiyonu-Hol-Mutfak	300
		Yemek Odası	200

**EK-5** Çalışma Alanı ve Yapılan İşe Göre Aydınlatma Tablosu (Hayta, 2007).

<b>Sıra No</b>	<b>Yapılan İş</b>	<b>Önerilen Aydınlatma Şiddeti (Lüx)</b>
1	Kaba İşler	80 - 170
2	Orta İncelikte İşler	170 - 350
3	İnce İşler	350 - 700
4	Çok İnce İşler	700 - 1000

**EK-6** İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatında Yer Alan Az Aydınlık Değerleri (Kurt, 2012).

<b>Sıra No</b>	<b>Yapılan İş</b>	<b>Önerilen Aydınlatma Şiddeti (Lüx)</b>
1	Avlu, Açık Alanlar, Dış Yollar, Geçitler vb. Yerler	20
2	Kaba Malzemelerin Taşınması, Depolanması vb. Kaba İşlerin Yapıldığı Yerler İle Koridor, Yol Ve Merdivenler	50
3	Kaba Montaj İşlerinin Yapıldığı Yerler İle Kazan Dairesi, Makine Dairesi, İnsan ve Yük Asansörü Kabinleri, Malzeme Stok Ambarları, Soyunma Ve Yıkama Yerleri, Yemekhane ve Tuvaletler	100
4	Normal Montaj, Kaba İşlerin Yapıldığı Tezgahlar	200
5	Ayrıntıların Yakından Seçilmesi Gereken İşlerin Yapıldığı Yerler	300
6	Büro vb. Sürekli Dikkat Gerektiren İnce İşlerin Yapıldığı Yerler	500
7	İncelikli İşlerin Sürekli Yapıldığı Yerler	1000

**EK-7 Hastanelerde Aydınlatma Şiddetleri Referans Tablosu (Demir, 2018).**

<b>Tablo 5.37 — Sağlık ve bakım binaları – genel kullanım amaçlı odalar</b>						
Ref. no.	Alan – Görev – Aktivite Türleri	Ix	UGRL	U0	Ra	Özel Durumlar
5.37.1	Bekleme odaları	200	22	0,4	80	Zemin seviyesinde aydınlatılmalı.
5.37.2	Koridorlar: gün boyunca	100	22	0,4	80	Zemin seviyesinde aydınlatılmalı.
5.37.3	Koridorlar: temizlik boyunca	100	22	0,4	80	Zemin seviyesinde aydınlatılmalı.
5.37.4	Koridorlar: gece boyunca	50	22	0,4	80	Zemin seviyesinde aydınlatılmalı.
5.37.5	Çok amaçlı kullanılan koridorlar	200	22	0,6	80	Aydınlatma iş ve aktiviteye uygun olarak yapılmalı.
5.37.6	Gündüz poliklinikleri	200	22	0,6	80	
5.37.7	Ziyaretçiler için asansörler	100	22	0,6	80	Zemin seviyesinde aydınlatılmalı.
5.37.8	Servis asansörleri	200	22	0,6	80	Zemin seviyesinde aydınlatılmalı.
<b>Tablo 5.38 - Sağlık ve bakım binaları – Personel amaçlı kullanım</b>						
Ref. no.	Alan – Görev – Aktivite Türleri	Ix	UGRL	U0	Ra	Özel Durumlar
5.38.1	Personel ofisleri	500	19	0,6	80	
5.38.2	Personel odaları	300	19	0,6	80	
<b>Tablo 5.39- Sağlık ve bakım binaları Hasta odaları, koğuşlar</b>						
Ref. no.	Alan – Görev – Aktivite Türleri	Ix	UGRL	U0	Ra	Özel Durumlar
5.39.1	Genel ışıklandırma	100	19	0,4	80	Zemin seviyesinde aydınlatılmalı.
	Okuma ışıklandırması	300	19	0,7	80	
5.39.2	Basit visitler	300	19	0,6	80	
5.39.3	Muayene ve bakım	1 000	19	0,7	80	
5.39.4	Gece ışıklandırması,	5	-	-	90	
5.39.5	gözlem ışıklandırması					
5.39.6	Hasta banyo ve tuvaletleri	200	22	0,4	80	
5.39.6	Hasta banyo ve tuvaletleri	200	22	0,4	80	
<b>Tablo 5.40 — Sağlık ve bakım binaları – Genel amaçlı muayene odaları</b>						
Ref. no.	Alan – Görev – Aktivite Türleri	Ix	UGRL	U0	Ra	Özel Durumlar
5.40.1	Türleri	500	19	0,6	90	4000 K<TCp<5000 K
5.40.2	Türleri	1000	19	0,7	90	
<b>Tablo 5.41 — Sağlık ve bakım binaları – Göz muayenesi</b>						
Ref. no.	Alan – Görev – Aktivite Türleri	Ix	UGRL	U0	Ra	Özel Durumlar
5.41.1	Genel ışıklandırma	500	19	0,6	90	4000 K<TCp<5000 K
5.41.2	Göz muayenesi sırasında	1000	-	-	90	
5.41.3	Okuma ve renk testleri sırasında	500	16	0,7	90	

**EK-8** Önemli Bazı Maddelerin Yansıtma ve Geçirme Kat Sayıları (Mercan vd., 2013).

Yüzeyler	Yansıtma Kat Sayısı %	Yüzeyler	Yansıtma Kat Sayısı %
Temiz Beton Yüzeyler	%40-%60	Koyu Kahverengi Yüzeyler	%10-%25
Temiz Badana Yüzeyler	%80	Açık Kırmızı Yüzeyler	%20-%35
Kirli Beyaz Yüzeyler	%60-%70	Koyu Kırmızı Yüzeyler	%10-%20
Parlak Alüminyum Yüzeyler	%70	Açık Yeşil Yüzeyler	%30-%60
Mat Alüminyum Yüzeyler	%60	Koyu Yeşil Yüzeyler	%10-%30
Pencere Camı	%8	Açık Mavi Yüzeyler	%20-%50
Buzlu Cam	%10-%12	Koyu Mavi Yüzeyler	%5-%20
Açık Sarı Yüzeyler	%50-%70	Açık Gri Yüzeyler	%35-%60
Koyu Sarı Yüzeyler	%30-%50	Koyu Gri Yüzeyler	%20-%35
Bej Yüzeyler	%40-%65	Beyaz Yüzeyler	%70-%80
Açık Kahverengi Yüzeyler	%25-%60	Siyah Yüzeyler	%8

**EK-9** Mahal Aydınlatma Verimi (Gözdem Elektrik, 2025).

TAVAN	0.80				0.50				0.30	
DUVAR	0.50		0.30		0.50		0.30		0.10	0.30
ZEMİN	0.30	0.10	0.30	0.10	0.30	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10
Oda İndeksi $k = \frac{akb}{h^2(a+b)}$	<b>ODA VERİMİ ( <math>\eta</math> )</b>									
0.60	0.24	0.23	0.18	0.18	0.20	0.19	0.15	0.15	0.12	0.15
0.80	0.31	0.29	0.24	0.23	0.25	0.24	0.20	0.19	0.16	0.17
1.00	0.36	0.33	0.29	0.28	0.29	0.28	0.24	0.23	0.20	0.20
1.25	0.41	0.38	0.34	0.32	0.33	0.31	0.28	0.27	0.24	0.24
1.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.36	0.34	0.32	0.30	0.27	0.26
2.00	0.51	0.46	0.45	0.41	0.41	0.38	0.37	0.35	0.31	0.30
2.50	0.56	0.49	0.50	0.45	0.45	0.41	0.41	0.38	0.35	0.34
3.00	0.59	0.52	0.54	0.48	0.47	0.43	0.43	0.40	0.38	0.36
4.00	0.63	0.55	0.58	0.51	0.50	0.46	0.47	0.44	0.41	0.39
5.00	0.66	0.57	0.62	0.54	0.53	0.48	0.50	0.46	0.44	0.40

**EK-10 Kirlenme Faktörü (Epokulu, 2020).**

Armatör Cinsi	Aydınlatma Tipi	Temizleme Süresi			Kirlenme Durumu
		1 YIL	2 YIL	3 YIL	
Akkor Filamanlı Lâmba (Enkandesan)	Direkt	-	-	-	Az Kirlenme
		1,35	1,55	-	Normal Kirlenme
		1,65	2,15	-	Çok Kirlenme
	Yarı Direkt	1,25	1,40	-	Az Kirlenme
		1,45	1,80	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Karışık	1,25	1,40	-	Az Kirlenme
		1,45	1,80	-	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Yarı Endirekt	1,35	1,55	-	Az Kirlenme
1,65		2,15	-	Normal Kirlenme	
-		-	-	Çok Kirlenme	
Endirekt	1,35	1,55	-	Az Kirlenme	
	1,65	2,15	-	Normal Kirlenme	
	-	-	-	Çok Kirlenme	
Fluoresan Lâmba	Direkt	-	-	-	Az Kirlenme
		1,40	1,70	1,90	Normal Kirlenme
		1,65	2,55	3,10	Çok Kirlenme
	Yarı Direkt	1,25	1,40	1,55	Az Kirlenme
		1,45	1,80	2,06	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Karışık	1,35	1,55	1,75	Az Kirlenme
		1,65	2,15	2,50	Normal Kirlenme
		-	-	-	Çok Kirlenme
	Endirekt	1,25	1,45	-	Az Kirlenme
-		-	-	Normal Kirlenme	
-		-	-	Çok Kirlenme	

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Hülya ERDEDE EKİNCİ  
**Uyruğu** : T.C.

### EĞİTİM

<b>Derece</b>	<b>Adı</b>	<b>Bitirme Yılı</b>
Üniversite	: Harran Üniversitesi	2006
Yüksek Lisans	: Hasan Kalyoncu Üniversitesi	2025
Doktora	: -	

### İŞ DENEYİMLERİ

<b>Yıl</b>	<b>Kurum</b>	<b>Görevi</b>
2006	Hülya ERDEDE Mühendislik	İnşaat Mühendisi
2010	Saryaa Mühendislik	İnşaat Mühendisi – Şirket Ortağı

### UZMANLIK ALANI

Bina Etüt Uzmanı  
Akustik Proje Uzmanı  
Betonarme Proje Uzmanı

### YABANCI DİLLER

İngilizce

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

### YAYINLAR